

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

**ОЛЕКСЮК ВАСИЛЬ ПЕТРОВИЧ**

УДК 378.147:004.738.5

**ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ  
ПРОЄКТУВАННЯ, АДМІНІСТРУВАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ  
ХМАРО ОРІЄНТОВАНОГО СЕРЕДОВИЩА НАВЧАННЯ  
МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ІНФОРМАТИКИ**

13.00.10 – інформаційно-комунікаційні технології в освіті

01 – Освіта/Педагогіка

**Реферат**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
доктора педагогічних наук



**Київ – 2023**

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано в Інституті цифровізації освіти Національної академії педагогічних наук України, м. Київ.

**Офіційні опоненти:**

доктор педагогічних наук, професор  
**ГЛАЗУНОВА Олена Григорівна**,  
Національний університет біоресурсів і  
природокористування України, декан факультету  
інформаційних технологій (м. Київ);

доктор педагогічних наук, професор  
**ОСАДЧИЙ Вячеслав Володимирович**,  
Київський університет імені Бориса Грінченка,  
декан факультету економіки та управління (м. Київ);

доктор педагогічних наук, доцент  
**ФРАНЧУК Василь Михайлович**,  
Український державний університет  
імені Михайла Драгоманова, завідувач кафедри  
комп'ютерної та програмної інженерії факультету  
математики, інформатики та фізики (м. Київ).

Захист відбудеться **11 липня 2023 року о 14:00** годині на засіданні спеціалізованої вченої Д 26.459.01 ради Інституту цифровізації освіти НАПН України за адресою: 04060, м. Київ, М. Берлінського, 9, 2-й поверх, зал засідань.

Із дисертацією можна ознайомитись на сайті ([iitlt.gov.ua](http://iitlt.gov.ua)) в Електронній бібліотеці НАПН України ([lib.iitta.gov.ua](http://lib.iitta.gov.ua)) та у відділі аспірантури і докторантури Інституту цифровізації освіти НАПН України за адресою: 04060, м. Київ, М. Берлінського, 9, 2-й поверх.

Реферат розісланий 9 червня 2023 року.

Учений секретар  
спеціалізованої вченої ради



Марія ШИШКІНА

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Пріоритетним напрямом розвитку освіти впродовж останніх десятиліть є впровадження цифрових технологій, які забезпечують удосконалення процесу навчання, його доступність та підготовку здобувачів до діяльності в цифровому суспільстві знань. Значні темпи цифрової трансформації суспільства вимагають формування в майбутніх фахівців постійної готовності до навчання протягом життя, здатності до систематичного оновлення власних знань і розвитку компетентностей. Глобалізація суспільного життя, зокрема й системи освіти, приводить до того, що реалізація засадничих положень про її відкритість, повсюдність, безперервність стає життєвою необхідністю.

Серед цифрових технологій, які можна застосовувати для забезпечення відкритості процесу підготовки майбутніх фахівців, важлива роль належить хмарним обчисленням. Аналізуючи можливості впровадження цифрових засобів у освітній процес вищої школи, доцільним вбачається першочергове їх вивчення і застосування фахівцями в галузі інформаційних технологій. У закладах загальної середньої освіти такими фахівцями є учителі інформатики. Тому існує об'єктивна потреба підготовки вчителів інформатики, здатних до впровадження й використання технологій хмарних обчислень в освітньому процесі.

Питання цифрової трансформації суспільного життя в Україні визначено на законодавчому рівні – у законах України «Про Концепцію Національної програми інформатизації», «Про інноваційну діяльність», «Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні», «Про відкриті дані», «Про хмарні послуги» та ін. Відповідно до цих нормативно-правових актів українським урядом було розроблено постанови й розпорядження, що стосуються цифрової трансформації освітньої галузі – «Стратегія розвитку вищої освіти на період до 2030 року», «Концепція розвитку цифрових компетентностей та затвердження плану заходів з її реалізації», «Положення про електронні освітні ресурси», «Положення про електронний підручник», «Положення про Національну освітню електронну платформу», «Про затвердження національного плану щодо відкритої науки».

За останні роки органами виконавчої влади створено умови для розробки та широкого впровадження значної кількості сервісів, які передбачають надання відкритого доступу до широкого кола даних, що стосуються життя українського суспільства. Зокрема, вони покликані реалізувати концепцію «держава у смартфоні». Тенденції відкритості, прозорості, цифровізації є важливими з погляду інтеграції нашої держави у світовий освітній та науковий простір. У цьому аспекті затребуваними залишаються подальші теоретичні обґрунтування та розроблення методик впровадження й застосування систем відкритого доступу до навчальних ресурсів і результатів наукової діяльності.

Отже, актуальність наукових досліджень, які стосуються обґрунтування та розроблення методик застосування хмарних технологій і середовищ навчання, що спроектовані на їх основі, у процесі підготовки майбутніх учителів інформатики, зумовлено вимогами сучасної теорії та методики навчання майбутніх фахівців у вищій школі.

Теоретичні аспекти цифрової трансформації освіти, зокрема розроблення та застосування комп'ютерно орієнтованих засобів навчання, досліджено в працях В. Ю. Бикова, О. Ю. Бутова, О. Г. Глазунової, А. М. Гуржія, М. І. Жалдака, О. Г. Кузьмінської, В. М. Кухаренка, М. П. Лещенко, Н. В. Морзе, О. В. Овчарук, В. В. Олійника, Л. Ф. Панченко, С. А. Ракова, Ю. С. Рамського, С. О. Семерікова, Є. М. Смирнової-Трибульської, О. В. Співаковського, Ю. В. Триуса та інших.

Проблеми створення та впровадження методичних систем підготовки майбутніх учителів інформатики відображено в працях Н. Р. Балик, І. С. Войтовича, Ю. В. Горошка, М. І. Жалдака, Н. В. Морзе, Ю. С. Рамського, З. С. Сейдаметової, В. П. Сергієнка, С. О. Семерікова, О. М. Спіріна, Ю. В. Триуса, В. М. Франчука та інших.

Проблемам застосування технологій хмарних обчислень у освіті присвячено низку робіт вітчизняних і зарубіжних науковців: В. Ю. Бикова, Т. А. Вакалюк, М. В. Мар'єнко, С. Г. Литвинової, Н. В. Морзе, Ю. Г. Носенко, В. В. Осадчого, К. П. Осадчої, З. С. Сейдаметової, О. М. Спіріна, М. П. Шишкіної, Б. Гірша (B. Hirsch), А. Лабус (A. Labus) М. Мірцеї (M. Mircea), В. Роя (W. Roy), Х. Вонга (H. Wang), С. Йогоями (S. Yokoyama) та інших.

Аналіз фундаментальних наукових праць, а також можливостей застосування хмарних технологій для організації навчально-пізнавальної та науково-дослідницької діяльності майбутніх учителів інформатики дають змогу виявити протиріччя:

- між суспільною обумовленістю цифрової трансформації освіти та недостатньою ефективністю процесу впровадження технологій хмарних обчислень у практику діяльності педагогічних ЗВО;

- між можливостями технологій хмарних обчислень щодо забезпечення загальнодоступності та відкритості навчальних ресурсів і браком розроблених теоретико-методичних засад щодо їх розгортання й адміністрування в практиці діяльності ЗВО;

- між наявними пропозиціями світових вендорів щодо надання закладам освіти доступу до хмарних платформ і рівнем ресурсних затрат на супровід ІТ-інфраструктур вітчизняних ЗВО;

- між потребою в інтеграції традиційних і хмарних сервісів як складників цифрових середовищ закладів освіти та наявними технологіями їх адміністрування;

- між об'єктивною необхідністю розвитку фахових компетентностей студентів щодо розгортання, створення та застосування хмаро орієнтованого середовища навчання (ХОСН) і недостатньою розробленістю відповідного навчально-методичного забезпечення для підготовки майбутніх учителів інформатики.

Подолання цих суперечностей потребує **розв'язання суспільно значущої проблеми дослідження**, яка полягає в обґрунтуванні та розробленні теоретико-методичних засад впровадження й застосування хмаро орієнтованих середовищ навчання з метою формування компетентного вчителя інформатики. Зокрема, розв'язання зазначених проблем передбачає проектування та адміністрування

ХОСН здобувачів освіти за спеціальністю «014.09 Середня освіта (Інформатика)».

З урахуванням виявлених суперечностей і наявності науково-практичних потреб у їх розв'язанні було обрано тему дисертаційної роботи – **«Теоретико-методичні основи проєктування, адміністрування та використання хмаро орієнтованого середовища навчання майбутніх учителів інформатики».**

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційне дослідження виконувалось у межах спільної науково-дослідної лабораторії з питань застосування хмарних технологій в освіті Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка, Інституту цифровізації освіти Національної академії педагогічних наук України з безпосередньою участю автора за темами науково-дослідних робіт «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), а також у НДР «Цифрова хмаро орієнтована система управління навчанням магістрів і PhD у галузях педагогіки, соціальних та поведінкових наук» (ДР 0122U000768, 2022), що виконувалася у ДЗВО «Університет менеджменту освіти», одним з виконавців якої був автор.

**Мета дослідження:** спроектувати хмаро орієнтоване середовище навчання майбутніх учителів інформатики, розробити технології його адміністрування та методичну систему використання.

Відповідно до мети сформульовано основні **завдання дослідження:**

- 1) проаналізувати поняттєво-термінологічний апарат щодо застосування технологій хмарних обчислень в освітній галузі, вивчити досвід підготовки вчителів інформатики у вітчизняних і зарубіжних ЗВО з використанням цих технологій;
- 2) спроектувати концептуальну, дидактичну, сервісну моделі та модель адміністрування хмаро орієнтованого середовища навчання майбутніх учителів інформатики, визначити критерії добору його складників;
- 3) розробити технології адміністрування хмаро орієнтованого середовища навчання майбутніх учителів інформатики;
- 4) розробити методичну систему та описати методики використання хмаро орієнтованого середовища навчання майбутніх учителів інформатики;
- 5) експериментально перевірити ефективність розроблених технологій адміністрування та методичної системи використання хмаро орієнтованого середовища навчання майбутніх учителів інформатики.

**Об'єкт дослідження** – процес підготовки майбутніх учителів інформатики на рівнях бакалавра та магістра.

**Предмет дослідження** – теоретичні та методичні засади проєктування, адміністрування та використання хмаро орієнтованого середовища навчання майбутніх учителів інформатики.

**Концепція дослідження.** Провідна ідея дослідження полягає в тому, що хмаро орієнтоване середовище є важливим компонентом у системі цифрових засобів навчання, які можуть удосконалити процес підготовки майбутніх учителів інформатики. За умови належного теоретичного обґрунтування та практичного апробування їх можна застосовувати як інструмент реалізації провідних філософських і педагогічних підходів, зокрема системного, синергетичного, діяльнісного, особистісно-орієнтованого, компетентнісного. Концепція дослідження містить три взаємопов'язані концепти, які сприяють реалізації головної ідеї дослідження: теоретико-методологічний, технологічний та методичний.

Для виконання поставлених завдань використано такі **методи досліджень**:

– теоретичні: системного аналізу філософських, педагогічних і загальнонаукових джерел для з'ясування стану розробленості проблеми підготовки майбутніх учителів інформатики, застосування технологій хмарних обчислень і систем відкритого доступу в галузі освіти, визначення сутності базових понять даного дослідження; узагальнення, синтез теоретичних положень з метою розробки концепції та визначення теоретико-методологічних основ дослідження; аналіз педагогічної, філософської й управлінської наукової літератури для виокремлення засад використання відкритого та повсюдного доступу в навчанні студентів; проєктування моделей освітніх процесів та інформаційних систем, які доцільно застосовувати в навчанні; порівняльного аналізу для визначення найважливіших можливостей хмарних технологій у навчанні студентів, майбутніх учителів інформатики;

– емпіричні: спостереження, анкетування, експертного оцінювання, самооцінювання, аналіз документів для визначення якості здійснення навчально-пізнавальності, науково-дослідницької та організаційно-педагогічної діяльності;

– статистичні: описова статистика освітніх процесів, перевірка статистичних гіпотез для обробки отриманих у ході дослідження даних; дисперсійний аналіз для виявлення статистично значущих відмінностей у процесі підготовки різних груп здобувачів.

**Наукова новизна та теоретичне значення** отриманих результатів полягають у тому, що *вперше*:

– теоретично обґрунтовано та спроєктовано концептуальну, дидактичну, сервісну моделі та модель адміністрування хмаро орієнтованого середовища навчання майбутніх учителів інформатики;

– розроблено методичну систему використання хмаро орієнтованого середовища навчання майбутніх учителів інформатики, що містить мету, зміст, методи, засоби, форми та очікувані результати її запровадження;

– обґрунтовано дидактичні (забезпечення повсюдної навчальної діяльності студентів, інваріантність вивчення реальних та віртуальних об'єктів, створення умов для взаємодії здобувачів, моніторинг та контроль їх діяльності з боку викладача, відповідність різним моделям розгортання хмарних технологій, перспективність розвитку та оновлення платформ) та технологічні (доступність, легальність, функціональність, захищеність, гнучкість налаштувань платформ)

критерії добору складників хмаро орієнтованого середовища навчання майбутніх учителів інформатики;

– розроблено змістовий і діяльнісний складники фахових компетентностей здобувачів освіти за спеціальністю «014.09 Середня освіта (інформатика)» щодо розгортання хмарних сервісів і платформ;

*уточнено:*

– поняття «хмаро орієнтоване середовище навчання майбутніх учителів інформатики» як систему цифрових засобів (апаратних, комунікаційних, віртуалізованих), що функціонують відповідно до принципів хмарних обчислень і забезпечують повсюдний доступ здобувачів до інформаційних, обчислювальних ресурсів, задля досягнення програмних результатів підготовки майбутнього вчителя інформатики;

– поняття «адміністрування хмаро орієнтованого середовища навчання майбутніх учителів інформатики» як комплексу заходів щодо проектування, розгортання, налаштування, управління та обслуговування його складників (сервісів, платформ, інфраструктур), міграції та/або інтеграції локальної ІТ-інфраструктури в хмару, а також супроводу діяльності в ньому здобувачів освіти;

– поняття «хмарна лабораторія» як цифрову систему, в якій завдяки віртуалізації та вебінтерфейсу формуються мережні віртуальні об'єкти, що відповідають реальним комп'ютерним системам;

– змістовий і діяльнісний складники фахових компетентностей учителя інформатики на рівні бакалавра щодо використання технологій хмарних обчислень як засобу організації навчальної діяльності;

*удосконалено:* змістове наповнення та операційний компонент навчальних дисциплін освітніх програм підготовки майбутніх учителів інформатики щодо використання ними технологій хмарних обчислень у навчальній і професійній діяльності;

*подальшого розвитку дістали:* теоретико-методичні засади проектування та створення комп'ютерно орієнтованих середовищ навчання, в частині, що стосується хмаро орієнтованих середовищ навчання; теорія і методика навчання інформатичних дисциплін та інформаційно-комунікаційних технологій у вищій школі, зокрема, що стосуються процесу підготовки майбутніх учителів інформатики.

**Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що**

– визначено процедуру розгортання та розроблено технології адміністрування хмаро орієнтованого середовища навчання майбутніх учителів інформатики;

– розроблено методики використання хмаро орієнтованого середовища навчання майбутніх учителів інформатики, що здобувають освіту на бакалаврському та магістерському рівнях за спеціальністю «014.09 Середня освіта (Інформатика)»: методика використання хмарної лабораторії в процесі вивчення курсу «Операційні системи»; методика використання ХОСН для організації групової діяльності здобувачів у процесі проходження ними комп'ютерної практики; методика використання ХОСН у навчанні

комп'ютерних мереж, методика використання хмарної лабораторії в навчанні основ кібербезпеки; методика використання ХОСН у процесі вивчення електронних систем відкритого доступу;

– розроблено методику підготовки здобувачів магістерського рівня за спеціальністю «014.09 Середня освіта (Інформатика)» до розгортання та науково-методичного супроводу хмаро орієнтованих середовищ закладів освіти (дисципліна «Основи хмарних технологій» та окремі складники курсу «Основи наукових досліджень»);

– розроблено методичні рекомендації «Розгортання та використання єдиної цифрової хмаро орієнтованої системи управління навчанням магістрів і PhD у галузях освіти / педагогіки, соціальних та поведінкових наук» для адміністраторів хмаро орієнтованих систем навчання ЗВО, навчальні посібники «Основи хмарних технологій», «Адміністрування комп'ютерних мереж і систем» для студентів ЗВО, що здобувають освіту за спеціальністю «014.09 Середня освіта (Інформатика)» та учителів інформатики;

– укладено програму підвищення кваліфікації вчителів «Розгортання й адміністрування хмарних сервісів Google Workspace у ЗЗСО» (<https://ippo.edu.te.ua/teaching/pidvishhennya-kvalifikacii/osvitni-programi-2021>).

Матеріали дисертації можуть бути використані в навчальному процесі закладів вищої педагогічної та післядипломної освіти, у процесі навчання майбутніх та підвищення кваліфікації й перепідготовки практикуючих учителів інформатики.

**Упровадження результатів дослідження.** Результати дослідження впроваджено в освітній процес Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка (довідка № 334/33-03 від 18.04.2023 р.), Дрогобицького державного педагогічного університету (довідка № 433 від 12.04.2023 р.), Кременецької обласної гуманітарно-педагогічної академії імені Тараса Шевченка (довідка № 05-16/134 від 09.03.2023 р.), Криворізького державного педагогічного університету (довідка № 08-255/3 від 13.04.2023 р.), Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини (довідка № 552/01 від 27.04.2023 р.), Житомирського державного університету імені Івана Франка (довідка № 402/01 від 06.04.2023 р.), ДЗВО «Університет менеджменту освіти» (довідка № 01-02/206 від 05.04.2023 р.), Тернопільського обласного комунального інституту післядипломної педагогічної освіти (довідка № 04-02/345 від 11.04.2023 р.).

**Особистий внесок здобувача.** У працях, опублікованих у співавторстві, автору належать: у посібнику [52] написано розділи 2, 4, 5, 7; у посібнику [83] – розділи 1, 2, 4. У статтях, опублікованих у співавторстві, здобувачу належать: концепція проведення дослідження [8; 13; 18; 24; 26; 30; 53; 54; 43; 48; 65; 68], узагальнення, систематизація досвіду підготовки майбутніх учителів інформатики [23; 25; 27; 28; 29; 55; 56; 32; 33; 38; 39; 42; 47; 49; 67; 75], розроблення технологій адміністрування хмарних сервісів і платформ [35; 44]; обґрунтування та проектування моделей хмаро орієнтованого середовища [7; 53; 57; 31; 36; 41; 46; 50]; визначення змісту технічних і педагогічних експериментів, статистичне опрацювання та аналіз їх результатів [28; 53; 34; 40; 46].



**Апробація результатів дисертації.** Результати дисертаційної роботи обговорювали на засіданнях науково-методичних семінарів відділів хмаро орієнтованих систем інформатизації освіти, відкритих освітньо-наукових інформаційних систем (2014–2022 рр.), кафедри інформатики та методики її навчання Тернопільського національного педагогічного університету (2012–2022 рр.), кафедри інформаційних технологій та методики навчання інформатики Кременецької обласної гуманітарно-педагогічної академії імені Тараса Шевченка (2019–2021 рр.), кафедри інформатики і інформаційно-комунікаційних технологій Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини (2020–2022 рр.), спільної науково-дослідної лабораторії з питань застосування хмарних технологій в освіті Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка й Інституту цифровізації освіти Національної академії педагогічних наук України (2013–2022 рр.), центру інформатики, ІКТ та дистанційної освіти Тернопільського обласного комунального інституту післядипломної педагогічної освіти (2016–2022 рр.). Основні результати дисертаційного дослідження було оприлюднено та обговорено на науково-практичних конференціях різного рівня: міжнародних – The Workshop on Cloud Technologies in Education (м. Кривий Ріг, 2019–2022); V Міжнародній науково-практичній конференції «MoodleMootUkraine 2017: теорія і практика використання системи управління навчанням Moodle» (м. Київ, 2017); The International Conference on History, Theory and Methodology of Learning (ICHTML 2020, м. Кривий Ріг, 2020); XIV International Conference on Mathematics, Science and Technology Education (ICon-MaSTEd 2020, 2022, м. Кривий Ріг, 2020, 2022); The 3rd International Workshop on Augmented Reality in Education (м. Кривий Ріг, 2020); 2nd Computer Science & Software Engineering Student Workshop (м. Кривий Ріг, 2019), конференції FOSS Lviv (м. Львів, 2015–2018), Symposium on Advances in Educational Technology (м. Київ, 2020–2021), конференції «ICT in Education, Research, and Industrial Applications» ICTERI (Київ, Херсон, Харків, 2016–2021); конференції «Theoretical and Practical Aspects of Distance Learning» (м. Катовіце, Польща, 2019–2021), міжнародній конференції «Сучасні цифрові технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи» (м. Тернопіль, 2017–2022), міжнародної науково-практичної конференції «Інновації в сучасній освіті: український та світовий контекст» (м. Тернопіль, 2022); IV Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «Віртуальний освітній простір: психологічні проблеми» (м. Київ, 2016); всеукраїнських – науково-практичної конференції з міжнародною участю «Мультимедійні технології в освіті та інших сферах діяльності» (м. Київ, 2021–2022); науково-практичної конференції «Проблеми інформатизації навчального процесу в школі та вищому педагогічному навчальному закладі» (м. Київ, 2017), науково-практичної конференції з міжнародною участю «Психологічна культура вчителя в контексті викликів сучасності» (м. Тернопіль, 2017), IV науково-технічної конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» (м. Тернопіль, 2014), звітній науково-практичній конференції Інституту

цифровізації освіти НАПН України (м. Київ, 2018–2022), Всеукраїнському науково-методичному семінарі «Системи навчання і освіти в комп'ютерно орієнтованому середовищі» (2014–2023).

Наукові положення та результати кандидатської дисертації «Методичні основи застосування навчальних мережних комплексів у процесі підготовки майбутніх учителів інформатики» у докторській дисертації не використані.

**Публікації.** Результати дослідження відображено у 83 працях, із яких 28 – одноосібні; 2 навчальних посібники (один у співавторстві з грифом МОН України), 2 методичні рекомендації у співавторстві; 27 статей опубліковано в наукових фахових виданнях України, з них 8 – у виданнях, які внесено до міжнародних наукометричних баз Web of Science та Scopus; 22 статті опубліковано в зарубіжних наукових виданнях, які внесено до міжнародних наукометричних баз Web of Science та Scopus.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертація складається з анотації, переліку умовних позначень, вступу, п'яти розділів і висновків до них, загальних висновків, списку використаних джерел, 9-ти додатків. Робота містить 22 таблиці й 74 рисунки. Загальний обсяг дисертації – 524 сторінки.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **Вступі** обґрунтовується актуальність теми дослідження, охарактеризовано ступінь наукової розробки проблеми, її зв'язок із науковими програмами, планами і темами, зазначено мету і завдання дослідження, його об'єкт і предмет, а також методологію, визначено наукову новизну одержаних результатів, особистий внесок автора і практичне значення роботи, наведено дані про апробацію результатів дослідження, публікації, структуру та обсяг дисертаційної роботи.

У **першому розділі «Теоретичні засади застосування хмаро орієнтованих середовищ навчання у закладах вищої освіти»** досліджено роль хмарних технологій у цифровій трансформації суспільства та освіти; систематизовано поняттєвий апарат дослідження, проаналізовано вітчизняний і зарубіжний досвід підготовки вчителів інформатики до застосування хмарних технологій; окреслено психологічні особливості діяльності у хмаро орієнтованому середовищі навчання; проведено аналіз та оцінку можливостей використання масових відкритих онлайн курсів як форми надання освітніх ресурсів студентам, майбутнім учителям інформатики.

Зазначено, що використання технологій хмарних обчислень у закладах вищої освіти є поширеною практикою розвитку їх ІТ-інфраструктур. Розгортання зазначених технологій забезпечує інший підхід використання обчислювальних ресурсів університету у порівнянні з традиційними ІТ-інфраструктурами. Він полягає в незалежності застосування зазначених ресурсів від апаратного забезпечення учасників освітнього процесу та наданні здобувачам освіти повсюдного доступу до хмарної інфраструктури.

Проаналізовано термінологічний апарат дослідження, зокрема уточнено поняття «*хмаро орієнтоване середовище навчання*» як систему цифрових засобів (апаратних, комунікаційних, віртуалізованих), що функціонують

відповідно до принципів хмарних обчислень і забезпечують повсюдний доступ здобувачів до інформаційних, обчислювальних ресурсів, задля досягнення програмних результатів підготовки майбутнього вчителя інформатики.

Під *адмініструванням хмаро орієнтованого середовища навчання* розуміємо комплекс заходів щодо проектування, розгортання, налаштування, управління та обслуговування його складників (сервісів, платформ, інфраструктур), міграції та/або інтеграції локальної ІТ-інфраструктури в хмару, а також супроводу діяльності в ньому здобувачів освіти. У розділі обґрунтовано поняття *хмарної лабораторії* як інформаційної системи, у якій завдяки стандартизованим інтерфейсам користувача, що забезпечуються хмарними технологіями, формуються мережні віртуальні ІКТ-об'єкти. Вони є складниками мережної інфраструктури ЗВО, що за своєю структурою та часом існування відповідають персоніфікованим потребам здобувача.

Вивчення зарубіжного досвіду підготовки майбутніх учителів інформатики свідчить, що в розвинених країнах (США, країни ЄС, Велика Британія) зазвичай практикується перекваліфікації бакалаврів комп'ютерних наук в університетах або інших акредитованих установах. Незважаючи на достатнє матеріальне забезпечення та високий соціальний статус вчителів, навіть у них спостерігається кадровий дефіцит кваліфікованих вчителів STEM-дисциплін загалом та інформатики зокрема. Аналіз освітніх програм підготовки зазначених фахівців в Україні та за кордоном, а також силабусів курсів, доступних у мережі інтернет, свідчить про відображення в них концепцій і проблематики сучасних хмарних технологій. Таку підготовку здійснюють у двох напрямках – розгортання, адміністрування хмарних платформ та розроблення хмарних додатків і сервісів. У кожному з проаналізованих напрямів підготовку здобувачів здійснюють у спеціально спроектованому та розгорнутому хмарному середовищі, основні завдання якого полягають у забезпеченні доступу, організації навчальної діяльності та співпраці всіх учасників освітнього процесу з метою досягнення освітніх цілей. Аналіз психологічних концепцій діяльності у віртуальному середовищі засвідчив необхідність опроектування змісту навчання задля формування у студентів розуміння суті хмарних технологій. Врахування ідей синергетичного підходу дає змогу забезпечити результативну співпрацю викладача та здобувачів освіти у хмаро орієнтованому середовищі. Це, своєю чергою, сприятиме подоланню суперечностей між фундаментально-природничими та соціально-гуманітарними парадигмами та побудові ефективної моделі використання середовища в процесі підготовки майбутніх фахівців.

Аналіз процесів викладання та навчання в закладах загальної середньої освіти (ЗЗСО) дозволив виділити потреби практикуючих учителів інформатики:

- необхідність доступу до сучасної ІТ-інфраструктури, яка забезпечує можливість провадити освітній процес незалежно від розташування його учасників, використовуючи потрібне програмне забезпечення;

- забезпечення кваліфікованої підтримки у вирішенні технічних, організаційних та методичних завдань;

- потреба в доступі до навчальних матеріалів та онлайн-курсів, які

допомагають викладачам стежити за останніми тенденціями в галузі інформатики та підтримувати свої знання і навички на потрібному рівні;

- наявність навчальних матеріалів і відкритих онлайн-курсів для розвитку фахових компетентностей, що відповідають рівню технологічних змін та потребам освітнього процесу;

- потреба в співпраці та спілкуванні з колегами, які сприяють взаємовпливу та обміну досвідом;

- забезпечення доступу до результатів наукових досліджень, зокрема щодо впровадження в навчальний процес інноваційних технологій і методик;

- наявність підтримки та сприяння з боку адміністрації закладів освіти щодо забезпечення необхідних ресурсів та ІТ-інфраструктури.

Щодо впровадження технологій хмарних обчислень, то, на думку вчителів інформатики, суттєвими є адміністративні (недостатня увага до проблеми використання хмарних технологій з боку адміністрації закладу, відсутність моральних і матеріальних стимулів) та технічні (застаріла матеріально-технічна база школи, відсутність технічної підтримки), перешкоди, що супроводжують процеси розгортання та супроводу ХОСН у ЗЗСО.

Вивчено психолого-педагогічні засади провадження освітньої діяльності в хмаро орієнтованому середовищі навчання майбутніх учителів інформатики. Вони полягають у необхідності поєднання принципів відкритої освіти та особливостей діяльності користувачів у корпоративному хмарному середовищі. Організація навчання згідно з концепцією конективізму дає змогу створити мережі зв'язків між учасниками освітнього процесу, забезпечити впровадження навчальних матеріалів з масових відкритих онлайн-курсів, залучити до процесу навчання експертів, організувати спільну роботу над проектами.

Проаналізовано феномен масових відкритих онлайн-курсів (МВОК) як етап розвитку концепції відкритої освіти, вивчено роль хмарних технологій як чинника оновлення змістово-цільових і технологічних складників процесу навчання, що реалізується в збагаченні методик, засобів та формуванні на цій основі нових технологій. Проаналізовано основні платформи масових відкритих онлайн-курсів. Встановлено, що зарубіжні університети широко використовують зазначені курси у своїй діяльності, а деякі із ЗВО розробляють власні платформи МВОК. Вивчення статистичних показників діяльності слухачів засвідчило доволі низький відсоток тих з них, хто успішно завершив навчання. Зазначена ситуація спричинена специфікою застосування МВОК у освіті дорослих та вимагає розроблення відповідних методик. Незважаючи на це, визначено доцільність інтеграції в межах хмарних лабораторій масових відкритих онлайн курсів з авторськими навчальними ресурсами та їх застосування відповідно до концепції комбінованого навчання. Проаналізовано зміст доступних у мережі МВОК, присвячених технологіям хмарних обчислень. Серед них курси від провідних вендорів галузі – платформ Coursera, Udacity. Окремо виділено мережну академію Cisco, що нині пропонує широкий спектр курсів – від ознайомчих до професійних. Академія функціонує на основі платформи MOODLE та забезпечує управління процесом навчання. Суттєвим чинником підвищення мотивації

студентів до вивчення курсів академії є те, що більшість з них передбачає отримання здобувачами сертифікатів.

У другому розділі «Проектування хмаро орієнтованого середовища навчання майбутніх учителів інформатики» описано загальну методику дослідження, визначено його теоретико-методологічні, концептуальні та методичні засади, розроблено моделі ХОСН, окреслено критерії добору платформ і сервісів середовища.

Провідні ідеї дослідження відображено в гіпотезі, яка ґрунтується на припущенні, що ефективність підготовки здобувачів бакалаврського та магістерського рівнів за освітньо-професійними програмами спеціальності «014.09 Середня освіта (Інформатика)» підвищиться за умови цілеспрямованого проектування й використання хмаро орієнтованого середовища навчання майбутніх учителів інформатики за спеціально розробленою методичною системою.

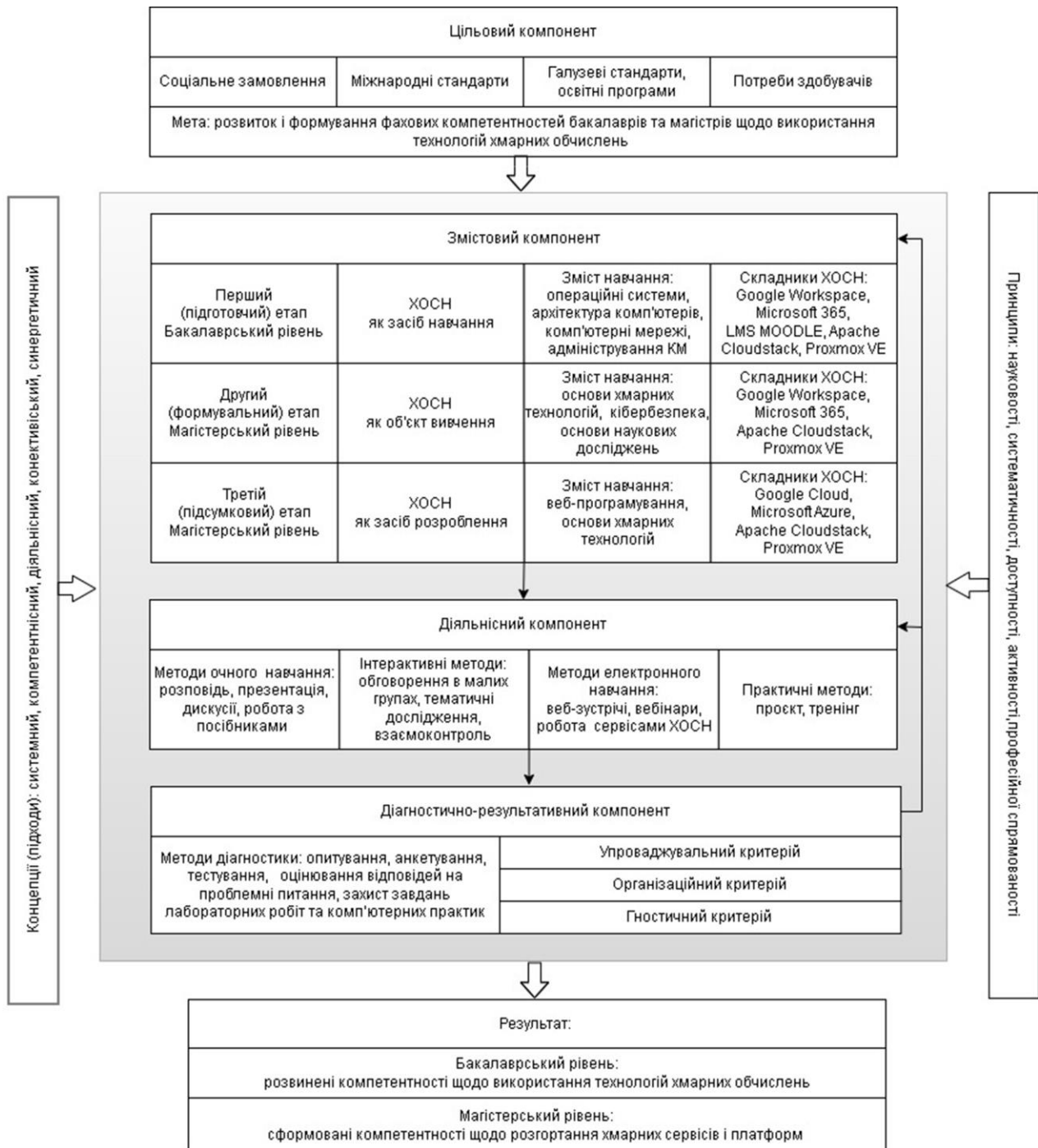
На основі вивчення джерельної бази обґрунтовано, що спроектувати досліджуване середовище означає проаналізувати та визначити цільові, змістові, дидактичні вимоги до підготовки в ньому здобувачів освіти. *Модель ХОСН* спроектовано як систему, структуру якої складають концептуальна, дидактична, сервісна моделі та модель адміністрування. *Концептуальна модель ХОСН* є базовою, вона відображає логіку освітнього процесу підготовки майбутніх учителів інформатики, враховує специфіку діяльності всіх його учасників.

Концептуальна модель визначає такі характеристики хмаро орієнтованого середовища навчання:

- інтеграція реальних і віртуальних складників середовища;
- підтримка дистанційного навчання та послуг відповідно до індивідуальних особливостей студентів;
- забезпечення навчальної діяльності як в університетському кампусі, так і поза ним з будь-якого пристрою, що має доступ до мережі інтернет;
- реалізація взаємодії здобувачів між собою, а також з викладачем.

Розроблено модель спільної діяльності користувачів ХОСН. У ній процеси постановки завдань та їх розв'язання генерують дані для наборів індикаторів, що визначають ефективність групової та індивідуальної роботи студентів. Надалі модель передбачає аналіз з подальшим спільним розробленням індикаторів розв'язання. Реалізацію моделі передбачено у хмарних лабораторіях, які підтримують використання практичних методів навчання, що забезпечує дослідження й тестування віртуальних об'єктів.

*Основою дидактичної моделі ХОСН* є процес застосування середовища, який має здійснюватися відповідно до принципів систематичності та послідовності впродовж усього часу підготовки здобувачів освіти. Основними складниками дидактичної моделі є (рис. 1):



*Рис. 1. Дидактична модель хмаро орієнтованого середовища навчання майбутніх учителів інформатики*

1. Цільовий компонент. Мета використання ХОСН полягає у створенні умов для організації та підтримки спільної навчальної та науково-дослідної роботи студентів. У дидактичній моделі обґрунтовано використання ХОСН на бакалаврському та магістерському рівнях вищої освіти. На кожному з відповідних етапів передбачено використання студентами середовища для розвитку та формування окремих фахових компетентностей.

2. Змістовий компонент спрямовано як на розвиток загальних (аналіз і синтез, гнучкість мислення, групова робота, комунікаційні навички тощо), так і на формування фахових (предметних) компетентностей майбутніх учителів інформатики. Змістовий компонент ІКТ-компетентності майбутніх учителів

інформатики передбачає вільне оволодіння навичками роботи зі складниками ХОСН, що вимагає знання принципів функціонування технологій хмарних обчислень, їх використання для проектування та розробки освітніх ресурсів.

3. Діяльнісний (операційний) компонент стосується розвитку навичок для застосування хмарних технологій у майбутній професійній діяльності.

4. Діагностично-результативний компонент дидактичної моделі передбачає вимірювання рівнів розвитку фахових компетентностей щодо використання технологій хмарних обчислень та розгортання відповідних сервісів і платформ за впроваджувальним, організаційним та гностичним критеріями.

*Сервісна модель* ХОСН визначає технічні вимоги до послуг, що має забезпечувати ХОСН у освітньому процесі. Її подано як багаторівневу систему, яку утворюють:

1. Рівень управління, що містить базу даних об'єктів середовища разом із дозволеними операціями над ними, правила поширення контенту та завдання щодо обслуговування компонент ХОСН.

2. Рівень інтерфейсу, що забезпечує взаємодію із сервісами та платформами через вебінтерфейс, стандартизовані протоколи та API-функції.

3. Рівень збереження, що передбачає наявність сховищ даних та обчислювальних ресурсів для їх синхронізації.

4. Рівень доступу, що забезпечує автентифікацію та авторизацію користувачів для виконання операції з об'єктами середовища.

Доведено, що доцільною для застосування в процесі підготовки ІТ-фахівців є корпоративна хмара, яка реалізує сервісну модель «інфраструктура як сервіс».

Положеннями *моделі адміністрування* ХОСН є:

- якнайбільш повний доступ користувачів до власних ресурсів;
- максимальне обмеження доступу до ресурсів інших користувачів;
- постійне ведення статистики та здійснення моніторингу діяльності користувачів ХОСН;
- об'єднання користувачів у групи та надання їм доступу до об'єктів спільної навчальної діяльності;
- відповідальність користувачів за цілісність і доступність їх власних ресурсів.

Реалізація моделі адміністрування можлива відповідно до аутсорсингового підходу. Визначено, що за сучасних умов функціонування системи освіти доцільним є використання комбінованого підходу, згідно з яким розгортання всієї або окремих складників ХОСН здійснює зовнішня організація, а його супровід виконують фахівці ЗВО. Зазначений підхід може бути реалізовано й у випадку оренди обчислювальних потужностей хмарних вендорів.

У другому розділі окреслено дидактичні (забезпечення повсюдної навчальної діяльності студентів, інваріантність вивчення реальних і віртуальних об'єктів, забезпечення взаємодії між здобувачами, моніторинг і контроль їх діяльності з боку викладача, відповідність різним моделям розгортання хмарних технологій, перспективність розвитку й оновлення платформ) та технологічні (доступність, легальність, функціональність,

захищеність, гнучкість налаштувань платформ) критерії добору складників хмаро орієнтованого середовища навчання майбутніх учителів інформатики.

**У третьому розділі «Технології адміністрування хмаро орієнтованого середовища навчання у закладах вищої освіти»** проаналізовано авторський досвід використання технологій адміністрування ХОСН, досліджено технології віртуалізації та хмарні платформи для створення освітнього середовища, розроблено єдину систему автентифікації користувачів хмаро орієнтованого середовища навчання; описано технології адміністрування платформ Google Workspace та Microsoft 365; здійснено порівняльний аналіз основних складників і функціоналу платформ для організації корпоративних хмар. У результаті порівняння обрано найбільш придатні платформи для організації освітнього процесу підготовки майбутніх учителів інформатики; виконано розгортання компонент хмарної інфраструктури; надано рекомендації щодо організації супроводу та обслуговування платформ Apache Cloudstack та Proxmox VE.

Встановлено, що найбільш доцільними загальнодоступними платформами для розгортання в закладах освіти є Google Workspace та Microsoft 365. Розроблено процедуру їх розгортання в структурі ХОСН, яка передбачає досягнення результату впродовж таких етапів: 1) визначення основних завдань середовища, які доцільно вирішувати засобами хмарних сервісів; 2) аналіз та оцінювання функціональних можливостей хмарних сервісів щодо доцільності їх застосування в освітньому процесі; 3) здійснення добору сервісів з урахуванням матеріальних, організаційних, людських ресурсів, які необхідні для розгортання; 4) моделювання діяльності учасників освітнього процесу; 5) проєктування структури середовища; 6) реєстрація облікового запису закладу освіти та отримання академічних ліцензій для нього; конфігурування хмарних сервісів та облікових записів учасників освітнього процесу; 7) аналіз, узагальнення результатів проєктування, прийняття рішення щодо використання платформ у структурі ХОСН.

Для забезпечення доступу учасників освітнього процесу до складників ХОСН виконано конфігурування єдиної системи автентифікації користувачів. Оскільки проєктоване середовище містить значну кількість різнорідних сервісів і платформ, у процесі реалізації системи автентифікації було використано кілька підходів: 1) синхронізація даних з обліковими записами користувачів усіх сервісів; 2) використання спільної бази даних облікових записів користувачів, з виконанням окремої процедури автентифікації для доступу до кожного сервісу; 3) механізм, за допомогою якого єдина дія щодо автентифікації і авторизації користувача надає йому доступ до всіх сервісів системи.

Відповідно до зазначених підходів було дібрано й вивчено такі технології:

- каталог і протокол LDAP, а також його реалізація як служби Microsoft Active Directory;

- засоби синхронізації Google Cloud Directory Sync та Microsoft Azure AD Connect;

- протоколи OpenID, OAUTH та сервіси Google Developers Console (Azure Portal).



За допомогою обраних технологій виконано інтеграцію хмарних сервісів Google Workspace до структури ХОСН, яка забезпечує уніфіковані автентифікацію та доступ користувачів до освітнього контенту. Зокрема здійснено інтеграцію системи управління навчанням MOODLE із сервісами Google Workspace (Gmail, Google Диск, Календар) та Microsoft 365 (Calendar, OneDrive, Teams). Констатовано, що розгортання та інтеграція загальнодоступних платформ у ХОСН закладів вищої та середньої освіти дає змогу заощадити витрати на обслуговування їх ІТ-інфраструктур, а також підвищити доступність навчальних ресурсів.

Розроблено технології розгортання корпоративних хмар, які є засобом вивчення інформаційних систем та об'єктом дослідження науковців, викладачів, студентів. Відповідно до дидактичних критеріїв добору програмних складників ХОСН визначено, що в освітньому процесі підготовки майбутніх учителів інформатики корпоративна хмара має забезпечувати:

- вивчення інформаційних систем на основі їх навчальних моделей – віртуальних комп'ютерів і мереж;
- якомога більш точну відповідність віртуальних об'єктів реальним інформаційним системам, зокрема можливість застосування сформованих компетентностей у практичній діяльності;
- можливість для викладача або студента змінювати об'єкт вивчення для власних потреб;
- повсюдний доступ до хмарних ресурсів через локальну мережу ЗВО та інтернет;
- персоналізований доступ до обчислювальних ресурсів із використанням єдиних даних автентифікації.

Відповідно до технологічних критеріїв добору програмних складників середовища, визначено такі характеристики щодо порівняння можливостей платформ для розгортання корпоративних хмар: функціонування згідно моделі «інфраструктура як сервіс», забезпечення управління об'єктами через вебінтерфейс, підтримка роботи основних гіпервізорів, безкоштовний характер поширення, наявність модулів для інтеграції з каталогом LDAP, створення миттєвих копій віртуальних машин, відображення системних подій у вебінтерфейсі, наявність API-інтерфейсу.

Внаслідок порівняльного аналізу обрано платформи Apache Cloudstack та Proxmox VE. Проведено опис процедури їх розгортання в ІТ-інфраструктурі ЗВО. Визначено завдання щодо адаптації вказаних платформ до освітнього процесу, а також підходи до їх розв'язання. Констатовано можливість практичної реалізації розроблених моделей ХОСН і дієвість розроблених технологій його адміністрування. Отримано висновок про те, що досягнення результату можливе без використання дороговартісного серверного апаратного забезпечення. Для забезпечення ефективного використання досліджуваних платформ у складі ХОСН було здійснено оцінювання їх продуктивності. Виконано інтеграцію платформ Apache Cloudstack та Proxmox VE у єдину хмарну інфраструктуру. Розроблено технології резервного зберігання об'єктів хмарної інфраструктури платформи Apache Cloudstack та здійснено її

порівняння із засобами платформи Proxmox VE. Встановлено, що резервування корпоративної хмари на основі Apache Cloudstack є більш трудозатратним проти Proxmox VE. Поряд з цим Apache Cloudstack є більш придатною для застосування в освітньому процесі. З огляду на це визначено за доцільне використання в складі ХОСН комбінованої корпоративної хмари, що містить обидві платформи.

**У четвертому розділі «Методична система використання хмаро орієнтованого середовища навчання майбутніх учителів інформатики»** подано структуру методичної системи та особливості реалізації методик використання ХОСН для формування фахових компетентностей майбутніх учителів інформатики, що здобувають освіту на бакалаврському та магістерському рівнях вищої освіти. Методична система використання ХОСН містить такі компоненти:

1. Мета застосування ХОСН, яка полягає в розвитку та формуванні фахових компетентностей цільової аудиторії здобувачів.

2. Змістовий компонент методичної системи використання ХОСН, який передбачає предметне вивчення здобувачами особливостей використання хмарних сервісів і платформ, що зумовлено відповідними освітньо-професійними програмами підготовки. У процесі визначення змісту навчання за умов застосування сервісів ХОСН було враховано такі засади добору змісту навчання основ хмарних технологій:

- науковість, орієнтація на сучасні досягнення в галузі хмарних обчислень;
- інформаційна ємність та визначення доцільного обсягу навчального матеріалу;
- модульний розподіл змісту навчального матеріалу;
- теоретична повнота, доступність і практична реалізованість.

3. Методи навчання як способи цілеспрямованої взаємодії учасників освітнього процесу, що здійснюється в ХОСН. Визначено доцільними для застосування методи очного (розповідь, презентація, групові дискусії, робота з навчальними посібниками), електронного навчання (вебзустрічі, вебіари, спільна підготовка документів, робота із сервісами ХОСН), інтерактивні (обговорення в малих групах, тематичні дослідження, контроль, демонстрації), практичні (проект, тренінг) та методи контролю (опитування, анкетування, тестування, самоконтроль, оцінювання відповідей на проблемні питання, захист завдань лабораторних робіт і комп'ютерних практик).

4. Засоби навчання – складники ХОСН, цифрові пристрої викладачів і здобувачів, авторські електронні (опубліковані на університетських LMS-платформах) та масові відкриті онлайн-курси, посібники, монографії, методичні рекомендації.

5. Форми організації навчання за умов використання хмаро орієнтованого навчання майбутніх учителів інформатики: лекція («класична» та «міні-лекція»), лабораторна робота, комп'ютерна практика, самостійна робота, індивідуальні та групові консультації, групові й індивідуальні проекти.

6. Очікувані результати запровадження методики полягають у розвитку фахових компетентностей як підтверджених здатностей здобувачів

використовувати технології хмарних обчислень у процесі навчально-пізнавальної та науково-дослідницької діяльності.

Відповідно до дидактичної моделі на першому ступені вищої освіти визначено використання складників ХОСН як засобів організації освітньої діяльності. Організація навчання на цьому етапі має на меті розвиток таких фахових компетентностей:

- здатність орієнтуватися в особливостях сучасних хмарних технологій, усвідомлювати їх функціональні можливості та доцільно використовувати для розв’язання освітніх завдань;

- здатність відрізнити особливості та характерні ознаки традиційних сервісів інтернету, хостингу вебресурсів, оренди віртуальних приватних машин і систем хмарних обчислень;

- здатність визначати обґрунтовані шляхи застосування хмарних технологій для організації навчальної та дослідницької діяльності згідно з моделями SaaS, PaaS, IaaS;

- здатність адекватно й відповідально поводитися в хмарному середовищі, демонструючи розуміння і знання правових та етичних аспектів щодо використання хмарних сервісів та цифрового контенту;

- здатність активно та постійно досліджувати нові сервіси, інтегрувати їх у свою діяльність, усвідомлювати роль технологій хмарних обчислень на сучасному етапі розвитку цифрових технологій і системи освіти.

Унаслідок аналізу освітньо-професійних програм було розроблено зміст і методичку курсів «Операційні системи», «Комп’ютерні мережі», «Адміністрування комп’ютерних мереж» і комп’ютерної практики. Для підтримки навчання зазначених дисциплін у ХОСН було розгорнуто хмарні лабораторії CL-OS, CL-NET, CL-ADM та CL-PRACT. Методика використання ХОСН у навчанні цих дисциплін ґрунтується на концепції комбінованого навчання із застосуванням освітніх ресурсів масових відкритих онлайн-курсів. До зазначених лабораторій було імплементовано:

- авторські навчальні матеріали, опубліковані на університетському сервері електронних курсів;

- теми курсів мережної академії Cisco (NDG Linux; CCNA. Вступ до мереж; CCNA. Основи комутації, маршрутизації та бездротових мереж; DevNet Associate);

- віртуальні комп’ютери та мережі корпоративних хмар, розгорнутих на основі платформ Apache Cloudstack та Proxmox VE;

- сервіси загальнодоступних хмарних платформ Google Workspace та Microsoft 365.

Навчання в зазначених курсах передбачає систематичне використання методів групової роботи та проєктів. Спостереження за впровадженням методик дає змогу констатувати, що в процесі вивчення дисциплін студенти:

- отримують досвід використання сучасних цифрових технологій, зокрема хмарних обчислень, для самостійного розв’язання практичних завдань;

- здобувають досвід командної роботи та проєктної діяльності;

- підвищують рівень власних фахових компетентностей, зокрема щодо вміння використовувати сервіси загальнодоступних хмарних платформ;

– набувають навичок публічних виступів і захисту результатів власноруч виконаної роботи.

Вивчення теоретичних основ та адміністрування комп'ютерних мереж доцільно здійснювати в хмарних лабораторіях, що моделюють роботу повнофункціональних пристроїв та ОС. Задля цього було виконано інтеграцію платформ EVE-NG та Apache Cloudstack, які дають можливість візуалізувати та маніпулювати за допомогою вебінтерфейсу повнофункціональними візрцями віртуальних машин (рис. 2).

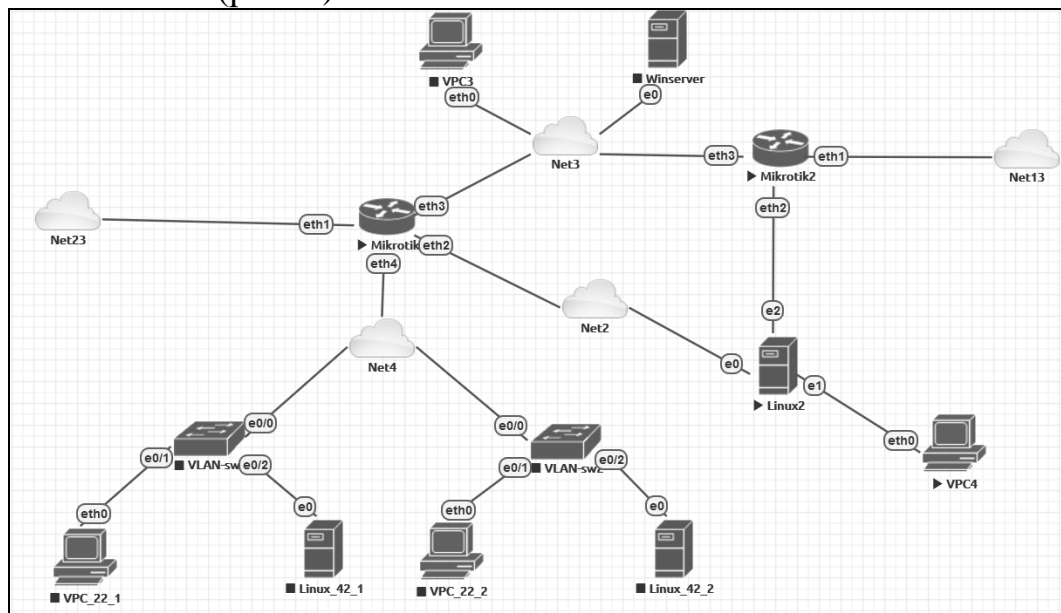


Рис. 2. Об'єкти хмарної лабораторії для вивчення комп'ютерних мереж

Окрім дисципліни «Комп'ютерні мережі», платформи EVE-NG та Apache Cloudstack було використано в процесі вивчення засобів автоматизації адміністрування комп'ютерних мереж. Відповідна хмарна лабораторія CL-ADM містить масовий курс «DevNet Associate». Він є сучасною реалізацією інтегрованої дисципліни та може бути впроваджений як спецкурс у навчальні плани підготовки бакалаврів або магістрів спеціальності «014.09. Середня освіта (Інформатика)». Курс дає можливість студентам апробувати на практиці теоретичні знання з мереж і програмування, а також здобути навички щодо використання API-інтерфейсів у різних середовищах розробки.

З метою реалізації методики навчання основ кібербезпеки розроблено хмарну лабораторію CL-CYBER. До її змісту було імплементовано курс «Кібер-операції (CCNA Cyber Ops)» мережної академії Cisco. Для виконання практичних завдань курсу в хмарній лабораторії CL-CYBER створено шаблони віртуальних комп'ютерів і налаштовано віртуальні мережі, що максимально точно моделюють роботу їх реальних відповідників. Такий варіативний підхід не обмежує студентів у виборі засобів навчання.

Визначено розв'язування задач тестування на проникнення як доцільний практичний метод формування компетентностей з кібербезпеки. У процесі тестування на проникнення студент виконує роль зловмисника, який намагається порушити інформаційну безпеку віртуальних машин і мереж,

змодельованих у ХОСН. Розроблені задачі систематизовано за типами кібернетичних загроз.

Другий (формувальний) етап дидактичної моделі передбачає використання ХОСН як об'єкта навчання. Запропоновано провадити його в межах освітньо-професійних програм підготовки здобувачів магістерського рівня. Навчання на другому та третьому етапах дидактичної моделі запропоновано здійснювати у формі спецкурсу «Основи хмарних технологій». При цьому метою використання ХОСН є підготовка здобувачів до розгортання хмарних сервісів і платформ як складників ХОСН. У розділі визначено відповідні складники фахових компетентностей здобувачів:

- знання основних понять, моделей розгортання й сервісних моделей хмарних технологій, принципів функціонування та технологій віртуалізації серверних систем, архітектури й засобів розподілених обчислень, а також особливостей програмно-апаратних складників сучасних центрів обробки даних;

- здатність оцінювати та визначати ефективні рішення щодо розгортання ХОСН на основі аналізу функціональних характеристик хмарних сервісів та потреб закладів освіти;

- здатність встановлювати, налаштовувати й обслуговувати системне, інструментальне та прикладне програмне забезпечення хмарних платформ згідно з основними сервісними моделями;

- здатність проєктувати й інтегрувати готові хмарні платформи для вдосконалення ІТ-інфраструктури закладу освіти через розгортання гібридної хмари на основі загальнодоступних і відкритих хмарних платформ, що функціонують згідно з моделлю «інфраструктура як сервіс»;

- здатність до практичного використання сервісів і ресурсів загальнодоступних хмарних платформ для розгортання ХОСН;

- здатність до моніторингу, супроводу та аналізу процесу функціонування ХОСН закладу освіти.

Для імплементації другого етапу дидактичної моделі під час вивчення загальнодоступних платформ Google Workspace та Microsoft 365 було розроблено проєкт «Хмарні сервіси у кожному школі». Його основним завданням є залучення магістрантів до розгортання хмарних сервісів для закладів середньої освіти.

Визначено такі концептуальні засади реалізації проєкту: відсутність серверного обладнання у ЗЗСО, мінімальний рівень матеріальних витрат на розгортання супровід хмарних сервісів, а також добровільний характер участі працівників закладів освіти.

Завданням третього (підсумкового) етапу підготовки є навчання магістрантів розробленню хмарних сервісів. У розділі визначено відповідні складники предметних компетентностей, зокрема:

- здатність формулювати вимоги щодо функціональних можливостей та якості програмного забезпечення, яке є складником хмарних сервісів;

- здатність розробляти програмне забезпечення для закладів освіти в середовищі хмарних обчислень, тестувати й налагоджувати освітні апаратно-програмні засоби та комплекси;

- здатність до проєктної діяльності, роботи в команді для спільного розв’язання навчальних і наукових задач;

- здатність оцінювати та визначати ефективні рішення для розгортання хмарних сервісів у закладах освіти на основі порівняння їх техніко-економічних властивостей, а також для рішень на базі систем корпоративних і гібридних хмар;

- здатність формувати напрями підвищення ефективності використання хмарних технологій під час виконання організаційних, навчальних і наукових завдань та створення на їх основі хмаро орієнтованих освітніх середовищ.

Навчання розробленню хмарних сервісів запропоновано здійснювати в процесі вивчення вебпрограмування або в межах спецкурсу «Основи хмарних технологій». Відповідно розроблено методiku застосування платформи Google Cloud Platform як інструмента розробки здобувачами двох хмарних сервісів – менеджера контактів та засобу підтримки користувачів корпоративної мережі.

**У п’ятому розділі «Організація і проведення педагогічного експерименту»** експериментально підтверджено ефективність технологій адміністрування та методичної системи використання ХОСН. Зокрема, було організовано експертне опитування щодо трудозатратності виконання задач адміністрування платформи та окремих сервісів Google Workspace, а також оцінювання авторської методики її адміністрування. Експертами було обрано системних адміністраторів, ІТ-фахівців, викладачів ЗВО, які мають досвід розгортання та адміністрування хмарних платформ. Було враховано, що експертам може бути складно однозначно ранжирувати критерії трудомісткості. Як наслідок було використано модифіковану формулу для обчислення коефіцієнта конкордації, що передбачає наявність однакових оцінок експертів.

Аналіз результатів опитування засвідчив, що найбільших зусиль з боку адміністраторів потребують завдання щодо адміністрування окремих сервісів (пошта, сайти), конфігурування параметрів безпеки та інтеграції хмарних сервісів з іншими цифровими засобами навчання. Статистичне опрацювання відповідей експертів дає змогу зробити висновок про те, що респонденти вважають дієвою авторську методiku за впроваджувальним, організаційним та гностичним критеріями (рис. 3). Відповідно доцільними є застосування розроблених у ній технологій для розгортання й адміністрування загальнодоступної платформи Google Workspace у закладах вищої освіти, а також імплементація методики в освітні програми підготовки майбутніх і підвищення кваліфікації діючих учителів інформатики.

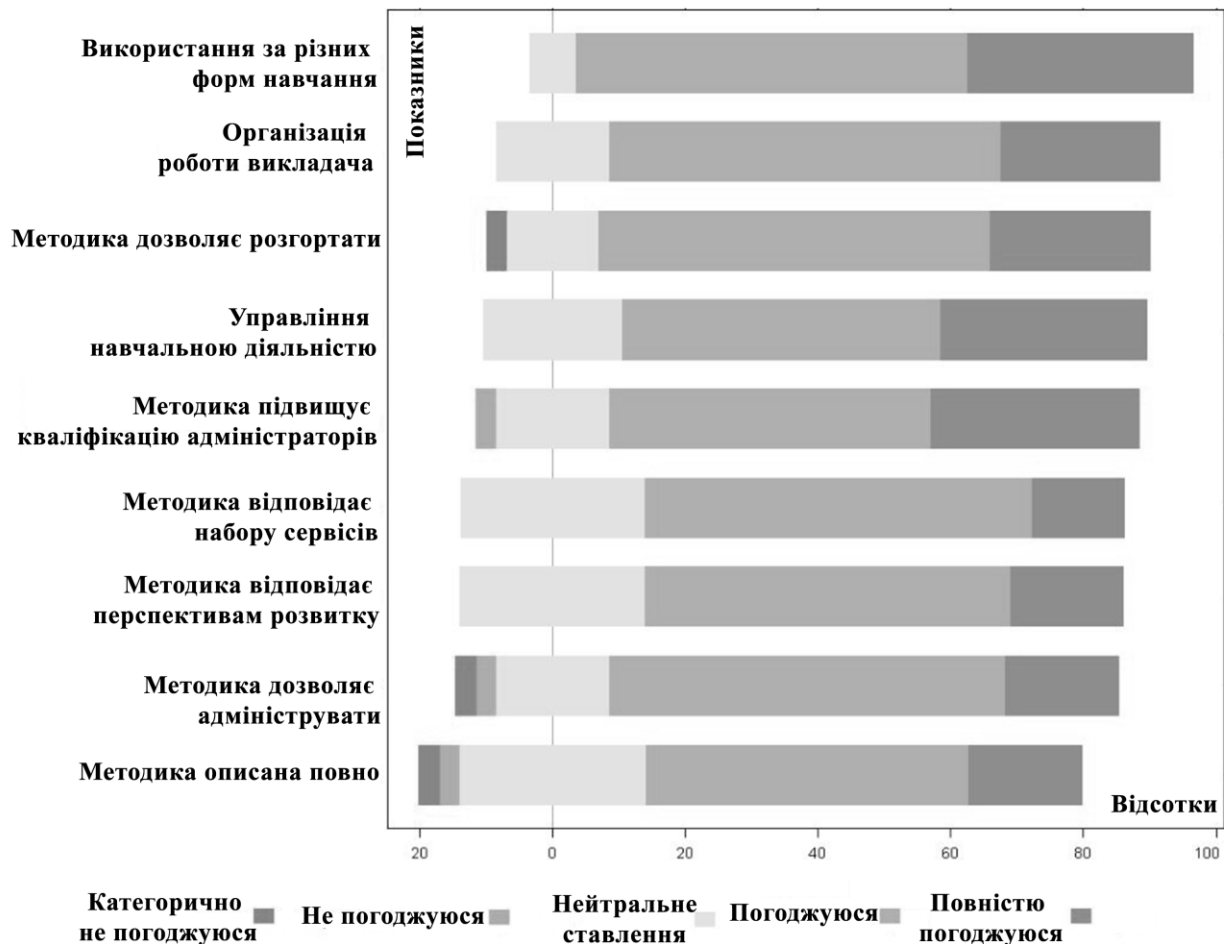


Рис. 3. Розподіл частот оцінок експертів щодо ефективності методики адміністрування платформи Google Workspace

Для визначення кількості здобувачів, які одночасно можуть працювати з віртуальними машинами в ХОСН, виконано порівняльний аналіз продуктивностей платформ Apache Cloudstack та Proxmox VE. Виконання тестів на реальних задачах дало підстави констатувати, що платформи мають приблизно однакові показники продуктивності. Як наслідок було підтверджено експериментальні дані, які свідчили про те, що платформи забезпечують виконання приблизно однакової кількості віртуальних машин різних типів. Отже, основними чинниками вибору корпоративних хмарних платформ як складників ХОСН є їхні технічні можливості як щодо розгортання й супроводу, так і стосовно забезпечення освітньої діяльності студентів.

У процесі верифікації ефективності методичної системи використання хмаро орієнтованого середовища навчання майбутніх учителів інформатики було враховано, що її описують такі методики:

1. Методика використання хмарної лабораторії в процесі вивчення курсу «Операційні системи».
2. Методика використання ХОСН для організації групової діяльності здобувачів у процесі проходження ними комп'ютерної практики.
3. Методика використання ХОСН у навчанні комп'ютерних мереж.

4. Методика навчання вибіркової дисципліни «Основи хмарних технологій».

5. Методика використання хмарної лабораторії в навчанні основ кібербезпеки.

6. Методика використання ХОСН у процесі вивчення електронних систем відкритого доступу.

Кожну з цих них було експериментально перевірено в межах досліджень автора [28; 46; 40; 48; 53; 41; 55]. Було виконано експериментальне вивчення ключових методик (1, 3, 4). Поряд з цим обґрунтовано положення про ефективність усієї методичної системи за умови експериментального підтвердження не менш ніж трьох із шести методик, що її реалізують.

З метою верифікації гіпотези про вплив методичної системи використання ХОСН на формування фахових компетентностей майбутніх учителів інформатики було проведено педагогічний експеримент. Його експериментальною базою були фізико-математичні факультети Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка, Уманського державного педагогічного університету ім. Павла Тичини, Дрогобицького державного педагогічного університету, Житомирського державного університету імені Івана Франка. Загалом протягом усіх етапів до експерименту було залучено 423 здобувачі спеціальності «014.09. Середня освіта (Інформатика)».

*На констатувальному етапі* експерименту проведено анкетування здобувачів бакалаврського рівня. Респондентами були першокурсники зазначених університетів. Було отримано дані, що свідчать про значний рівень використання студентами сервісів загальнодоступних хмар (понад 80%), інтуїтивне розуміння ними принципів функціонування хмарних технологій (понад 75%). Поряд з цим виявлено незначний рівень використання засобів корпоративних хмар (близько 40%). На основі аналізу результатів анкетування є підстави стверджувати про готовність досліджуваної категорії здобувачів до опанування хмарних технологій як об'єкта вивчення.

*Формувальний етап* педагогічного експерименту за методикою використання хмарної лабораторії CL-OS було проведено в курсі «Операційні системи», де навчалася 4 групи студентів загальною кількістю 54 особи. Відповідно до освітньої програми вони вивчали курс протягом двох семестрів. Впродовж першого семестру студенти опановували ОС Windows. Під час другого семестру об'єктом вивчення здобувачів була ОС Linux і використовувалась авторська методика. Було виконано три опрацювання (зрізи) оцінок. У першому було враховано підсумкові бали за перший семестр. Другий зріз містив оцінки проміжного іспиту з курсу «Cisco. NDG Linux Essentials», а третій формувався на основі випускного іспиту в авторській редакції. З метою статистичного опрацювання експериментальних даних було обґрунтовано застосування дисперсійного аналізу (Anova) та перевірено достатність вибірки (кількість учасників експерименту) для обраного статистичного методу.

Метод підтвердив нульову гіпотезу про однорідність груп за оцінками першого зрізу. Було виявлено статистичні відмінності між зрізами на рівні



значущості  $p\text{-value} = 1.2 \times 10^{-11}$ . Динаміку змін в оцінках навчальних досягнень студентів наведено на рис. 4.

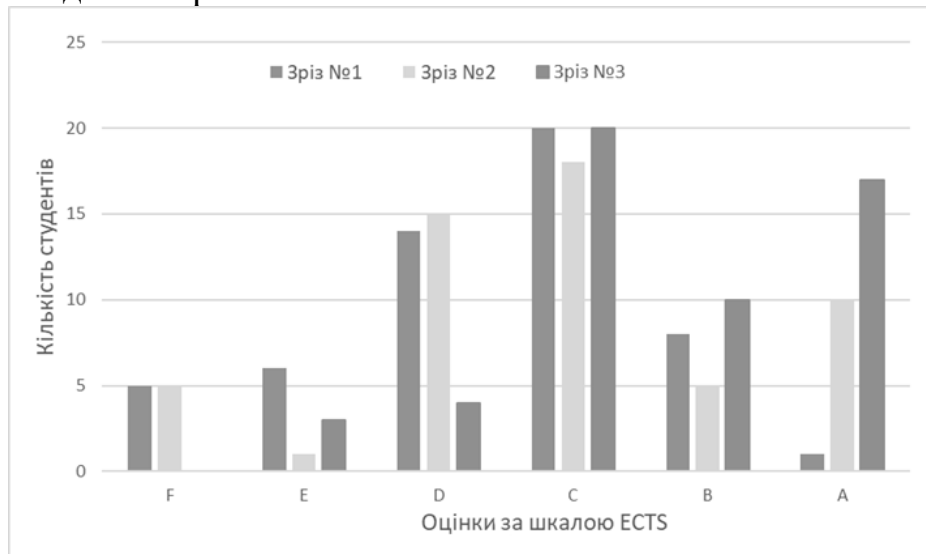


Рис. 4. Розподіл оцінок на констатувальному та формувальному етапах (курс «Операційні системи»)

Використання post-hoc аналізу за методом Тьюкі (Tukey's HSD) підтвердило наявність статистичних відмінностей між оцінками, отриманими під час першого та третього зрізів на рівні значущості  $p\text{-value}_{3-1} = 1.36 \times 10^{-6}$ . Подальше дослідження експериментальних даних у курсі «Операційні системи» за допомогою методу тристороннього дисперсійного аналізу не виявило впливу статі чи попереднього досвіду здобувачів на отримані ними бали, що також підтверджує припущення про ефективність методики використання ХОСН.

Кореляційний аналіз за методом Спірмена, виконаний на формувальному етапі експерименту, дав змогу встановити зв'язок між оцінками студентів та їх задоволеністю щодо використання складників ХОСН.

Формувальний етап педагогічного експерименту за методикою використання ХОСН у навчанні комп'ютерних мереж було проведено у відповідному курсі. Контрольну групу (КГ) було сформовано зі студентів, які протягом усього курсу навчалися аудиторно та використовували реальні мережні пристрої. Студенти експериментальної групи (ЕГ) до формувального етапу навчалися очно, а на формувальному етапі навчання в ЕГ відбувалося за авторською методикою з використанням хмарної лабораторії CL-NET. Впродовж усього часу експерименту студенти проходили тестування та отримували оцінки. Було обгрунтовано вибір t-критерію Стьюдента для послідовних залежних вибірок як методу опрацювання оцінок. В експерименті було перевірено достатність вибірки для обраного статистичного методу. Він засвідчив однорідність контрольної та експериментальної груп до формувального етапу, а також наявність статистично значущих відмінностей у навчальних досягненнях здобувачів по завершенню формувального етапу на рівні значущості  $p\text{-value} < 0,001$ .

Отже, у ході експерименту підтверджено гіпотезу про позитивний вплив методики використання ХОСН на формування складників фахових

компетентностей здобувачів. На підставі аналізу експериментальних даних, отриманих у процесі підготовки майбутніх бакалаврів, констатовано, що студенти віддають перевагу практичним лабораторним заняттям перед теоретичними. Використання хмарних лабораторій CL-OS та CL-NET та аналіз анкет «Відгук про курс» засвідчили, що затребуваними серед здобувачів є короткий виклад теоретичного матеріалу в поєднанні з відповідними практичними завданнями. Вони дають студентам розуміння ідеології програмного забезпечення, принципів функціонування мережних технологій та розвитку відповідних навичок щодо їх застосування в різних дистрибутивах, середовищах, обладнанні. Важливим складником методики використання ХОСН є авторські розробки, такі як завдання для лабораторних робіт, есе та тести. Імплементация підходів комбінованого навчання в методиці використання ХОСН сприяє більш раціональному використанню обчислювальних ресурсів і часу. До того ж процес навчання стає більш гнучким, студенти навчаються керувати розподілом власного часу та, як наслідок, отримують вищі оцінки з курсу.

Для перевірки ефективності методики навчання вибіркової дисципліни «Основи хмарних технологій» проведено педагогічний експеримент. Його метою було з'ясування впливу використання ХОСН на розвиток фахових компетентностей здобувачів другого рівня вищої освіти щодо розгортання технологій хмарних обчислень.

Дослідження проводилося протягом п'яти навчальних років. Експеримент мав діагностичний і підсумковий етапи. Його учасниками були 196 здобувачів. Формувальний етап здійснювався в межах бакалаврського курсу «Комп'ютерні мережі». Підсумковий етап проводився в процесі вивчення здобувачами курсу «Основи хмарних технологій».

На кожному етапі експерименту оброблялися такі дані:

1. Результати анкетування, як дані для вивчення цільового компоненту.
2. Оцінки за всі контрольні роботи, як дані змістового складника дидактичної моделі.
3. Оцінки, отримані студентами за виконання лабораторних робіт, як дані операційного складника.
4. Оцінки за компетентнісне завдання, як дані результативного складника.

Для вибору статистичного методу опрацювання даних було враховано, що використовуються оцінки 4-х груп здобувачів відповідно до кожного року навчання, що розглядалися як незалежні вибірки. Внаслідок перевірки на нормальність розподілу було обрано метод одностороннього дисперсійного аналізу (ANOVA) для змістового та операційного компонент і метод Краскела – Волліса для цільового та результативного складників. Було сформульовано нульову (про наявність статистично значущих відмінностей між групами) та альтернативну гіпотези (про відсутність статистично значущих відмінностей між групами). Обидва методи підтвердили альтернативну гіпотезу про відсутність відмінностей між вибірками на діагностичному етапі з емпіричними

значеннями  $p_1\text{-value}=0,091$ ,  $p_2\text{-value}=0,483$ ,  $p_3\text{-value}=0,523$ ,  $p_4\text{-value}=0,906$  для цільового, змістового, діяльнісного та результативного складника відповідно.

На підсумковому етапі експерименту було проаналізовано експериментальні дані – результати анкетування магістрантів, їхні оцінки за тести, лабораторні роботи та компетентнісне завдання. Для діагностики рівня мотиваційного компонента дидактичної моделі було розроблено анкету, що стосувалася розуміння ролі хмарних технологій для забезпечення навчального процесу в сучасному закладі освіти. Дослідження рівня результативного складника моделі було здійснено шляхом виконання магістрантами компетентнісного завдання, у якому здобувачі розробляли перспективний план розвитку ХОСН закладу освіти. Реалізація зазначеного плану передбачала детальний опис таких етапів розгортання та використання середовища в школі:

1. Проектування середовища (аналіз стану цифрового середовища, вивчення потреб учасників освітнього процесу, визначення функціональності хмарних сервісів, технічний аудит недоліків цифрового середовища закладу освіти).

2. Рекомендації щодо впровадження складників ХОСН (інформування вчителів, учнів, батьків про структуру та можливості використання ХОСН, розроблення правил безпеки використання хмарних сервісів, техніко-педагогічне забезпечення діяльності в ХОСН, навчання персоналу закладу освіти).

3. Перспективи розвитку (оцінювання масштабованості середовища, розробка плану дій у разі порушення конфіденційності, оновлення окремих сервісів та платформ).

Застосування обраних статистичних методів на підсумковому етапі дало підстави прийняти основну гіпотезу про існування відмінностей між групами з емпіричними значеннями  $p_2\text{-value}=0,014$ ,  $p_3\text{-value}=4,73 \times 10^{-5}$ ,  $p_4\text{-value}=3,21 \times 10^{-4}$  для змістового, діяльнісного та результативного складника відповідно, що свідчить про позитивну динаміку розвитку фахової компетентності щодо використання технологій хмарних обчислень та розгортання відповідних сервісів і платформ. На рис. 5 наведено діаграми розподілу одержаних магістрантами оцінок на підсумковому етапі, за змістовим та діяльнісним складниками.

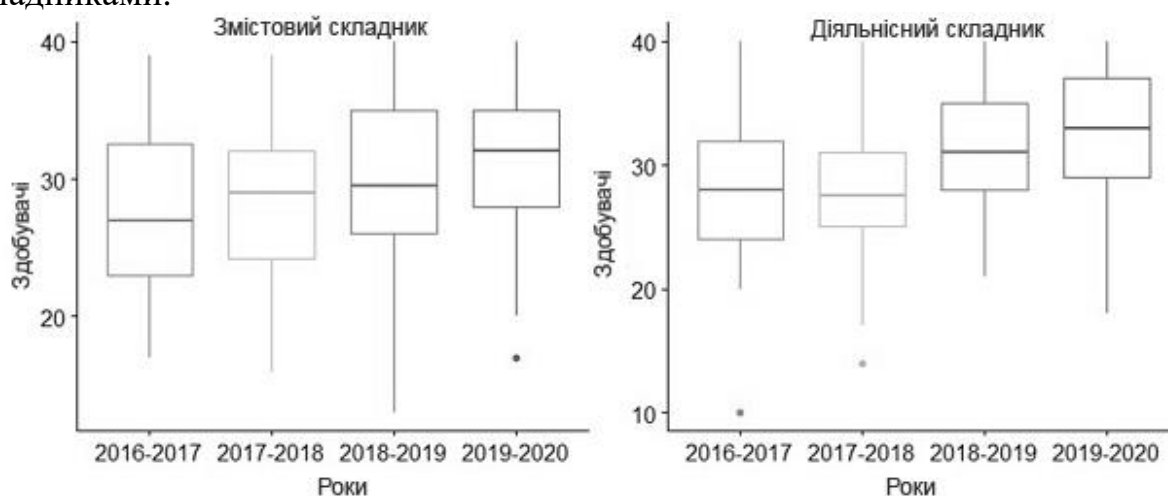


Рис. 5. Діаграми розподілів оцінок за змістовим і діяльнісним складниками дидактичної моделі використання ХОСН на магістерському рівні вищої освіти

У результаті було зроблено висновок про те, що на другому рівні вищої освіти ефективним методом організації навчальної діяльності магістрантів є їх участь у реальних проектах. Використання розроблених методик суттєво впливає на комплексне розуміння здобувачами ролі хмарних технологій. Запропоновані навчальні проекти підвищують пізнавальний інтерес студентів, дозволяють розвивати в них необхідні професійні навички, уміння працювати в команді та почуття відповідальності за спільну роботу, усвідомлення важливості розв'язання завдань щодо розгортання складників ХОСН у закладах освіти. Педагогічний експеримент підтвердив загальну гіпотезу дослідження, ефективність технологій адміністрування та методичної системи використання хмаро орієнтованого середовища навчання.

У додатках наведено освітньо-професійну програму, що визначає зміст підготовки здобувачів бакалаврського рівня за спеціальністю «014.09 Середня освіта (Інформатика)», силабус навчального курсу, зразки навчально-методичного забезпечення, матеріали для опитування студентів щодо використання ними технологій хмарних обчислень; таблиці проміжних і допоміжних даних для аналізу результатів обчислювального та педагогічного експериментів.

## ВИСНОВКИ

Відповідно до поставленої мети та задач дисертаційного дослідження здійснено теоретичне узагальнення і практичне розв'язання наукової проблеми проектування, адміністрування та використання хмаро орієнтованого середовища навчання майбутніх учителів інформатики й отримано такі основні результати: узагальнено поняттєво-термінологічний апарат, що стосується використання технологій хмарних обчислень в освіті; проаналізовано досвід підготовки вчителів інформатики у вітчизняних і зарубіжних університетах; визначено роль хмарних технологій в освітньому процесі зазначених закладів; розкрито психолого-педагогічні аспекти використання хмарних технологій у процесі навчання студентів; спроектовано моделі хмаро орієнтованого середовища навчання майбутніх учителів інформатики; розроблено технології адміністрування хмаро орієнтованого середовища; обґрунтовано та розроблено методичну систему використання хмаро орієнтованого середовища в процесі навчання основних дисциплін професійної підготовки майбутніх учителів інформатики; експериментально перевірено в ЗВО ефективність розроблених технологій і методичної системи.

У процесі дослідження поставленої мети було досягнуто, усі завдання виконано, загальна гіпотеза одержала підтвердження.

Результати дослідження дали підстави для формулювання таких висновків:

**1.** Аналіз вітчизняного та зарубіжного досвіду навчання майбутніх учителів інформатики дав можливість визначити як актуальну проблему забезпечення здобувачів навчальними й обчислювальними ресурсами, а також підтвердив затребуваність у розробленні нових і вдосконаленні чинних освітніх програм їх підготовки. Одним із шляхів розв'язання зазначених проблем є розвиток компетентностей щодо використання сервісів хмаро орієнтованого середовища. Основне поняття дослідження – хмаро орієнтоване середовище

навчання майбутніх учителів інформатики трактовано як систему цифрових засобів, що функціонують відповідно до принципів хмарних обчислень і забезпечують повсюдний доступ студентів до інформаційних, обчислювальних ресурсів задля досягнення програмних результатів підготовки здобувачів освіти. У проаналізованих освітньо-професійних програмах опосередковано та явно визначено не лише компетентності, необхідні для ефективного використання хмарних технологій у майбутній професійній діяльності, а й програмні результати, що стосуються організації та розгортання хмаро орієнтованих середовищ у закладах освіти. Аналіз освітніх програм зарубіжних університетів свідчить, що відповідні компетентності присутні в освітніх програмах провідних ЗВО, нормативних документах щодо підготовки та перепідготовки вчителя інформатики, змісті традиційних і масових відкритих онлайн-курсів.

**2.** Спроектовано концептуальну, дидактичну, сервісну моделі та модель адміністрування хмаро орієнтованого середовища навчання майбутніх учителів інформатики. Відповідно до кожної з них базовими вимогами до використання хмаро орієнтованого середовища навчання майбутніх учителів інформатики слід вважати такі:

– інтеграція фізичного та віртуального середовища, підтримка дистанційного навчання, повсюдність навчання, забезпечення взаємодії всіх учасників освітнього процесу;

– систематичність, неперервність і послідовність використання складників ХОСН на всіх рівнях здобуття вищої освіти, починаючи із застосування окремих сервісів, моделювання в ХОСН роботи цифрових і мережних систем, розгортання хмарних платформ та розроблення здобувачами їх власних сервісів;

– орієнтація на комбіновану модель хмарних обчислень, що передбачає поєднання платформ різних вендорів і провайдерів. Зокрема, доцільною є інтеграція загальнодоступних і корпоративних хмарних платформ, які надають програмне забезпечення, платформи та інфраструктуру як сервіс.

Вважаємо, що остання із зазначених моделей є обов'язковою для імплементації в ЗВО, які здійснюють підготовку майбутніх учителів інформатики. Відповідно інфраструктуру проєктованого середовища повинні утворювати апаратні та мережні засоби, що є ресурсами ЗВО, загальнодоступні та корпоративні хмарні платформи, хмарні лабораторії для вивчення окремих дисциплін, традиційні мережні пристрої та вебсервіси.

**3.** Адміністрування ХОСН є багатофакторним процесом, що вимагає залучення фахівців різного профілю та передбачає виконання таких технологічних завдань:

– аналіз можливостей загальнодоступних і корпоративних хмарних платформ на основі визначених критеріїв (функціонал платформи, ліцензування (наявність академічних підписок), апаратні вимоги, підтримка мережних стандартів, наявність документації, можливість та доцільність їх вивчення здобувачами освіти);

– проєктування структури облікових записів користувачів, реалізацію єдиної системи автентифікації користувачів, інтеграцію сервісів хмаро

орієнтованого середовища щодо авторизації й уніфікованого доступу до навчальних та обчислювальних ресурсів; аналіз і моніторинг системних журналів функціонування та можливих збоїв у роботі складників середовища;

– розроблення методик оцінювання продуктивності хмарних платформ, створення шаблонів віртуальних машин, що відповідають навчальним дисциплінам і хмарним лабораторіям, визначення кількості здобувачів, що одночасно можуть працювати із зазначеними потужностями;

– створення стратегій для резервного копіювання складників корпоративної хмари (бази даних, системи управління, сховищ, віртуальних машин) та розроблення відповідних засобів; згадані стратегії передбачають аналіз хмарної інфраструктури та методик резервного копіювання, добір і розгортання сховищ, а також оцінювання обсягів даних і часу, необхідного для виконання архівування та копіювання.

**4.** Методична система використання ХОСН у процесі підготовки майбутніх учителів інформатики є обґрунтованою сукупністю взаємопов'язаних складників (змісту, методів, засобів і форм), імплементація якої має на меті розвиток фахових компетентностей здобувачів. Вона передбачає поетапне формування компетентностей бакалаврів і магістрів щодо розгортання та використання хмаро орієнтованих систем у їхній професійній діяльності. Відповідно до дидактичної моделі основними етапами методики є підготовчий (використання ХОСН як засобу для організації освітньої діяльності), формувальний (використання складників ХОСН у навчанні розгортанню хмарних платформ) та підсумковий (навчання створенню власних хмарних сервісів). Розроблені в дослідженні курси передбачають систематичне використання всіх складників середовища, зокрема загальнодоступних і корпоративних платформ, хмарних лабораторій та окремих сервісів. На кожному з визначених етапів ефективними методами навчання є групова, проектна діяльність здобувачів, спрямована на розв'язання практично-значущих задач. Для забезпечення відповідності змісту навчання розвитку цифрових технологій запропоновано використання хмарних лабораторій, складниками яких, окрім сервісів ХОСН, є масові відкриті онлайн-курси. Другий і третій етапи методики доцільно здійснювати в межах освітніх програм магістерського рівня підготовки майбутніх учителів інформатики. З цією метою в дослідженні розроблено вибірккову дисципліну «Основи хмарних технологій», що передбачає залучення магістрантів до розгортання хмарних платформ у закладах освіти.

**5.** Експериментальною перевіркою обґрунтованих теоретико-методичних засад проєктування, адміністрування та використання хмаро орієнтованого середовища навчання майбутніх учителів інформатики засвідчено їхню практичну цінність. Дієвість моделі адміністрування ХОСН підтверджено на основі методу експертного опитування, а також через перевірку на практиці запропонованих технологій і методик. Ефективність методичної системи використання ХОСН забезпечує формування фахових компетентностей здобувачів, що доведено результатами педагогічних експериментів, у яких було використано методи анкетування та перевірки статистичних гіпотез. Отже,

можна обґрунтовано стверджувати про готовність здобувачів до використання та розгортання хмаро орієнтованих середовищ у закладах освіти.

Продовження досліджень за визначеною проблематикою доцільно здійснювати в напрямках поширення одержаних результатів на систему підготовки здобувачів третього рівня вищої освіти, їх імплементацію у програми підготовки суміжних спеціальностей, розроблення методик підвищення кваліфікації науково-педагогічних працівників.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### Праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

#### *Статті в наукових фахових виданнях України*

1. Розгортання та адміністрування хмарної платформи Google Workspace for education у закладі вищої освіти / О. М. Спірін та ін. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2022. Т. 92, № 6. С. 172–197. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v92i6.5078> (*індексується у Web of Science*).

2. Олексюк В. Можливості використання курсів мережевої академії Cisco у процесі навчання майбутніх учителів інформатики. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*, 2022. №56. С. 142–149. DOI: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2020-56-142-149>

3. Oleksiuk V., Oleksiuk O. The practice of developing the academic cloud using the Proxmox VE platform. *Educational Technology Quarterly*. 2021, №4, P. 605–616. DOI: <https://doi.org/10.55056/etq.36>.

4. Олексюк, В. П., Іванова, С. М., Мінтій, І. С. Оцінювання результативності науково-педагогічних досліджень: зарубіжний досвід. *Освітній вимір*. 2021. Т. 56, № 4. С. 58–74. DOI: <https://doi.org/10.31812/educdim.v56i4.4435>.

5. Експеримент з розвитку інформаційно-дослідницької компетентності науковців і викладачів на основі відкритих електронних систем / О. М. Спірін та ін. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2020. Т. 80, № 6. С. 281–308. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v80i6.4201> (*індексується у Web of Science*).

6. Олексюк В. П. Застосування електронних систем відкритого доступу у процесі підготовки майбутніх магістрів середньої освіти в галузі інформатики. *Збірник наукових праць Національної академії державної прикордонної служби України. Сер. Педагогічні науки*. Хмельницький: НАДПСУ, 2019. № 1(16). С. 312-326.

7. Рамський, Ю. С., Олексюк В. П. Модель навчання майбутніх учителів інформатики застосування хмарних технологій. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 2: Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*. 2018. № 20(27). С. 28-32.

8. Абрамик М. В, Лещук С. О., Олексюк В. П. Використання хмарних технологій у процесі навчання майбутніх учителів інформатики основам

програмування. *Фізико-математична освіта*. 2018. Т. 18, № 4. С. 7-11. DOI: <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2018-018-4-001>.

9. Олексюк В. П., Олексюк О. Р. Стан сформованості компетентностей з інформаційної безпеки майбутніх учителів інформатики. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2017. Т. 62, № 6. С. 277-291. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v62i6.1906> (*індексується у Web of Science*).

10. Олексюк, В. П., Олексюк О. Р. Актуалізація синергетичного підходу у дослідженні відкритої освіти. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 2: Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*. 2017. №19 (26). С. 113-117.

11. Олексюк В. П. Формування у майбутніх учителів інформатики компетентностей безпечної діяльності у комп'ютерних мережах. *Фізико-математична освіта*. 2017. Вип. 4. С. 244-249.

12. Олексюк В. П. Проектування моделі хмарної інфраструктури ВНЗ на основі платформи Apache Cloudstack. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2016. Т. 54, № 4. С. 153-164. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v54i4.1453> (*індексується у Web of Science*).

13. Berezytskyi M. M., Oleksyuk V. P. Massive open online courses as a stage in the development of e-learning. *Information Technologies and Learning Tools*. 2016. Vol. 56, № 6. P. 51-63. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v56i6.1479> (*індексується у Web of Science*).

14. Олексюк В. П. Досвід розгортання хмарних платформ Google Apps та Microsoft Office 365 у загальноосвітніх навчальних закладах *Комп'ютер у школі та сім'ї*. 2016. № 7. С. 52-56.

15. Олексюк, В. П. Застосування віртуальних хмарних лабораторій у процесі підготовки майбутніх учителів інформатики. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 2: Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*. 2015. Вип. 15 (22). С. 76-81.

16. Олексюк В. П. Досвід інтеграції системи управління навчанням Moodle з хмарними сервісами Google Apps. *Наукові записки Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. 2015. № 8(3). С. 42-47.

17. Олексюк В. П. Упровадження технологій хмарних обчислень як складових ІТ-інфраструктури ВНЗ. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2014. Т. 41, № 3. С. 256-267. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v41i3.1042> (*індексується у Web of Science*).

18. Олексюк О. Р., Олексюк В. П. Інтеграція інституційного репозитарію в інформаційно-освітнє середовище ВНЗ. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2014. Т. 44, № 6. С. 220–232. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v44i6.1164> (*індексується у Web of Science*).

19. Олексюк В. П. Досвід організації віртуальних лабораторій на основі технологій хмарних обчислень. *Інформаційні технології в освіті*. 2014. № 20. С. 128-138. DOI: <https://doi.org/10.14308/ite000503>.



20. Олексюк В. П. Досвід інтеграції хмарних сервісів Google Apps у інформаційно-освітній простір вищого навчального закладу. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2013. Т. 35, № 3. С. 64–73. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v35i3.824> (*індексується у Web of Science*).

21. Олексюк В. П. Деякі аспекти застосування сервісів Google Apps у вищому навчальному закладі. *Інформаційні технології в освіті*. 2013. № 16. С. 116-122. DOI: <https://doi.org/10.14308/ite000435>.

22. Олексюк В. П. Єдина система автентифікації як крок до створення освітнього простору загальноосвітнього навчального закладу. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 2: Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*. 2012. № 13 (20). С. 187-192.

23. Рамський Ю. С., Олексюк В. П. Формування інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у процесі підготовки їх до розробки освітніх ресурсів. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 2, Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*. 2010. № 8(15). С.65-69.

24. Олексюк В. П., Габрусєв В. Ю., Балик А. В. Деякі аспекти інтеграції веб-сервісів вищого навчального закладу. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Педагогіка*. 2011. № 1. С. 228-234.

25. Рамський, Ю. С., Олексюк В. П. Формування інформаційної культури майбутніх учителів математики у процесі застосування та вивчення мережних технологій. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Педагогіка*. 2008. № 8. С. 3-11.

26. Балик А. В., Олексюк В. П. Моделювання та розробка білінгвової системи «NG-Stat». Сучасні проблеми математичного моделювання, прогнозування та оптимізації. Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет, 2008 р. С.16-21.

27. Рамський, Ю. С., Олексюк В. П. Методичні аспекти навчання майбутніх учителів інформатики застосуванню мережних технологій. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Педагогіка*. 2007. № 6. С.16-23.

#### **Статті у наукових періодичних виданнях інших держав**

28. Oleksiuk V., Spirin O. The Experience of Using Cloud Labs in Teaching Linux Operating System. *Communications in Computer and Information Science*. 2022. Vol 1635. P. 281-291. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-14841-5\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-031-14841-5_18) (*індексується у Scopus*)

29. Balyk N. R., Shmyger G. P., Ya Ph Vasylenko, Oleksiuk V. P. STEM centre as a factor in the development of formal and non-formal STEM education. *Journal of Physics: Conference Series*. 2022. Vol. 2288. DOI: <http://doi.org/10.1088/1742-6596/2288/1/012030> (*індексується у Scopus*).

30. Yatsentiak D. V., Oleksiuk V. P., Balyk N. R. Study of ergonomic criteria for evaluating the software user interface. *Journal of Physics: Conference*

*Series*. 2022. Vol. 2288. DOI: <http://doi.org/10.1088/1742-6596/2288/1/012005> (*індексується у Scopus*).

31. Holovnia O. S., Oleksiuk V. P. Selecting cloud computing software for a virtual online laboratory supporting the Operating Systems course. *Cloud Technologies in Education*. 2019. Vol. 3085. P. 216-227. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3085/paper11.pdf> (Last accessed : 02.12.2022) (*індексується у Scopus*).

32. The Didactic Aspects of Blended Learning in Higher Education Institutions During the Pandemic / N. Balyk et al. *E-learning in the Time of COVID-19*. 2021. Vol. 13. P. 65–75. DOI: <https://doi.org/10.34916/el.2021.13.06> (*індексується у Web of Science*).

33. Study of augmented and virtual reality technology in the educational digital environment of the pedagogical university. / N. Balyk et al. *E-learning in the Time of COVID-19*. 2020. Vol. 11, P. 305–313. DOI: <https://doi.org/10.34916/el.2021.13>. (*індексується у Web of Science*).

34. Oleksiuk V., Oleksiuk O. Exploring the potential of augmented reality for teaching school computer science. *Augmented Reality in Education*. 2020. Vol. 2731. P. 107-116. <https://ceur-ws.org/Vol-2731/paper04.pdf> (Last accessed: 02.12.2022) (*індексується у Scopus та Web of Science*).

35. Some experience in maintenance of an academic cloud. / Oleksiuk V. et al. *Cloud Technologies in Education*. 2020. Vol. 2879. P. 165-178. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-2879/paper06.pdf> (Last accessed: 02.12.2022) (*індексується у Scopus*).

36. Design of educational environment for teachers' professional training. / Balyk N. et al. *The International Conference on History, Theory and Methodology of Learning*. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1051/shsconf/20207503010> (Last accessed : 02.12.2022)

37. Project-based Learning in a Computer Modelling Course. / Balyk N. et al. *Journal of Physics: Conference Series*. 2020. Vol. 1840. DOI: <http://doi.org/10.1088/1742-6596/1840/1/012032> (*індексується у Scopus*).

38. The Digital Capabilities Model of University Teachers in the Educational Activities Context. / Balyk N. et al. *ICT in Education, Research and Industrial Applications Integration, Harmonization and Knowledge Transfer*. 2020. Vol. 2732, P. 1097-1112. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-2732/20201097.pdf> (Last accessed : 02.12.2022) (*індексується у Scopus*).

39. STEM-Approach to the Transformation of Pedagogical Education. / N. Balyk et al. *E-learning and STEM Education Integration, Harmonization and Knowledge Transfer*. 2019. P. 109–123. DOI: <https://doi.org/10.34916/el.2019.11.08>. (*індексується у Web of Science*).

40. The blended methodology of learning computer networks: cloud-based approach. / Spirin O. et al. *ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration*. 2019. Vol. 2393. P. 68-80. [http://ceur-ws.org/Vol-2393/paper\\_231.pdf](http://ceur-ws.org/Vol-2393/paper_231.pdf) (Last accessed: 02.12.2022) (*індексується у Scopus*).

41. Designing of Virtual Cloud Labs for the Learning Cisco CyberSecurity Operations Course. / Balyk N. et al. *ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer*. 2019. Vol. 2393.

P. 960-967. [http://ceur-ws.org/Vol-2393/paper\\_338.pdf](http://ceur-ws.org/Vol-2393/paper_338.pdf) (Last accessed: 02.12.2022) *(індексується у Scopus)*.

42. Design Approaches to the Development of Teacher's Digital Competencies in the Process of Their Lifelong Learning. Balyk N. et al. *ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer*. 2019. Vol. 2393. P. 04-219. [http://ceur-ws.org/Vol-2393/paper\\_237.pdf](http://ceur-ws.org/Vol-2393/paper_237.pdf) (Last accessed: 02.12.2022) *(індексується у Scopus)*.

43. Oleksiuk V., Oleksiuk O. Methodology of teaching cloud technologies to future computer science teachers. *Cloud Technologies in Education*. 2019. Vol. 2643. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-2643/paper35.pdf> (Last accessed: 02.12.2022) *(індексується у Scopus)*.

44. Balyk N., Oleksiuk V., Halas A. Development a computer network user support tool. *2nd Student Workshop on Computer Science & Software Engineering*. 2019. Vol. 2546. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-2546/paper11.pdf> (Last accessed: 02.12.2022) *(індексується у Scopus)*.

45. Oliinyk B., Oleksiuk V. Automation in software testing, can we automate anything we want? *2nd Student Workshop on Computer Science & Software Engineering*. 2019. Vol. 2546. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-2546/paper16.pdf> (Last accessed: 02.12.2022) *(індексується у Scopus)*.

46. The Group Methodology of Using Cloud Technologies in the Training of Future Computer Science Teachers. / Spirin O. et al. *ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer*. 2018. Vol. 2104. P. 294-304. URL: [https://ceur-ws.org/Vol-2104/paper\\_154.pdf](https://ceur-ws.org/Vol-2104/paper_154.pdf) (Last accessed: 02.12.2022) *(індексується у Scopus)*.

47. Model of Professional Retraining of Teachers Based on the Development of STEM Competencies. / Balyk N. et al. *ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer*. 2018. Vol. 2104. P.318-331. [https://ceur-ws.org/Vol-2104/paper\\_157.pdf](https://ceur-ws.org/Vol-2104/paper_157.pdf) (Last accessed: 02.12.2022) *(індексується у Scopus)*.

48. Oleksiuk V., Oleksiuk O., Berezitskyi M. Planning and Implementation of the Project "Cloud Services to Each School". *ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer*. 2017. Vol. P. 372-379. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-1844/10000372.pdf> (Last accessed: 02.12.2022) *(індексується у Scopus)*.

49. Balyk N., Oleksiuk V., Shmyger G. Development of E-Learning Quality Assessment Model in Pedagogical University. *ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer*. 2017. Vol. 1844. P. 440-450. <https://ceur-ws.org/Vol-1844/10000440.pdf> (Last accessed: 02.12.2022) *(індексується у Scopus)*.

50. Nosenko Yu., Shyshkina M., Oleksiuk V. Collaboration between Research Institutions and University Sector Using Cloud-based Environment. *ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer*. 2016. Vol. 1614. P. 656-671. [https://ceur-ws.org/Vol-1614/paper\\_84.pdf](https://ceur-ws.org/Vol-1614/paper_84.pdf) (Last accessed: 02.12.2022) *(індексується у Scopus)*.

### **Посібники**

51. Олексюк В. П. Основи хмарних технологій. Тернопіль: Тернопільський обласний комунальний інститут післядипломної педагогічної освіти, 2018. 156 с.

52. Рамський Ю. С., Олексюк В. П., Балик А. В. Адміністрування комп'ютерних мереж і систем. Тернопіль: ТНПУ імені Володимира Гнатюка, 2010. 180 с. (*Рекомендовано МОН України*).

### **Публікації, які додатково відображають наукові результати дисертації**

#### **Статті у наукових виданнях інших держав**

53. Oleksiuk V., Oleksiuk O., Vakaliuk T. An Experiment on the Implementation the Methodology of Teaching Cloud Technologies to Future Computer Science Teachers. *Proceedings of the 1st Symposium on Advances in Educational Technology*. 2022. Vol. 1. P. 590-604. DOI: <https://doi.org/10.5220/0010926400003364>.

54. Oleksiuk V., Oleksiuk O. Assessing Augmented Reality Possibilities in the Study of School Computer Science. *Proceedings of the 1st Symposium on Advances in Educational Technology* 2022. Vol. 2. P. 5-19. DOI: <https://doi.org/10.5220/0010927900003364>.

55. Cloud Labs as a Tool for Learning Cisco CyberSecurity Operations and DevNet Associate Fundamentals Courses. / Balyk N. et al. *Proceedings of the 1st Symposium on Advances in Educational Technology*. 2022. Vol. 1. P. 308-318. DOI: <https://doi.org/10.5220/0010924000003364>.

56. Digital Educational Environment of Teachers' Professional Training in Pedagogical University. / Balyk N. et al. *Proceedings of the 1st Symposium on Advances in Educational Technology*. 2022. Vol. 1. P. 154-166. DOI: <https://doi.org/10.5220/0010922100003364>.

57. Selection Cloud-oriented Learning Technologies for the Formation of Professional Competencies of Bachelors Majoring in Statistics and General Methodology of Their Use. / Vakaliuk T. et al. *Proceedings of the 1st Symposium on Advances in Educational Technology*. 2022. Vol. 1. P. 132-141. DOI: <https://doi.org/10.5220/0010921900003364>.

#### **Тези доповідей у матеріалах конференцій**

58. Олексюк В. П. Модель хмаро орієнтовного середовища навчання майбутніх учителів інформатики. *Сучасні цифрові технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи* : зб. матер. X міжнар. наук.-практ. інтерн.-конф., м. Тернопіль, 10–11 лист. 2022 р. Тернопіль, 2022. С. 158-161.

59. Олексюк В. П. Платформа Google Workspace for Education як хмаро орієнтована система управління навчанням у закладах вищої освіти. *Інновації в сучасній освіті : український та світовий контекст* : зб. матер. міжнар. наук.-практ. конф., м. Тернопіль, 09–10 черв., 2022 р. Тернопіль 2022. С. 38-40.

60. Олексюк В. П. Деякі особливості трансформації електронного навчання у період пандемії COVID-19. *Мультимедійні технології в освіті та інших сферах діяльності* : зб. матер. XII наук.-практ. конф. з міжнар. участю, м. Київ, 2 лист. 2021 р. Київ, 2021. С. 97-99.

61. Олексюк В. П. Сервіс Mendeley Data як засіб оприлюднення експериментальних даних у науково-педагогічних дослідженнях. *Інформаційні технології в освіті, науці і техніці» (ІТОИТ-2022)* : зб. матер. VI міжнар. наук.-практ. конф., м. Черкаси, 23–25 червня 2022 р. Черкаси, 2022. С. 98-100.

62. Олексюк В. П. OpenAIRE як інструмент відкритої науки. *Звітна науково-практична конференція Інституту цифровізації освіти НАПН України* : зб. матер., м. Київ, 10 лютого 2022 р. Київ, 2022. С. 52-55.

63. Олексюк В. П. Особливості розвитку інформаційно-дослідницької компетентності магістрів середньої освіти у галузі інформатики. *Звітна науково-практична конференція Інституту інформаційних технологій та засобів навчання НАПН України* : зб. матер., м. Київ, 11 лютого 2021 р. Київ, 2021. С. 151-161.

64. Олексюк В. П., Лещук С. О. Можливості курсу Cisco DevNet Associate для забезпечення вибірковості освітніх програм підготовки майбутніх учителів інформатики. *Сучасні цифрові технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи* : зб. матер. VII міжнар. наук.-практ. інтерн.-конф., м. Тернопіль. 8 квітня, 2021. м. Тернопіль. 2021. С. 162-164.

65. Смолин О. І., Олексюк В. П. Розумне навчальне середовище як складник сучасного освітнього простору. *Сучасні цифрові технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи* : зб. матер. VI міжнар. наук.-практ. інтерн.-конф., м. Тернопіль. 8 лист., 2020. м. Тернопіль, 2020. С. 51-53.

66. Олексюк В. П., Василенко Я. П. Огляд масових відкритих курсів для навчання комп'ютерних мереж. *Сучасні цифрові технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи* : зб. матер. V міжнар. наук.-практ. інтерн.-конф., м. Тернопіль. 30 квітня, 2020. м. Тернопіль. 2020. С. 65-67.

67. Смолин О. І., Олексюк В. П. Інтернет речей як технологічний феномен ХХІ століття. *Сучасні цифрові технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи* : зб. матер. V міжнар. наук.-практ. інтерн.-конф., м. Тернопіль. 30 квітня, 2020. м. Тернопіль. 2020. С. 147-149.

68. Околіта М. В., Олексюк В. П. Деякі аспекти використання хмарних технологій у процесі вивчення інформатики у 10–11 класах закладів середньої освіти. *Сучасні цифрові технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи* : зб. матер. IV міжнар. наук.-практ. інтерн.-конф., м. Тернопіль. 7-8 лист., 2019. м. Тернопіль. 2019. С. 172-175.

69. Олексюк В. П. Застосування академічної хмари для моделювання процесів мережної взаємодії у навчанні майбутніх учителів інформатики. *Сучасні цифрові технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи* : зб. матер. II міжнар. наук.-практ. інтерн.-конф., м. Тернопіль. 8-9 лист, 2018. м. Тернопіль. 2018. С. 121-124.

70. Олексюк В. П. Моделювання складених мереж у віртуальній хмарній лабораторії, побудованій на основі Apache Cloudstack та EVE-NG. *Foss Lviv-2018* : зб. матер. міжнар. наук.-практ. конф. м. Львів, 26–28 квітня 2018 р., Львів. 2018. С. 58-61.

71. Олексюк В. П. Організаційно-педагогічні аспекти використання хмарної платформи Apache Cloudstack у навчальному процесі. *Foss Lviv-2017* : зб. матер. міжнар. наук.-практ. конф. м. Львів, 27–30 квітня 2017 р., Львів. 2017. С. 67-70.
72. Олексюк В. П. Психолого-педагогічні аспекти застосування віртуальних хмарних лабораторій у навчанні майбутніх учителів інформатики. *Психологічна культура вчителя в контексті викликів сучасності*: зб. матер. міжнар. наук.-практ. конф., м. Тернопіль, 05 квітня 2017 р., Тернопіль. 2017. С.65-67.
73. Олексюк В. П., Абрамик М. В., Дидактичні аспекти використання хмарних сервісів G Suite у навчальному процесі. *STEM-освіта та шляхи її впровадження в навчально-виховний процес* матеріали І регіон. наук.-практ. вебконф., м. Тернопіль, 24 травня 2017 р. Тернопіль, 2017. С.126-130.
74. Балик Н. Р., Олексюк В. П., Березицький М. М. Методичні аспекти використання масових відкритих онлайн-курсів у процесі підготовки майбутніх учителів інформатики. *Проблеми інформатизації навчального процесу в школі та вищому педагогічному навчальному закладі*: матеріали Всеукр.наук.-практ. конф., м. Київ, 10 жовтня 2017 р. Київ. 2017. С. 13-14.
75. Балик Н., Олексюк В., Лещук С. Інноваційні напрями науково-педагогічної діяльності кафедри інформатики та методики її викладання ТНПУ імені Володимира Гнатюка. *Теорія і практика використання інформаційних технологій в навчальному процесі*: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., м. Київ, 30 трав. 2017 р. 2017. С. 17–19.
76. Олексюк В. П. Особливості підготовки майбутніх учителів інформатики до застосування хмарних технологій. *Сучасні цифрові технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи*: матеріали Міжн. . наук.-практ. інтернет конф., м. Тернопіль, 8–9 листопада, 2017 р., 2017. С. 75-79.
77. Олексюк В. П. Досвід проектування складених мереж у академічній хмарі, розгорнутій на основі Apache Cloudstack. *Foss Lviv-2016* : зб. матер. міжнар. наук.-практ. конф. м. Львів, 19–22 квітня 2016 р., Львів. 2016. С. 90-94.
78. Олексюк В. П. Застосування віртуальних хмарних лабораторій у навчальному процесі: психологічний аспект. *Віртуальний освітній простір: психологічні проблеми*: зб. матер. IV міжн. наук.-практ. інтер.-конф., м. Київ, 12–31 травня 2016 р. Київ. 2016. С. 74-77.
79. Олексюк В. П. Досвід інтеграції LMS MOODLE з хмарними сервісами Google Apps та Microsoft Office 365. *MoodleMoot Ukraine 2016. Теорія і практика використання системи управління навчанням Moodle*: зб. матер. IV міжн. наук.-практ. конф. м. Київ, 11–20 травня 2016 р. Київ. 2016. URL: <https://2016.moodlemoot.in.ua/course/view.php?id=96> (Дата звернення 02.12.2022).
80. Олексюк В. П. Прикладні аспекти використання складених мереж у хмарній інфраструктурі, розгорнутій на основі платформи Apache Cloudstack. *Звітна науково-практична конференція Інституту інформаційних технологій та засобів навчання освіти НАПН України*. : зб. матер., м. Київ, 21 березня 2016 р. Київ, 2016. С. 117-119.

81. Олексюк В. П. Організаційно-технічні аспекти розгортання корпоративної хмари як складової ІТ-інфраструктури ВНЗ. *Foss Lviv-2014* : зб. матер. міжнар. наук.-практ. конф. м. Львів, 18 лютого 2014 р., Львів. 2014. С. 67-71.

### *Методичні рекомендації*

82. Розгортання та використання єдиної цифрової хмаро орієнтованої системи управління навчанням магістрів і PhD у галузях освіти/педагогіки, соціальних та поведінкових наук: методичні рекомендації. / Спірін О. М., та ін; за заг. ред. О. М. Спіріна; НАПН України; Ун-т менедж. освіти. Київ, 2022. 82 с.

83. Галан В. І., Олексюк В. П. Комп'ютерна практика. Навчально-методичні рекомендації. Тернопіль: ТНПУ імені Володимира Гнатюка, 2016. 24 с.

### **АНОТАЦІЯ**

**Олексюк В. П.** Теоретико-методичні основи проєктування, адміністрування та використання хмаро орієнтованого середовища навчання майбутніх учителів інформатики. – 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, 2023.

У дисертації подано теоретичне обґрунтування та нове розв'язання проблеми використання хмаро орієнтованого середовища навчання в процесі підготовки здобувачів другого та третього ступенів вищої освіти за спеціальністю «014.09 Середня освіта (Інформатика)». Досліджено зарубіжний і вітчизняний досвід застосування хмарних технологій у навчанні майбутніх учителів інформатики.

У дисертації виконано моделювання хмаро орієнтованого середовища навчання майбутніх учителів інформатики, у результаті якого обґрунтовано концептуальну, дидактичну, сервісну моделі та модель адміністрування середовища. Визначено послідовність етапів розгортання складників хмаро орієнтованого середовища навчання учителів інформатики. Обґрунтовано необхідність розгортання в ЗВО хмарних платформ, що реалізують модель «інфраструктура як сервіс». Визначено структуру та особливості реалізації методики використання ХОСН для розвитку фахової компетентності майбутніх учителів інформатики, що здобувають освіту на першому та другому ступенях.

Обґрунтовано використання на першому ступені вищої освіти складників хмаро орієнтованого середовища як засобів організації освітньої діяльності майбутніх учителів інформатики. Розроблено зміст і методику курсів базового освітньо-професійного рівня та вибіркового курсу «Основи хмарних технологій» як вибіркового складника освітніх програм.

Наведено аналіз результатів педагогічного експерименту. Отримано дані, що свідчать про готовність здобувачів до застосування складників хмаро орієнтованого середовища та вивчення основ хмарних технологій. Підтверджено гіпотезу про ефективність методики використання хмаро

орієнтованого середовища для розвитку складників фахової компетентності здобувачів.

**Ключові слова:** хмаро орієнтоване середовище навчання, хмарні технології, фахова компетентність, майбутні учителі інформатики, бакалаври, магістри, цифрова трансформація освіти.

### ABSTRACT

**Oleksiuk V. P.** Theoretical and methodical principles of designing, administration and using a cloud based learning environment for future computer science teachers. – 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, 2023.

The dissertation presents a theoretical foundation and a new solution to the problem of using a cloud-based learning environment in the training process of future computer science teachers. The concept of a "cloud-based learning environment" is interpreted as a system of digital tools (hardware, communication, virtualized). These tools operate in accordance with the principles of cloud computing and provide universal access for students to data, and computing resources, in order to achieve the educational outcomes outlined in the curriculum. Based on the source base, it is substantiated that to design the researched environment means to analyze and determine the target, content, and didactic requirements for the training of education applicants in it.

The study of the experience of training future informatics teachers shows that in universities of Ukraine, the EU, and the USA, the study of the concepts and problems of using modern cloud technologies are relevant. Based on the analysis of psychological and pedagogical features of activities in cloud-based environments, it is substantiated that mass open online courses are an effective form of providing educational resources.

In the dissertation, modeling of a cloud-based learning environment for future computer science teachers was performed. So the conceptual, didactic, service and administration environment models were substantiated. In accordance with these models, didactic and technological selection criteria are determined as components of the environment of cloud platforms and services.

The author's experience in the cloud-based learning environment administration technologies is analyzed. A unified user authentication system has been developed to ensure students' access to environmental resources. The sequence of stages of deploying cloud-based learning environment components for computer science teachers is defined, in particular, the design of user account database, the deployment of public and private cloud platforms, the integration of cloud platforms, the development of cloud laboratories and the implementation of mass open online courses for them. According to the selection criteria of the environment components, the Google Workspace and Microsoft 365 cloud platforms have been identified as appropriate for deployment in the environment. The technologies and methods of administration of the public cloud platform Google Workspace have been developed.



Modern authorization protocols were analyzed, and technologies for integration of Google Workspace and Microsoft 365 cloud services were developed for user authentication and access to resources. The necessity of deploying cloud platforms implementing the "infrastructure as a service" model in educational institutions is substantiated. Based on the comparative analysis, open-source platforms Apache Cloudstack and Proxmox VE were chosen for deployment.

It was established that the implementation of deployment tasks should follow the provisions of the developed models, and the achievement of the result is possible without the usage of expensive server hardware. Based on the systematization of the experience of deploying and using the Apache Cloudstack and Proxmox VE platforms in the educational process, it has been proven that compliance with the provisions of the author's methodology enables the implementation of a significant number of virtual machines and modeling of complex network infrastructures. To ensure the productivity and flexibility of the researched platforms as part of a cloud-based learning environment, an evaluation of the performance of selected private clouds was performed, which made it possible to estimate the number of acquirers who can simultaneously receive computing resources of certain characteristics. Backup technologies for its components of the Apache Cloudstack and Proxmox VE cloud platforms have been developed. The use of different approaches to backup storage such as full, incremental, and differential as well as the duplication of cloud and local storage is substantiated.

The methodology of using a cloud-based environment for the development of professional competence of future computer science teachers pursuing bachelor's and master's degrees has been developed.

According to the didactic model at the first level of higher education, it is advisable to use the components of the environment as a means of organizing educational activities. Based on the analysis of educational and professional programmes, the content and methodology of the bachelor's level courses "Operating Systems", "Computer Networks", "Administration of Computer Networks" and computer practice using cloud laboratories deployed in the environment were developed. The author's methodology embraces the concept of blended learning using mass open online courses. The author's educational materials, course themes of the Cisco Networking Academy, virtual computers and networks of the academic cloud, and services of public cloud platforms Google Workspace and Microsoft 365 were implemented in the specified laboratories. A methodology for master's students training for the creation and deployment of cloud platforms was developed. It should be carried out within educational and scientific programs. For this purpose, the course "Fundamentals of cloud technologies" was developed. It implemented a project methodology for preparing master's students for the deployment of the Google Workspace platform in secondary schools. Training master's students to develop their own cloud services is shown in the example of two programming projects. They are aimed at using modern programming and data processing tools from public cloud platforms and services.

An analysis of the results of the pedagogical experiment is given. At the ascertainment stage, it was observed that starting from the first year, students often

use cloud technologies for educational assignments, communication, and data storage. A conclusion was made about the applicants readiness to use the components of a cloud-based learning environment and study the basics of cloud technologies. The hypothesis regarding the positive impact of the method of using a cloud-based environment on the development of the applicant's professional competence components has been confirmed. Notably, among bachelor's students, a preference for practical laboratory sessions over theoretical ones has been established, specifically highlighting the demand for a synthesis of theoretical content and practical tasks. Correlational analysis in the course "Operating Systems" showed that students understand and highly appreciate peer-to-peer writing assignments in the form of essays. The pedagogical experiment did not reveal the influence of students' previous experience or gender on their educational achievements. An experimental section of educational achievements of master's students proved that an effective method of organizing their educational activities is active engagement in real projects. They increase the cognitive interest of students and allow future computer science teachers to develop the necessary professional skills of joint work, and awareness of the significance associated with problem-solving tasks pertaining to the implementation of cloud services in educational institutions.

**Keywords:** cloud-based learning environment, cloud technologies, professional competence, future computer science teachers, bachelors, masters, digital transformation of education.

Підписано до друку 08.06.2023 р. Зам. №07-06/23  
Формат 60x84 1/16. Папір офсетний. Друк офсетний.  
Наклад 100 прим. Ум. друк. арк. 2,5.

Віддруковано з готових діапозитивів у СМП «Тайп»  
46006, м. Тернопіль, вул. Чернівецька 44 б,  
Телефон (352)520075