

УДК 004.7

Рубай А.В., здобувач

Назар Ю.С., Ph.D

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

ТЕХНІЧНІ АСПЕКТИ МОДУЛЬНОЇ ІНТЕГРАЦІЇ ГОЛОСОВОГО ЗВ'ЯЗКУ В ОСВІТНІ ПЛАТФОРМИ

Виклики останніх років, зокрема пандемія COVID-19 та повномасштабна війна в Україні, актуалізували потребу в надійних інструментах дистанційної освіти. У цих умовах інтеграція голосового зв'язку в навчальні платформи набуває стратегічного значення для забезпечення безперервності навчального процесу.

Метою роботи є дослідження технічних аспектів модульної інтеграції голосового зв'язку в освітні платформи з подальшим впровадженням розроблених рішень у віртуальне навчальне середовище «Віртуальний університет» на базі moodle.

Голосова взаємодія робить дистанційне навчання більш природним, адже викладач і студенти можуть спілкуватися у режимі реального часу. Водночас інтеграція голосового зв'язку — це не просто додавання мікрофона чи кнопки «дзвінок». Це складний процес, що потребує продуманої архітектури та сучасних рішень. Модульність у цьому випадку є критично важливою, адже вона дозволяє розширювати або змінювати функціонал без повного перепроєктування системи, що особливо актуально для освітніх платформ, які постійно оновлюють та покращують своє середовище.

Основою голосових технологій у браузері виступає WebRTC — стандарт, що забезпечує низьку затримку передачі аудіо, прямі з'єднання між користувачами та адаптацію до змін якості інтернету. Саме він став базовим рішенням для масових онлайн-занять у період пандемії. Додатково застосовуються протоколи SIP для встановлення з'єднань, RTP для передачі аудіопотоків у реальному часі та кодек Opus, який гарантує високу якість звуку навіть за нестабільного інтернету.

Щоб голосовий модуль працював стабільно, платформа має спиратися на надійну інфраструктуру: STUN- і TURN-сервери для обходу мережевих обмежень, сервери сигналізації для встановлення з'єднань та механізми контролю якості зв'язку. В умовах війни в Україні такі рішення набули особливого значення, адже під час повітряних тривог, відключень електроенергії чи нестабільного мобільного інтернету система повинна залишатися працездатною.

Модульна інтеграція дає змогу освітнім системам обирати між власними медіасерверами (Janus, Kurento, Jitsi) та готовими хмарними

рішеннями (Twilio, Agora, Vonage, Microsoft Azure Communication Services). Такий підхід дозволяє оптимізувати витрати, швидко додавати нові функції та масштабувати систему зі зростанням кількості користувачів. Для наочної ілюстрації взаємодії описаних технологій та компонентів розроблено відповідну структурну схему.

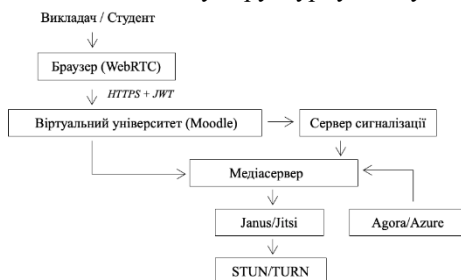


Рисунок 1 – Структурна схема модульної інтеграції голосового зв'язку

Запропонована на рисунку 1 архітектура реалізує взаємодію користувача з платформою через HTTPS із використанням JWT-аутентифікації. Обробка аудіопотоків делегується модульному медіасерверу, що дозволяє гнучко обирати між власними рішеннями (Janus, Jitsi) та хмарними сервісами (Agora, Azure) залежно від навантаження. Стабільність з'єднання та обхід NAT забезпечують інтегровані STUN/TURN-сервери, що є критично важливим під час роботи через мобільний інтернет або в умовах мережових обмежень. Такий підхід дозволяє масштабувати систему без повного перепроєктування та оптимізувати витрати

Отже, модульна інтеграція голосового зв'язку є одним із ключових напрямів розвитку сучасних освітніх платформ. Вона перетворює освітню платформу на стійку комунікаційну систему, здатну адаптуватися до технічних обмежень та кризових умов, забезпечуючи якісну взаємодію учасників навчання.

Список використаних джерел:

1. RFC 8825. Overview: Real Time Protocols for Browser-based Applications / Н. Alvestrand. Internet Engineering Task Force, 2021.
2. Newman S. Building Microservices: Designing Fine-Grained Systems. 2nd Edition. O'Reilly Media, 2021. 614 p.
3. Кузьмінська О. Г. та ін. Цифрова трансформація освітнього процесу в умовах воєнного стану // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2022. – Т. 88, № 2. – С. 1–18.