

# ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ПЕРСОНАЛІЗАЦІЇ WEBЗАСТОСУНКІВ ТЕСТУВАННЯ ЗНАНЬ

Вінницький національний технічний університет

## Анотація

Ефективність сучасних освітніх інформаційних систем значною мірою визначається їхньою здатністю до глибокої адаптації та персоналізації навчального процесу. В роботі розглядається архітектурна та алгоритмічна реалізація інноваційного WEBзастосунок для інтелектуального тестування знань, інтегрованого з підсистемою підтримки прийняття рішень (ППР). Основна увага приділяється застосуванню багатошарового перцептрона (MLP) для гранулярного аналізу результатів тестування, швидкості відповідей, кількості спроб та історичних трендів успішності користувача. Результати дослідження формують науково-методичну базу для створення адаптивних освітніх платформ, здатних трансформувати парадигму електронного навчання з пасивного контролю на активне формування індивідуальних освітніх траєкторій.

**Ключові слова:** персоналізоване навчання, адаптивне тестування, багатошаровий перцептрон, рекомендаційна система, WEBзастосунок, системи підтримки прийняття рішень, клієнт-серверна архітектура.

## Abstract

The effectiveness of modern educational information systems is largely determined by their ability to deeply adapt and personalize the educational process. The paper considers the architectural and algorithmic implementation of an innovative WEB application for intelligent knowledge testing, integrated with a decision support subsystem (DSS). The main attention is paid to the use of a multilayer perceptron (MLP) for granular analysis of test results, response speed, number of attempts and historical trends in user success. The results of the study form a scientific and methodological basis for creating adaptive educational platforms capable of transforming the e-learning paradigm from passive control to active formation of individual educational trajectories.

**Keywords:** personalized learning, adaptive testing, multilayer perceptron, recommender system, WEB application, decision support systems, client-server architecture.

## Вступ

В умовах активної цифровізації освіти підхід до навчання поступово змінюється. Сучасні технології дозволяють переходити від однакового для всіх формату навчання до більш індивідуалізованих освітніх траєкторій [1]. Проте більшість традиційних систем керування навчанням (Learning Management Systems – LMS) здебільшого пропонують статичні методи контролю знань, які фіксують рівень компетенцій на певний момент часу, залишаючи поза увагою діагностичну, формуючу та коригуючу складові навчального процесу [2]. Здобувач освіти, отримавши певний бал, часто залишається дезорієнтованим щодо того, які саме концептуальні прогалини призвели до помилок, і які матеріали необхідно опрацювати для їх швидкого усунення.

Розв'язання цієї проблеми лежить у площині створення інтелектуальних WEBзастосунків, які поєднують функції динамічного контролю з потужними системами підтримки прийняття рішень (ППР) на базі штучних нейронних мереж (ШНМ). Використання WEBсередовища забезпечує кросплатформений доступ через браузер, централізоване оновлення логіки та можливість збору потокових даних у реальному часі. Метою дослідження є розробка, архітектурна реалізація WEBзастосунок для тестування знань, здатного перетворити статичну перевірку на проактивного інтелектуального помічника.

## Результати дослідження

Розроблюваний WEBзастосунок побудований на клієнт-серверній архітектурі, це забезпечує ефективну обробку запитів користувачів та зручну взаємодію через інтерфейс. Для зберігання даних використовується документо-орієнтована база даних, яка дозволяє працювати з тестовими завданнями різних типів та зберігати статистику проходження [3]. Клієнтська частина реалізована у форматі

односторінкового застосунку (SPA), що забезпечує швидке оновлення контенту без перезавантаження сторінки.

Застосунок розділений на взаємопов'язані функціональні модулі:

- Модуль керування доступом та безпекою: забезпечує реєстрацію, авторизацію та криптографічне хешування конфіденційних даних.

- Інтерактивна система тестування: дозволяє проходити тести з автоматичним підрахунком балів, з точною фіксацією часу проходження та миттєвим формуванням результатів.

- Модуль конструювання контенту: надає користувачам інструментарій для створення тестів з розподілом за категоріями, специфічними темами та рівнями складності.

- Аналітичний дашборд: відображає розширену статистику успішності, включаючи агреговані показники та динаміку прогресу користувача у часі.

Існує низка платформ для онлайн-тестування, однак більшість із них або не підтримують гнучкого адаптивного підходу, або мають закриту архітектуру. У табл. 1 наведено порівняльний аналіз типових існуючих підходів та запропонованого WEBзастосунку.

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика методів ППР для WEBплатформ персоналізованого навчання

Характеристика	Класичні LMS	Платформи масових відкритих онлайн-курсів	Розроблюваний WEBзастосунок
Формат роботи	Закрите інституційне середовище	Відкриті стандартизовані курси	Гнучкий WEBзастосунок
Аналіз успішності	Статистика правильних відповідей	Відсоток проходження курсу	Комплексний аналіз (бал, тренд, час)
Персоналізація	Ручне налаштування викладачем	Базові рекомендації за тегами	Автоматична адаптація на базі штучної нейронної мережі (MLP)
Освітній ефект	Статичний контроль	Масове навчання	Індивідуальна освітня траєкторія

Як видно з табл. 1, існуючі рішення часто орієнтовані виключно на контроль або масове навчання, залишаючи поза увагою глибоку аналітику індивідуального прогресу. Запропонований застосунок усуває ці недоліки, впроваджуючи гібридний підхід: класичний контроль знань доповнюється рекомендаційною системою на базі власної реалізації багатошарового перцептрона, що робить процес навчання більш усвідомленим та ефективним.

Алгоритм здійснює детальний аналіз результатів за кожною окремою навчальною темою [4]. На вхід нейронної мережі подається вектор ознак, який включає середній бал, кількість спроб, середній час виконання та динаміку змін успішності. Обробляючи цей вектор через систему прихованих шарів із застосуванням нелінійних функцій активації, багатошаровий перцептрон класифікує поточний рівень компетентності студента в заданій темі за шкалою ймовірностей, відносячи його до класів: «низький», «середній» або «високий». Завдяки використанню алгоритму зворотного поширення помилки, мережа здатна до постійного адаптивного донавчання [5].

На основі результатів класифікації запускається підсистема приписової аналітики, яка автоматично генерує цільові рекомендації. При виявленні рівня «низький» система формує добірку легких або середніх завдань для усунення фундаментальних прогалин. При впевненому рівні «високий» застосунок пропонує завдання підвищеної складності, стимулюючи подальший розвиток. Такий гібридний підхід переводить систему з розряду інструментів констатуючого оцінювання до категорії інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень, здатних ефективно спрямовувати освітній процес [6].

### Висновки

На основі проведеного аналізу встановлено, що розробка WEBзастосунку для тестування знань з наданням рекомендацій є актуальним та практично значущим завданням. Впровадження інтелектуального модуля дозволяє перетворити систему тестування зі звичайного засобу контролю на інструмент персоналізованої підтримки навчання. Запропонований застосунок сприятиме підвищенню ефективності освітнього процесу, забезпечуючи зручний інструмент для створення завдань та адаптивні рекомендації для покращення результатів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Hybrid Deep Learning Models for Predicting Student Academic Performance. URL: <https://www.mdpi.com/2297-8747/30/3/59> (дата звернення 28.02.26).
2. Kuleto V., Piić M., Dedić V., Raketić K. Application of Artificial Intelligence and Machine Learning in Higher Education, Available Platforms and Examining Students' Awareness. URL: [https://www.researchgate.net/publication/359201044\\_Application\\_of\\_Artificial\\_Intelligence\\_and\\_Machine\\_Learning\\_in\\_Higher\\_Education\\_Available\\_Platforms\\_and\\_Examining\\_Students'\\_Awareness](https://www.researchgate.net/publication/359201044_Application_of_Artificial_Intelligence_and_Machine_Learning_in_Higher_Education_Available_Platforms_and_Examining_Students'_Awareness) (дата звернення 28.02.26).
3. Brusilovsky P., Millan E. User Models for Adaptive Hypermedia and Adaptive Educational Systems. URL: [https://www.researchgate.net/publication/200121029\\_User\\_Models\\_for\\_Adaptive\\_Hypermedia\\_and\\_Adaptive\\_Educational\\_Systems](https://www.researchgate.net/publication/200121029_User_Models_for_Adaptive_Hypermedia_and_Adaptive_Educational_Systems) (дата звернення 28.02.26).
4. Przybyła-Kasperek M., Frimpong Marfo K. A multi-layer perceptron neural network for varied conditional attributes in tabular dispersed data. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11611123/> (дата звернення 28.02.26).
5. Haykin S. Neural Networks and Learning Machines. New York: Pearson Education, 2009. 938 p. URL: <https://dai.fmph.uniba.sk/courses/NN/haykin.neural-networks.3ed.2009.pdf> (дата звернення 28.02.26).
6. Sharda R., Delen D., Turban E. Analytics, Data Science, & Artificial Intelligence: Systems for Decision Support. Pearson Education Limited, 2021. 833 p. URL: <https://davidhason.com/wp-content/uploads/2024/11/Analytics-Data-Science-Artificial-Intelligence-2019.pdf> (дата звернення 28.02.26).

**Ніжинська Олександра Валентинівна** – студентка групи 2КН-226, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [nsasha150305@gmail.com](mailto:nsasha150305@gmail.com)

**Крылик Людмила Вікторівна** – к.т.н, доцент, доцент кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

**Nizhynska Oleksandra V.** – Faculty of Intelligent Information Technology and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [nsasha150305@gmail.com](mailto:nsasha150305@gmail.com)

**Krylik Lyudmila V** – PhD (Eng.), Associate Professor of Department for Computer Science, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.