

## **Розділ XII. Оптимізація підготовки та перепідготовки вчителів для персоналізованого навчання на основі штучного інтелекту: бібліометричний аналіз з великими мовними моделями**

*Семеріков С.О., Мінтій І.С.*

Стрімкий розвиток технологій штучного інтелекту (ШІ) ознаменував трансформаційну еру в освіті. Системи персоналізованого навчання на основі ШІ з'явилися як інновація, що обіцяє революціонізувати наш підхід до викладання та навчання [8]. Ці інтелектуальні системи використовують алгоритми машинного навчання та величезні обсяги даних, щоб, вчергове, адаптувати освітній досвід до унікальних потреб, переваг і стилів навчання окремих студентів [17]. Динамічно адаптуючи зміст, темп та методи навчання, персоналізоване навчання має на меті створити більш захопливий, ефективний та орієнтований на студента освітній досвід.

Потенційні переваги персоналізованого навчання на основі ШІ численні. По-перше, ці системи можуть відповідати різноманітним вимогам до навчання студентів, враховуючи їхні різні здібності та нахили. Надаючи персоналізований контент і підтримку, ці інтелектуальні системи можуть допомогти студентам подолати бар'єри для навчання, сприяючи більш інклюзивному та справедливому освітньому середовищу [11]. Крім того, персоналізоване навчання може підвищити мотивацію та залученість студентів, оскільки учні отримують контент і види діяльності, адаптовані до їхніх унікальних переваг і цілей [6].

Крім того, системи персоналізованого навчання на основі ШІ можуть надавати педагогам цінну інформацію та рекомендації на основі даних, що дозволяє їм приймати обґрунтовані рішення щодо навчальних стратегій та впливів [16]. Аналізуючи дані про успішність студентів і моделі навчання, ці системи можуть виявляти сильні та слабкі сторони. Цей підхід на основі даних

потенційно може покращити результати студентів і оптимізувати процес навчання.

Однак успішне впровадження та стійкий вплив персоналізованого навчання на основі ШІ залежать від критичного фактору: готовності та компетентності самих педагогів. Оскільки ці інноваційні технології продовжують проникати в освіту, учителі та викладачі повинні адаптувати свої педагогічні підходи та розвивати нові компетентності, щоб ефективно використовувати потенціал цих інструментів. Неспроможність належним чином озброїти педагогів необхідними компетентностями може призвести до неоптимального використання цих потужних технологій, перешкоджаючи їхньому трансформаційному впливу на навчання та досягнення учнів та студентів.

Визнаючи центральну роль учителів у цій технологічній революції, потреба у всебічних програмах підготовки та перепідготовки вчителів стає дедалі важливішою. Педагоги повинні глибоко розуміти системи персоналізованого навчання на основі ШІ, включаючи їхні основні алгоритми, методи аналізу даних та етичні міркування. Крім того, вони повинні розвивати майстерність у інтеграції цих технологій у свою педагогічну практику, адаптуючи свої навчальні стратегії для ефективного використання персоналізованого навчального досвіду.

Більше того, зусилля з підготовки та перепідготовки вчителів мають виходити за рамки простої технічної кваліфікації. Оскільки галузь ШІ та персоналізованого навчання швидко розвивається, вони повинні бути готові адаптуватися до нових технологій, співпрацювати з міждисциплінарними командами та займатися постійним професійним розвитком, щоб залишатися на передньому краї цієї трансформаційної освітньої парадигми.

Цей бібліометричний аналіз має на меті надати всебічний огляд наявної літератури щодо підготовки та перепідготовки вчителів у контексті персоналізованого навчання на основі ШІ. Систематично аналізуючи та відображаючи науковий ландшафт, це дослідження прагне виявити поточні

тенденції, впливові роботи та потенційні прогалини в цій галузі, що швидко розвивається. За допомогою ретельного бібліометричного підходу ми дослідимо такі ключові дослідницькі питання:

1. Які основні теми та напрямки досліджень у літературі щодо підготовки та перепідготовки вчителів для персоналізованого навчання на основі ІІІ?
2. Які автори, установи та країни очолюють дослідницькі зусилля в цій галузі?
3. Які найвпливовіші та найбільш цитовані публікації формують дискурс на цю тему?
4. Як розвивався дослідницький ландшафт і які майбутні напрямки можна видобути з бібліометричного аналізу?

Відповідаючи на ці дослідницькі питання, дослідження має на меті забезпечити всебічне розуміння поточного стану досліджень і визначити потенційні шляхи для майбутнього дослідження. Розуміння, отримане з цього бібліометричного аналізу, сприятиме розробці ефективних програм підготовки та перепідготовки вчителів, гарантуючи, що педагоги будуть адекватно підготовлені до успішної роботи в епоху персоналізованого навчання на основі ІІІ.

**Методологія.** Основною методологією, застосованою в цьому дослідженні, був бібліометричний аналіз тенденцій досліджень, пов'язаних з підготовкою та перепідготовкою вчителів для середовищ персоналізованого навчання на основі ІІІ. Аналіз зосередився на дослідницьких статтях, опублікованих між 2010 і 2023 роками, оскільки інтеграція ІІІ в освіту набула значного поширення саме в цей період.

#### *Пошукова стратегія і база даних*

Це дослідження проводилося з використанням наукової бази даних Dimensions. У таблиці 1 порівнюються Dimensions, Scopus і Web of Science, згідно з якими база даних Dimensions є найбільш придатною для бібліометричного аналізу щодо охоплення. Ця цифрова платформа включає дані про цитування, функції дослідницької аналітики та наукового

електронного контенту. Вибір Dimensions базувався на її здатності пов'язувати та пропонувати широкий контекстний пошук і візуалізацію даних. Застосування Dimensions допомагає забезпечити ширший контекст досліджень, дослідника, галузі досліджень, установи, країни та багатьох інших основних дослідницьких питань, що можуть зацікавити зацікавлені сторони в дослідницькому світі [12].

*Таблиця 1*

**Порівняння Dimensions, Scopus та Web of Science  
для бібліометричного аналізу**

| <b>Характеристики</b>  | <b>Dimensions [1]</b>                                                              | <b>Scopus [2]</b>                                                  | <b>Web of Science [3].</b>                                                               |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Видавець               | Digital Science                                                                    | Elsevier                                                           | Clarivate Analytics                                                                      |
| Охоплення публікацій   | Понад 143 мільйони записів з патентів, наукових робіт, клінічних випробувань тощо. | Понад 82 мільйони записів з наукових журналів, книг та конференцій | Понад 79 мільйонів записів з наукових журналів, книг, матеріалів конференцій та патентів |
| Хронологічне охоплення | З 1665 року по теперішній час                                                      | З 1788 року по теперішній час                                      | Від 1900 року до сьогодення                                                              |
| Предметні області      | Всі галузі науки                                                                   | Всі галузі науки                                                   | Всі галузі науки                                                                         |
| Типи публікацій        | Статті в журналах, книги, патенти, препринти, клінічні дослідження тощо.           | Статті в журналах, книги, матеріали конференцій                    | Статті в журналах, книги, матеріали конференцій, патенти                                 |
| Індексація             | Гібридна модель з експертним відбором і машинним аналізом тексту                   | Експертний відбір джерел з формальним процесом оцінювання          | Експертний відбір джерел з формальним процесом оцінювання                                |
| Інструменти аналізу    | Потужні інструменти для бібліометричного, альтметричного та патентного аналізу     | Інструменти для цитування, співпраці та аналізу тенденцій          | Інструменти для аналізу цитування, аналітики журналів та бібліометричних показників      |

*Стратегія пошуку літератури*

Пошук літератури використовував комбінацію відповідних ключових

слів, включаючи «підготовка вчителів», «професійний розвиток», «штучний інтелект», «персоналізоване навчання», «адаптивне навчання» та пов'язані терміни. Пошук був обмежений документами, опублікованими англійською мовою між 2010 і 2023 роками. Пошуковий запит показано на рис. 1.

2023 OR 2022 OR 2021 OR 2020 OR 2019 OR 2018 OR 2017 OR 2016 OR 2015 OR 2014 OR 2013 OR 2012 OR 2011 OR 2010  
Publication Year

Article  
Publication Type

Green OR Hybrid OR Bronze OR Gold OR All OA  
Open Access

((\"teacher training\" OR \"professional development\" OR \"faculty development\") AND (\"artificial intelligence\" OR \"AI\" OR \"machine learning\" OR \"personalized learning\" OR \"adaptive learning\" OR \"intelligent tutoring\" OR \"education technology\") AND (\"education\" OR \"teaching\" OR \"instruction\"))

Рис. 1. Пошуковий запит у базі даних Dimensions (від 21.03.2024)

### Критерії включення та виключення

Розглянуті критерії включення та виключення узагальнені в таблиці 2.

Таблиця 2

### Критерії включення та виключення

| Критерії                    | Включення                                                                                                                                        | Виключення                                                                                                                            |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Роки видання                | Статті, опубліковані між 2010 та 2023 роками                                                                                                     | Статті, опубліковані до 2010 року та після 2023 року                                                                                  |
| Тип публікації              | Рецензовані журнальні статті                                                                                                                     | Не журнальні статті                                                                                                                   |
| Мова статей                 | Документи англійською мовою                                                                                                                      | Документи не англійською мовою                                                                                                        |
| Доступність                 | Тільки документи з відкритим доступом                                                                                                            | Документи закритого доступу                                                                                                           |
| Тематика статей             | Публікації, присвячені підготовці вчителів або підвищенню кваліфікації в контексті персоналізованого навчання з використанням штучного інтелекту | Публікації, які прямо не стосуються підготовки вчителів або професійного розвитку у зв'язку з персоналізованим навчанням на основі ШІ |
| Вибірка (студенти / молодь) | Студенти, які навчаються на програмах підготовки вчителів, або вчителі                                                                           | Студенти, які не навчаються за учительськими спеціальністю та не є вчителями                                                          |

## Видобування даних

Процес відбору статей для огляду враховував рекомендації PRISMA [14], як показано на рис. 2.

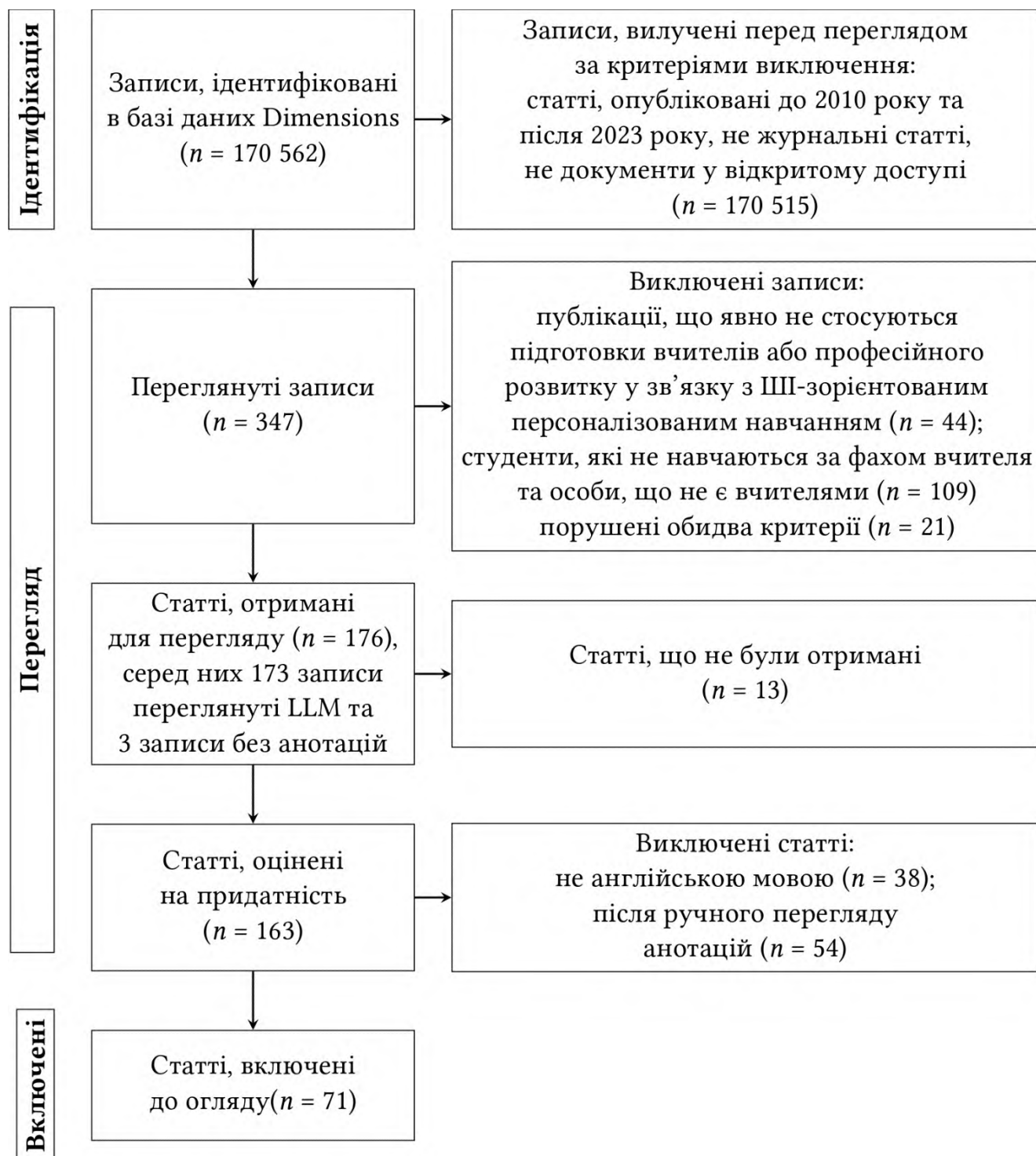


Рис. 2. Блок-схема систематичного огляду відповідно до протоколу PRISMA

Початковий пошук дав загалом 170 563 публікацій. Після застосування критеріїв включення та виключення для подальшого аналізу було відібрано 347 публікацій. Бібліографічні дані, включаючи назви, анотації, ключові слова, інформацію про авторів, кількість цитувань та інші відповідні метадані, були видобуті з Dimensions і імпортовані в програмне забезпечення для бібліометричного аналізу VOSviewer.

### *Візуалізація даних*

Програмне забезпечення VOSviewer 1.6.20 [5] використовувалося для різних бібліометричних аналізів, включаючи [7, 18]:

- аналіз співавторства для виявлення моделей співпраці між дослідниками, установами та країнами, виявляючи видатні кластери дослідників і впливових учасників;
- аналіз співпоявів ключових слів, що дає уявлення про основні теми, тематику та нові тенденції;
- аналіз цитування для оцінки впливових публікацій, авторів і журналів, визначаючи основоположні роботи та ключових учасників, які формують дискурс.

VOSviewer полегшив аналіз мереж цитування для авторів, журналів, організацій, країн і ключових слів за допомогою мережевої візуалізації та візуалізації накладання. Відносини співавторства та кластери між організаціями та країнами встановлювалися на основі сили зв'язків співпраці. Аналіз надав всебічний огляд дослідницького ландшафту в цій галузі.

## **Експеримент**

Щоб автоматизувати етап перегляду (скринінгу), ми використовували великі мовні моделі (LLM) для оцінки анотацій дослідження відповідно до заздалегідь визначених критеріїв включення/виключення. Цей етап скринінгу є критичним вузьким місцем, оскільки він вимагає індивідуального розгляду анотацій.

Формально цю задачу можна описати наступним чином. Нехай дано:

- база даних з  $N$  наукових робіт (статей, дисертацій, книг та їх частин, доповідей), представлених їх анотаціями  $A_1, A_2, \dots, A_N$ ;

- критерії включення  $C_1, C_2, \dots, C_m$ ;

- критерії виключення  $E_1, E_2, \dots, E_n$ .

Нам потрібна модель  $M$ , яка може приймати на вхід кожен анотацію  $A_i$  та критерії  $C_1, C_2, \dots, C_m, E_1, E_2, \dots, E_n$  і виводити мітку  $L_i$ , яка вказує, чи відповідає дослідження критеріям чи ні:

$$M(A_i, C_1, C_2, \dots, C_m, E_1, E_2, \dots, E_n) = L_i,$$

де  $L_i$  може приймати одне з  $k$  значень:

- відповідає всім критеріям включення та не відповідає критеріям виключення;

- порушує критерій включення  $C_j$ ;

- порушує критерій виключення  $E_k$ ;

- порушує деякі критерії включення та виключення тощо.

Ми припускаємо, що великі мовні моделі, попередньо навчені на великих текстових корпусах, можуть ефективно виконувати цю класифікацію, враховуючи семантичне значення анотацій і критеріїв.

Щоб перевірити це припущення, ми створили програму за допомогою OpenAI API для доступу до LLM GPT-3.5 Turbo, яка зчитує набір з 347 статей з анотаціями, ідентифікаторами статей та двома критеріями включення (Додаток А):

$C_1$ : *фокус* - стаття присвячена підготовці вчителів або підвищенню кваліфікації в галузі персоналізованого навчання на основі штучного інтелекту;

$C_2$ : *вибірка* - стаття присвячена вчителям або майбутнім вчителям – студентам, які навчаються на програмах педагогічної освіти.

Для кожної статті текст анотації надавався як підказка для LLM разом з інструкціями проаналізувати, чи були критерії дотримані, порушені або інформації недостатньо. У відповідь LLM повинен був класифікувати кожен статтю в одну з чотирьох категорій: відповідає обома критеріям (1 1), порушує  $C_1$  (0 1), порушує  $C_2$  (1 0) або порушує обидва критерії (0 0).

LLM класифікував 173 із 347 статей як такі, що відповідають обом критеріям включення (табл. 3).

Таблиця 3

### Результати скринінгу з використанням LLM

| Результати скринінгу                     | Кількість робіт |
|------------------------------------------|-----------------|
| Виключено через порушення критерію $C_1$ | 44              |
| Виключено через порушення критерію $C_2$ | 109             |
| Виключені через порушення обох критеріїв | 21              |
| Включено                                 | 173             |

Крім того, 3 статті були помилково ідентифіковані як виключені через відсутність анотацій у джерелі даних. Усього 176 статей було відібрано для повнотекстового пошуку після врахування цієї помилки.

Для оцінки точності ми вручну переглянули вибірку з 50 статей у всіх чотирьох категоріях. Точність для статей, що відповідали критеріям, становила 67%.

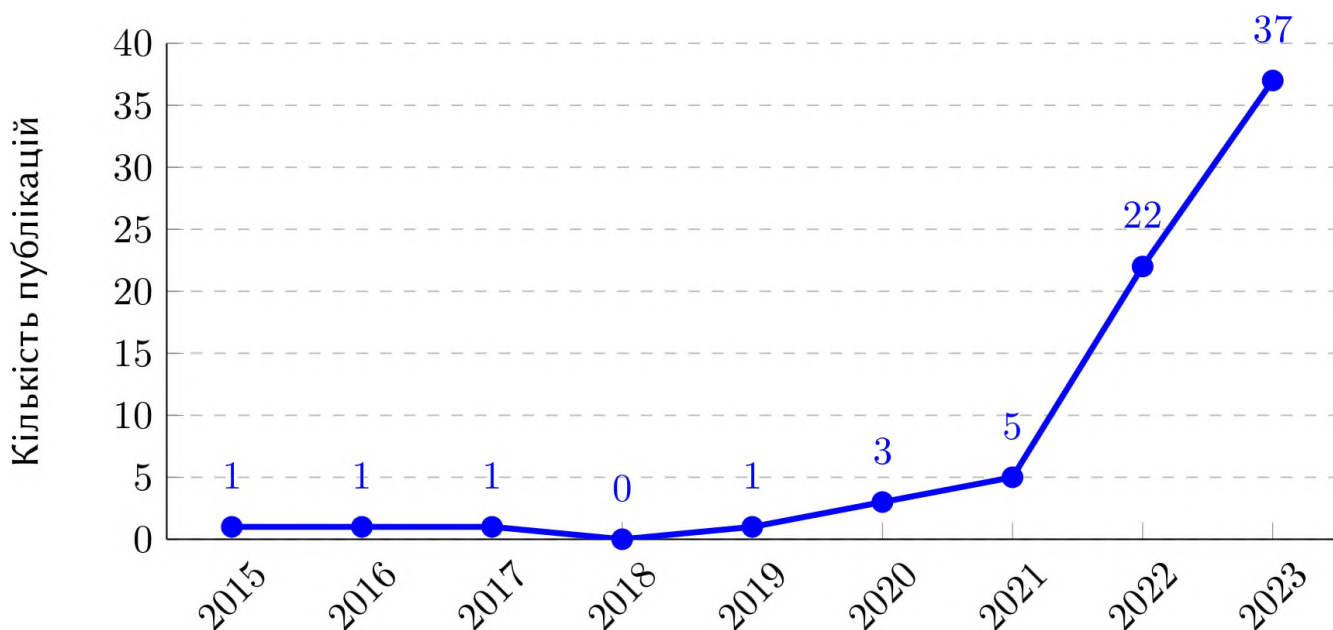
Ми виявили більше хибно позитивних (44%), ніж хибно негативних (16%) результатів. Через високу частку хибно позитивних результатів у вибірці було проведено повний ручний огляд 125 відібраних статей, який показав, що 54 статті (43,2%), включені LLM, насправді порушували один із критеріїв включення.

Нарешті, 71 стаття була включена (докладніше див. репозиторій GitHub [10]).

## Результати

### *Глобальні тенденції досліджень щодо підготовки вчителів або професійного розвитку в контексті персоналізованого навчання на основі ШІ*

Динаміка публікацій з досліджуваної проблеми показана на рис. 3.



*Рис. 3. Динаміка публікацій про підготовку вчителів або підвищення кваліфікації в контексті персоналізованого навчання на основі ІІІ*

Підвищений інтерес учених до цього питання у 2023 році можна пояснити кількома причинами: перш за все, зростанням можливостей для практичного досвіду використання ІІІ-серверів: ChatGPT був представлений широкій публіці в листопаді 2022 року [13], Microsoft Copilot – у травні 2023 року [9], а Google Bard – у лютому 2023 року [15]. Другою причиною є вплив пандемії COVID-19, яка прискорила перехід до комбінованого навчання та використання онлайн-інструментів у навчальному процесі. Це також спонукало до зростаючого інтересу до інноваційних методів викладання, включаючи персоналізоване навчання на основі ІІІ.

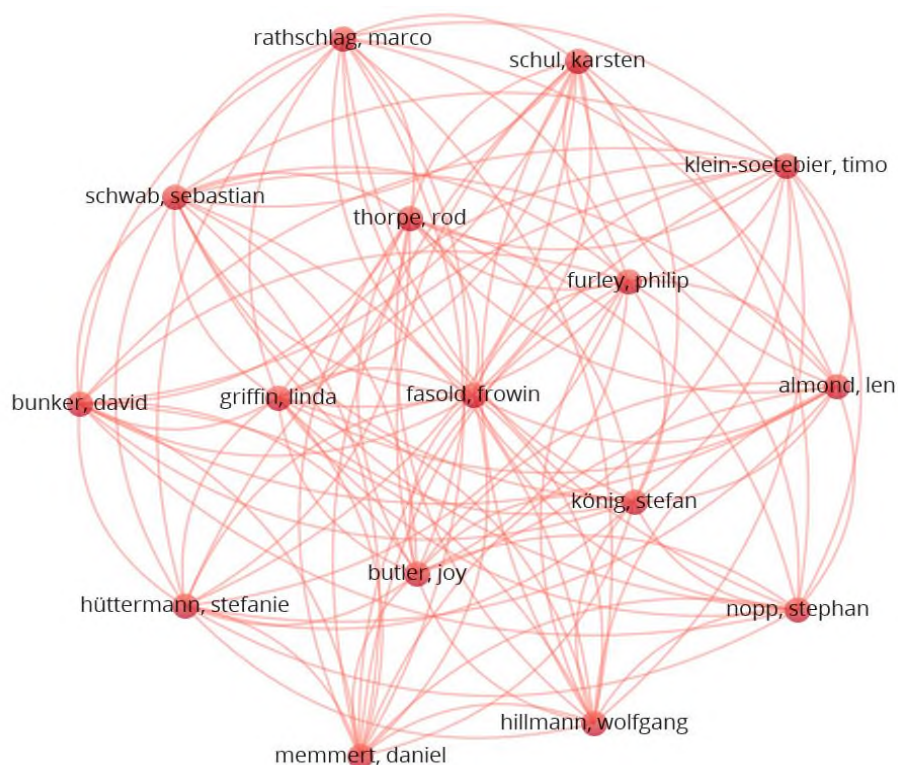
#### ***Автори з найвищим рівнем цитування***

Результати аналізу авторів за цитуваннями узагальнені в табл. 4. Найбільш цитовані автори – Gisela Cebrian, Jordi Mogas і Ramon Palau, а їхня публікація «The Smart Classroom as a Means to the Development of ESD Methodologies» [4] процитована 79 разів.

**Автори з найбільшою кількістю цитувань**

| <b>Ранг</b> | <b>Автор</b>               | <b>Кількість цитувань</b> |
|-------------|----------------------------|---------------------------|
| 1           | Cebrian, Gisela            | 79                        |
| 2           | Mogas, Jordi               | 79                        |
| 3           | Palau, Ramon               | 79                        |
| 4           | Gonzalez-Calatayud, Victor | 66                        |
| 5           | Prendes-Espinosa, Paz      | 66                        |
| 6           | Roig-Vila, Rosabel         | 66                        |
| 7           | Alexandron, Giora          | 58                        |
| 8           | Ariely, Moriah             | 58                        |
| 9           | Cukurova, Mutlu            | 58                        |
| 10          | Nazaretsky, Tanya          | 58                        |
| 11          | Ng, Davy Tsz Kit           | 55                        |
| 12          | Su, Jiahong                | 55                        |
| 13          | Zhong, Yuchun              | 55                        |
| 14          | Almond, Len                | 53                        |
| 15          | Bunker, David              | 53                        |
| 16          | Butler, Joy                | 53                        |
| 17          | Fasold, Frowin             | 53                        |
| 18          | Furley, Philip             | 53                        |
| 19          | Griffin, Linda             | 53                        |
| 20          | Hillmann, Wolfgang         | 53                        |
| 21          | Huttermann, Stefanie       | 53                        |
| 22          | Klein-Soetebier, Timo      | 53                        |
| 23          | Konig, Stefan              | 53                        |
| 24          | Memmert, Daniel            | 53                        |
| 25          | Nopp, Stephan              | 53                        |
| 26          | Rathschlag, Marco          | 53                        |
| 27          | Schul, Karsten             | 53                        |
| 28          | Schwab, Sebastian          | 53                        |
| 29          | Thorpe, Rod                | 53                        |
| 30          | Kirschner, Paul A.         | 36                        |
| 31          | Wasson, Barbara            | 36                        |

Для аналізу співпраці між авторами ми відібрали авторів публікацій, які мають щонайменше 10 цитувань; цій умові відповідають 65 авторів. Однак лише 16 авторів утворюють мережу (рис. 4).



*Рис. 4. Мережа співпраці між авторами в галузі підготовки вчителів або підвищення кваліфікації в контексті персоналізованого навчання на основі ІІІ*

### **Організації з найвищим рівнем цитування**

Аналіз проводився на основі мінімальної кількості 10 цитувань в організації, а результати подані в табл. 5.

*Таблиця 5*

### **Організації з найбільшою кількістю цитувань**

| <b>Ранг</b> | <b>Організація</b>                                          | <b>Кількість цитувань</b> |
|-------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------|
| 1           | University College London (Університетський коледж Лондона) | 103                       |
| 2           | Miguel Hernandez University (Університет Мігеля Ернандеса)  | 66                        |
| 3           | University of Alicante (Університет Аліканте)               | 66                        |
| 4           | University of Murcia (Університет Мурсії)                   | 66                        |
| 5           | Weizmann Institute of Science (Інститут науки Вейцмана)     | 58                        |
| 6           | University of Hong Kong (Університет Гонконгу)              | 55                        |
| 7           | German Sport University (Німецький університет спорту)      | 53                        |
| 8           | Loughborough University (Університет Лафборо)               | 53                        |
| 9           | St. Mary's University College (Університетський коледж)     | 53                        |

| Ранг | Організація                                                                                                      | Кількість цитувань |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
|      | Святої Марії)                                                                                                    |                    |
| 10   | University of British Columbia (Університет Британської Колумбії)                                                | 53                 |
| 11   | University of Education Weingarten (Педагогічний університет Вайнгартена)                                        | 53                 |
| 12   | University of Massachusetts Amherst (Університет штату Массачусетс в Амхерсті)                                   | 53                 |
| 13   | Open University in the Netherlands (Відкритий університет у Нідерландах)                                         | 36                 |
| 14   | University of Bergen (Університет Бергена)                                                                       | 36                 |
| 15   | Lulea University of Technology (Лулеанський технологічний університет)                                           | 29                 |
| 16   | School of Applied Educational Science and Teacher Education (Школа прикладної педагогіки та педагогічної освіти) | 29                 |
| 17   | University of Eastern Finland (Університет Східної Фінляндії)                                                    | 29                 |
| 18   | Chinese University of Hong Kong (Китайський університет Гонконгу)                                                | 25                 |
| 19   | Nanjing Normal University (Нанкінський нормальний університет)                                                   | 24                 |
| 20   | Prince Sultan University (Університет принца Султана)                                                            | 20                 |
| 21   | University of Sahiwal (Університет Сахівал)                                                                      | 20                 |
| 22   | Washington State University (Університет штату Вашингтон)                                                        | 18                 |
| 23   | University of Potsdam (Потсдамський університет)                                                                 | 17                 |
| 24   | Education University of Hong Kong (Університет освіти Гонконгу)                                                  | 10                 |
| 25   | Hong Kong Baptist University (Гонконгський баптистський університет)                                             | 10                 |
| 26   | Lingnan University (Університет Ліннань)                                                                         | 10                 |

Університетський коледж Лондона (UCL) має 103 цитування, що значно перевищує інші організації. Це підкреслює високу дослідницьку продуктивність і вплив UCL у досліджуваній галузі.

Чотири організації – Університет Мігеля Ернандеса, Університет Аліканте, Університет Мурсії та Інститут науки Вейцмана – мають від 58 до 66 цитувань кожна, що ставить їх на наступний рівень після UCL.

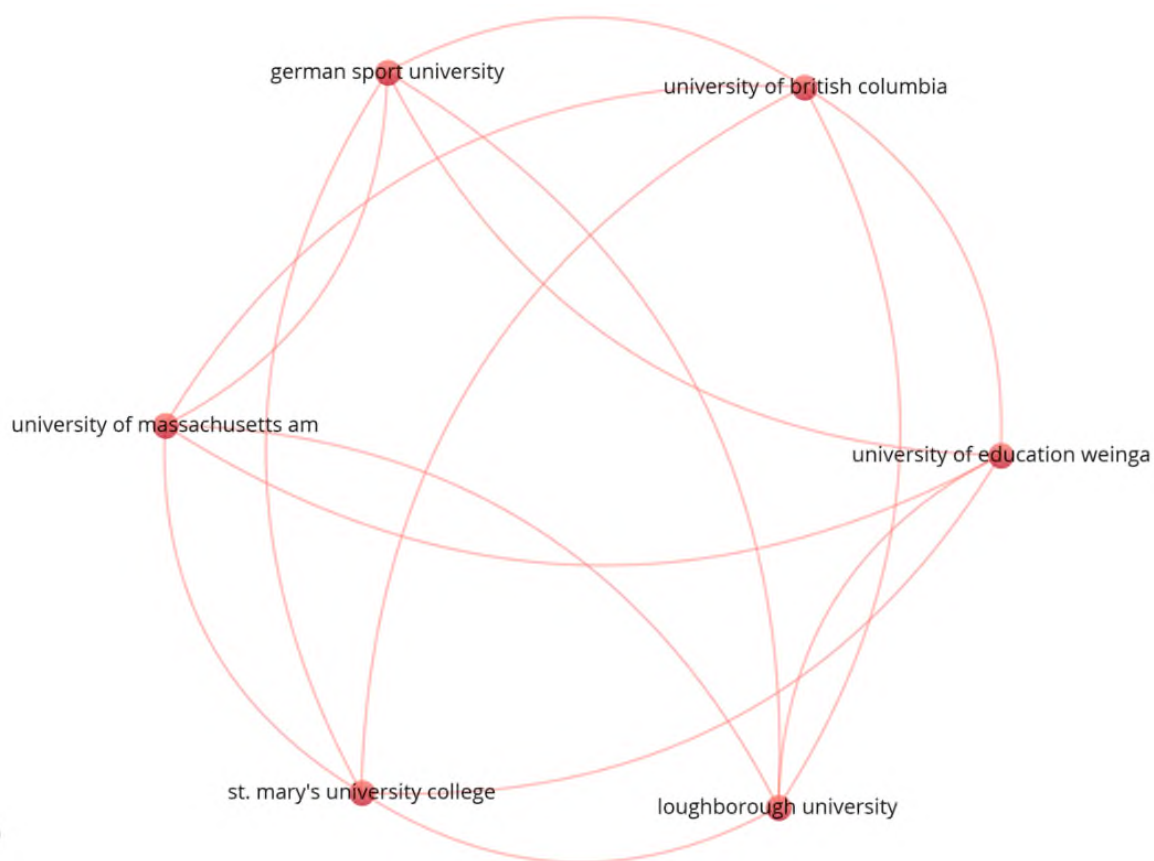
Кілька університетів з Великобританії (Університет Лафборо, Коледж

Святої Марії), Німеччини (Німецький університет спорту, Педагогічний університет Вайнгартена) і Північної Америки (Університет Британської Колумбії, Університет штату Массачусетс в Амхерсті) також помітно присутні в топ-цитованнях, що вказує на їхню дослідницьку силу в цій галузі.

Кілька університетів з Азії (Університет Гонконгу, Китайський університет Гонконгу), Європи (Лулеанський технологічний університет, Університет Східної Фінляндії, Відкритий університет у Нідерландах, Університет Бергена) і Близького Сходу (Університет принца Султана, Університет Сахівал) мають скромну кількість цитувань порівняно з провідними організаціями, але все ж відповідають мінімальному порогу в 10 цитувань.

Наявність організацій з різних географічних регіонів свідчить про те, що досліджувана галузь має глобальний охоплення та дослідницький інтерес. Варто зазначити, що кількість цитувань - це лише один показник для оцінки результатів і впливу досліджень. Слід також враховувати інші фактори, такі як якість досліджень, їх новизна та практичне застосування.

Щоб проаналізувати співпрацю між 72 організаціями, ми відібрали організації, що мають не менше 10 цитувань; 26 організацій відповідають цій умові. Однак лише 6 організацій утворюють мережу (рис. 5).



*Рис. 5. Мережа співпраці між ЗВО в галузі ІІІ*

### ***Країни з найбільшою кількістю публікацій***

Для виявлення популярних країн і моделей співпраці в дослідницьких публікаціях був проведений аналіз бібліометричних зв'язків. Аналіз базувався на мінімальній кількості 1-го документа країни та мінімум 1-го цитування країни, при цьому з 27 країн 22 відповідали порогу. Результати представлені в табл. 6.

*Таблиця 6*

### **Країни з найбільшою кількістю документів та цитувань**

| Ранг | Країна                                  | Кількість публікацій | Кількість цитувань |
|------|-----------------------------------------|----------------------|--------------------|
| 1    | Сполучене Королівство (Велика Британія) | 7                    | 165                |
| 2    | Китай                                   | 7                    | 130                |
| 3    | Сполучені Штати Америки                 | 6                    | 83                 |
| 4    | Іспанія                                 | 5                    | 71                 |
| 5    | Німеччина                               | 4                    | 74                 |

|    |                                 |   |    |
|----|---------------------------------|---|----|
| 6  | Канада                          | 2 | 54 |
| 7  | Швеція                          | 2 | 37 |
| 8  | Саудівська Аравія               | 2 | 27 |
| 9  | Єгипет                          | 2 | 7  |
| 10 | Ізраїль                         | 1 | 58 |
| 11 | Нідерланди                      | 1 | 36 |
| 12 | Норвегія                        | 1 | 36 |
| 13 | Фінляндія                       | 1 | 29 |
| 14 | Пакистан                        | 1 | 20 |
| 15 | Філіппіни                       | 1 | 9  |
| 16 | Румунія                         | 1 | 9  |
| 17 | Південно-Африканська Республіка | 1 | 7  |
| 18 | Ліван                           | 1 | 6  |
| 19 | Катар                           | 1 | 6  |
| 20 | Україна                         | 1 | 3  |
| 21 | Японія                          | 1 | 1  |
| 22 | Швейцарія                       | 1 | 1  |

Таблиця 6 виявляє цікаву взаємозалежність між кількістю опублікованих документів (публікаційна активність) і кількістю отриманих цитувань (вплив цитування). Велика Британія є лідером за найбільшою кількістю документів (7), за нею – Китай (7) з дещо меншою кількістю цитувань (130 проти 165). Це свідчить про те, що Велика Британія видає більший обсяг досліджень, тоді як дослідження Китаю можуть бути більш впливовими на основі цитувань.

Велика Британія, Китай і Сполучені Штати Америки є трьома найкращими країнами за кількістю документів і цитувань. Кількість документів і цитувань між п'ятіркою кращих і рештою країн істотно падає, що може свідчити про концентрацію дослідницької діяльності в певній групі країн.

### ***Видання з найбільшою кількістю публікацій***

Подальший аналіз був зроблений для виявлення найбільш популярних журналів. Результати представлені в табл. 7.

*Таблиця 7*

### **Джерела з найбільшою кількістю документів та цитувань**

| Ранг | Видання | Кількість | Кількість |
|------|---------|-----------|-----------|
|------|---------|-----------|-----------|

|    |                                                               | <b>публікацій</b> | <b>цитувань</b> |
|----|---------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------|
| 1  | Education and Information Technologies                        | 6                 | 76              |
| 2  | Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence | 5                 | 58              |
| 3  | Computers and Education Artificial Intelligence               | 4                 | 75              |
| 4  | International Journal of Artificial Intelligence in Education | 3                 | 31              |
| 5  | Sustainability                                                | 2                 | 87              |
| 6  | Wireless Communications and Mobile Computing                  | 2                 | 31              |
| 7  | Applied Sciences                                              | 1                 | 66              |
| 8  | British Journal of Educational Technology                     | 1                 | 58              |
| 9  | Research Quarterly for Exercise and Sport                     | 1                 | 53              |
| 10 | TechTrends                                                    | 1                 | 36              |
| 11 | Contemporary Educational Technology                           | 1                 | 20              |
| 12 | Center for Educational Policy Studies Journal                 | 1                 | 18              |
| 13 | Journal of Science Education and Technology                   | 1                 | 17              |

Таблиця 7 демонструє поєднання дослідницьких напрямків, що розглядають цю тему. До провідних джерел належать журнали, зосереджені на освітніх технологіях (Education and Information Technologies, Computers and Education Artificial Intelligence, British Journal of Educational Technology), що вказує на сильний акцент на технологічних аспектах підготовки вчителів. Наявність матеріалів AAAI Conference on Artificial Intelligence означає зосередження на основних принципах ІІІ, застосованих до персоналізованого навчання.

Цікаво, що публікації в Sustainability мають високі показники цитування, незважаючи на меншу кількість документів. Це свідчить про те, що дослідження, які вивчають довгострокові соціальні та екологічні наслідки навчання на основі ІІІ, є впливовими. Включення таких журналів, як Wireless Communications and Mobile Computing, свідчить про дослідження того, як мобільні технології можуть полегшити персоналізоване навчання та підготовку, необхідну вчителям для їх використання.

Хоча публікації в International Journal of Artificial Intelligence in Education присутні, відносно менша кількість документів свідчить про прогалину в дослідженнях, безпосередньо зосереджених на педагогічних наслідках ІІ в освіті. Наявність, здавалося б, не пов'язаних журналів, таких як Research Quarterly for Exercise and Sport, вимагає подальшого дослідження. Можливо, ці дослідження вивчають вплив персоналізованого навчання на добробут студентів або використання ІІ для персоналізованих програм фізичного виховання.

### ***Співвідношення ключових слів***

Аналіз одночасної появи ключових слів проводився для дослідження популярних ключових областей, пов'язаних з темою дослідження. Аналіз базувався на мінімальній кількості десяти повторень терміну, де з 2337 термінів 50 відповідали порогу. Для кожного з 50 термінів було обчислено оцінку релевантності, а вибір 30 термінів базувався на типовому виборі 60% найбільш релевантних термінів. 4 загальні слова не були вибрані: article, paper, role і use. Решта ключових слів (26) представлені на рис. 6.

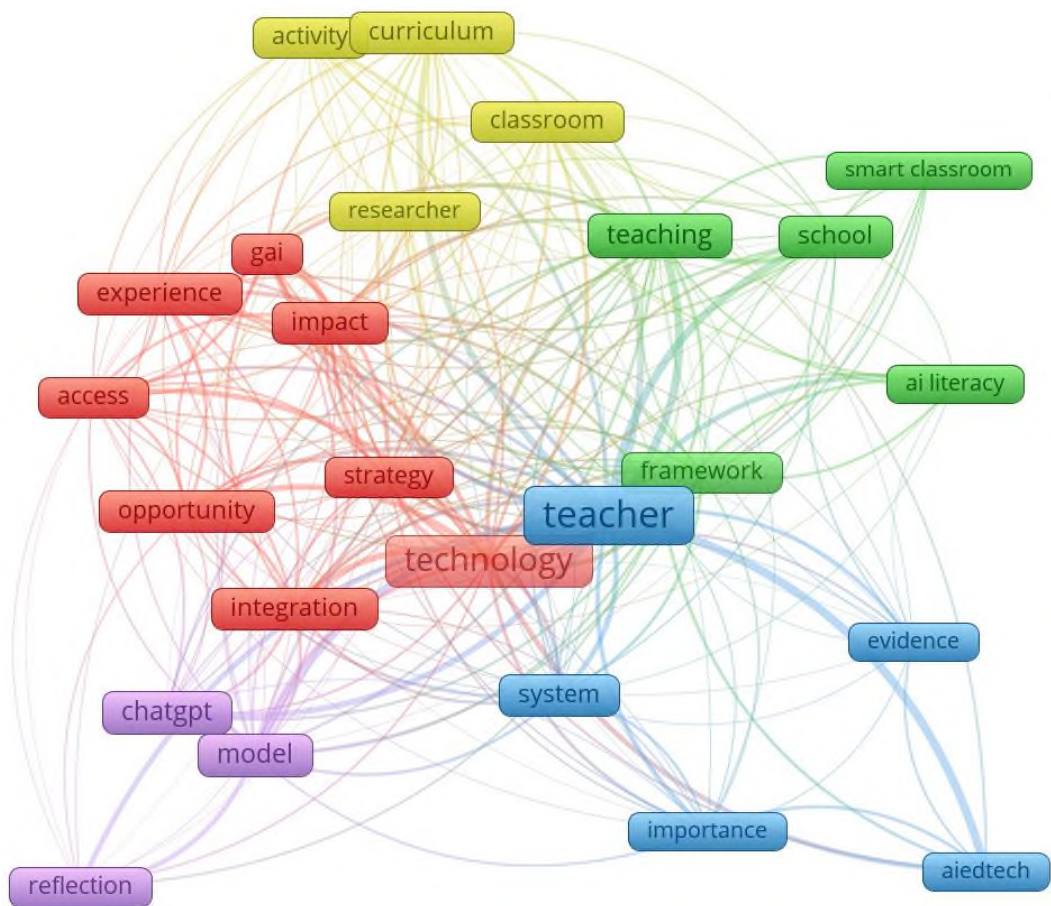


Рис. 6. Мережева візуалізація ключових слів за темою дослідження

Ми використовуємо 3 основні прийоми для аналізу карти ключових слів:

1. Аналіз кластерів – ключові слова, схоже, згруповані в п'ять окремих кластерів, кожен з яких поданий іншим кольором.

- кластер 1 (червоний) включає такі ключові слова, як «experience», «gai», «impact», «integration», «opportunity» і «strategy», пов'язані із загальним впливом, можливостями та стратегіями, пов'язаними з персоналізованим навчанням на основі ШІ;

- кластер 2 (зелений) містить такі ключові слова, як «ai literacy», «analysis», «framework», «school» і «teaching», пов'язані з рамками, аналізом і аспектами викладання персоналізованого навчання на основі ШІ;

- кластер 3 (синій) включає такі ключові слова, як «aiedtech», «evidence», «importance» і «system», пов'язані з доказами, важливістю та системами, задіяними в персоналізованому навчанні на основі ШІ;

- Кластер 4 (жовтий) включає такі ключові слова, як «activity», «classroom», «curriculum» і «researcher», пов'язані з класним середовищем, навчальною програмою та дослідницькими аспектами персоналізованого навчання на основі ІІІ;

- кластер 5 (фіолетовий) містить такі ключові слова, як «chatgpt», «model» і «reflection», пов'язані з конкретними моделями ІІІ, такими як ChatGPT, і рефлексією щодо їх використання в персоналізованому навчанні.

## 2. Визначення частоти ключових слів і сили зв'язку:

- ключове слово з найбільшою кількістю входжень – «teacher» (199 входжень), за ним слідують «technology» (115 входжень) і «teaching» (52 входження): такі високі показники свідчать про те, що дослідження в основному зосереджені на вчителях, технологіях і практиках викладання в контексті персоналізованого навчання на основі ІІІ;

- ключові слова з високою загальною силою зв'язку, такі як «technology» (1178), «model» (521) і «teaching» (626), вказують на сильні зв'язки та одночасне використання разом з іншими ключовими словами, що свідчить про їх центральну роль у темі дослідження.

## 3. Часовий і цитатний аналіз:

- середній рік публікації для більшості ключових слів припадає приблизно на 2022 рік, що вказує на те, що тема дослідження є відносно новою;

- такі ключові слова, як «aiedtech» (58 середніх цитувань) і «smart classroom» (55,3 середніх цитувань), мають високу середню кількість цитувань, що свідчить про те, що це усталені або впливові концепції в цій галузі;

- такі ключові слова, як «ai literacy» (1.269 середніх нормалізованих цитувань) і «importance» (1.4044 середніх нормалізованих цитувань), мають відносно високі середні нормалізовані показники цитування, що вказує на їх потенційний вплив і актуальність у темі дослідження.

Карта ключових слів надає розуміння різних аспектів і вимірів оптимізації підготовки та перепідготовки вчителів для епохи персоналізованого навчання на основі ІІІ. Вона підкреслює важливість учителів, технологій,

практик викладання, середовищ у класі, навчальної програми та конкретних моделей ШІ, таких як ChatGPT. Аналіз також свідчить про те, що тема дослідження є відносно новою, але вже набула популярності, з'явилися деякі впливові концепції та широко цитовані дослідження.

Слід зазначити *кілька обмежень цього дослідження*. По-перше, критерії включення були сформульовані у відносно простих семантичних одиницях щодо фокусу дослідження та вибірки. Більш складні критерії, включаючи дизайн дослідження, деталі впливу на вибірку, статистичний аналіз тощо, можуть бути викликом для поточних можливостей LLM, але їх ефективність можна покращити, розробляючи запити або уточнюючи модель на основі даних систематичних оглядів без LLM. Крім того, ми не оцінювали ефективність LLM у різних галузях досліджень: критерії включення/виключення надавалися моделі як підказки, не будучи специфічними для конкретної галузі. Налаштування або уточнення LLM для кожної області досліджень може підвищити ефективність. Незважаючи на ці обмеження, це дослідження висвітлює величезний потенціал використання передових моделей штучного інтелекту для прискорення роботи з синтезу досліджень на основі доказів. Оскільки LLM швидко розвиваються, вони, ймовірно, відіграватимуть дедалі помітнішу роль в оптимізації не лише систематичних оглядів, а й інших важливих дослідницьких заходів.

Цей бібліометричний аналіз надав всебічний огляд поточного дослідницького ландшафту щодо підготовки та перепідготовки вчителів у контексті персоналізованого навчання на основі ШІ. Систематично аналізуючи публікації, авторів, установи, країни, джерела та одночасне використання ключових слів, ми виявили кілька ключових висновків і тенденцій.

Дослідження висвітлює недавній сплеск інтересу до досліджень у цій галузі, особливо у 2023 році, обумовлений зростанням практичного застосування технологій ШІ та прискореним впровадженням підходів до

онлайн і комбінованого навчання під час пандемії COVID-19. Визначено впливових авторів, установи та країни, що проливає світло на ключових учасників, які формують дискурс, і географічний розподіл дослідницьких зусиль.

Аналіз виявив міждисциплінарний характер досліджень з внесками з різних галузей, таких як освітні технології, штучний інтелект, сталий розвиток і бездротовий зв'язок. Ця різноманітність підкреслює складний і багатогранний характер проблеми, що вимагає синергетичного підходу з різних дисциплін.

Завдяки аналізу одночасної появи (використання у переліку) ключових слів ми виявили поширені теми, поняття та нові тенденції в темі дослідження. Аналіз підкреслив центральний фокус на вчителів, технологіях, практиках викладання, освітніх середовищах, навчальних програмах і конкретних моделях ШІ, таких як ChatGPT. Визначення цих ключових областей надає дорожню карту для майбутніх досліджень і основу для розробки комплексних програм підготовки та перепідготовки вчителів.

Оскільки LLM швидко розвиваються, вони, ймовірно, відіграватимуть дедалі помітнішу роль в оптимізації не лише систематичних оглядів, а й інших важливих дослідницьких заходів. Перспективними напрямками є використання LLM для інших кроків систематичного огляду, таких як повнотекстовий скринінг, видобування даних з досліджень, аналіз ризику упередженості та навіть інтелектуальний синтез результатів досліджень. Вивчення того, як LLM можуть значної мірою автоматизувати процес систематичного огляду в надійному, перевіреному конвеєрі машинного навчання (LLMOps), є захоплюючою областю для майбутніх досліджень з глибокими наслідками для прискорення наукових відкриттів на основі синтезу та прийняття рішень на основі доказів. Для національних освітніх досліджень це ще одна можливість перейти до доказової освіти, яка подібна до доказової медицини тим, що надає можливість приймати обґрунтовані рішення щодо вибору конкретних дій (впливів, втручань тощо) в освітньому процесі, ефективність яких у даному контексті науково доведена.

**Використання OpenAI LLM для скринінгу статей**

Наступний код використовує Python та бібліотеку від OpenAI версії 0.28:

```
pip install openai==0.28
```

Після отримання ключа OpenAI API (<https://help.openai.com/en/articles/4936850-where-do-i-find-my-openai-api-key>) було створено функцію llm\_response:

```
import openai
import os

openai.api_key = os.getenv("OPENAI_API_KEY")

def llm_response(prompt):
    response = openai.ChatCompletion.create(
        model='gpt-3.5-turbo',
        messages=[{'role':'user', 'content':prompt}],
        температура=0
    )
    return response.choices[0].message['content']
```

Для того, щоб продовжити роботу з усіма статтями, було експортовано такі поля: paper\_id та abstract. Таким чином, отриманий код містив 347 пар, перша з яких - ідентифікатор статті (наприклад, pub.1164411384), а друга - анотація статті:

```
all_reviews = [
["pub.1164411384", "Artificial intelligence (AI) has tremendous potential to change
the way we train future health professionals. Although AI can provide improved
realism, engagement, and personalization in nursing simulations, it is also important
to address any issues associated with the technology, teaching methods, and ethical
considerations of AI. In nursing simulation education, AI does not replace the
valuable role of nurse educators but can enhance the educational effectiveness of
simulation by promoting interdisciplinary collaboration, faculty development, and
learner self-direction. We should continue to explore, innovate, and adapt our
teaching methods to provide nursing students with the best possible education."],
# пропущено решту 346 рядків
]
```

Наступний код призначений для класифікації статей за критеріями включення (1 1) та виключення (0 1, 1 0, 0 0):

```
all_sentiments = []
for review in all_reviews:
    paper_id = review[0]
    abstract = review[1]
```

```
prompt = f'''
```

```
    You should analyze the abstracts and answer 2 questions:
```

1. Is this publication focusing on teacher training or professional development in the context of AI-powered personalized learning?
2. Is the population the students majoring in the teacher's training programs or teachers?

Your answer should be "1 1" in case of positive answers on both questions, "0 0" in case of negative answers, "1 0" in case of first positive and second negative, and "0 1" vice versa. Don't add any other text to your answer.

The abstract:

```
    {abstract}
```

```
'''
```

```
response = llm_response(prompt)
```

```
all_sentiments.append([paper_id, response])
```

```
num_11 = 0
```

```
num_10 = 0
```

```
num_01 = 0
```

```
num_00 = 0
```

```
list_11 = []
```

```
list_10 = []
```

```
list_01 = []
```

```
list_00 = []
```

```
for sentiment in all_sentiments:
```

```
    paper_id = sentiment[0]
```

```
    answer = sentiment[1]
```

```
    if answer == "1 1":
```

```
        num_11 += 1
```

```
        list_11.append(paper_id)
```

```
    if answer == "1 0":
```

```
        num_10 += 1
```

```
        list_10.append(paper_id)
```

```
    if answer == "0 1":
```

```
        num_01 += 1
```

```
        list_01.append(paper_id)
```

```
    if answer == "0 0":
```

```
        num_00 += 1
```

```
list_00.append(paper_id)

print("Включено ", num_11, "записи: ", list_11)
print("Виключено за порушенням 1-го критерію ", num_01,
"записи: ", list_01)
print("Виключено за порушенням 2-го критерію ", num_10,
"записи: ", list_10)
print("Виключено за порушенням обох критеріїв", num_00,
"записи: ", list_00)
```

### Список використаних джерел

1. Dimensions. URL: <https://app.dimensions.ai/discover/publication> (дата доступу: 24.12.2024).
2. Scopus. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Scopus> (дата доступу: 24.12.2024).
3. Web of Science. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Web\\_of\\_Science](https://en.wikipedia.org/wiki/Web_of_Science) (дата доступу: 24.12.2024).
4. Cebrián G., Palau R., Mogas J. The Smart Classroom as a Means to the Development of ESD Methodologies. Sustainability. 2020. Vol. 12, no. 7. P. 3010. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12073010>
5. Centre for Science and Technology Studies, Leiden University. VOSviewer - Visualizing scientific landscapes. 2024. URL: <https://www.vosviewer.com/> (дата доступу: 24.12.2024).
6. Demianenko V. B. Principles of a unified open personalized computer-integrated learning environment for the Junior Academy of Sciences of Ukraine. Educational Dimension. 2023. Vol. 8. P. 187-211. DOI: <https://doi.org/10.31812/ed.599>
7. van Eck N. J., Waltman L. VOSviewer Manual: Manual for VOSviewer version 1.6.20. Universiteit Leiden, 2023. URL: [https://www.vosviewer.com/documentation/Manual\\_VOSviewer\\_1.6.20.pdf](https://www.vosviewer.com/documentation/Manual_VOSviewer_1.6.20.pdf) (дата доступу: 24.12.2024).
8. Fadiev L. O. Enhancing adaptive learning with Moodle's machine learning. Educational Dimension. 2021. Vol. 5. P. 1-7. DOI: <https://doi.org/10.31812/ed.625>
9. Mehdi Y. Announcing the next wave of AI innovation with Microsoft Bing and Edge. 2023. URL: <https://blogs.microsoft.com/blog/2023/05/04/announcing-the-next-wave-of-ai-innovation-with-microsoft-bing-and-edge/> (дата доступу: 24.12.2024).
10. Mintii I. S., Semerikov S. O. Optimizing Teacher Training and Retraining for the Age of AI-Powered Personalized Learning: A Bibliometric Analysis (Raw and Processed Data). 2024. URL: [https://github.com/ssemerikov/ITEST2024\\_MintiiSemerikov](https://github.com/ssemerikov/ITEST2024_MintiiSemerikov) (дата доступу: 24.12.2024).
11. Mintii I. S. Blended learning for teacher training: benefits, challenges, and recommendations. Educational Dimension. 2023. Vol. 9. P. 1-12. DOI: <https://doi.org/10.31812/ed.581>
12. Ndibalema P. M. The growth of cyberbullying among youth in higher learning institutions: a bibliometric analysis. Educational Dimension. 2024. DOI:

- <https://doi.org/10.55056/ed.700>
13. OpenAI. Introducing ChatGPT. 2022. URL: <https://openai.com/blog/chatgpt> (дата доступу: 24.12.2024).
  14. Page M. J. et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021. Vol. 372. P. n71. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
  15. Pichai S. An important next step on our AI journey. 2023. URL: <https://blog.google/technology/ai/bard-google-ai-search-updates/> (дата доступу: 24.12.2024).
  16. Semerikov S. O., Striuk A. M., Shalatska H. M. AI-assisted language education: critical review. *Educational Dimension*. 2021. Vol. 4. P. 1-7. DOI: <https://doi.org/10.31812/ed.623>
  17. Semerikov S. O. et al. Development of the computer vision system based on machine learning for educational purposes. *Educational Dimension*. 2021. Vol. 5. P. 8-60. DOI: <https://doi.org/10.31812/educdim.4717>
  18. Smyrnova-Trybulska E., Morze N., Kuzminska O., Kommers P. Mapping and visualization: Selected examples of international research networks. *Journal of Information, Communication and Ethics in Society*. 2018. Vol. 16, no. 4. P. 381-400. DOI: <https://doi.org/10.1108/JICES-03-2018-0028>