

УДК 004:37

DOI <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2026.3.1/04>**Варганова Д.О.**<https://orcid.org/0000-0002-8712-027X>

Державний університет «Житомирська політехніка»

**Коломієць Р.О.**<https://orcid.org/0000-0002-9020-938X>

Державний університет «Житомирська політехніка»

**Окунькова О.О.**<https://orcid.org/0009-0004-0093-0694>

Державний університет «Житомирська політехніка»

## ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ АДАПТИВНІ СИСТЕМИ НАВЧАННЯ У ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ ІТ-ФАХІВЦІВ

У статті здійснено дослідження теоретичних та практичних засад використання інтелектуальних адаптивних систем навчання (ІАСН) у процесі професійної підготовки майбутніх фахівців галузі інформаційних технологій. Актуальність роботи зумовлена стрімкою цифровою трансформацією освіти та необхідністю переходу від статичних моделей навчання до динамічних середовищ, що здатні враховувати індивідуальні особливості студентів.

Проаналізовано роль штучного інтелекту (ШІ) у персоналізації освітнього процесу, де системи виступають у ролі «цифрових тьюторів», здатних імітувати діяльність викладача та надавати миттєвий зворотний зв'язок. У роботі систематизовано внесок провідних науковців у розвиток когнітивних моделей та інтелектуальних систем. Особливу увагу приділено функціонуванню адаптивних платформ на основі аналізу великих даних (Learning Analytics), що дозволяє автоматично коригувати зміст, складність та темп навчання залежно від рівня знань студента.

Дослідження включає порівняльний аналіз розвитку адаптивних технологій за період 2021-2026 років, який демонструє стрімке зростання рівня персоналізації контенту завдяки впровадженню великих мовних моделей (LLM) та ШІ-агентів. Наведено детальну класифікацію сучасних освітніх платформ (ALEKS, Khan Academy, LeetCode, Coursera та ін.) за галузями застосування та типами використовуваних AI-технологій. Доведено, що використання нейромереж для оцінювання коду та моделювання фізичних явищ значно підвищує ефективність засвоєння складних технічних дисциплін.

У висновках підкреслено, що інтелектуальні адаптивні системи забезпечують формування індивідуальних освітніх траєкторій та сприяють розвитку саморегуляції студентів. Водночас окреслено основні виклики: захист персональних даних, забезпечення якості контенту та необхідність спеціальної підготовки викладачів до роботи в новому цифровому середовищі.

**Ключові слова:** адаптивне навчання, штучний інтелект, ІТ-освіта, персоналізація, цифрові технології, інтелектуальні системи навчання, Learning Analytics.

**Постановка проблеми.** Сучасна система освіти перебуває у стані активної цифрової трансформації, що зумовлює необхідність впровадження новітніх технологій у навчальний процес. Особливого значення набувають інтелектуальні адаптивні системи навчання, які дозволяють індивідуалізувати освітній процес та підвищити його ефективність.

У традиційній моделі навчання всі студенти отримують однаковий матеріал, що не враховує їх індивідуальні особливості. Це призводить до зни-

ження мотивації та ефективності навчання. Водночас адаптивні системи дозволяють створювати персоналізовані траєкторії навчання.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Актуальність адаптивного навчання зростає, що підтверджується інтенсивним інтересом дослідників та розробників платформ, призначених для його реалізації [10; 11; 14].

Проблематика адаптивного навчання активно досліджується у сучасній педагогіці та інформаційних технологіях. Значний внесок зробили



дослідники у галузі інтелектуальних навчальних систем, які довели ефективність використання AI. Найвідомішими з них: Андрущенко В.П., Васянович Г.П., Зязюн І.А., Кремень В.Г., Бондар В.І., Гончаренко С.У., Гуревич Р.С., Крутецький В.А., Мітіна Л.М., Виготський Л.С., Костюк Г.С., Брушлинський А.В., Опалюк Т.Л., Максименко С.Д., Рубінштейн С.Л. [13].

Значний внесок у розвиток інтелектуальних навчальних систем зробили провідні зарубіжні дослідники. Зокрема, Беверлі Парк Вулф (Beverly Park Woolf) є однією з ключових фігур у галузі інтелектуальних навчальних систем. У своїх роботах вона обґрунтувала ефективність адаптивного навчання та створення інтелектуальних тьюторів, здатних підлаштовуватися під потреби здобувача освіти [1]. Вагомий внесок здійснив Курт ВанЛен (Kurt VanLehn), який розробив концепцію когнітивних тьюторів. Його дослідження показали, що системи штучного інтелекту можуть ефективно імітувати діяльність викладача та значно покращувати результати навчання [2]. Основи моделювання навчальної діяльності були закладені Джон Р. Андерсон (John R. Anderson), який створив когнітивну теорію ACT-R. Ця теорія стала фундаментом для розробки багатьох сучасних інтелектуальних навчальних систем і дозволяє моделювати процеси засвоєння знань людиною [3; 4]. Важливу роль відіграла команда дослідників Карнегі Лернінг (Carnegie Learning), яка створила інтелектуальні системи навчання математики. Практичне впровадження цих систем продемонструвало підвищення успішності, що підтверджує ефективність використання AI в освіті. Суттєвий внесок у розвиток аналізу навчальних даних зробив Раян Бейкер (Ryan Baker), його роботи доводять важливість персоналізації навчання на основі даних [9].

Практичні рішення у сфері адаптивного навчання запропонував Ніл Хеффернан (Neil Heffernan), який створив платформу ASSISTments. Його дослідження підтверджують ефективність використання онлайн-тестування з адаптивною логікою. У галузі аналітики навчання важливий внесок зробив Драган Гашевич (Dragan Gasevic), який обґрунтував значення аналізу великих обсягів освітніх даних для підвищення якості навчання. Теоретичні засади сучасного цифрового навчання розвинув Джордж Сіменс (George Siemens), автор теорії коннективізму (Connectivis), який пояснює навчання в умовах цифрового середовища. Значний внесок у розвиток адаптивних онлайн-курсів зробила Кендіс Тіллі (Candace Thille). Її дослідження доводять, що використання інтелек-

туальних технологій сприяє покращенню результатів навчання [10].

Роботи зазначених дослідників підтверджують, що застосування штучного інтелекту в освіті забезпечує персоналізацію навчання, підвищення ефективності засвоєння матеріалу та формування індивідуальних освітніх траєкторій.

**Постановка завдання.** Сучасна підготовка IT-фахівців вимагає переходу від традиційних статичних моделей навчання до динамічних освітніх середовищ, здатних адаптуватися до швидких змін технологій та враховувати індивідуальні особливості студентів. У сучасних умовах цифровізації та глобальної конкуренції на ринку праці здобуття високого рівня інформаційно-дослідницьких компетентностей стає ключовим фактором успішної професійної підготовки майбутніх IT-спеціалістів.

Основною метою даного дослідження є аналіз, обґрунтування та визначення можливостей використання сучасних високотехнологічних освітніх платформ із елементами штучного інтелекту для створення умов формування компетентностей майбутніх IT-фахівців. У цьому контексті особливу увагу приділено вивченню адаптивних навчальних технологій, які забезпечують персоналізацію освітнього процесу, автоматизовану підтримку навчання та оперативне оцінювання результатів студентів.

До завдань дослідження входять:

1. Провести системний аналіз сучасних адаптивних навчальних платформ та визначити їх функціональні можливості у сфері IT та природничо-математичної освіти.

2. Оцінити вплив інноваційних адаптивних технологій на якість навчального процесу та ефективність формування ключових компетентностей студентів.

3. Виявити виклики та обмеження, що виникають при використанні даних платформ у навчальному середовищі, зокрема пов'язані з інтеграцією штучного інтелекту та обробкою великих даних про навчальні результати.

4. Сформулювати рекомендації щодо подальшого розвитку адаптивних освітніх систем та напрямів їх використання для підвищення ефективності підготовки IT-фахівців.

Дослідження сучасних адаптивних навчальних платформ спрямоване на створення динамічного та персоналізованого освітнього середовища, що відповідає актуальним вимогам IT-галузі та сприяє ефективному формуванню інформаційно-дослідницьких компетентностей студентів.

**Виклад основного матеріалу.** У підготовці майбутніх ІТ-фахівців інтелектуальні адаптивні системи мають особливе значення. Галузь інформаційних технологій характеризується швидкою зміною знань і високими вимогами до практичних навичок. Адаптивні платформи дозволяють автоматично підбирати завдання відповідно до рівня підготовки студента: від базових вправ до складних проектних задач. Наприклад, при вивченні програмування система може аналізувати код студента, виявляти помилки та пропонувати індивідуальні рекомендації щодо їх усунення [7; 8; 9].

Основу інтелектуальних адаптивних систем становить використання методів штучного інтелекту, які дозволяють аналізувати навчальну діяльність здобувачів освіти, визначати рівень їхніх знань, умінь і навичок та відповідно до цього змінювати зміст, складність і темп навчання. Такі системи функціонують на основі збору та обробки великих обсягів даних про користувача, включаючи результати тестування, швидкість виконання завдань, типові помилки та поведінкові особливості.

Важливою складовою адаптивного навчання є персоналізація освітнього процесу. На відміну від традиційних підходів, де всі студенти навчаються за однаковою програмою, адаптивні системи формують індивідуальні освітні траєкторії.

Це дозволяє більш ефективно враховувати рівень підготовки кожного студента, його стиль навчання та когнітивні особливості. Теоретичним підґрунтям такого підходу є ідеї Лев Виготський про зону найближчого розвитку, відповідно до яких навчання має випереджати розвиток і сприяти його активізації [11].

Крім того, важливим елементом є використання аналітики навчальних даних (Learning Analytics), що дозволяє викладачам отримувати об'єктивну інформацію про навчальний прогрес студентів [13]. Це дає змогу своєчасно виявляти труднощі в навчанні, коригувати освітній процес та підвищувати його ефективність.

Використання інтелектуальних адаптивних систем також сприяє розвитку самостійності студентів. Завдяки інтерактивному середовищу, миттєвому зворотному зв'язку та можливості працювати у власному темпі, здобувачі освіти набувають навичок саморегуляції та критичного мислення. Це особливо важливо для ІТ-фахівців, які повинні постійно оновлювати свої знання упродовж професійної діяльності [14].

Проведено дослідження і здійснено аналіз сучасних адаптивних навчальних систем за 5 років, що дозволяє оцінити актуальні тенденції розвитку технологій штучного інтелекту в освіті та їх вплив на ефективність навчального процесу.

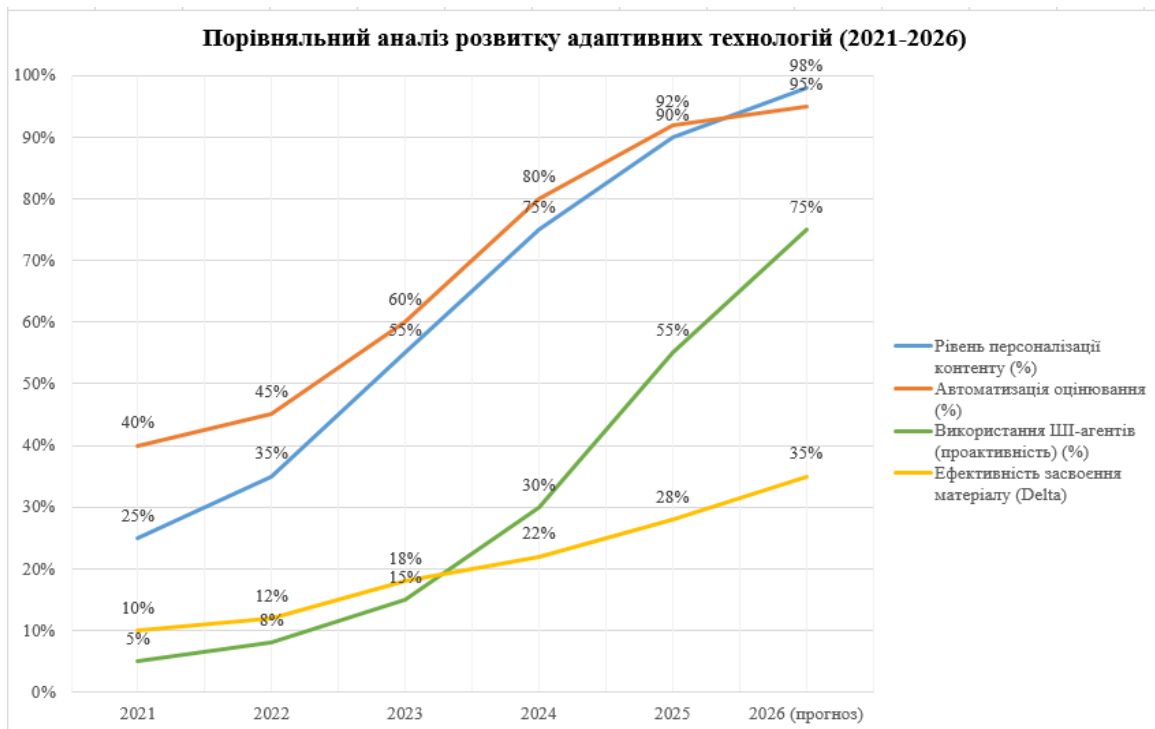


Рис. 1. Порівняльний аналіз розвитку адаптивних технологій (2021-2026). (Значення наведені у відсотках (%) відносно загального ринку освітніх технологій і рівня засвоєння функцій)

Аналіз показників:

1. Рівень персоналізації: Стрімкий стрибок у 2023-2024 роках пов'язаний із інтеграцією LLM (великих мовних моделей), які дозволили створювати індивідуальні пояснення.

2. Автоматизація оцінювання: Показує стабільне зростання. Якщо у 2021 році це були переважно тести, то у 2026 році ШІ аналізує есе, відкриті відповіді та навіть творчі проекти з високою точністю.

3. Використання ШІ-агентів: Найбільш динамічний показник. Це перехід від «системи, яка чекає запиту» до «системи, яка веде за собою», виступаючи повноцінним цифровим тьютором.

4. Показник «Ефективність засвоєння» (Delta) вказує на те, наскільки швидше або якісніше студенти опановують програму порівняно з контрольною групою без адаптивних систем. Як бачимо, у 2026 році ШІ дозволяє засвоювати матеріал на третину ефективніше [12].

Здійснивши аналіз сучасних технологій адаптивного навчання слід виділити системи навчання, що забезпечують персоналізацію освітнього процесу та підвищують його ефективності.

1. Нейромережі для оцінювання коду. Використання моделей штучного інтелекту дозволяє автоматично аналізувати програмний код студентів, виявляти помилки та надавати рекомендації щодо їх виправлення.

2. Нейромережі для моделювання фізичних явищ. Застосування нейромереж дає змогу моделювати фізичні процеси та створювати інтерактивні лабораторії.

3. Аналіз математичних закономірностей. Алгоритми машинного навчання використовуються для виявлення прогалин у знаннях та підбору індивідуальних завдань.

4. Learning Analytics. Аналіз навчальних даних дозволяє оцінити прогрес студентів і прогнозувати їх результати.

5. Адаптивні алгоритми. Системи змінюють рівень складності завдань залежно від результатів навчання.

6. Рекомендаційні системи. AI підбирає навчальні матеріали та формує індивідуальну траєкторію навчання.

7. NLP для пояснення матеріалу. Мовні моделі дозволяють генерувати пояснення та відповідати на запитання студентів.

8. Гейміфікація. Ігрові елементи підвищують мотивацію та залученість студентів.

9. Автоматичні системи тестування. Адаптивні тести дозволяють ефективно оцінювати знання.

10. Хмарні технології. Забезпечують доступ до навчальних ресурсів з будь-якого пристрою [15].

Вивчення дисциплін природничо-математичного та IT-напрямів на вищому навчальному закладі залишаються одними з найскладніших для студентів. Це зумовлено високим рівнем абстрактності навчального матеріалу, необхідністю розвитку логічного та алгоритмічного мислення, а також значним обсягом практичних завдань.

Зокрема, вивчення програмування потребує глибокого розуміння алгоритмів, структур даних та принципів побудови програмних систем. Математика і фізика, у свою чергу, вимагають сформованих аналітичних здібностей, уміння працювати з формальними моделями та розв'язувати складні задачі. Дисципліни у сфері інформаційних технологій поєднують у собі як теоретичні, так і практичні компоненти, що підвищує складність їх засвоєння. У зв'язку з цим адаптивні технології стають актуальними і дозволяють індивідуалізувати навчання, враховуючи рівень підготовки кожного студента, темп засвоєння матеріалу та його когнітивні особливості [9; 10].

У даній таблиці представлено порівняльний аналіз сучасних адаптивних навчальних платформ, що застосовуються у вивченні дисциплін природничо-математичного та IT-напрямів. Більшість із наведених систем (наприклад, Khan Academy, Desmos, WolframAlpha) реалізують механізми автоматичного аналізу знань користувача, адаптації складності завдань та надання миттєвого зворотного зв'язку. Найвищий рівень адаптивності демонструють платформи, орієнтовані на персоналізацію навчання та автоматичний аналіз результатів студентів. Особливо ефективними є системи для вивчення програмування, які забезпечують автоматичну перевірку коду та адаптацію складності завдань [8].

**Висновки.** Інтелектуальні адаптивні системи навчання є ефективним інструментом підготовки майбутніх IT-фахівців. Їх впровадження дозволяє значно підвищити якість підготовки, забезпечує персоналізацію навчання, підвищують його результативність, сприяє розвитку ключових компетентностей майбутнього фахівця.

Адаптивні системи навчання здатні автоматично аналізувати результати навчальної діяльності студентів, виявляти прогалини у знаннях та пропонувати відповідні навчальні матеріали і завдання. Це забезпечує більш ефективне засвоєння складних тем, зменшує рівень навчальних труднощів та підвищує мотивацію до навчання.

Крім того, використання технологій штучного

## Порівняльний аналіз адаптивних навчальних платформ

Освітня платформа	Галузь застосування	Технології адаптивного навчання	AI-технології	Педагогічна ефективність
ALEKS	Математика	Адаптивне тестування	Machine Learning	Виявлення прогалин у знаннях
Khan Academy	Математика, фізика	Персоналізація навчання	Learning Analytics	Індивідуальний темп
DreamBox	Математика	Динамічна адаптація	AI алгоритми	Розвиток логіки
Carnegie Learning	Математика	Когнітивні тьютори	Cognitive AI	Глибоке розуміння
Desmos	Математика	Візуалізація графіків	Data Visualization	Краще розуміння функцій
WolframAlpha	Математика, фізика	Обчислювальний аналіз	AI engine	Детальні пояснення
PhET Simulations	Фізика	Інтерактивні симуляції	Modeling	Візуалізація процесів
Stellarium	Астрономія	Візуалізація	Simulation	Наочність
Quizlet	Теорія	Адаптивне повторення	AI repetition	Запам'ятовування
Codeforces	Програмування	Адаптивні задачі за рейтингом	Data Analytics	Алгоритмічне мислення
LeetCode	Програмування	Персоналізовані задачі	ML	Підготовка до співбесід
HackerRank	Програмування	Автоматична перевірка	AI evaluation	Практичні навички
Codewars	Програмування	Рівні складності	Gamification	Мотивація
freeCodeCamp	Веб-розробка	Покрокове навчання	Analytics	Практика
Coursera	IT, Data Science	Персоналізація курсів	Recommender systems	Академічний рівень
edX	IT	Адаптивні курси	AI analytics	Курси університетів
Udemy	IT	Рекомендації	Recommendation AI	Гнучкість
Stepik	Програмування	Автоперевірка коду	Auto-check AI	Інтерактивність
GitHub	IT	Аналіз коду	AI tools	Реальні проекти

інтелекту сприяє формуванню індивідуальних освітніх траєкторій, що є особливо важливим у підготовці майбутніх IT-фахівців. Завдяки адаптивному підходу студенти отримують можливість працювати у власному темпі, отримувати миттєвий зворотний зв'язок та поступово підвищувати рівень складності навчальних завдань.

Водночас впровадження таких систем супроводжується певними викликами. Серед них – необхідність забезпечення якості навчального контенту, захист персональних даних користувачів,

а також підготовка викладачів до використання нових технологій. Важливим є також питання інтеграції адаптивних систем у традиційний освітній процес та забезпечення їх методичної підтримки.

Таким чином, попри складність дисциплін технічного спрямування, інтеграція адаптивних технологій на основі штучного інтелекту сприяє підвищенню ефективності навчального процесу, покращенню рівня знань студентів та забезпеченню високої якості підготовки IT-спеціалістів.

## Список літератури:

1. Woolf B. P. Building Intelligent Interactive Tutors: Student-Centered Strategies for Revolutionizing E-Learning. Burlington: Morgan Kaufmann, 2008. 466 p.
2. VanLehn K. The Relative Effectiveness of Human Tutoring, Intelligent Tutoring Systems, and Other Tutoring Systems. *Educational Psychologist*. 2011. Vol. 46(4). Pp. 197-221.
3. Anderson J. R., Corbett A. T. Knowledge tracing: Modeling the acquisition of procedural knowledge. *User Modeling and User-Adapted Interaction*. 1994. Vol. 4. Pp. 253-278.
4. Koedinger K. R., Anderson J. R., Hadley W. H., Mark M. A. Intelligent tutoring goes to school in the big city. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*. 1997. Vol. 8. Pp. 30-43.
5. Fernández-Herrero J. Evaluating Recent Advances in Affective Intelligent Tutoring Systems: A Scoping Review of Educational Impacts and Future Prospects. *Education Sciences*. 2024. Vol. 14(8). Article 839. <https://doi.org/10.3390/educsci14080839>
6. Liu S., Guo X., Hu X., Zhao X. Advancing Generative Intelligent Tutoring Systems with GPT-4: Design, Evaluation, and a Modular Framework for Future Learning Platforms. *Electronics*. 2024. Vol. 13(24). Article 4876. <https://doi.org/10.3390/electronics13244876>
7. Kouam A. W. F. The effectiveness of intelligent tutoring systems in supporting students with varying levels of programming experience. *Discover Education*. 2024. Vol. 3. Article 278. <https://doi.org/10.1007/s44217-024-00385-3>

8. Kerimbayev N., Adamova K., Shadiev R., Altinay Z. Intelligent educational technologies in individual learning: a systematic literature review. *Smart Learning Environments*. 2025. Vol. 12. Article 1. <https://doi.org/10.1186/s40561-024-00360-3>
9. Lai C.-H., Lin C.-Y. Analysis of Learning Behaviors and Outcomes for Students with Different Knowledge Levels: A Case Study of Intelligent Tutoring System for Coding and Learning (ITS-CAL). *Applied Sciences*. 2025. Vol. 15(4). Article 1922. <https://doi.org/10.3390/app15041922>
10. Rodrigues B., Pinto R., Gonçalves G. A Systematic Literature Review of AI-Driven Intelligent Tutoring Systems in Engineering Education: Emphasizing Personalization, Feedback, and Student Monitoring. *IEEE Access*. 2025. Pp. 1-15. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3626473>
11. Zhumashev M., Barlybayev A., Kintonova A., Sabitov A., Kudubayeva S. A systematic review (2010–2024) of smart textbooks and intelligent tutoring systems: Models, methods, subjects, and geographies. *International Journal of Innovative Research and Scientific Studies*. 2025. Vol. 8(6). Pp. 1950-1963. <https://doi.org/10.53894/ijirss.v8i6.10048>
12. Liu V., Latif E., Zhai X. Advancing Education through Tutoring Systems: A Systematic Literature Review. *arXiv preprint*. 2025. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2503.09748>
13. Москалюк М. М., Москалюк Н. В., Лень А. В. Штучний інтелект в закладах вищої освіти: переваги та недоліки. *Open Educational E-Environment of Modern University*. 2023. № 15. С. 85-96. <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2023.157>
14. Певень К., Хміль Н., Макогончук Н. Вплив штучного інтелекту на зміну традиційних моделей навчання та викладання: аналіз технологій для забезпечення ефективності індивідуальної освіти. *Перспективи та інновації науки*. 2023. № 11(29). С. 306-316. [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2023-11\(29\)-306-316](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2023-11(29)-306-316)
15. Сікора Я. Б., Марчук Н. А., Нестеров В. Ф. Технології майбутнього: роль штучного інтелекту у персоналізованому навчанні. *Наука і техніка сьогодні*. 2024. № 1(29). С. 526-537. [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-1\(29\)-526-537](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-1(29)-526-537)

#### **Varhanova D.O., Kolomiets R.O., Okunkova O.O. INTELLIGENT ADAPTIVE LEARNING SYSTEMS IN THE TRAINING OF FUTURE IT SPECIALISTS**

*The article investigates the theoretical and practical foundations of using intelligent adaptive learning systems (IALS) in the professional training of future information technology specialists. The relevance of the work is driven by the rapid digital transformation of education and the need to transition from static learning models to dynamic environments capable of considering students' individual characteristics.*

*The role of artificial intelligence (AI) in personalizing the educational process is analyzed, where systems act as "digital tutors" capable of mimicking instructor activities and providing instant feedback. The paper systematizes the contributions of leading scientists to the development of cognitive models and intelligent systems. Particular attention is paid to the functioning of adaptive platforms based on learning analytics (Learning Analytics), which allows for the automatic adjustment of content, complexity, and learning pace depending on the student's knowledge level.*

*The study includes a comparative analysis of the development of adaptive technologies for the period 2021-2026, demonstrating a rapid increase in the level of content personalization due to the implementation of large language models (LLMs) and AI agents. A detailed classification of modern educational platforms (ALEKS, Khan Academy, LeetCode, Coursera, etc.) is provided by application areas and types of AI technologies used. It is proven that the use of neural networks for code evaluation and modeling of physical phenomena significantly increases the effectiveness of mastering complex technical disciplines.*

*The conclusions emphasize that intelligent adaptive systems ensure the formation of individual educational trajectories and promote the development of students' self-regulation. At the same time, key challenges are outlined: personal data protection, ensuring content quality, and the need for special training for instructors to work in the new digital environment.*

**Keywords:** *adaptive learning, artificial intelligence, IT education, personalization, digital technologies, intelligent learning systems, Learning Analytics.*

Дата першого надходження статті до видання: 27.03.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 23.04.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 19.05.2026