

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ПЕРСОНАЛІЗОВАНОМУ НАВЧАННІ: СТАН ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація. У тезах розглянуто сучасний стан використання штучного інтелекту (ШІ) в персоналізованому навчанні. Проаналізовано основні напрями застосування ШІ та великих мовних моделей (ВММ) у побудові індивідуальних навчальних траєкторій, інтелектуальних навчальних системах, адаптивному зворотному зв'язку, навчальній аналітиці та рекомендаційних механізмах. Запропоновано узагальнену п'ятирівневу архітектуру ШІ-керованої системи персоналізованого навчання та визначено ключові педагогічні, етичні й організаційні умови її впровадження. Зроблено висновок, що ефективне використання ШІ в освіті потребує не заміни викладача, а переосмислення його ролі як дизайнера, модератора і валідатора індивідуалізованого навчального процесу.

Ключові слова: штучний інтелект, персоналізоване навчання, індивідуальна навчальна траєкторія, великі мовні моделі, інтелектуальні навчальні системи, навчальна аналітика.

Abstract. The paper examines the current state of using artificial intelligence (AI) in personalized learning. The main directions of applying AI and large language models (LLMs) are analyzed in the context of building individual learning trajectories, intelligent tutoring systems, adaptive feedback, learning analytics, and recommendation mechanisms. A generalized five-level architecture of an AI-driven personalized learning system is proposed, and the key pedagogical, ethical, and organizational conditions for its implementation are defined. It is concluded that the effective use of AI in education requires not the replacement of the teacher, but a reconception of the teacher's role as a designer, moderator, and validator of the individualized learning process.

Keywords: artificial intelligence, personalized learning, individual learning trajectory, large language models, intelligent tutoring systems, learning analytics.

Вступ

Однією з ключових проблем сучасної освіти є суттєва відмінність між студентами за рівнем попередньої підготовки, темпом засвоєння матеріалу, мотивацією, когнітивними стратегіями та потребою у зворотному зв'язку. Традиційна модель навчання, орієнтована на єдину для всієї групи логіку подання матеріалу, не завжди дозволяє ефективно підтримувати як тих, хто потребує додаткових пояснень, так і тих, хто готовий рухатися швидше або глибше опрацьовувати матеріал.

Персоналізоване навчання розглядається як один із перспективних підходів до подолання цієї проблеми. Його сутність полягає у пристосуванні змісту, темпу, послідовності навчальних активностей, форм зворотного зв'язку та оцінювання до індивідуальних характеристик студента. Протягом тривалого часу такі системи будувалися переважно на основі правил, тестових результатів, рекомендаційних алгоритмів або моделей відстеження знань. Однак розвиток штучного інтелекту, зокрема великих мовних моделей (ВММ; англ. *large language models*, LLM), суттєво розширив можливості персоналізації навчання.

Метою цих тез є узагальнення сучасних напрямів використання ШІ в персоналізованому навчанні, аналіз можливостей ВММ для індивідуалізації освітнього процесу, а також визначення основних ризиків і вимог до впровадження таких систем у закладах освіти. На відміну від наявних оглядів, у роботі запропоновано узагальнену п'ятирівневу архітектуру ШІ-керованої системи персоналізованого навчання та конкретизовано роль викладача як валідатора рекомендацій ШІ, що відповідає напрямку дисертаційного дослідження автора.

Основні напрями використання ШІ в персоналізованому навчанні

Сучасні дослідження демонструють, що штучний інтелект у персоналізованому навчанні використовується не як один інструмент, а як сукупність взаємопов'язаних технологій. До основних

напрямів належать адаптивне формування навчального контенту, індивідуалізація послідовності опрацювання матеріалу, інтелектуальні навчальні системи, автоматизований зворотний зв'язок, навчальна аналітика, прогнозування академічних ризиків і рекомендація навчальних ресурсів [1, 2].

Окремого значення набувають великі мовні моделі. На відміну від попередніх поколінь адаптивних систем, вони здатні не лише вибирати матеріал із заздалегідь підготовленої бази, а й генерувати пояснення, приклади, запитання, підказки та навчальні сценарії природною мовою. Це відкриває можливість гнучкої взаємодії зі студентом у форматі діалогу, що наближає такі системи до індивідуального наставництва.

Водночас персоналізація не повинна зводитися лише до автоматичної генерації відповідей. Її педагогічна цінність виникає тоді, коли система враховує навчальну мету, поточний рівень знань студента, історію його взаємодії з матеріалом, типові помилки, складність завдань і потребу в поясненні. Саме тому сучасні дослідження дедалі частіше поєднують ВММ із генерацією з доповненим пошуком (*retrieval-augmented generation, RAG*), інженерією промптів (*prompt engineering*), моделями стану студента, системами рекомендацій та елементами навчальної аналітики [3, 4, 5].

Реалізація таких AI-модулів спирається на різні класи нейромережевих моделей, вибір яких залежить від типу навчальних даних і характеру задачі. Зокрема, для обробки послідовностей навчальних дій, аналізу текстових відповідей, формування пояснень і виявлення закономірностей у поведінці студента можуть застосовуватися рекурентні, трансформерні, згорткові та інші нейромережеві архітектури. Теоретичні та прикладні аспекти побудови таких моделей, зокрема нейромережевих і нейрокомп'ютерних підходів, розглянуто у працях О. К. Колесницького та співавторів [6, 7, 8].

Індивідуальні навчальні траєкторії

Одним із найбільш перспективних напрямів є планування персоналізованих навчальних траєкторій. Такі системи мають визначати не лише те, який матеріал потрібно вивчити, а й у якій послідовності, з якою глибиною, у якому темпі та з якими видами контролю.

У новітніх дослідженнях персоналізоване планування навчального шляху розглядається як завдання, що потребує врахування цілей студента, його поточного стану, попереднього досвіду та проміжних результатів навчання [4, 9]. Великі мовні моделі можуть бути використані для інтерпретації навчальних цілей, пояснення логіки побудованої траєкторії, адаптації рекомендацій і підтримки діалогу зі студентом. Водночас залишається відкритим питання валідності таких рекомендацій, оскільки модель може пропонувати логічно переконливі, але педагогічно недостатньо обґрунтовані шляхи.

Тому перспективним є підхід, за якого ВММ не працює ізольовано, а є частиною більшої системи. Така система може включати структуровану модель навчальної дисципліни, базу навчальних матеріалів, механізм оцінювання знань, журнал активності студента та модуль педагогічної перевірки рекомендацій.

Інтелектуальні навчальні системи нового покоління

Інтелектуальні навчальні системи (англ. *Intelligent Tutoring Systems, ITS*) існували задовго до появи сучасних ВММ, однак саме генеративний ШІ надав їм нових можливостей. Зокрема, системи на кшталт CourseAssist і LPITutor, орієнтовані на навчання у галузі комп'ютерних наук, демонструють використання великих мовних моделей для підтримки студентів у конкретних курсах, формування пояснень, адаптації відповідей до рівня складності запиту та зменшення розриву між запитанням студента і реакцією освітнього середовища [5, 10].

Важливою рисою таких систем є прив'язка відповідей до навчального контексту. Якщо звичайна мовна модель відповідає на запитання на основі загальних знань, то інтелектуальний наставник має відповідати відповідно до цілей курсу, затверджених матеріалів, рівня студента і педагогічної логіки. Для цього застосовуються RAG-підходи, класифікація намірів користувача, обмеження на тип відповіді та механізми перевірки відповідності навчальним цілям.

Таким чином, інтелектуальний наставник має бути не просто чат-ботом, а педагогічно контрольованою системою. Його завдання полягає не в тому, щоб дати готову відповідь, а в тому, щоб підтримати навчальну дію студента: допомогти зрозуміти помилку, поставити уточнювальне

запитання, запропонувати приклад, спрямувати до джерела або розкласти складне завдання на простіші кроки.

Типова архітектура ШІ-керованої системи персоналізованого навчання

Узагальнюючи сучасні дослідження, можна запропонувати типову архітектуру системи персоналізованого навчання з використанням ШІ, що складається з п'яти рівнів (рис. 1).

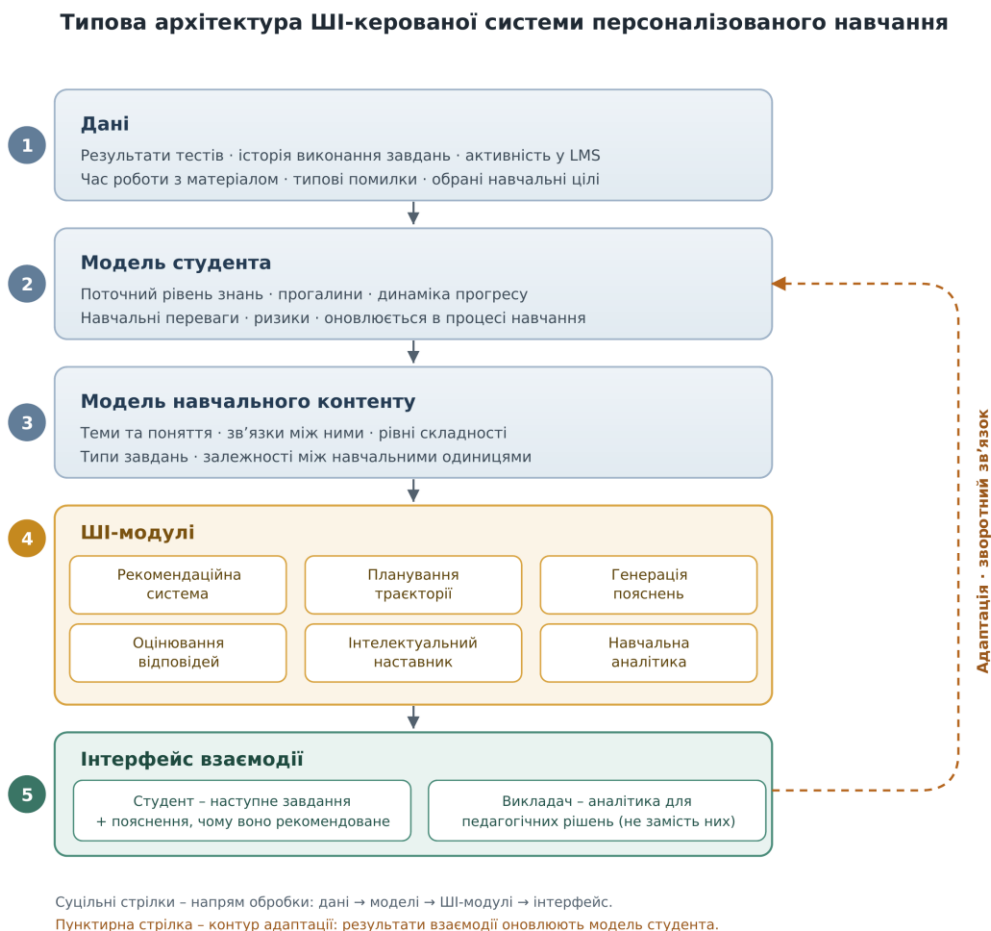


Рис. 1. Типова архітектура ШІ-керованої системи персоналізованого навчання

Перший рівень – дані: результати тестів, історія виконання завдань, активність у системі управління навчанням (LMS), час роботи з матеріалом, типові помилки, обрані навчальні цілі та – за наявності правових підстав – контекстні характеристики навчання. Другий рівень – модель студента, яка відображає поточний рівень знань, прогалини, динаміку прогресу, навчальні переваги та ймовірні ризики й оновлюється в процесі навчання. Третій рівень – модель навчального контенту, що описує теми й поняття, зв'язки та залежності між ними, рівні складності й типи завдань. Четвертий рівень – ШІ-модулі: рекомендаційна система, модуль планування траєкторії, генерації пояснень, оцінювання відповідей, інтелектуальний наставник і модуль навчальної аналітики. П'ятий рівень – інтерфейс взаємодії, що має бути зрозумілим і для студента, і для викладача.

На рівні ШІ-модулів можуть застосовуватися як класичні моделі машинного навчання, так і сучасні нейромережеві архітектури, зокрема трансформерні моделі, рекурентні мережі, згорткові мережі та спайкінгові нейронні мережі, залежно від типу даних і характеру задачі [6, 7, 8].

Принциповою є двоспрямованість архітектури: дані живлять моделі та ШІ-модулі, а результати взаємодії повертаються назад і оновлюють модель студента, забезпечуючи адаптацію. Студент має бачити не лише наступне завдання, а й пояснення, чому саме воно рекомендоване, а викладач –

отримувати аналітику, яка допомагає приймати педагогічні рішення, а не замінює їх автоматичними висновками.

Роль викладача в умовах персоналізації на основі ШІ

Використання ШІ в персоналізованому навчанні не означає усунення викладача з освітнього процесу. Навпаки, роль викладача стає більш складною. Він перетворюється з основного джерела інформації на проєктувальника навчального середовища, модератора взаємодії, експерта з валідації рекомендацій ШІ і наставника, який допомагає студенту розуміти власну траєкторію навчання.

Особливо важливим є формування грамотності щодо ШІ (*AI literacy*) як у студентів, так і у викладачів. Рекомендації UNESCO щодо ШІ-грамотності підкреслюють необхідність розвитку компетентностей, пов'язаних із розумінням принципів роботи ШІ, етичним використанням, критичним оцінюванням результатів і відповідальним проєктуванням рішень на основі ШІ [11, 12]. Це означає, що персоналізоване навчання з використанням ШІ потребує не лише технічної інфраструктури, а й методичної, етичної та організаційної підготовки.

Ризики та обмеження

Попри значний потенціал, використання ШІ в персоналізованому навчанні супроводжується низкою ризиків. До них належать помилкові або галюциновані відповіді, надмірна залежність студентів від ШІ-підказок, зниження самостійності мислення, алгоритмічні упередження, непрозорість рішень, проблеми захисту персональних даних і нерівний доступ до якісних цифрових інструментів [1, 2, 3].

Окрему увагу потрібно приділяти правовому регулюванню. У Європейському Союзі AI Act запроваджує ризик-орієнтований підхід до використання систем штучного інтелекту, а також підкреслює необхідність забезпечення достатнього рівня грамотності щодо ШІ для осіб, які працюють із такими системами [13]. Для освітніх закладів це означає, що впровадження персоналізації на основі ШІ має супроводжуватися документованими правилами використання, прозорістю для студентів, людським наглядом і процедурами реагування на помилки.

Важливо також розрізнити персоналізацію і фрагментацію навчання. Якщо кожен студент отримує повністю окремий шлях без спільного освітнього контексту, може знижуватися роль групової взаємодії, дискусії та спільного опрацювання матеріалу. Тому персоналізоване навчання доцільно поєднувати з колективними формами роботи, проєктною діяльністю і педагогічно організованою рефлексією.

Перспективи подальших досліджень

Подальші дослідження доцільно спрямувати на створення прототипів ШІ-керованих персоналізованих навчальних систем, які поєднують великі мовні моделі з формальними моделями знань, навчальною аналітикою і механізмами педагогічної перевірки. Особливо перспективним є дослідження таких систем у вищій освіті, де студенти мають різний рівень підготовки, а дисципліни часто потребують індивідуального темпу опрацювання.

Оцінювання ефективності таких систем має включати не лише академічні результати, а й мотивацію, когнітивне навантаження, якість зворотного зв'язку, рівень самостійності студента, довіру до системи та прийнятність для викладачів. Важливим напрямом є також дослідження пояснюваності рекомендацій: студент і викладач повинні розуміти, чому система пропонує саме таку траєкторію або саме таке завдання.

Висновки

Штучний інтелект створює передумови для переходу від уніфікованого навчального процесу до більш гнучкого, адаптивного і студентоцентричного навчання. Як показано вище, найбільшу цінність має не окремий інструмент, а цілісна архітектура, у якій великі мовні моделі діють під педагогічним контролем і спираються на модель студента та навчальну аналітику.

Водночас ефективність таких систем не є автоматичною. Вона залежить від якості даних, коректності педагогічного дизайну, прозорості рішень, готовності викладачів, цифрової компетентності студентів і дотримання етичних норм. Тому ШІ в персоналізованому навчанні варто розглядати не як заміну викладача, а як інструмент посилення освітнього процесу, який за умови відповідального використання може підвищити доступність, гнучкість і результативність навчання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Fortuna A., Prasetya F., Samala A. D., Rawas S., Criollo-C S., Kaya D., Raihan M., Andriani W., Safitri D., Nabawi R. A. Artificial intelligence in personalized learning: A global systematic review of current advancements and shaping future opportunities. *Social Sciences & Humanities Open*. 2025. Vol. 12. Article 102114. DOI: 10.1016/j.ssaho.2025.102114.
2. Shi Y., Yu K., Dong Y., Chen F. Large language models in education: a systematic review of empirical applications, benefits, and challenges. *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2025. Vol. 10. Article 100529. DOI: 10.1016/j.caeai.2025.100529.
3. Sharma S., Mittal P., Kumar M., Bhardwaj V. The role of large language models in personalized learning: a systematic review of educational impact. *Discover Sustainability*. 2025. Vol. 6. Article 243. DOI: 10.1007/s43621-025-01094-z.
4. Ng C., Fung Y. Educational Personalized Learning Path Planning with Large Language Models. arXiv:2407.11773. 2024.
5. Liu Z., Agrawal P., Singhal S., Madaan V., Kumar M., Verma P. K. LPITutor: an LLM based personalized intelligent tutoring system using RAG and prompt engineering. *PeerJ Computer Science*. 2025. Vol. 11. Article e2991. DOI: 10.7717/peerj-cs.2991.
6. Колесницький О. К., Шолога В. В. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Сучасні парадигми штучних нейронних мереж» зі спеціальності «Комп'ютерні науки» [Електронний ресурс]. Вінниця : ВНТУ, 2025. 72 с.
7. Козлов С. Л., Колесницький О. К. Застосування архітектури трансформер до задачі Super-Resolution. *Наукові праці Вінницького національного технічного університету*. 2024. № 1. DOI: 10.31649/2307-5376-2024-1-7-18.
8. Колесницький О. К., Месюра В. І. Нейромережеві моделі та технології обчислювального інтелекту. *Нейрокомп'ютери. Частина I : навчальний посібник*. Вінниця : ВНТУ, 2021. 66 с. ISBN 978-966-641-871-8.
9. Lim J. J. Y., He Y., Yu J., Cong X., Zhang-Li D., Liu Z., Liu H., Hou L., Li J., Xu B. Personalized Learning Path Planning through Goal-Driven Learner State Modeling. *Proceedings of the ACM Web Conference 2026 (WWW '26)*. 2026. DOI: 10.1145/3774904.3792245.
10. Feng T., Liu S., Ghosal D. CourseAssist: Pedagogically Appropriate AI Tutor for Computer Science Education. arXiv:2407.10246. 2024. DOI: 10.1145/3649409.3691094.
11. UNESCO. AI Competency Framework for Teachers. Paris : UNESCO, 2024.
12. UNESCO. AI Competency Framework for Students. Paris : UNESCO, 2024.
13. European Commission. AI Literacy: Questions & Answers. Regulation (EU) 2024/1689 on Artificial Intelligence, Article 4. 2024.

Недашківський Євген Анатолійович – аспірант кафедри комп'ютерних наук, група 122-24а, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: yevhen.nedashkivskyi@vntu.edu.ua.

Колесницький Олег Костянтинович – кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри комп'ютерних наук, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Yevhen A. Nedashkivskyi – PhD student at the Department of Computer Science, group 122-24a, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine. E-mail: yevhen.nedashkivskyi@vntu.edu.ua.

Oleh K. Kolesnytskyi – PhD in Engineering, Associate Professor, Professor at the Department of Computer Science, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine.