

УДК 004.8:37.018.43

DOI: <https://doi.org/10.17721/3041-2323.2024.365-373>

Євгеній ТОПОЛЬСЬКОВ канд. техн. наук, доц.  
ORCID ID: 0000-0001-5587-3069  
e-mail: dreugent@gmail.com  
Київський національний університет імені  
Тараса Шевченка, Київ, Україна

Рімма БЕРДО, ст. викл.  
ORCID ID: 0000-0002-2477-1454  
e-mail: rimma199320@gmail.com  
Національний транспортний університет, Київ, Україна

## ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ ТРАЄКТОРІЇ НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ

*Розглянуто актуальні проблеми підвищення якості навчання здобувачів вищої освіти через використання штучного інтелекту для створення індивідуальної траєкторії навчання й оцінювання академічної успішності. Метою дослідження є визначення основних завдань, методів і технологій користувача завдяки застосуванню штучного інтелекту, які доцільно впровадити у навчальний процес ЗВО. Запропоновано використання оболонок експертних систем, методів машинного і глибокого навчання для підвищення якості освітнього процесу.*

**Ключові слова:** *індивідуальна траєкторія навчання, штучний інтелект, експертна система, машинне та глибоке навчання.*

### **Вступ**

Спосіб нашого навчання та когнітивні здібності є такими самими унікальними, як відбитки наших пальців. Кожен здобувач освіти має свої власні сильні сторони та слабкості, а також персональний стиль навчання, який може суттєво впливати на його академічну успішність.

Традиційно освітні установи покладалися на підхід "один формат для всіх", де всі здобувачі освіти мали слідувати одному навчальному плану і темпу здобуття знань, навичок та умінь. Сучасна освіта часто стикається з труднощами в адаптації до різноманітних стилів навчання та можливостей учнів і студентів.

© Топольський Євгеній, Бердо Рімма, 2024  
365

Здобувачі освіти, які навчаються швидше чи повільніше, ніж їхні однокурсники, можуть втрачати інтерес або відчувати розчарування, що призводить до слабого академічного результату та зниження мотивації. Крім того, викладачам доводиться виконувати складне завдання із задоволення потреб багатьох здобувачів освіти з різним ступенем початкової підготовки і навчальними вимогами, що часто демотивує всіх учасників і знижує якість навчання.

Зазначена проблемна ситуація характерна, як для середньої школи, так і для коледжів, університетів тощо. Також у реаліях сучасного життя багатьом здобувачам вищої освіти доводиться паралельно із навчанням проходити стажування на виробництві чи підробляти, що ускладнює виконання ними навчальних планів і вимагає додаткового часу на засвоєння матеріалу.

Зазвичай менторсько-репетиторський підхід до навчального процесу значною мірою позбавлений недоліків традиційної освіти, проте лише невелика частина пересічних здобувачів може собі дозволити винаймати репетиторів і навчатись у зручний час.

#### **Результати**

Отже, нині є необхідність реформування й удосконалення класичних підходів до організації навчального процесу через упровадження експертних систем і віртуальних консультантів, які дозволять здобувачам освіти перед початком навчання проходити інтерактивне тестування з метою визначення їхнього початкового рівня підготовки та складання індивідуального навчального плану, а також забезпечать у процесі навчання об'єктивне оцінювання академічної успішності, обґрунтований підбір навчальних компонентів і раціональний розподіл навантаження. Ці завдання можуть бути розв'язані з використанням технологій і методів штучного інтелекту (ШІ), а також сучасних засобів розроблення інтелектуальних інформаційних систем.

Відомі вчені Л. М. Немець, К. Ю. Сегіда, І. Є. Каньковський, В. В. Лапінський, В. Г. Гриценко досліджували питання, присвячені побудові індивідуальних траєкторій навчання для підвищення якості освіти. У розглянутих роботах (Гриценко, 2016; Каньковський, 2013; Лапінський, 2011; Немець, Сегіда, & Логвинова, 2019; Morozov, & Vakaliuk, 2021; Sharov et al., 2021; Vinnyk et al., 2020) обґрунтовано, що для реалізації індивідуального підходу та

якіснішого навчання доцільно використовувати різноманітні програмні засоби й інтегровані інформаційні ресурси (SCORM-паке́ти). Причому реалізація індивідуальної освітньої траєкторії у ЗВО має здійснюватися через комплекс вебсервісів у межах системи електронного навчання, що використовує елементи ШІ.

Нині загальними прикладами успішного застосування ШІ в освіті є: платформи для вивчення мов Duolingo, Memrise; системи для автоматичного оцінювання домашніх задач, наприклад, Gradescope; інтерактивні навчальні платформи на прикладі Khan Academy, Coursera й edX; роботизовані тьютори – Jill Watson, розроблений у Georgia Tech.

Проте, незважаючи на різноманіття наявних інформаційних технологій і формування створення електронних платформ із ШІ для забезпечення освітньої діяльності, нині бракує досліджень і розробок, що використовують ШІ для визначення індивідуальної траєкторії навчання у ЗВО.

Для формування індивідуальної освітньої траєкторії слухача мають бути використані інноваційні методи, зокрема й ШІ, для розв'язання різних завдань із планування та корегування освітньої траєкторії студентів та оцінювання їхньої успішності протягом усього освітнього процесу.

З розвитком ШІ стає можливим адаптувати освітній процес до індивідуальних потреб кожного студента та налаштувати зручний ритм навчання. Використовуючи машинне навчання й аналіз даних, ШІ може допомогти ідентифікувати сильні сторони та слабкості кожного здобувача освіти та згенерувати для нього індивідуальний навчальний план, детальну траєкторію здобуття та закріплення знань. Такі навчальні плани і траєкторії можуть адаптуватися до змін у результатах навчання, інтересах чи стилі навчання кожного здобувача освіти.

Для визначення індивідуальної траєкторії навчання ШІ має аналізувати велику кількість даних, зокрема й такі.

1. *Стиль навчання* – це "здатність" слухачів до візуального, аудітивного чи кінестетичного навчання.

2. *Когнітивні здібності* означають, що сильні та слабкі сторони здобувача освіти мають велике значення, зокрема, пам'ять, увага та логічне мислення у розв'язуванні задач.

3. *Поведінкові дані* охоплюють індекси залученості здобувачів освіти, такі як час, витрачений на виконання завдань, кількість виконаних кліків і взаємодії з освітніми ресурсами.

4. *Академічні результати* – це бали за проходження тестів і виконання завдань.

Для інтеграції ІІІ у навчальний процес ЗВО необхідно виконати такі кроки.

1. Зібрати та проаналізувати дані про навчальну поведінку здобувачів освіти, їхні когнітивні здібності й академічні результати.

2. Розробити та впровадити моделі машинного навчання, які можуть аналізувати дані й створювати індивідуалізовані навчальні плани.

3. Забезпечити поєднання зі старими системами, тобто адаптувати й інтегрувати інструменти ІІІ з наявними навчальними системами та програмним забезпеченням.

4. Навчити викладачів і студентів ефективно використовувати інструменти ІІІ у навчальному процесі з обов'язковим дотриманням принципів академічної доброчесності й етики.

Для практичної реалізації технологій і методів ІІІ в ЗВО доцільно використовувати "оболонки" експертних систем, зокрема CLIPS, Jess, Drools, Protégé, а також мови програмування високого рівня на кшталт Visual Prolog.

Застосування оболонок дасть змогу заощадити час на розроблення експертних навчальних систем і забезпечить швидке створення та корегування освітніх програм (індивідуальних траєкторій навчання), розроблення інтерактивних навчальних посібників та інструментів для перевірки знань студентів.

Зазначимо основні особливості відомих оболонок для експертних систем.

CLIPS (C Language Integrated Production System) – це одна з найстаріших і найпоширеніших оболонок, яка сумісна з мовою програмування C++, є простою для опанування та має велику спільноту користувачів. CLIPS ідеально підходить для створення невеликих і середніх за розміром експертних систем; Java-версією CLIPS є Jess (Java Expert System Shell) – оболонка, яка об'єднує переваги CLIPS із можливостями Java. Цю оболонку широко використовують в академічних колах.

Drools є потужною оболонкою, яку переважно застосовують на промислових проєктах. Вона має розширені можливості для роботи з великими обсягами даних.

Protégé – це зручний безкоштовний редактор онтологій, який доцільно використовувати як доповнення до експертних систем.

Порівняльну характеристику вказаних інструментів для створення експертних систем наведено у табл.1.

**Таблиця 1**

**Характеристики засобів розроблення інтелектуальних систем**

<b>Інструмент</b>	<b>Характеристика</b>	<b>Переваги для освітніх систем</b>
<b>CLIPS</b>	Проста експертна система (написана на C)	Підходить для базової реалізації системи правил, легко вбудовується
<b>Jess</b>	Java-орієнтований аналог CLIPS	Добре інтегрується з Java-додатками, зручний для вебплатформ
<b>Drools</b>	Потужна бізнес-правилова система на Java	Здійснює підтримку складної логіки, потоків, а також інтеграції з базами даних
<b>Protégé</b>	Редактор онтологій, OWL, логіки	Можна створювати онтологію навчального процесу, інтегрувати з системами правил

Для ефективного розв'язання освітніх задач поряд з експертними системами доцільно застосовувати методи машинного навчання (machine learning, ML) і глибокого навчання (deep learning, DL), зокрема й рекомендаційні методи, на кшталт колаборативної або змістової фільтрації, а також гібридні варіанти.

Рекомендовано також застосовувати *прогнозні методи* на зразок логістичної регресії для складання індивідуальної траєкторії навчання, прогнозування успішності студентів, визначення рівня складності завдань; *дерева рішень* – для візуалізації процесу прийняття рішень і аналізу важливих факторів; *службові мережі* – для

складніших завдань класифікації, наприклад, визначення емоційного стану студента за текстом.

Методи кластеризації, зокрема K-means можна використовувати для групування студентів за схожими характеристиками (напр., за стилем навчання), а ієрархічну кластеризацію – для створення ієрархічної структури груп студентів.

Серед засобів глибокого навчання доцільно обрати хвильові мережі (WaveNets) для аналізу голосу і часових рядів, наприклад, для виявлення змін у настрої та поведінці студентів; рекурентні нейронні мережі (RNN) – для оброблення послідовних даних, таких як тексти, для задач генерації тексту, машинного перекладу тощо; конволюційні нейронні мережі (CNN) – для аналізу зображень, наприклад, для автоматичної перевірки домашніх завдань, які містять графіки або діаграми.

Як інструменти розроблення та реалізації методів і алгоритмів ML і DL рекомендовано використовувати мову Python або спеціалізовану мову статистичного аналізу даних R, а також TensorFlow, PyTorch і Scikit-learn – спеціалізовані фреймворки глибокого навчання із широкими можливостями.

Дуже перспективним напрямом для подальшого розвитку є інтеграція інтелектуальної навчальної системи ЗВО із сучасними платформами дистанційного навчання на кшталт EdX (Платформа дистанційного навчання з відкритим програмним кодом EdX, 2024), що налічує багато навчальних курсів, використовує мову Python і має відкритий програмний код.

Застосування штучного інтелекту у вищій освіті пропонує численні переваги, зокрема й поліпшення академічних результатів, завдяки тому, що студенти отримують більше можливостей розкрити свій когнітивний і творчий потенціал, якщо їхнє навчання адаптоване до їхніх потреб. Індивідуалізовані навчальні програми збільшують залученість, мотивацію та задоволення здобувачів освіти.

Зазначимо, що ефективніше використовуються навчальні ресурси ЗВО, викладачі можуть зосередитися на підтримці тих студентів, яким потрібна додаткова увага, тоді як ШІ виконує адміністративні завдання та підтримує загальний ритм навчального процесу.

На основі зібраних та оброблених за допомогою ШІ даних викладачі мають можливість приймати обґрунтовані рішення щодо розроблення й удосконалення освітніх програм і раціонального розподілу ресурсів.

#### **Дискусія і висновки**

Штучний інтелект відкриває нові можливості для освіти, але його впровадження пов'язане з низкою викликів. З одного боку, ШІ дозволяє персоналізувати навчання, автоматизувати рутинні завдання й аналізувати великі обсяги даних. З іншого боку, виникають питання щодо захисту персональних даних, збереження людського фактора в освітньому процесі та забезпечення доступності технологій для всіх. Дослідженню вказаних проблем можуть бути присвячені майбутні наукові розвідки.

#### **Список використаних джерел**

- Гриценко, В. Г. (2016). *Організаційно-педагогічні принципи створення та впровадження веб-орієнтованої інформаційно-аналітичної системи управління університетом*. Національний університет ім. Богдана Хмельницького.
- Каньковський, І. Є. (2013). Індивідуальні освітні траєкторії як необхідність сучасного процесу професійної підготовки фахівця. *Професійна освіта: проблеми і перспективи*, 4, 62–65.
- Лапінський, В. В. (2011). Електронні навчальні засоби: ретроспектива та перспективи. *Інформатика*, 33, 3–9.
- Немець, Л. М., Сегіда, К. Ю., & Логвинова, М. О. (2019). Індивідуальні освітні траєкторії: роль у забезпеченні якості вищої освіти. *Проблеми сучасної освіти*, 10, 51–60.
- Платформа дистанційного навчання з відкритим програмним кодом EdX. (б. д.). <http://edx.org>, <https://github.com/openedx/XBlock> (Дата звернення: 27.09.2024).
- Morozov, A. V., & Vakaliuk, T. A. (2021). An electronic environment of higher education institution (on the example of Zhytomyr Polytechnic State University). *Journal of Physics: Conference Series*, 1840(1), 012061. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1840/1/012061>
- Sharov, S., Lubko, D., Lomeiko, O., & Chemerys, H. (2021). Information system for the formation of students' individual educational trajectory. *1st International Conference on Education, Humanities, Health and Agriculture*. Рутенг, Флоренс. Індонезія. <https://doi.org/10.4108/eai.3-6-2021.2311038>
- Vinnyk, M., Poltorackiy, M., Spivakovska, Y., Vinnyk, T., Bondarenko, L., & Revenko, Y. (2020). Measuring the effectiveness of the implementation of individual educational trajectories by university students. In *CEUR Workshop Proceedings*, 2732, 1286–1297.

### References

- Gritsenko, V. G. (2016). *Organizational and pedagogical principles of creation and implementation of a web-oriented information and analytical university management system*. Bohdan Khmelnytsky National University [in Ukrainian].
- Kankovskyi, I. Ye. (2013). Individual educational trajectories as a necessity of the modern process of professional training. *Professional Education: Problems and Perspectives*, 4, 62–65 [in Ukrainian].
- Lapinskyi, V. V. (2011). Electronic learning tools: Retrospective and prospects. *Informatics*, 33, 3–9 [in Ukrainian].
- Nemets, L. M., Segida, K. Yu., & Logvinova, M. O. (2019). Individual educational trajectories: Role in ensuring the quality of higher education. *Problems of Modern Education*, 10, 51–60 [in Ukrainian].
- Platform for Distance Learning with Open-Source Code EdX. (n. d.). Retrieved from <http://edx.org>, <https://github.com/openedx/XBlock> (Accessed: 27.09.2024) [in Ukrainian].
- Morozov, A. V., & Vakaliuk, T. A. (2021). An electronic environment of higher education institution (on the example of Zhytomyr Polytechnic State University). *Journal of Physics: Conference Series*, 1840(1), 012061. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1840/1/012061>
- Sharov, S., Lubko, D., Lomeiko, O., & Chemerys, H. (2021). Information system for the formation of students' individual educational trajectory. *1st International Conference on Education, Humanities, Health and Agriculture*. Ruteng, Flores, Indonesia. <https://doi.org/10.4108/eai.3-6-2021.2311038>
- Vinnyk, M., Poltorackiy, M., Spivakovska, Y., Vinnyk, T., Bondarenko, L., & Revenko, Y. (2020). Measuring the effectiveness of the implementation of individual educational trajectories by university students. In *CEUR Workshop Proceedings*, 2732, 1286–1297.

**Отримано редакцією журналу / Received: 28.09.24**

**Прорецензовано / Revised: 30.09.24**

**Схвалено до друку / Accepted: 01.10.24**

Yevhenii TOPOLSKOV, PhD (Engin.), Assoc. Prof.  
ORCID ID: 0000-0001-5587-3069  
e-mail: dreugent@gmail.com  
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

Rimma BERDO, Senior Lecturer  
ORCID ID: 0000-0002-2477-1454  
e-mail: rimma199320@gmail.com  
National Transport University, Kyiv, Ukraine

### USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO DETERMINE STUDENTS' PERSONAL LEARNING TRAJECTORY

*This paper addresses the pressing issue of enhancing the quality of education for learners through the application of artificial intelligence to create individualized learning trajectories and assess academic achievement. The goal of this study is to identify the primary tasks, methods, and technologies of artificial intelligence that can be effectively implemented in higher education. The paper proposes the use of expert system shells, machine learning, and deep learning methods to improve the quality of the educational process.*

**Keywords:** *individualized learning trajectory, artificial intelligence, expert system, machine learning, deep learning.*

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів. Спонсори не брали участі в розробленні дослідження; у зборі, аналізі чи інтерпретації даних; у написанні рукопису; в рішенні про публікацію результатів.

The authors declare no conflicts of interest. The funders had no role in the design of the study; in the collection, analyses or interpretation of data; in the writing of the manuscript; or in the decision to publish the results.