

Adaptive learning concept selection: a bibliometric review of scholarly literature from 2011 to 2019

Liliia O. Fadieieva^[0000–0003–4906–2539]

Kryvyi Rih State Pedagogical University,
54 Gagarin Ave., Kryvyi Rih, 50086, Ukraine
liliia.fadieieva@kdpu.edu.ua

Abstract. The article describes the bibliometric analysis of scientific literature on adaptive learning in social sciences. With the selected documents, a cluster analysis was carried out according to the co-occurrence of keywords. As a result, the keywords were divided into five clusters, including ones associated with computer-aided instruction, engineering education, basic didactic principles, and individualized learning. The most interrelated keywords, primary keywords, and the chronological limits of the research were also determined from 2011 to 2019.¹

Keywords: adaptive learning · bibliometric review · VOSviewer.

1 Вступ

Закон України “Про освіту” визначає освіту як основу “інтелектуального, духовного, фізичного і культурного розвитку особистості, її успішної соціалізації, економічного добробуту, запорукою розвитку суспільства, об’єднаного спільними цінностями і культурою, та держави.” [17]. Основним постачальником систематичної якісної освіти є компетентний викладацький склад (науково-педагогічні та наукові працівники) [10]. У Стратегії розвитку вищої освіти України на 2022–2032 роки зазначено, що “професії, пов’язані із збереженням здоров’я, освітою, творчістю, наданням індивідуальних послуг, залишаються актуальними, оскільки не зможуть бути заміщені автоматизованими системами навіть з використанням штучного інтелекту” [4].

Однією з цілей вищої освіти є “забезпечення якісної освітньо-наукової діяльності, конкурентоспроможної вищої освіти, яка є доступною для різних верств населення” [4]. Досягнення цієї мети передбачає “надання особливої підтримки [для доступу до вищої освіти через] оснащення сучасних базових навчальних лабораторій та передових науково-дослідних лабораторій

¹ Це розширена версія статті, представленої на PhD Symposium ICTERI 2023: 18th International Conference on ICT in Education, Research, and Industrial Applications: Integration, Harmonization, and Knowledge Transfer [7].

закладів вищої освіти обладнанням для інформаційних технологій (цифровою інфраструктурою), сприяння використанню інноваційних технологій та новітніх засобів навчання в освітньому процесі” [4].

Оскільки політика України спрямована на інтеграцію до Європейського Союзу (ЄС), слід також враховувати стратегічні напрями цифровізації вищої освіти в ЄС, представлені в “Плані дій цифрової освіти на 2021–2027 роки” (Digital Education Action Plan for 2021–2027). Він пропонує стратегію для європейської освіти, яка включає покращення якості та кількості викладання щодо цифрових технологій, підтримку цифровізації методів навчання та педагогіки. План дій наголошує на [2]:

- високій цифровій компетентності та впевненості вчителів та педагогічного персоналу [12, 14];
- високоякісному навчальному контенті, зручних інструментах та безпечних платформах, які дотримуються правил електронної конфіденційності та етичних стандартів [3, 11];
- цифровій грамотності, зокрема боротьбі з дезінформацією [15, 16];
- високому рівні знання та розуміння технологій опрацювання даних, таких як штучний інтелект (ШІ) [8, 18].

Починаючи з 2020 року (пандемія COVID-19), а особливо з 2022 року (повномасштабне вторгнення Росії в Україну), перед українськими викладачами постають проблеми у реалізації екстреного дистанційного навчання [9]. Це породжує багато проблем як технічного, так і організаційного характеру, які кардинально змінили цифрову компетентність українських освітян. Крім того, поява нових технологій, таких як штучний інтелект, віртуальна або доповнена реальність і соціальна робототехніка, кидає виклик педагогам і вимагає від них активнішої ролі в розробці та впровадженні цих інструментів, щоб забезпечити ефективне, бажане та інклюзивне їх використання [1].

Загалом, існує потреба в розробці та перевірці нових методів і технологій навчання, а також шляхах дослідження того, як нові цифрові технології можна плавно інтегрувати в існуючу практику викладання та навчання. Одним із відомих застосувань штучного інтелекту в освіті є технологія адаптивного навчання [6, 13].

Отже, метою цього дослідження є визначення проблемного поля дослідження та його ключових понять. А також встановлення хронологічних меж бібліометричного аналізу у період найбільшого зростання і розвитку зацікавленості наукової спільноти до адаптивного навчання.

2 Методика дослідження

Задля визначення проблемного поля та його ключових понять було проведено бібліометричний аналіз за допомогою VOSviewer [5]. Цей програмний засіб був обраний через те, що він дає змогу досить ефективно кластеризувати дані на основі ключових слів та цитувань.

Для відбору літератури було обрано лише наукометричну базу Scopus, оскільки під час аналізу літератури з наукометричної бази Web of Science було встановлено, що більшість джерел збігаються, а ті що є унікальними не змінюють результатів дослідження.

Літературу було відібрано за запитом:

TITLE("adaptive learning") AND (LIMIT-TO(SUBJAREA, "SOCI"))

Відповідно до запиту, термін “adaptive learning” (“адаптивне навчання”) з’являється в назвах статей, розділів або книг, що належать до предметної галузі “social sciences” (“соціальні науки”).

Було вирішено обмежити пошук лише за одним ключовим словом, оскільки воно є загальноприйнятим терміном, а використання синонімів могло призвести до помилкових результатів у процесі підбору літератури. А предметна галузь була обмежена лише соціальними науками оскільки нас в першу чергу цікавила методика використання технології адаптивного навчання.

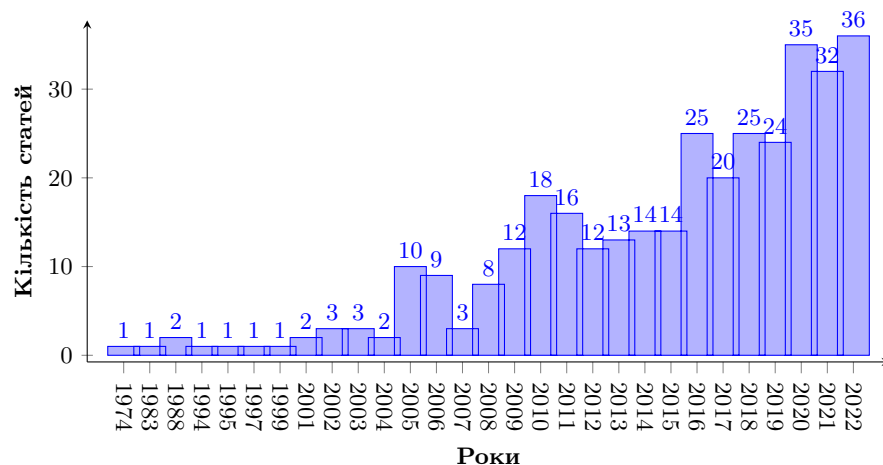


Рис. 1. Розподіл статей за роками.

3 Результати та обговорення

У результаті було відібрано 344 документи, а їх розподіл за роками представлено на рисунку 1.

Було проведено кластерний аналіз за співпоширеністю ключових слів: з 1836 ключових слів було відібрано 30, які зустрічалися принаймні 10 разів (таблиця 1).

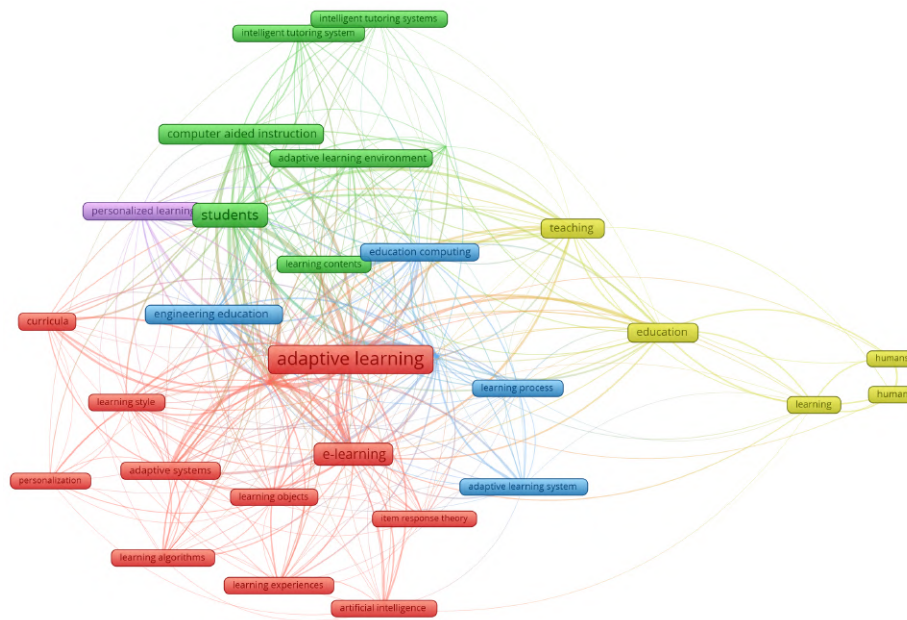


Рис. 2. Візуалізація мережі ключових слів.

Результати кластерного аналізу подані на рис. 2.

Відповідно до таблиці 1 і рисунку 2 ключові слова були розділені на п'ять кластерів. Розберемо їх докладніше.

Перший кластер включає 12 ключових слів (рисунк 3), 5 з яких переважно пов'язані з теорією адаптивного навчання: *adaptive learning*, *adaptive systems*, *curricula*, *learning style*, *learning experiences*, *learning algorithms*, *personalization*. Інші концепції пов'язані з адаптивним тестуванням (*item response theory*), яке реалізоване у системах електронного навчання (*e-learning*) — як приклад, навчальна система (*learning system*), яка працює з навчальними об'єктами (*learning objects*) та яку можна автоматизувати за допомогою штучного інтелекту (*artificial intelligence*).

Другий кластер містить 7 ключових слів (рисунк 4), пов'язаних з практикою комп'ютерного навчання студентів (*computer aided instruction*, *students*). Зокрема, оцінка продуктивності навчання (*learning performance*) та оцінка змісту навчання (*learning contents*) в адаптивному навчальному середовищі (*adaptive learning environment*), наприклад, інтелектуальних навчальних системах (*intelligent tutoring systems*).

Третій кластер містить 5 ключових слів (рисунк 5), які описують реалізацію навчального процесу (*learning process*) в рамках інженерної освіти (*engineering education*) засобами ІКТ (*education computing*), наприклад, адаптивні системи навчання (*adaptive learning systems*).

Табл. 1. Розподіл ключових слів за кластерами.

Ключове слово	Кластер	Вага	Зв'язки	Вага	Загальна сила зв'язків	Вага	попая	Оцінка Сер. к-сть пуб. на рік	Оцінка Сер. к-сть цитув.	Оцінка Сер. норм. цитув.
adaptive learning	1	29	425	158	2016.0443	10.6076	0.966			
learning systems	1	27	445	118	2014.6356	10.6949	0.8159			
e-learning	1	27	280	70	2015.4571	6.6857	0.7592			
adaptive systems	1	25	126	28	2013.6429	28.3929	1.1589			
learning objects	1	22	46	12	2012	24.8333	1.6496			
learning style	1	21	72	17	2013.4706	32.4118	1.5342			
learning algorithms	1	20	53	13	2015.4615	34	1.6297			
learning experiences	1	19	56	11	2015.4545	9.2727	1.1661			
artificial intelligence	1	18	41	14	2016.6429	7.8571	0.8118			
item response theory	1	18	33	10	2017.3	17.1	1.8503			
curricula	1	17	78	21	2014.7143	7.9048	0.8894			
personalization	1	14	27	10	2013.9	70.8	3.1478			
students	2	26	338	75	2015.68	11.72	1.0332			
computer aided instruction	2	25	209	40	2014.975	13.975	1.0588			
adaptive learning environment	2	23	82	19	2014.4211	14.5263	1.4182			
learning contents	2	20	49	11	2013.6364	11.6364	0.9208			
learning performance	2	19	48	11	2014.1818	11.3636	0.8037			
intelligent tutoring system	2	17	49	11	2014.5455	22.0909	1.4888			
intelligent tutoring systems	2	15	34	12	2017.9167	15.6667	1.9702			
adaptive learning systems	3	27	269	66	2015.1667	7.9697	0.8392			
education computing	3	25	135	25	2015.96	4	0.5437			
engineering education	3	23	121	29	2013.7931	6.8966	0.7189			
learning process	3	20	48	12	2016.5833	4	0.5026			
adaptive learning system	3	19	58	15	2016.4667	9.8667	0.8269			
education	4	25	144	35	2011.8286	11.8286	0.7189			
teaching	4	25	133	29	2015.7931	8.1379	0.6896			
learning	4	12	38	17	2015.0588	5.9412	0.5421			
human	4	5	29	11	2013	12.0909	0.8125			
humans	4	5	27	10	2015.5	10.3	0.8126			
personalized learning	5	20	79	21	2017.7619	14.5714	1.3967			

Четвертий кластер також включає 5 ключових слів (рисунк 6), які описують основи дидактики: людина (*human(s)*), освіта (*education*) та навчання (*teaching, learning*).

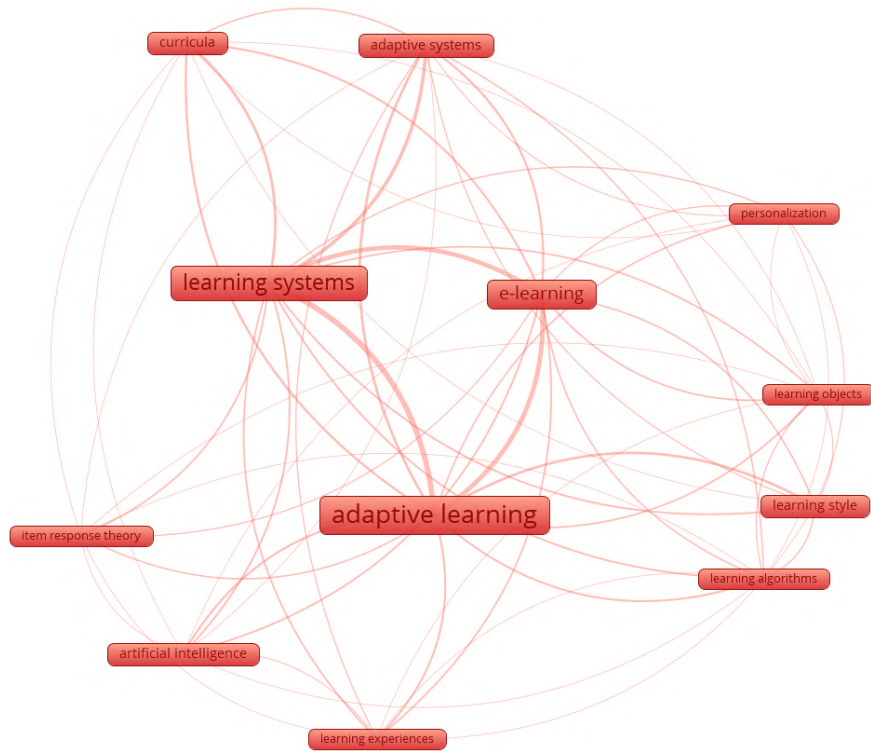


Рис. 3. Кластер загальних концепцій адаптивного навчання в системах електронного навчання.

Найменший кластер складається лише з 1 ключового слова (рисунок 5) – персоналізоване навчання (*personalized learning*).

Ще один важливий критерій аналізу джерел – щільність. Спочатку було розглянуто щільність елементів (рисунок 7). Проаналізувавши подану візуалізацію, можна зробити висновок, що ключові слова “adaptive learning” (ВагаЗагальна сила зв’язку = 425), “learning system” (ВагаЗагальна сила зв’язку = 445), “students” (ВагаЗагальна сила зв’язку = 338) та “e-learning” (ВагаЗагальна сила зв’язку = 280) мають найвищу щільність. Ці пункти є найбільш взаємопов’язаними (максимальне значення сумарної сили зв’язку).

Щоб визначити первинні поняття (найбільш ранні ключові слова за шкалою часу), було виконано візуалізацію даних за роками. Як показано на рисунку 9, принципово нових концепцій немає, їхня поява і поширення відбулися до 2020 року. Також немає концепцій, які були широко поширені до 2000 року. Така візуалізація дає підстави для визначення часових меж аналізу.

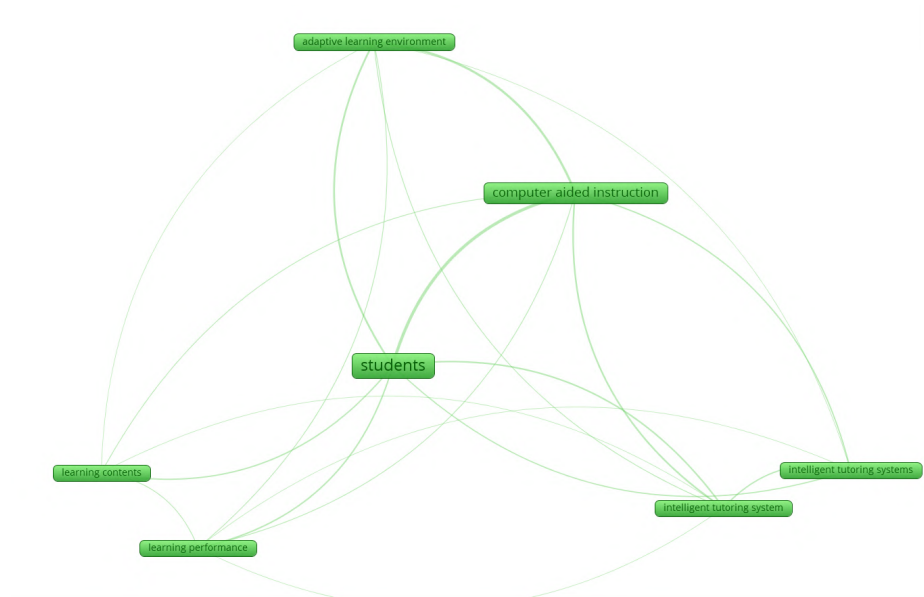


Рис. 4. Кластер освітніх технологій.

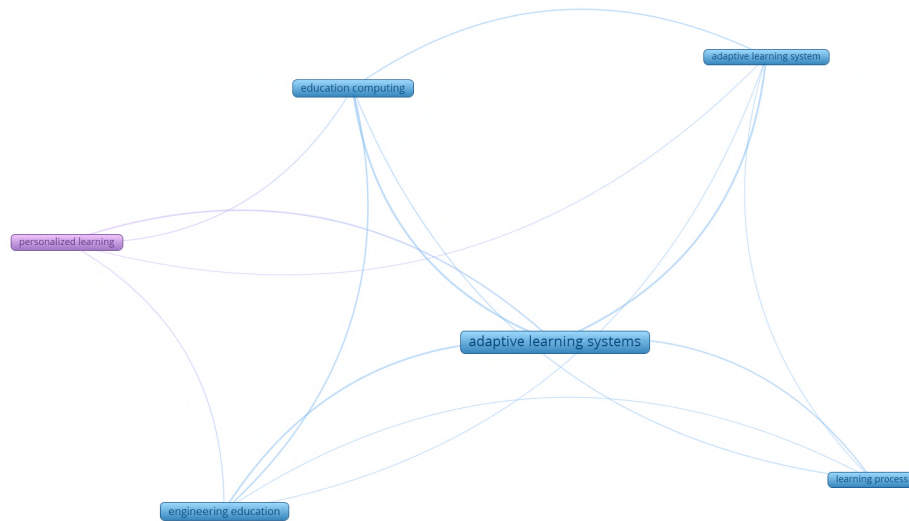


Рис. 5. Кластер адаптивних систем навчання та комп'ютерної освіти.

Аналіз концепцій у джерелах з 2000 по 2020 рік (рисунок 10) показав, що такі поняття, як людина (*“human(s)”*), освіта (*“education”*) та навчальні об'єкти (*“learning objects”*) починають виділятися як ті, що сфор-

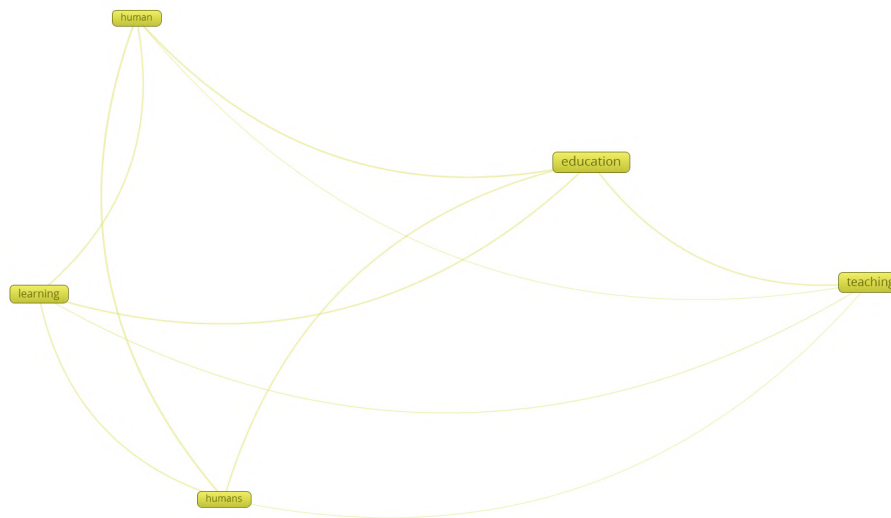


Рис. 6. Кластер досліджень навчання та освіти.

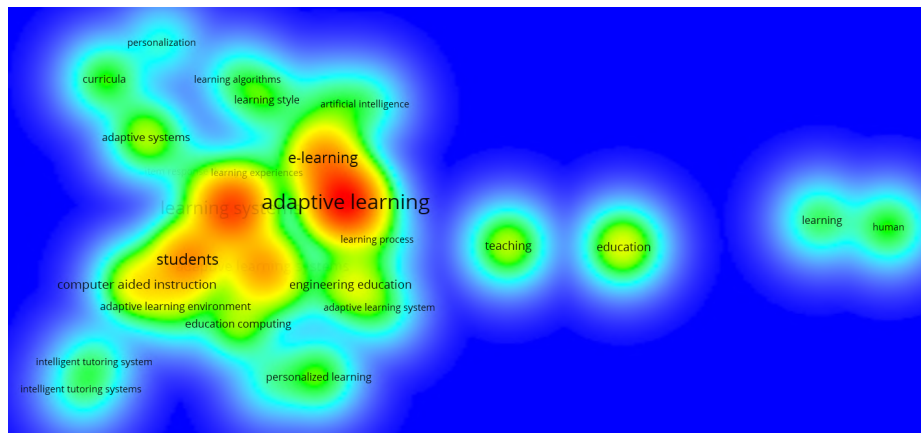


Рис. 7. Візуалізація щільності елементів.

мувалися раніше. У той же час такі поняття, як персоналізоване навчання (*“personalized learning”*) та інтелектуальні навчальні системи (*“intelligent tutoring systems”*), виділяються як ті, що сформовані пізніше. І оскільки більшість концепцій поширилися після 2000 року, щоб точніше побачити їх розподіл, ми підвищили нижню межу з 2000 до 2010 року (рисунок 11).

Порівнюючи рисунок 11 з рисунком 10, можна помітити, що більшість концепцій змінили колір, але все ще незрозуміло, які концепції обговорювалися дослідниками в різні роки.

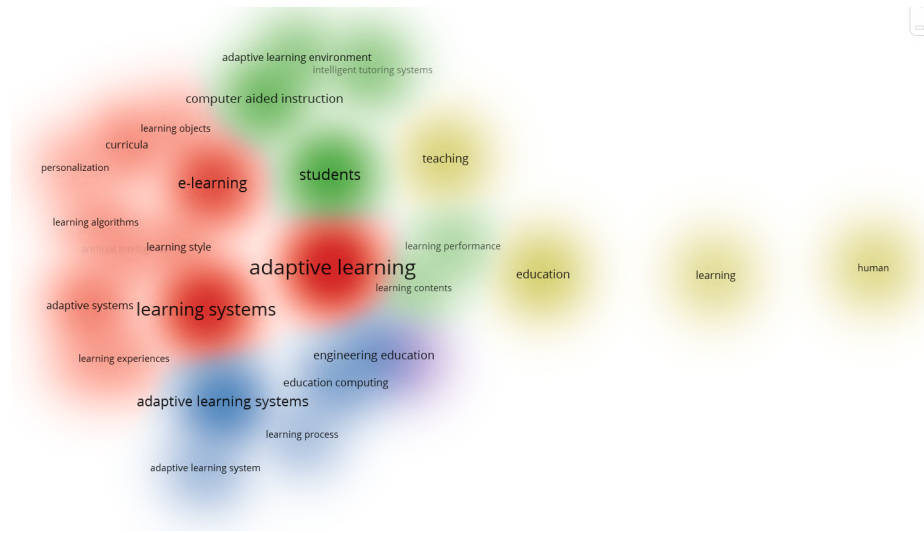


Рис. 8. Візуалізація щільності кластерів.

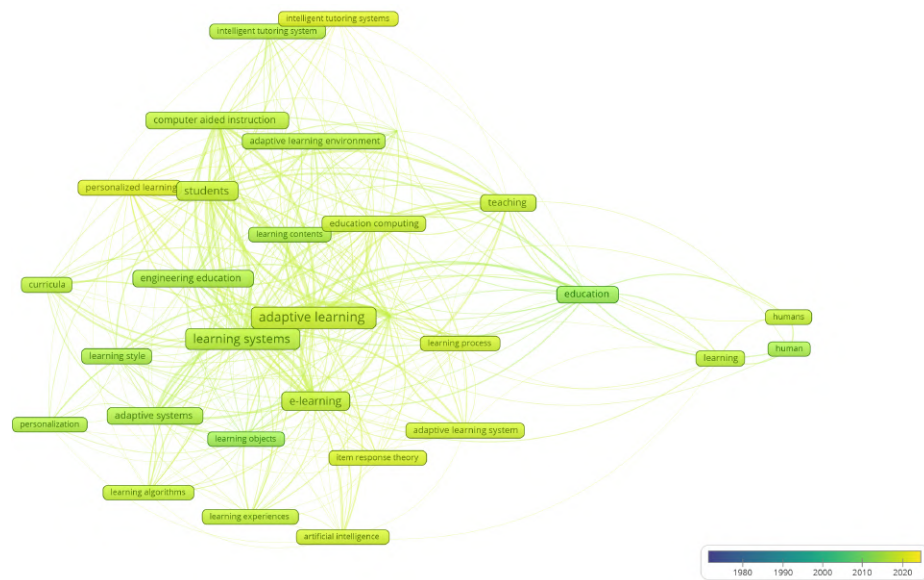


Рис. 9. Поширення термінів у 1974–2022 роках.

Отже, було змінено і верхню, і нижню хронологічні межі дослідження на 1 рік, тобто з 2011 по 2019 роки (рис. 12). Тепер можемо спостерігати більш прозорий розподіл понять за шкалою часу. З цього рисунку видно,

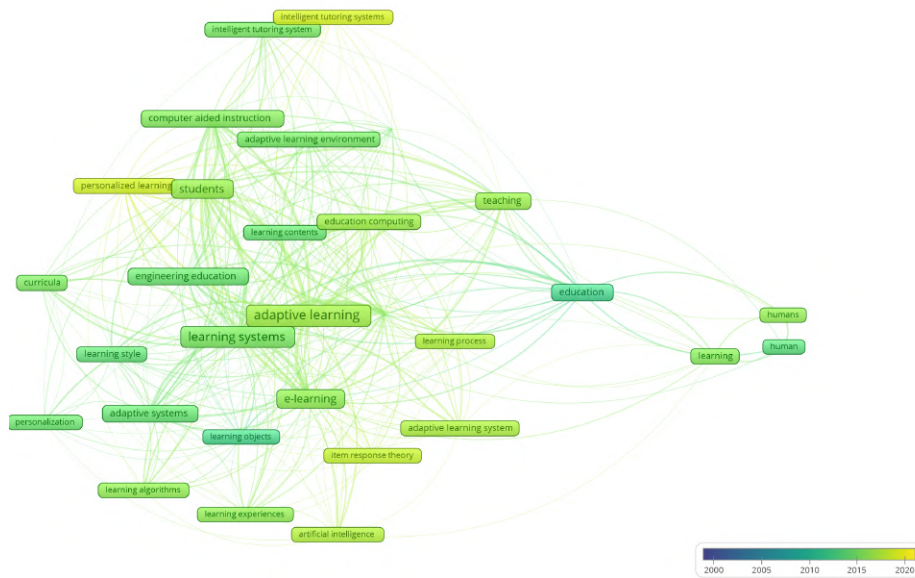


Рис. 10. Поширення термінів у 2000–2020 роках.

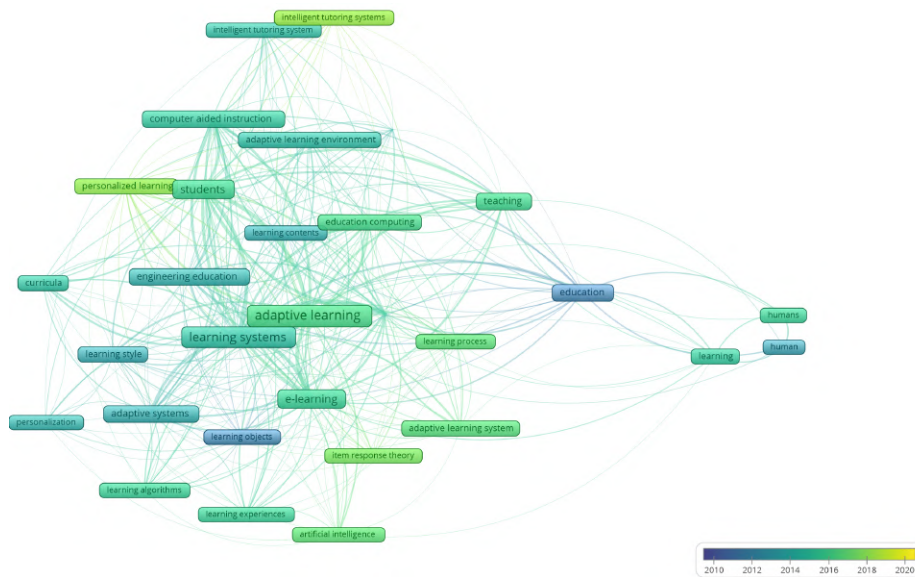


Рис. 11. Поширення термінів у 2010–2020 роках.

що поняття адаптивне навчання та штучний інтелект набули поширення пізніше, ніж поняття, пов'язані з використанням ІКТ в освіті.

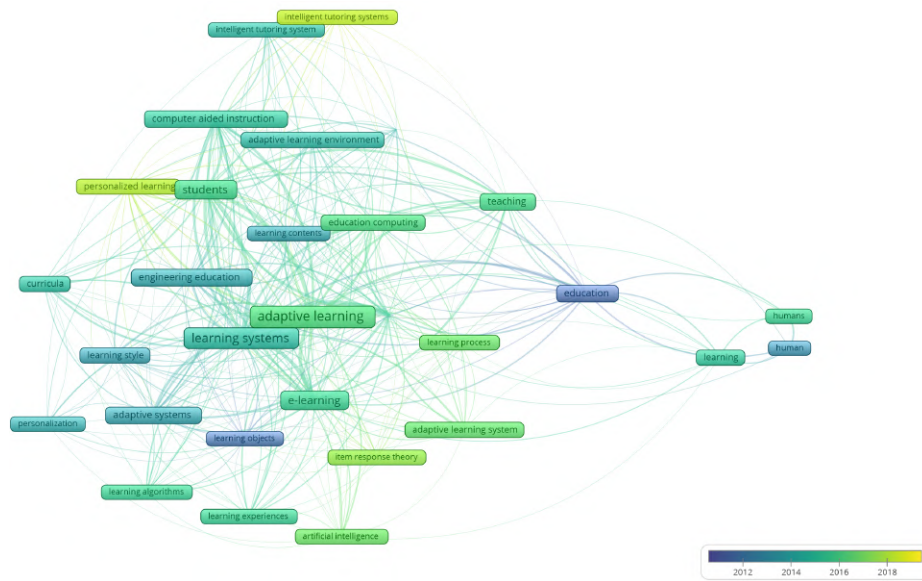


Рис. 12. Поширення термінів у 2011–2019 роках.

4 Висновки

Хронологічні межі бібліометричного аналізу встановлені у 2011–2019 роках, оскільки саме в цей період зростає інтерес до адаптивного навчання. За допомогою кластерного аналізу визначено проблемне поле дослідження та його ключові поняття: адаптивне навчання, системи навчання, електронне навчання, адаптивні системи, навчальні об'єкти, стиль навчання, алгоритми навчання, студенти, навчання за допомогою комп'ютера, адаптивне навчальне середовище, зміст навчання, системи адаптивного навчання, комп'ютерна освіта, інженерна освіта, процес навчання, освіта, навчання, персоналізоване навчання. Спираючись на результати проведеного аналізу можна окреслити напрямки подальших досліджень:

1. Проведення аналізу літератури на основі виділених кластерів для глибшого ознайомлення з поточним станом досліджень адаптивного навчання.
2. Дослідження ролі штучного інтелекту в розробці та вдосконаленні систем адаптивного навчання.
3. Вивчення впровадження та ефективності систем адаптивного навчання в навчальних закладах.
4. Вивчення ролі стилів навчання в адаптивних системах навчання.
5. Дослідження використання аналітики навчання в системах адаптивного навчання.

References

- [1] Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions (2020), URL <https://tinyurl.com/yc7v78a6>
- [2] Digital Education Action Plan (2021–2027) (2020), URL <https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education/digital-education-action-plan>
- [3] Burov, O., Butnik-Siversky, O., Orliuk, O., Horska, K.: Cybersecurity and innovative digital educational environment. *Information Technologies and Learning Tools* **80**(6), 414–430 (Dec 2020), <https://doi.org/10.33407/itlt.v80i6.4159>
- [4] Cabinet of Ministers of Ukraine: Stratehiia rozvytku vyshchoi osvity v Ukraini na 2022-2032 roky [On approval of the Strategy of higher education development in Ukraine for 2022–2032] (2022), URL <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/286-2022-%D1%80#Text>
- [5] Centre for Science and Technology Studies, Leiden University, The Netherlands: VOSviewer - Visualizing scientific landscapes (2022), URL <https://www.vosviewer.com/>
- [6] Demianenko, V.M.: The model for adaptive learning systems of open education information environment. *Information Technologies and Learning Tools* **77**(3), 27–38 (Jun 2020), <https://doi.org/10.33407/itlt.v77i3.3603>
- [7] Fadieieva, L.O.: Bibliometric Analysis of Adaptive Learning Literature from 2011-2019: Identifying Primary Concepts and Keyword Clusters. In: Antoniou, G., Ermolayev, V., Kobets, V., Liubchenko, V., Mayr, H.C., Spivakovsky, A., Yakovyna, V., Zholtkevych, G. (eds.) *Information and Communication Technologies in Education, Research, and Industrial Applications*, pp. 215–226, Springer Nature Switzerland, Cham (2023), ISBN 978-3-031-48325-7, https://doi.org/10.1007/978-3-031-48325-7_16
- [8] Haranin, O.M., Moiseienko, N.V.: Adaptive artificial intelligence in RPG-game on the Unity game engine. *CEUR Workshop Proceedings* **2292**, 143–150 (2018), URL <https://ceur-ws.org/Vol-2292/paper16.pdf>
- [9] Kovalchuk, V.I., Maslich, S.V., Movchan, L.H.: Digitalization of vocational education under crisis conditions. *Educational Technology Quarterly* **2023**(1), 1–17 (Jan 2023), <https://doi.org/10.55056/etq.49>
- [10] Lovianova, I., Krasnoschok, A., Kaluhin, R., Kozhukhar, O., Dmytriyev, D.: Methodical preparation as a means of developing prospective mathematics teachers' ICT competency. *Educational Technology Quarterly* **2021**(2), 331–346 (May 2021), <https://doi.org/10.55056/etq.14>
- [11] Melnyk, O.M., Lytvynova, S.H., Zaiets, S.V.: Evaluation of the quality of electronic educational courses for higher education institutions. *Information Technologies and Learning Tools* **93**(1), 117–134 (Feb 2023), <https://doi.org/10.33407/itlt.v93i1.5032>
- [12] Morze, N., Buinytska, O., Varchenko-Trotsenko, L., Vasylenko, S., Nastas, D., Tiutiunnyk, A., Lytvynova, S.: System for digital professional development of university teachers. *Educational Technology Quarterly* **2022**(2), 152–168 (Feb 2022), <https://doi.org/10.55056/etq.6>

- [13] Osadcha, K.P., Osadchyi, V.V., Spirin, O.M.: Current state and development trends of e-learning in China. *Information Technologies and Learning Tools* **85**(5), 208–227 (Nov 2021), <https://doi.org/10.33407/itlt.v85i5.4399>
- [14] Ovcharuk, O.V.: Current approaches to the development of digital competence of human and digital citizenship in European countries. *Information Technologies and Learning Tools* **76**(2), 1–13 (Apr 2020), <https://doi.org/10.33407/itlt.v76i2.3526>
- [15] Trubavina, I., Vorozhbit-Gorbatyuk, V., Shtefan, M., Kalina, K., Dzhus, O.: From the experience of organizing artistic and productive activities of older preschool children by means of distance education in the conditions of quarantine measures for the spread of COVID-19. *Educational Technology Quarterly* **2021**(1), 51–72 (Mar 2021), <https://doi.org/10.55056/etq.56>
- [16] Vakaliuk, T., Pilkevych, I., Fedorchuk, D., Osadchyi, V., Tokar, A., Naumchak, O.: Methodology of monitoring negative psychological influences in online media. *Educational Technology Quarterly* **2022**(2), 143–151 (Jan 2022), <https://doi.org/10.55056/etq.1>
- [17] Verkhovna Rada of Ukraine: Law of Ukraine On Education (2018), URL <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19?lang=en#Text>
- [18] Yuskovych-Zhukovska, V., Poplavska, T., Diachenko, O., Mishenina, T., Topolnyk, Y., Gurevych, R.: Application of Artificial Intelligence in Education. Problems and Opportunities for Sustainable Development. *BRAIN. Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience* **13**(1Sup1), 339–356 (Mar 2022), <https://doi.org/10.18662/brain/13.1Sup1/322>