

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИНЦИПІВ ПРОЄКТУВАННЯ ВЕБЗАСТОСУНКІВ НА ПРИКЛАДІ РОЗРОБКИ ЕЛЕКТРОННОЇ ДОШКИ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Ігор Гейко, Віталій Булатецький

RESEARCH INTO THE PRINCIPLES OF WEB APPLICATION DESIGN USING THE EXAMPLE OF DEVELOPING AN ELECTRONIC BOARD FOR DISTANCE LEARNING

Ihor Heiko, Vitalii Bulatetskyi

Волинський національний університет імені Лесі Українки, просп. Волі, 13, Луцьк, 43025, Україна

Abstract. *The principles of modern web application design were explored using the development of a real-time collaborative electronic board for educational purposes as a practical case. A set of contemporary technologies was selected to ensure scalability, responsiveness, and real-time interaction. As a result, a functional prototype was implemented, reflecting the specifics of distance learning tools and addressing the practical challenges of building interactive web applications.*

Розвиток інформаційних технологій та глобалізація освітніх процесів сприяють зростанню ролі дистанційного навчання. Використання цифрових технологій у навчанні відкриває нові можливості для підвищення ефективності освітнього процесу [1, 58]. Зокрема, важливим чинником підвищення ефективності дистанційного навчання є використання інтерактивних інструментів. Інтерактивність відіграє вирішальну роль в онлайн-навчанні, оскільки допомагає підвищити залученість студентів. Використовуючи такі інтерактивні елементи, як вікторини, опитування та групові обговорення, викладачі можуть створити сприятливе навчальне середовище, яке заохочує активну участь студентів. Це не тільки мотивує студентів залишатися зосередженими, але й сприяє змістовному навчанню та критичному мисленню [2]. Одним із таких важливих засобів є електронна дошка, яка забезпечує взаємодію між викладачами та студентами в реальному часі. Однак створення сучасних вебзастосунків для онлайн-освіти, що гарантують високу продуктивність, масштабованість і безпеку, вимагає комплексного підходу до проєктування. Вибір технологічного стеку, архітектурних рішень та підходів до реалізації є надзвичайно важливим для успішної реалізації подібних рішень. Тому існує потреба в дослідженні та впровадженні сучасних принципів проєктування в освітні вебінструменти, щоб забезпечити зручний, ефективний та безпечний користувацький досвід.

У ході дослідження принципів проєктування вебзастосунків та їх практичного застосування при розробці електронної дошки для дистанційного навчання було отримано низку важливих результатів. Обрана клієнт-серверна архітектура продемонструвала свою ефективність для побудови масштабованої та гнучкої системи. Використання фреймворку Next.js для розробки клієнтської частини дозволило створити швидкий та інтерактивний користувацький інтерфейс, оптимізований для взаємодії. На стороні сервера було застосовано фреймворк NestJS, який завдяки своїй модульній структурі, підтримці TypeScript та вбудованим механізмам Dependency Injection забезпечив високий рівень організації коду,

полегшив його тестування та подальшу підтримку, що є ключовим для побудови надійних та масштабованих серверних застосунків. Такий підхід сприяє підвищенню продуктивності розробників та спрощує управління залежностями в проекті [3]. Для зберігання даних було обрано об'єктно-реляційну систему управління базами даних PostgreSQL. Цей вибір обґрунтований високою надійністю PostgreSQL, підтримкою ACID-транзакцій, що гарантує цілісність даних, а також її значною гнучкістю. Важливою перевагою є вбудована підтримка неструктурованих даних, зокрема типів JSON та JSONB що активно використовувалось у проекті для зберігання певних категорій. Ця можливість дозволяє ефективно поєднувати переваги реляційної моделі з гнучкістю документоорієнтованих підходів в рамках однієї бази даних. Для взаємодії з базою даних PostgreSQL було використано Prisma ORM, що спростило процеси міграції схеми даних та виконання запитів, забезпечивши типізований доступ до даних. Одним із ключових аспектів розробки стала реалізація функціоналу спільної роботи в реальному часі. Застосування технології WebSocket виявилось вирішальним для забезпечення миттєвого обміну даними між усіма підключеними до дошки користувачами. Це дозволяє бачити зміни, що вносяться іншими учасниками, практично без затримки, створюючи ефект присутності та сприяючи ефективній колаборації, що є надзвичайно важливим для інтерактивних навчальних інструментів. WebSocket забезпечує постійне двонаправлене з'єднання між клієнтом та сервером, що є значно ефективнішим для таких завдань порівняно з традиційними HTTP-запитами [4]. Окрему увагу було приділено питанням безпеки. Система аутентифікації користувачів базується на використанні JWT (JSON Web Tokens). Цей підхід забезпечує безпечну передачу інформації про користувача між клієнтом та сервером у вигляді компактного, самодостатнього токена, який підписується на сервері для запобігання підробці. Перевагою JWT є його stateless-природа, що спрощує масштабування системи, оскільки серверу не потрібно зберігати інформацію про сесії [5]. Для розмежування доступу до функціоналу дошки було впроваджено систему авторизації на основі ролей (RBAC). Користувачам призначаються певні ролі, які визначають їхні права на виконання дій з дошкою. Важливою особливістю реалізації є можливість динамічної зміни ролей користувачів адміністратором дошки в реальному часі, що миттєво відображається на правах доступу завдяки передачі оновлень через WebSocket. Такий підхід відповідає принципу найменших привілеїв, підвищуючи загальний рівень безпеки системи та гнучкість управління доступом [6]. Вибір технологічного стеку та архітектурних рішень було здійснено з урахуванням сучасних принципів проектування вебзастосунків, таких як масштабованість, продуктивність, безпека та зручність підтримки [7]. Результати розробки підтвердили, що даний стек технологій дозволяє створювати сучасні, інтерактивні та безпечні вебзастосунки для освітніх потреб.

Дослідження принципів проектування вебзастосунків на прикладі розробки електронної дошки для дистанційного навчання дозволило дійти висновку про критичну важливість вибору архітектури та технологічного стеку для створення ефективних освітніх інструментів. Застосування клієнт-серверної архітектури в поєднанні з сучасними фреймворками, забезпечило необхідну гнучкість, масштабованість та продуктивність системи. Реалізація взаємодії в реальному часі за допомогою технології WebSocket стала ключовим фактором для досягнення високого рівня інтерактивності, що є фундаментальною вимогою для інструментів спільної роботи, особливо в контексті дистанційного навчання, де важливо підтримувати залученість студентів. Використання JWT для аутентифікації та рольової моделі доступу (RBAC) з можливістю динамічного оновлення прав через WebSocket дозволило створити безпечне та гнучке середовище для користувачів з різними рівнями повноважень, що відповідає сучасним вимогам до захисту даних та управління доступом в вебзастосунках.

Результати роботи демонструють, що комплексний підхід до проєктування дозволяє створювати високоякісні вебзастосунки, які здатні ефективно вирішувати завдання сучасного освітнього процесу. Розроблена електронна дошка є прикладом успішного застосування цих принципів, підтверджуючи життєздатність обраного технологічного стеку для створення складних інтерактивних платформ. Подальший розвиток подібних систем може включати інтеграцію з іншими освітніми сервісами та впровадження додаткових механізмів аналітики для оцінки залученості користувачів. Проведене дослідження та його практичні результати можуть слугувати основою для подальших розробок у сфері освітніх технологій.

Бібліографія

1. Аніщенко О., Котун К., Купальний В. Цифрові освітні ресурси як засіб забезпечення ефективності змішаного навчання. *UNESCO chair journal "lifelong professional education in the XXI century"*. 2024. Т. 2, № 10. С. 57–72. URL: [https://doi.org/10.35387/ucj.2\(10\).2024.0005](https://doi.org/10.35387/ucj.2(10).2024.0005) (дата звернення: 23.04.2025).
2. The importance of interactivity in online training - online training concepts. *Online Training Concepts*. URL: <https://onlinetrainingconcepts.com/the-importance-of-interactivity-in-online-training/> (дата звернення: 23.04.2025).
3. Advantages and disadvantages of a NestJS. *JavaScript Custom Software Development Company*. URL: <https://themobilereality.com/blog/advantages-and-disadvantages-of-nestjs> (дата звернення: 24.04.2025).
4. Findlay T. Building A Real-Time App with React, Node and WebSockets. *Telerik Blogs*. URL: <https://www.telerik.com/blogs/building-real-time-app-react-node-websockets> (дата звернення: 24.04.2025).
5. Authgear. JWT authentication: a secure & scalable solution for modern applications - authgear. URL: <https://www.authgear.com/post/jwt-authentication-a-secure-scalable-solution-for-modern-applications> (дата звернення: 24.04.2025).
6. Mastering access: A deep dive into role-based access control (RBAC). *Pathlock*. URL: <https://pathlock.com/learn/role-based-access-control/> (дата звернення: 24.04.2025).
7. Luchaninov I. Web application development: a 101 guide for business owners. *MobiDev*. URL: <https://mobidev.biz/blog/web-application-development-guide> (дата звернення: 24.04.2025).