

УДК 37.091.33:004.8+004.77

DOI: 10.36550/2415-7988-2026-1-222-151-157

МАР'СНКО Майя –

доктор педагогічних наук, старший дослідник,
провідний науковий співробітник відділу хмаро орієнтованих
систем і штучного інтелекту в освіті
Інституту цифровізації освіти
Національної академії педагогічних наук України
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8087-962X>
e-mail: popel@iitlt.gov.ua

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ХМАРНИХ СЕРВІСІВ ВЧИТЕЛЯМИ ЯК ПЕРЕДУМОВА РОЗВИТКУ КОМПЕТЕНТНОСТІ ЗІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В STEM-ОСВІТІ

Статтю присвячено аналізу поточного стану використання хмарних сервісів учителями закладів загальної середньої освіти в контексті підготовки до впровадження технологій штучного інтелекту (ШІ) в STEM-освіту. Проблема дослідження полягає в необхідності розвитку компетентності вчителів у сфері штучного інтелекту, що є неможливим без розуміння їхнього поточного рівня цифрової грамотності та практики використання цифрових інструментів (зокрема хмарних сервісів та хмаро орієнтованих систем). Метою статті є виявлення особливостей використання хмарних сервісів учителями на основі аналізу одержаних даних опитування, зокрема в розрізі предметних категорій, для обґрунтування передумов та визначення потенціалу для розвитку їхньої компетентності з використання штучного інтелекту. У статті представлено результати опитування 400 вчителів щодо використання сервісів для організації спільної роботи учнів та аналіз відповідей 119 педагогів щодо інструментів, які вони застосовують для підготовки до уроків. На основі частотного аналізу визначено найпопулярніші сервіси, серед яких лідируючу позицію займають Google сервіси (84,5%). Розраховано коефіцієнт популярності сервісів відносно лідера та ентропію розподілу за формулою Шеннона (1,47 bit), що вказує на відносно низьку різноманітність у виборі інструментів. Детальний аналіз показав, що вчителі STEM-предметів є найбільш активними користувачами онлайн- (92,59%) та хмарних сервісів (87,04%). Для перевірки наявності статистично значущого зв'язку між категорією предметів, які викладає вчитель, та використанням певного типу сервісів було застосовано критерій χ^2 (хі-квадрат) Пірсона. Результати тестів ($p > 0,05$) показали відсутність такого зв'язку, що свідчить про загальну тенденцію високого рівня використання цифрових технологій серед усіх категорій вчителів. Узагальнені результати дослідження підтверджують високу цифрову активність педагогів, особливо у STEM-сфері, що є важливою передумовою для розробки та впровадження методики розвитку їхньої компетентності з використання штучного інтелекту.

Ключові слова: STEM-освіта, штучний інтелект, хмарні сервіси, цифрова компетентність, вчителі, професійний розвиток, аналіз даних, критерій хі-квадрат.

MARIENKO Maiia –

Doctor of Pedagogical Sciences, Senior Researcher,
Leading Researcher of the Department of Cloud-Based Systems
and Artificial Intelligence in Education
of Institute for Digitalisation of Education
of National Academy of Educational Sciences of Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8087-962X>
e-mail: popel@iitlt.gov.ua

ANALYSIS OF TEACHERS' USE OF CLOUD SERVICES AS A PREREQUISITE FOR DEVELOPING ARTIFICIAL INTELLIGENCE COMPETENCE IN STEM EDUCATION

The article is devoted to analyzing the current state of use of cloud services by teachers of general secondary education institutions in the context of preparation for implementing artificial intelligence (AI) technologies in STEM education. The problem of the study is the need to develop teachers' competence in the field of artificial intelligence, which is impossible without understanding their current level of digital literacy and the practice of using digital tools (in particular, cloud services and cloud-oriented systems). The article aims to identify the features of teachers' use of cloud services based on the analysis of the survey data obtained, particularly in subject categories, to substantiate the prerequisites and determine the potential for developing their competence in using artificial intelligence. The article presents the results of a survey of 400 teachers on the use of services for organizing students' collaborative work and an analysis of the responses of 119 teachers on the tools they use to prepare for lessons. Based on frequency analysis, the most popular services were identified, among which Google services occupy the leading position (84.5%). The popularity coefficient of services relative to the leader and the entropy of the distribution according to the Shannon formula (1.47 bits) were calculated, which indicates a relatively low diversity in the choice of tools. A detailed analysis showed that STEM teachers are the most active online users (92.59%) and cloud services (87.04%). To check the presence of a statistically significant relationship between the category of subjects taught by the teacher and the use of a specific type of services, the Pearson χ^2 (chi-square) criterion was applied. The test results ($p > 0.05$) showed the absence of such a relationship, which indicates a general trend of a high level of use of digital technologies among all categories of teachers. The generalized results of the study confirm the high digital activity of teachers, especially in the STEM field, which is an essential prerequisite for the development and implementation of a methodology for developing their competence in the use of artificial intelligence.

Key words: STEM education, artificial intelligence, cloud services, digital literacy, teachers, professional development, data analysis, chi-square test.

Постановка та обґрунтування актуальності проблеми. Сучасний етап розвитку освіти характеризується стрімкою цифровою трансформацією, що висуває нові вимоги до професійної компетентності вчителів. Особливої актуальності це

набуває в контексті STEM-освіти, яка є пріоритетним напрямом модернізації освітньої системи та спрямована на формування в учнів ключових навичок для інноваційної економіки. Ефективна реалізація завдань STEM-освіти неможлива без

широкого впровадження сучасних цифрових інструментів, зокрема хмарних сервісів, які створюють гнучке та інтерактивне освітнє середовище, сприяють організації проектної діяльності та спільної роботи учнів.

Водночас новим викликом і водночас потужним ресурсом для освіти стає розвиток технологій штучного інтелекту (ШІ). Інтеграція ШІ в освітній процес відкриває перспективи для персоналізації навчання, автоматизації рутинних завдань, створення інноваційного навчального контенту та надання вчителям доступу до передових аналітичних інструментів. Успішне впровадження цих технологій напряму залежить від готовності педагогічних кадрів до їх ефективного та доцільного використання. У цьому контексті особливої ваги набуває дослідження «Розвиток компетентності вчителів з використання штучного інтелекту в умовах реалізації STEM освіти», оскільки воно спрямоване на вирішення нагальної проблеми підготовки вчителів до роботи в умовах освіти майбутнього.

Проведене дослідження використання вчителями хмарних сервісів є важливим підготовчим етапом для реалізації зазначеної науково-дослідної роботи. Аналіз поточної практики використання цифрових інструментів дозволяє виявити рівень цифрової зрілості педагогів, їхні вподобання та готовність до освоєння нових технологій. Як показують результати, вчителі STEM-предметів є найбільш активними користувачами онлайн- та хмарних сервісів, що свідчить про їхній значний потенціал для впровадження інноваційних методик, зокрема й тих, що базуються на штучному інтелекті. Таким чином, актуальність статті полягає в аналізі наявного досвіду використання хмарних технологій як фундаменту для розробки ефективної методики розвитку компетентності вчителів у сфері застосування ШІ в STEM-освіті.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Останні роки вдало поєднали два процеси: масове розповсюдження хмаро орієнтованих систем в освітньому процесі та швидке поширення ініціатив щодо цифрових чи компетентностей з ШІ [7]. В дослідженні [6] підкреслено, що ефективна підготовка вчителя до використання ШІ потребує одночасної роботи на рівні інфраструктури (хмара, доступ до інструментів) і методичних програм підвищення кваліфікації. В дослідженні [4] проаналізовано, які цифрові компетентності, включаючи AI-компоненти, потрібні вчителям після пандемії; розглянуто можливості і виклики застосування AI в онлайн/змішаному навчанні. Аналіз використання хмарних сервісів учителями у неформальному навчанні: тренінгах, воркшопах, літніх школах було представлено в праці [2]; зокрема було досліджено, як ці форми підвищення кваліфікації підвищують ІКТ-компетентність вчителів; які сервіси застосовуються. Систематичний огляд представлено в [5], орієнтований на університетське середовище, який розкриває, які компетентності викладачів (зокрема педагогічні, технологічні, етичні) потрібні для інтеграції ШІ в навчання; а також які виклики виникають

(наприклад, цифровий розрив, відсутність ресурсів/навичок, технічні бар'єри).

Мета статті. На основі аналізу даних опитування виявити особливості використання хмарних сервісів учителями, зокрема в розрізі предметних категорій, для обґрунтування передумов та виявлення потенціалу для розвитку їхньої компетентності з використання ШІ в умовах реалізації STEM-освіти.

Виклад основного матеріалу дослідження.

У період з 18 по 22 травня 2020 року на базі Державного університету «Житомирська політехніка» було проведено дистанційний курс «Хмарні сервіси відкритої науки для освітян». За результатами анкетування було отримано 824 відповіді. Серед опитаних – 400 вчителів закладів загальної середньої освіти, які представляли всі області України. Професійний склад учасників включав вчителів інформатики, математики, української та англійської мов, історії, біології, фізики, хімії, географії та зарубіжної літератури. Загальна кількість респондентів: 400. Кількість респондентів, що вказали декілька сервісів: 125.

Розподіл відповідей (табл. 1) виконано із врахуванням частотного аналізу (показує, які сервіси найчастіше використовуються).

Таблиця 1

Використання сервісів вчителями для організації спільної роботи учнів

Назва сервісу	Кількість респондентів, що вказали даний сервіс	% від загальної кількості респондентів
Google сервіси	338	84,5 %
Moodle або інші системи дистанційних курсів	111	27,75 %
Сервіси Office 365	85	21,25 %
Інше	5	1,25 %
Сервіси Open Aire	3	0,75 %
CoCalc	4	1 %

Слід зауважити, що сума відсотків перевищує 100%, оскільки деякі респонденти вказали декілька сервісів одночасно (в рамках проведеного опитування була наявна можливість обирати більше ніж один варіант відповіді).

Отримані дані дозволяють зробити такі висновки щодо використання сервісів для організації спільної роботи учнів серед 400 респондентів:

Google сервіси є безумовним лідером за популярністю, їх використовують 84,50% респондентів (338 згадувань). Це свідчить про їх широке поширення та зручність у навчальному процесі.

Moodle або інші навчальні платформи посідають друге місце з 27,75% (111 згадувань). Це вказує на те, що значна частина вчителів також використовує повноцінні платформи для організації дистанційного навчання та спільної роботи.

Сервіси Office 365 використовують 21,25% респондентів (85 згадувань), що підтверджує їхню значну присутність у освітньому середовищі, ймовірно, завдяки інтеграції з іншими офісними інструментами.

Важливо відзначити, що 10.00% респондентів (40 осіб) вказали, що не використовують жодних із

перелічених сервісів для спільної роботи учнів. Це може бути цільовою групою для впровадження таких інструментів.

Менш поширені, але все ж згадані сервіси, такі як CoCalc (1%), Інше (1,25%) та Сервіси Open Aige (0,75%), показують наявність нішевих або експериментальних рішень, які використовуються невеликою кількістю вчителів.

Одержані дані чітко вказують на домінування Google сервісів як основного інструменту для організації спільної роботи учнів. Значна кількість респондентів також покладається на Moodle/інші СДО та Office 365, що свідчить про диверсифікацію інструментів у освітньому процесі. Наявність респондентів, які не використовують таких сервісів, підкреслює потребу у подальшому підвищенні цифрової компетентності вчителів та впровадженні сучасних освітніх технологій, особливо в контексті STEM-освіти, де співпраця та використання цифрових інструментів є критично важливими.

Визначимо Коефіцієнт популярності (індексу відповідей) як відносну популярність кожного сервісу відносно найпопулярнішого, яким було встановлено Google-сервіси (обрали 338 респондентів) за наступною формулою:

$$\text{Популярність сервісу } X = \frac{\text{Кількість для } X}{\text{Кількість для Google-сервісів}} \cdot 100\% \quad (1)$$

Обчислимо для кожного сервісу його коефіцієнт популярності (табл. 2).

Наступним кроком визначимо ентропію розподілу (міри різноманіття) за Формулою Шеннона [1]. Для розрахунку ентропії розподілу передусім потрібно обчислити ймовірності використання кожного сервісу. Виконаємо підрахунки ймовірностей $p(x_i)$ розділивши кількість респондентів, що вказали даний сервіс, на загальну кількість респондентів – 400.

Оскільки респонденти могли вказати використання кількох сервісів (сума відсотків перевищує 100%, табл. 1), то розподіл ймовірностей для ентропії слід будувати на основі кількості обраних варіантів. Проте, якщо розглядати розподіл використання кожного окремого сервісу відносно загальної кількості відповідей (тобто, для ентропії слід використовувати ймовірності, які в сумі дають 1), то потрібно уточнити, що розуміємо під поняттям "розподіл".

Таблиця 2

Зведена таблиця коефіцієнтів популярності сервісів

Назва сервісу	Кількість респондентів	Коефіцієнт популярності (відносно Google)
Google-сервіси	338	100 %
Moodle або інші системи дистанційних курсів	111	32,84 %
Сервіси Office 365	85	25,15 %
Інше	5	1,48 %
Сервіси Open AI	3	0,89 %
CoCalc	4	1,18 %

Якщо ентропія має вимірювати різноманіття вибору сервісів серед тих, хто взагалі обрав сервіс, то потрібно просумувати всіх "респондентів, що вказали даний сервіс" та нормалізувати їх.

Загальна сума "кількості респондентів, що вказали даний сервіс" = 338+111+85+5+3+4=546. Це означає, що 546 "виборів" сервісів було зроблено 400 респондентами (тобто, в середньому 1,365 сервісу припадає на одного респондента).

Для обчислення ентропії, яка є мірою невизначеності розподілу ймовірностей, потрібні ймовірності, що сумуються до 1. Припустимо, що ми хочемо порахувати ентропію вибору сервісу, якщо відомо, що сервіс був обраний. У цьому випадку, $p(x_i)$ буде часткою виборів, що припадають на кожен сервіс, від загальної кількості всіх зроблених виборів (546).

$$p(x_i) = \frac{\text{Кількість респондентів для } X}{\text{Загальна сума всіх виборів (546)}}$$

Google-сервіси: $p_1 = 338/546 \approx 0,6190$.

Для інших сервісів обчислення проведемо аналогічно. Виконаємо перевірку суми ймовірностей:

$0,6190 + 0,2033 + 0,1557 + 0,0092 + 0,0055 + 0,0073 \approx 1,0000$ (маємо невеликі відхилення через округлення).

Формула Шеннона. Використаємо логарифм за основою 2, щоб отримати ентропію в бітах:

$$H(X) = - \sum_{i=1}^n p(x_i) \log_2(p(x_i)) \quad (2)$$

Виконаємо, для прикладу, обчислення згідно формули (2) p_1 :

$p_1 \log_2(p_1) = 0,6190 \cdot \log_2(0,6190) = 0,6190 \cdot (-0,6923) \approx -0,4285$;

Тепер просумуємо ці значення і змінимо знак: $H(X) \approx 1,4700$ біт.

Отже, згідно виконаних обчислень, ентропія розподілу (міра різноманіття) становить приблизно 1,47 біт. Це значення ентропії вказує на рівень "невизначеності" або "різноманітності" серед обраних сервісів. Чим ближче ентропія до максимального значення (яке для 6 варіантів було $\log_2(6) \approx 2,58$ біт, якби всі сервіси обиралися однаково часто), тим більша різноманітність. В даному випадку, оскільки Google-сервіси домінують, ентропія є нижчою, ніж максимально можлива, що вказує на менше різноманіття у виборі сервісів.

Також, були проаналізовані дані, що містять інформацію про предмет(и), які викладають респонденти, та сервіси, якими вони користуються під час підготовки до уроків.

Була проведена статистична обробка цих даних та проаналізовано:

1. Розподіл предметів, які викладають респонденти, згрупувавши їх за широкими категоріями (STEM, Гуманітарні/Суспільні науки, Початкова школа/Загальні, Професійні/Прикладні, Інше).

2. Розподіл типів сервісів, які використовуються для підготовки до уроків (онлайн-сервіси, хмарні сервіси, локальні ІКТ, не використовую комп'ютерні сервіси).

3. Взаємозв'язок між категоріями предметів та використанням сервісів, щоб виявити потенційні закономірності.

Статистичний аналіз даних було виконано в декілька етапів.

1. Загальна кількість респондентів. Загальна кількість опрацьованих відповідей: 119 (з однієї групи слухачів було виконано добір тільки вчителів закладів загальної середньої освіти, для зручності було обрано групу де кількість слухачів була максимальною).

2. Розподіл предметів за категоріями. Було виділено 5 основних категорій предметів (табл. 3):

– STEM-предмети: інформатика, математика, фізика, хімія, біологія, астрономія, програмування, технології, комп'ютерні/ІТ-дисципліни, інженерна графіка, електроніка тощо.

– Гуманітарні/Соціальні науки: українська мова та література, зарубіжна література, історія, правознавство, іноземні мови, психологія, мистецтво тощо.

– Початкова школа/Загальні: всі предмети.

Таблиця 3

Кількість респондентів згідно розподілу предметів за категоріями

Категорія предметів	Кількість респондентів	Частка (%)
STEM-предмети	54	45,38 %
Гуманітарні/Соціальні науки	34	28,57 %
Початкова школа/Загальні	21	17,65 %
Професійні/Прикладні	9	7,56 %
Інше	1	0,84 %
Всього	119	100%

– Професійні/Прикладні: трудове навчання, дисципліни економічного напрямку тощо.

– Інше: предмети, які не чітко вписуються в інші категорії або були сформульовані загальною.

Майже половина респондентів (45,38 %) викладають предмети, які безпосередньо належать до STEM-сфери, що підкреслює важливість цифрових інструментів для цієї категорії вчителів.

3. Розподіл використання сервісів для підготовки до уроків. Респонденти могли вказувати декілька типів сервісів. Тому сума може перевищувати 100 % (табл. 4).

Таблиця 4

Розподіл використання сервісів для підготовки до уроків

Тип сервісу	Кількість задувань	Частка (%) від респондентів
Онлайн-сервіси	104	87,39 %
Хмарні сервіси	93	78,15 %
Локальні засоби ІКТ	67	56,30 %
Не використовую комп'ютерні сервіси	3	2,52 %
Всього задувань	267	224,37 %

Онлайн-сервіси та хмарні сервіси є домінуючими інструментами для підготовки до уроків, їх використовує переважна більшість вчителів (понад 78 %). Локальні засоби ІКТ все ще є значущими, але їх використання є меншим порівняно з онлайн- та хмарними рішеннями. Лише дуже невелика частка респондентів (2,52 %) взагалі не користується комп'ютерними сервісами.

4. Взаємозв'язок між категоріями предметів та використанням сервісів. Таблиця 5 показує, яка частка вчителів у кожній категорії предметів використовує певний тип сервісів.

Таблиця 5

Використання певного типу сервісів вчителями згідно категорій предметів

Тип сервісу	STEM-предмети	Гуманітарні/Соціальні науки	Початкова школа/Загальні	Професійні/Прикладні	Інше
Онлайн-сервіси	92,59 %	88,24 %	80,95 %	77,78 %	100 %
Хмарні сервіси	87,04 %	73,53 %	66,67 %	77,78 %	100 %
Локальні засоби ІКТ	68,52 %	52,94 %	57,14 %	44,44 %	0 %
Не використовую	0 %	5,88 %	0 %	0 %	0 %
Кількість вчителів у категорії	54	34	21	9	1

Онлайн- та хмарні сервіси: вчителі STEM-предметів демонструють найвищий відсоток використання як онлайн (92,59%), так і хмарних сервісів (87,04%). Це очікувано, оскільки ці інструменти часто містять спеціалізовані функції для моделювання, симуляції, аналізу даних, програмування, що є важливими для STEM-дисциплін. Вчителі гуманітарних наук та початкової школи також активно використовують ці сервіси, але дещо менше.

Локальні засоби ІКТ: Використання локальних засобів ІКТ також є високим у всіх категоріях, але трохи меншим у вчителів професійних/прикладних предметів. STEM-вчителі також активно їх використовують, що може свідчити про комбінований підхід до використання цифрових ресурсів.

Не використання комп'ютерних сервісів: Жоден із STEM-вчителів не вказав, що не

користується комп'ютерними сервісами, тоді як 5,88% вчителів гуманітарних/соціальних наук повідомили про це. Це підкреслює високу цифрову активність STEM-педагогів.

Дані чітко показують, що вчителі STEM-предметів є найбільш активними користувачами онлайн- та хмарних сервісів для підготовки до уроків. Це свідчить про їхню більшу цифрову зрілість та потенціал для впровадження інноваційних, хмароорієнтованих методик у STEM-освіті. Однак, значне використання локальних засобів ІКТ вказує на те, що для повного переходу до хмароорієнтованих систем може знадобитися додаткове навчання та заохочення.

Діаграма (рис. 1) ілюструє використання різних сервісів для організації спільної роботи учнів серед опитаних.

Для подальшого статистичного опрацювання вже проаналізованих відповідей було застосовано

критерій χ^2 (хі-квадрат) Пірсона [3] для перевірки незалежності. Цей критерій дозволяє визначити, чи існує статистично значущий взаємозв'язок між двома категоріальними змінними, а саме: категорією предметів, які викладає вчитель та використанням певного типу сервісу (наприклад, онлайн-сервісів, хмарних сервісів або локальних ІКТ).

Обґрунтування вибору критерію χ^2 : оскільки обидві змінні (категорія предметів та використання сервісів) є номінальними (категоріальними),

критерій χ^2 є найбільш доречним для перевірки їхньої незалежності.

Гіпотези для кожного тесту:

Нульова гіпотеза (H_0): Використання певного типу сервісу є незалежним від категорії предметів, які викладає вчитель (тобто немає статистично значущого зв'язку).

Альтернативна гіпотеза (H_1): Використання певного типу сервісу не є незалежним від категорії предметів, які викладає вчитель (тобто існує статистично значущий зв'язок).

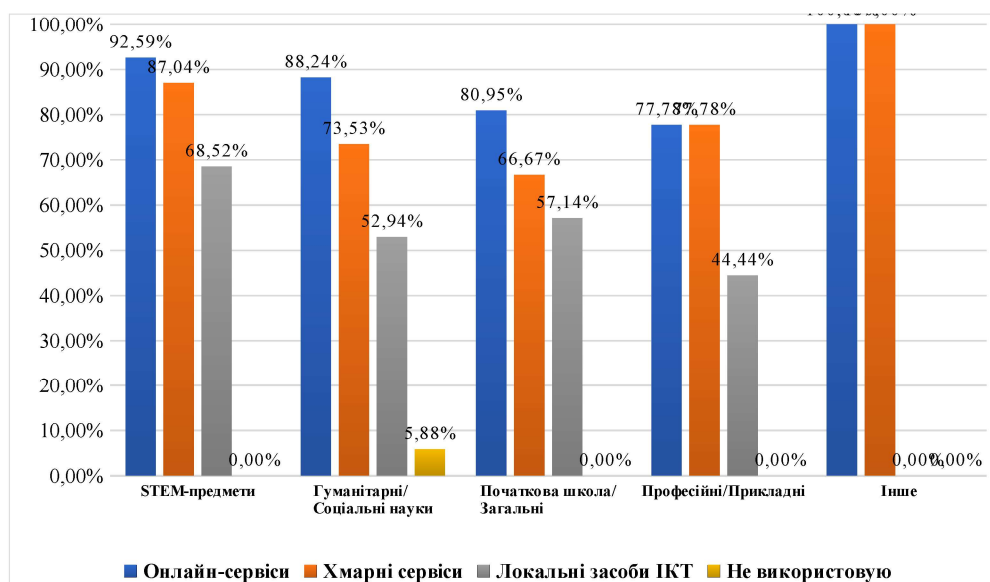


Рис. 1. Діаграма використання певного типу сервісів вчителями згідно категорій предметів

Будемо відхиляти H_0 , якщо значення p буде меншим за вибраний рівень значущості α (в даному дослідженні $\alpha=0,05$).

Статистичне опрацювання (Критерій χ^2). Проведемо окремий χ^2 тест для кожного з основних типів сервісів (онлайн-сервіси, хмарні сервіси, локальні засоби ІКТ, та відмова від використання комп'ютерних сервісів) в залежності від категорій предметів (табл. 6, табл. 7, табл. 8).

Для таблиці 6 значення χ^2 : 2,31. Значення p : 0,679. Ступені свободи: 4. Оскільки значення $p=0,679$ значно більше за $\alpha=0,05$, ми не маємо достатніх підстав відхилити нульову гіпотезу. Це означає, що використання онлайн-сервісів є статистично незалежним від категорії предметів, які викладають вчителі. Іншими словами, високий

рівень використання онлайн-сервісів є загальною тенденцією серед усіх категорій вчителів, а не специфічною особливістю лише деяких предметних областей.

Для таблиці 7 значення χ^2 : 3,78. Значення p : 0,436. Ступені свободи: 4. Оскільки значення $p=0,436$ більше за $\alpha=0,05$, ми не маємо достатніх підстав відхилити нульову гіпотезу. Це вказує на те, що використання хмарних сервісів є статистично незалежним від категорії предметів. Хоча існують незначні відмінності у відсотках використання в попередньому аналізі, ці відмінності не є статистично значущими. Хмарні сервіси, як і онлайн-сервіси, широко використовуються всіма категоріями вчителів.

Таблиця 6

Тест χ^2 для використання "Онлайн-сервісів"

Категорія предметів	Використовують онлайн-сервіси	Не використовують онлайн-сервіси	Всього
STEM-предмети	50	4	54
Гуманітарні/Соціальні науки	30	4	34
Початкова школа/Загальні	17	4	21
Професійні/Прикладні	7	2	9
Інше	1	0	1
Всього	105	14	119

Таблиця 7

Тест χ^2 для використання "Хмарних сервісів"

Категорія предметів	Використовують хмарні сервіси	Не використовують хмарні сервіси	Всього
STEM-предмети	47	7	54
Гуманітарні/Соціальні науки	25	9	34
Початкова школа/Загальні	14	7	21
Професійні/Прикладні	7	2	9
Інше	1	0	1
Всього	94	25	119

Для таблиці 8 значення χ^2 : 3,39. Значення p : 0,495. Ступені свободи: 4. Оскільки значення $p=0,495$ більше за $\alpha=0,05$, ми не маємо достатніх підстав відхилити нульову гіпотезу. Це означає, що

використання локальних засобів ІКТ також є статистично незалежним від категорії предметів.

Таблиця 8

Тест χ^2 для використання "Локальних засобів ІКТ"

Категорія предметів	Використовують локальні ІКТ	Не використовують локальні ІКТ	Всього
STEM-предмети	37	17	54
Гуманітарні/Соціальні науки	18	16	34
Початкова школа/Загальні	12	9	21
Професійні/Прикладні	4	5	9
Інше	0	1	1
Всього	71	48	119

Тест χ^2 для відповіді "Не використовую комп'ютерні сервіси" не проводився, оскільки у цій категорії дуже низькі очікувані частоти, що могло вплинути на достовірність результатів.

Незважаючи на певні відмінності у відсотках використання сервісів між предметними категоріями, які були виявлені в попередньому описовому аналізі, згідно проведеного статистичного аналізу ці відмінності не є статистично значущими на рівні $\alpha=0,05$. Це означає, що, з точки зору цієї вибірки, немає достатніх доказів, щоб стверджувати, що вибір або відмова від використання онлайн-, хмарних чи локальних ІКТ-сервісів залежить від того, який предмет викладає вчитель. Високий рівень використання онлайн- та хмарних сервісів є загальною тенденцією серед вчителів, незалежно від їхньої предметної спеціалізації. Це свідчить про те, що ці цифрові технології стали невід'ємною частиною підготовки до уроків для більшості сучасних вчителів в Україні.

Висновки та перспективи подальших розвідок напрямку. Отже, було виявлено, що Google сервіси є безумовним лідером серед інструментів для організації спільної роботи учнів, що свідчить про їх високу популярність та інтегрованість в освітнє середовище України. Значно менш поширеними, але все ж активно використовуваними, є платформи Moodle та сервіси Office 365. Ці дані вказують на загальну тенденцію диверсифікації цифрових інструментів, які застосовують педагоги. Також, аналіз у розрізі предметних категорій показав, що вчителі STEM-предметів є найбільш активними користувачами як онлайн- (92,59%), так і хмарних сервісів (87,04%)

для підготовки до уроків. Це свідчить про їх готовність до впровадження інноваційних технологій, що робить їх ключовою цільовою аудиторією для впровадження методик з використанням ШІ. Застосування критерію χ^2 (хі-квадрат) Пірсона показало статистичну незалежність між категорією предметів, які викладають вчителі, та фактом використання ними онлайн-, хмарних чи локальних ІКТ-сервісів. Це означає, що високий рівень використання цифрових інструментів є загальною тенденцією для більшості сучасних вчителів, а не особливістю окремих предметних галузей.

Перспективи подальших розвідок полягають у розробці та експериментальній перевірці методики розвитку компетентності вчителів з використання штучного інтелекту в умовах реалізації STEM-освіти.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Lin J. H. Divergence measure based on the Shannon entropy. *IEEE Transactions on Information Theory*. 1991. Vol. 37. P. 145-151. DOI : 10.1109/18.61115.
2. Lytvynova S., Melnyk O. Professional Development of Teachers Using Cloud Services During Non-formal Education. *Proceedings of the 12th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer, Kyiv, Ukraine, June 21-24, 2016. CEUR-WS proceedings*. 2016. Vol. 1614. P. 648-655. URL : https://ceur-ws.org/Vol-1614/paper_51.pdf (дата звернення: 20.09.2025).
3. McHugh M. L. The chi-square test of independence. *Biochemia medica*. 2013. Vol. 23. № 2. P. 143-149. DOI : 10.11613/bm.2013.018.
4. Ng D. T. K., Leung J., Su J., Ng R., Chu S. Teachers' AI digital competencies and twenty-first century skills in the post-pandemic world. *Educational Technology*

Research and Development. 2023. Vol. 71. P. 137-161. DOI : 10.1007/s11423-023-10203-6.

5. Ren X., Wu M. L. Examining Teaching Competencies and Challenges While Integrating Artificial Intelligence in Higher Education. *TechTrends*. 2025. Vol. 69. P. 519–538. DOI : 10.1007/s11528-025-01055-3.

6. Tan X., Cheng G., Ling M. H. Artificial intelligence in teaching and teacher professional development: A systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2025. Vol. 8. P. 100355. DOI : 10.1016/j.caeai.2024.100355.

7. Utami I. Q., Fahmiyah I., Ningrum R. A., Fakhruzzaman M. N., Pratama A. I., Triangga Y. M. Teacher's acceptance toward cloud-based learning technology in Covid-19 pandemic era. *Journal of Computers in Education*. 2022. Vol. 9, № 4. P. 571–586. DOI : 10.1007/40692-021-00214-8.

REFERENCES

1. Utami, I. Q., Fahmiyah, I., Ningrum, R. A., Fakhruzzaman, M. N., Pratama, A. I., & Triangga, Y. M. (2022). Teacher's acceptance toward cloud-based learning technology in Covid-19 pandemic era. *Journal of Computers in Education*. 9(4). Pp. 571–586. DOI : <https://doi.org/10.1007/40692-021-00214-8> [in English]

2. Tan, X., Cheng, G., & Ling, M. H. (2025). Artificial intelligence in teaching and teacher professional development: A systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 8. 100355. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100355> [in English]

3. Lin, J.H. (1991) Divergence measure based on the Shannon entropy. *IEEE Transactions on Information Theory*. 37. Pp. 145-151. DOI : <http://dx.doi.org/10.1109/18.61115> [in English]

4. McHugh, M. L. (2013). The chi-square test of independence. *Biochemia medica*. 23(2). Pp. 143–149. DOI : <https://doi.org/10.11613/bm.2013.018> [in English]

5. Ng, D. T. K., Leung, J., Su, J., Ng, R., & Chu, S. (2023). Teachers' AI digital competencies and twenty-first century skills in the post-pandemic world. *Educational*

Technology Research and Development. 71. Pp. 137-161. DOI : <https://doi.org/10.1007/s11423-023-10203-6> [in English]

6. Lytvynova, S., & Melnyk, O. (2016). Professional development of teachers using cloud services during non-formal education. In *Proceedings of the 12th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer (CEUR Workshop Proceedings, Vol. 1614, pp. 648-655)*. CEUR-WS.org. URL: https://ceur-ws.org/Vol-1614/paper_51.pdf [in English]

7. Ren, X., & Wu, M. L. (2025). Examining teaching competencies and challenges while integrating artificial intelligence in higher education. *TechTrends*. 69. P. 519–538. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11528-025-01055-3> [in English]

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

МАР'ЄНКО Майя – доктор педагогічних наук, старший дослідник, провідний науковий співробітник відділу хмаро орієнтованих систем і штучного інтелекту в освіті Інституту цифровізації освіти Національної академії педагогічних наук України.

Наукові інтереси: проблема використання сервісів штучного інтелекту в підвищенні кваліфікації вчителів.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

MARIENKO Maiia – Doctor of Pedagogical Sciences, Senior Researcher, Leading Researcher of the Department of Cloud-Based Systems and Artificial Intelligence in Education of Institute for Digitalisation of Education of National Academy of Educational Sciences of Ukraine.

Scientific interests: the problem of using artificial intelligence services in improving the qualifications of teachers.

Стаття надійшла до редакції 25.12.2025 р.

Стаття прийнята до друку 08.01.2026 р.

УДК 37.015.3:37.014.1]:7.01:355.01

DOI: 10.36550/2415-7988-2026-1-222-157-162

МАРУЩАК Оксана –

кандидат педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри образотворчого, декоративного мистецтва, технологій та безпеки життєдіяльності

Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0754-6367>

e-mail: ksanamar77@gmail.com

КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ БЕЗПЕКОВОГО АРТСЕРЕДОВИЩА ЗАКЛАДУ ОСВІТИ

У статті науково обгрунтовано та представлено концептуальну модель безпекового артсередовища закладу освіти як цілісного механізму мінімізації наслідків воєнної травми та сприяння посттравматичному зростанню особистості. Дослідження присвячено трансформації освітнього простору на терапевтичний континуум для психофізіологічної стабілізації та посттравматичного зростання особистості, актуальність якого зумовлена необхідністю використання арттехнологій як стратегічного інструменту гуманітарної безпеки та реабілітації в умовах війни. Розроблена модель базується на синергетичній взаємодії трьох векторів: концептуально-нормативного, архітектурно-просторового та праксеологічно-технологічного. Концептуально-нормативний вектор інтегрує державні директиви та травмоінформований підхід, який переорієнтовує педагогічну взаємодію з академічного контролю на емпатійну підтримку та відновлення агентності дитини. Архітектурно-просторовий вектор, заснований на принципах нейроархітектури, сенсорної екології та біофілії, розглядає інтер'єр не як пасивне тло, а як активний чинник зниження рівня кортизолу та тривожності шляхом використання криволінійних форм, природного світла та мобільного зонування. Практично-технологічний вектор охоплює широкий спектр інструментарію: від традиційних ремесел (керамопластика, ткацтво тощо) для сенсорної стабілізації до імерсивних VR-технологій та генеративного штучного інтелекту, що дозволяють безпечно екстерналізувати травматичний досвід у контрольованому цифровому середовищі. Доведено, що точка перетину цих векторів формує безпековий континуум, де створення естетичного об'єкта стає актом катарсичного очищення та доказом спроможності особистості діяти в умовах зовнішнього хаосу. Практична значущість моделі підтверджується аналізом сучасних кейсів, таких як підземні школи та смарт-укриття, що трансформують депресивні технічні