

РОЗРОБКА КЛІЄНТ-СЕРВЕРНОЇ СИСТЕМИ ПЕРСОНАЛІЗОВАНОГО НАВЧАННЯ З АДАПТИВНИМ КОНТЕНТОМ НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Робота присвячена розробці клієнт-серверної системи персоналізованого навчання, у якій адаптація навчального контенту здійснюється на основі технологій штучного інтелекту та моделі відстеження знань користувача. Актуальність теми зумовлена обмеженими можливостями наявних освітніх платформ щодо персоналізації: вони рідко враховують індивідуальний темп засвоєння, прогалини в знаннях та потребу в україномовних навчальних матеріалах.

Запропоновано архітектуру, що поєднує настільний застосунок на базі Electron, хмарну документно-орієнтовану базу даних Firebase Firestore та серверні AI-сервіси генерації навчального контенту. Firestore використовується для зберігання результатів тестування, списків тем і прогресу навчання із синхронізацією в реальному часі, а серверна логіка на Node.js/Firebase Functions забезпечує безпечну роботу з Claude API та централізоване керування запитами до AI-модуля.

Ключовим елементом системи є діагностичний тест, який визначає початковий рівень знань користувача й автоматично формує перелік тем для опрацювання залежно від кількості помилок. На основі результатів тесту AI-модуль генерує навчальний контент українською мовою (теорія, приклади коду, схеми Mermaid, практичні рекомендації), що динамічно оновлюється в процесі навчання.

Показано, що використання клієнт-серверних систем персоналізованого навчання з AI-модулем генерації контенту є перспективним напрямом для підвищення ефективності навчання та залучення користувачів. Наведено рекомендації щодо впровадження таких систем, які враховують ретельне проектування діагностичних тестів, шаблонів промптів до мовних моделей, централізоване керування доступом до AI-сервісів і масштабовану хмарну інфраструктуру з акцентом на гнучкість, безпеку та адаптивність навчального середовища.

Ключові слова: автоматизація, клієнт-серверна система, штучний інтелект, хмарна база даних, діагностичний тест, адаптивний навчальний контент.

Annotation

The thesis focuses on the development of a client-server personalized learning system in which the adaptation of educational content is driven by artificial intelligence technologies and a user knowledge-tracking model. The relevance of the topic is determined by the limited capabilities of existing learning platforms in terms of personalization: they rarely take into account the individual learning pace, knowledge gaps, and the need for Ukrainian-language learning materials.

An architecture is proposed that combines a desktop Electron-based application, a cloud document-oriented database Firebase Firestore, and server-side AI services for learning content generation. Firestore stores test results, topic lists, and learning progress with real-time synchronization, while the server-side logic based on Node.js/Firebase Functions ensures secure interaction with Claude API and centralized management of requests to the AI module.

A key element of the system is a diagnostic test that determines the user's initial knowledge level and automatically forms a list of topics to be studied depending on the number of errors made. Based on the test results, the AI module generates Ukrainian-language learning content (theory, code examples, Mermaid diagrams, practical recommendations), which is dynamically updated during the learning process.

The study shows that client-server personalized learning systems with an AI-based content generation module are a promising direction for increasing learning efficiency and user engagement. Recommendations are provided for the effective implementation of such systems, emphasizing carefully designed diagnostic tests, well-structured prompt templates for language models, centralized management of access to AI services, and a scalable cloud infrastructure focused on flexibility, security, and adaptability of the learning environment.

Keywords: automation, client-server system, artificial intelligence, cloud database, diagnostic test, adaptive learning content.

Вступ

Сучасні дослідження у сфері цифрової освіти показують, що використання технологій штучного інтелекту сприяє переходу від масового одноманітного навчання до персоналізованих освітніх траєкторій, де враховується рівень підготовки, темп засвоєння та індивідуальні особливості користувача [1]. Разом із цим зростає попит на системи, здатні автоматично аналізувати результати навчання, формувати рекомендації та пропонувати адаптивний навчальний контент.

Важливою складовою такого підходу є інтелектуальні тьюторські системи, які поєднують моделі користувача, предметної області та педагогічних стратегій і використовують методи штучного інтелекту для підтримки прийняття рішень щодо того, що і як саме повинен вивчати користувач. На цьому тлі актуальною стає розробка клієнт-серверної системи персоналізованого навчання, яка інтегрує діагностичне тестування, адаптивне планування навчання та генерацію навчальних матеріалів українською мовою із використанням AI-сервісів [2].

Окремою проблемою є відсутність достатньої кількості інструментів, орієнтованих на україномовних користувачів і таких, що поєднують інтелектуальну підтримку навчання з елементами автоматизації – формуванням переліку тем, створенням структурованих матеріалів і збереженням прогресу у хмарній інфраструктурі. Це зумовлює потребу у створенні клієнт-серверної системи, яка б враховувала специфіку підготовки IT-спеціальностей, забезпечувала персоналізований доступ до навчального контенту та могла бути надалі розширена новими дисциплінами й мовами програмування.

Результати дослідження

Автоматизація процесів персоналізованого навчання передбачає використання інтелектуальних інформаційних систем, що здатні адаптувати зміст і складність навчальних матеріалів до поточного рівня підготовки користувача, результатів тестування та динаміки його прогресу. Такий підхід дозволяє підвищити ефективність засвоєння матеріалу, зменшити перевантаження користувачів та забезпечити більш гнучку організацію освітнього процесу [3].

Розроблена в роботі клієнт-серверна система персоналізованого навчання покликана вирішити низку практичних проблем, які спостерігаються в реальних умовах використання електронних освітніх платформ. Основні з них такі:

1. Однаковий підхід до всіх студентів. Незалежно від рівня підготовки, досвіду програмування чи попередніх результатів, усі отримують той самий обсяг і складність матеріалу. Для слабших це означає перевантаження та втрату мотивації, для сильніших – відсутність поглибленого опрацювання тем;
2. Відсутність зв'язку між діагностикою та плануванням навчання. Результати тестів часто лише фіксуються, але не використовуються для автоматичного формування наступних тем, тому студент рухається за жорстко заданою програмою, а не за власними потребами;
3. Нестача якісних україномовних матеріалів. Значна частина доступних курсів і прикладів коду подана іноземними мовами, що ускладнює навчання для студентів, які віддають перевагу навчанню українською;
4. Обмежені ресурси викладачів. Підготовка окремих конспектів, завдань і пояснень для різних рівнів підготовки забирає багато часу, тому персоналізація контенту здебільшого не реалізується на практиці;
5. Нечітке бачення власного прогресу. Студенти не завжди розуміють, які теми засвоєні добре, а які потребують повторення, тоді як викладачам бракує наочних інструментів для аналізу успішності окремих студентів і груп;
6. Розрізнені інструменти навчання. Тестування, вивчення теорії, перегляд прикладів і ведення журналів успішності часто відбуваються в різних сервісах, що ускладнює об'єднання даних та побудову цілісної картини навчального процесу;

- Потреба у масштабованій серверній інфраструктурі. Зі збільшенням кількості користувачів традиційні рішення можуть втрачати продуктивність, тому потрібна архітектура, здатна обробляти велику кількість запитів до бази даних і AI-сервісів без відчутних затримок.

Сучасні дослідження, присвячені адаптивному навчанню та цифровим освітнім платформам [3], а також застосуванню великих мовних моделей у навчальних середовищах [4] та AI-орієнтованих систем із персоналізованою подачею контенту, показують, що поєднання діагностичного тестування, моделей знань користувача та генеративних AI-технологій дає змогу суттєво підвищити гнучкість і ефективність навчальних систем. У запропонованій розробці ці підходи інтегровано через модуль діагностичного тесту, який автоматично формує перелік тем для опрацювання, та AI-модуль, що генерує структурований україномовний контент відповідно до визначених потреб користувача [5].

Для забезпечення надійності та масштабованості системи застосовано хмароорієнтовану клієнт-серверну архітектуру, що узгоджується з сучасними підходами до побудови адаптивних навчальних середовищ. Вона передбачає поділ на рівні клієнта, серверної логіки та зберігання даних, що спрощує подальший розвиток і модернізацію системи, а також дозволяє централізовано керувати доступом до AI-сервісів та навчальної інформації [6].

Для ефективної реалізації запропонованих підходів доцільно використовувати тривірневу архітектуру, яка забезпечує чітке розмежування відповідальності між компонентами системи. Запропонована архітектура системи наведена на Рисунку 1.

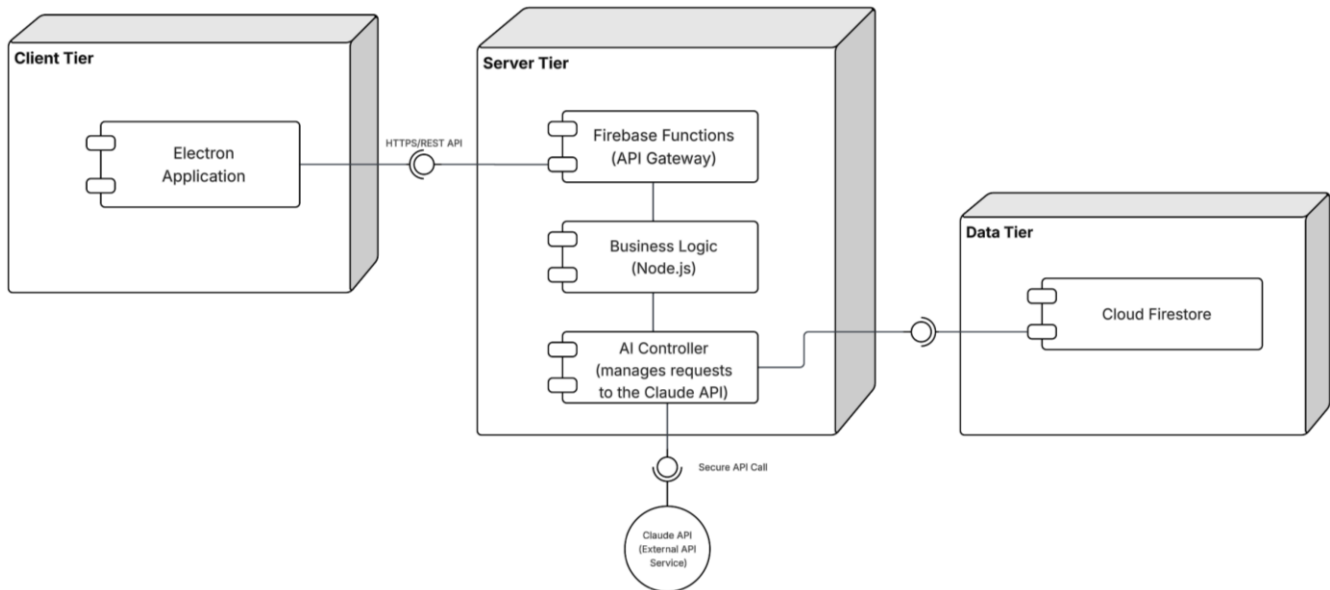


Рисунок 1 – Діаграма розгортання клієнт-серверної системи персоналізованого навчання

На клієнтському рівні розміщується настільний застосунок на базі Electron, що забезпечує інтуїтивний інтерфейс для проходження діагностичного тесту, перегляду персонального списку тем та роботи з AI-згенерованими матеріалами. Серверний рівень відповідає за обробку запитів, реалізацію бізнес-логіки, інтеграцію з Claude API та валідацію даних. На рівні даних використовується хмарна документно-орієнтована база Firebase Firestore, де зберігаються результати тестування, структури курсів і прогрес користувачів. Такий підхід спрощує підтримку й масштабування системи, а також забезпечує можливість подальшого розширення функціональності без суттєвих змін у клієнтській частині.

Висновки

Отже, використання клієнт-серверних систем персоналізованого навчання з інтегрованими AI-модулями є перспективним напрямом розвитку цифрових освітніх рішень. Завдяки автоматизації діагностики знань, адаптивному добору тем та генерації індивідуалізованих матеріалів, такі системи здатні підвищувати залученість користувачів, покращувати якість засвоєння матеріалу та зменшувати навантаження на розробників курсів і викладачів.

Впровадження багаторівневої архітектури з розподілом на клієнтський рівень, серверну логіку та рівень даних робить систему гнучкою, масштабованою та придатною до інтеграції нових технологій штучного інтелекту. Водночас важливо враховувати обмеження, пов'язані із залежністю від доступу до мережі, стабільності зовнішніх AI-сервісів і коректності налаштування промптів та механізмів захисту даних. Загалом, запропонований підхід може стати основою для подальшого розвитку інтелектуальних освітніх платформ, що поєднують автоматизацію, хмарні технології та персоналізоване навчання [7].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. AI in Education: Personalized Learning and Adaptive Assessment [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/375722799_AI_in_Education_Personalized_Learning_and_Adaptive_Assessment
2. Zerkouk M. – A Comprehensive Review of AI-based Intelligent Tutoring Systems [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://arxiv.org/pdf/2507.18882>
3. Personalized Adaptive Learning in Higher Education: A Study [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844024156617>
4. Application of Large Language Models in the Field of Education [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/380177498_Application_of_large_language_models_in_the_field_of_education
5. AI-based Adaptive Personalized Content Presentation and E-learning Platform [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11042-022-13076-8>
6. A Cloud-Native Architecture for Adaptive Learning [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://iscsit.com/index.php/ISCSITR-IJCSE/article/view/ISCSITR-IJCSE_2025_06_03_002/ISCSITR-IJCSE_2025_06_03_002
7. Modeling an AI-driven Adaptive Learning Platform for Higher Education [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ceur-ws.org/Vol-4005/paper16.pdf>

Морозов Павло Володимирович – студент групи ICT-24м, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця, e-mail: pavlo.morozov.official@gmail.com

Науковий керівник: **Володимир Юрійович Коцюбинський** — к.т.н., доцент, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця e-mail: vkotsyubinsky@gmail.com

V. Y. Kotsiubynskyi
P.V. Morozov

Development of a client-server system for personalized learning with adaptive content based on artificial intelligence

Vinnitsia National Technical University

Annotation

The thesis focuses on the development of a client-server personalized learning system in which the adaptation of educational content is driven by artificial intelligence technologies and a user knowledge-tracking model. The relevance of the topic is determined by the limited capabilities of existing learning platforms in terms of personalization: they rarely take into account the individual learning pace, knowledge gaps, and the need for Ukrainian-language learning materials.

An architecture is proposed that combines a desktop Electron-based application, a cloud document-oriented database Firebase Firestore, and server-side AI services for learning content generation. Firestore stores test results, topic lists, and learning progress with real-time synchronization, while the server-side logic based on Node.js/Firebase Functions ensures secure interaction with Claude API and centralized management of requests to the AI module.

A key element of the system is a diagnostic test that determines the user's initial knowledge level and automatically forms a list of topics to be studied depending on the number of errors made. Based on the test results, the AI module generates Ukrainian-language learning content (theory, code examples, Mermaid diagrams, practical recommendations), which is dynamically updated during the learning process.

The study shows that client-server personalized learning systems with an AI-based content generation module are a promising direction for increasing learning efficiency and user engagement. Recommendations are provided for the effective implementation of such systems, emphasizing carefully designed diagnostic tests, well-structured prompt templates for language models, centralized management of access to AI services, and a scalable cloud infrastructure focused on flexibility, security, and adaptability of the learning environment.

Keywords: automation, client-server system, artificial intelligence, cloud database, diagnostic test, adaptive learning content.

Morozov Pavlo V. – student of 1 IST-24m, Faculty of Intellectual Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: pavlo.morozov.official@gmail.com

Supervisor: **Kotsiubynskyi Volodymyr Y.** — Ph.D., associate professor of the Department of Automation and Intelligent Information Technologies, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National

Technical University, Vinnytsia, e-mail: vkotsyubinsky@gmail.com