

ISSN 1998-7927(print) ISSN 2664-6498 (online)

DOI: <https://doi.org/10.33216/1998-7927-2026-301-3-33-44>

УДК 004.41:004.9

ІНТЕРАКТИВНИЙ WEB ЗАСТОСУНОК ЦИФРОВОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Ратов Д.В., Марченко Д.М., Захожай О.І.

INTERACTIVE WEB APPLICATION OF THE DIGITAL UNIVERSITY

Ratov D.V., Marchenko D.M., Zakhzhai O.I.

У статті розглянуто концептуальні та технологічні засади побудови інтерактивного WEB застосунку цифрового університету на прикладі системи TimeTable SNU в умовах сучасної цифрової трансформації вищої освіти. Метою формування цифрового університету є створення інтегрованого комплексу взаємопов'язаних цифрових сервісів, що забезпечують підтримку навчальної, наукової та управлінської діяльності, а також інтероперабельність даних між цими сервісами. Узгоджена взаємодія цифрових компонентів сприяє підвищенню ефективності освітнього процесу, оптимізації управлінських рішень та зниженню адміністративного навантаження на учасників університетської спільноти. Запропоновано архітектурний шаблон модуля для організації багатокористувацької віконної інформаційної WEB системи, орієнтованої на роботу в хмарному середовищі та забезпечення принципу «все і звідусіль». Реалізовано об'єкти JavaScript — диспетчер вікон та клас віконного інтерактивного інтерфейсу, які забезпечують керування життєвим циклом вікон, оброблення подій користувача та синхронізацію станів у розподіленому середовищі. Актуальність роботи зумовлена потребою забезпечення безперервності функціонування закладів вищої освіти України в умовах воєнного стану, просторової розосередженості здобувачів освіти та науково педагогічних працівників, а також необхідністю створення адаптивних цифрових рішень для переміщених університетів. Розроблено та впроваджено інтерактивний web-застосунок TimeTable SNU, який охоплює модулі навчального відділу, деканата, профілів користувачів, власного репозиторію ресурсів, відеозв'язку і чату, формування індивідуальних навчальних планів та електронного документообігу. Система забезпечує автоматизоване формування розкладів і сесій, контроль завантаженості

аудиторій, управління вибірковими компонентами, дистанційну взаємодію учасників освітнього процесу та юридично значуще оформлення документів у цифровому вигляді. Запропонований підхід підтвердив ефективність використання власної SPA-архітектури для побудови масштабованого та адаптивного цифрового університету. Система TimeTable SNU забезпечує реалізацію принципу «все і звідусіль», підвищує стійкість закладів вищої освіти до зовнішніх викликів та може бути використана як основа для формування інтегрованої освітньої цифрової екосистеми України з потенціалом подальшої адаптації для закладів середньої освіти. **Ключові слова:** цифровий університет, web-застосунок, інтерактивний інтерфейс.

Вступ. Сучасні процеси цифрової трансформації вищої освіти та розвиток концепції «цифрового університету» зумовлюють необхідність системних змін у підходах до управління закладами освіти, організації освітнього процесу та використання людських і матеріальних ресурсів [20, 21]. Ці зміни спрямовані на підвищення якості підготовки здобувачів освіти, забезпечення їх конкурентоспроможності на глобальному ринку праці та інтеграцію української системи вищої освіти у світовий освітній простір.

Постановка проблеми. В умовах воєнного стану та майбутнього повоєнного відновлення України особливої актуальності набуває створення цифрових рішень, здатних забезпечити безперервність освітнього й управлінського процесів незалежно від безпекової ситуації та місця перебування учасників. Окремої уваги потребують

переміщені університети, які, зберігши кадровий потенціал і значну частину студентського контингенту, зазнали втрати матеріально-технічної та наукової інфраструктури. Просторова розосередженість здобувачів освіти та викладачів, у тому числі за межами країни, ускладнює організацію традиційного очного навчання та управління університетом.

У зв'язку з цим цифрова трансформація закладів вищої освіти потребує вирішення низки специфічних завдань: забезпечення цілодобового та безперешкодного доступу до цифрових ресурсів університету; формування інваріантного до географічного розташування цифрового освітнього середовища; впровадження ефективних інструментів електронного управління та документообігу. Реалізація цих завдань можлива лише за умови використання масштабованих web-технологій, хмарної інфраструктури та інтерактивних користувацьких інтерфейсів.

Більшість сучасних рішень у сфері цифрової освіти реалізуються у вигляді комплексів на основі сторонніх фреймворків або модульних платформ типу LMS/ERP, зокрема Moodle, Canvas, Microsoft Teams for Education або комерційних ERP-систем, адаптованих під освітні потреби [7, 10, 12]. Такі підходи забезпечують швидке розгортання базового функціоналу, однак мають низку обмежень: залежність від зовнішніх технологічних стеків, обмежену гнучкість інтеграції, складність адаптації під локальні регламенти закладів вищої освіти та зростання експлуатаційних витрат при масштабуванні.

Мета дослідження. Метою даної роботи є розроблення та дослідження архітектурного шаблону інтерактивного web-модуля цифрового університету, який забезпечує багатокористувацьку взаємодію, комунікацію користувачів, підтримку розподіленого освітнього процесу та адаптацію до хмарної інфраструктури.

Контекст дослідження. Дослідження виконано в контексті створення інтерактивного WEB-застосунку цифрового університету на прикладі системи TimeTable SNU в умовах сучасної цифрової трансформації вищої освіти. Формування цифрового університету розглядається як побудова інтегрованого комплексу взаємопов'язаних цифрових сервісів, що забезпечують підтримку навчальної, наукової та управлінської діяльності, а також інтероперабельність даних між цими сервісами.

Узгоджена взаємодія цифрових компонентів сприяє підвищенню ефективності освітнього процесу, оптимізації управлінських рішень та зниженню адміністративного навантаження на учасників університетської спільноти.

У межах роботи запропоновано архітектурний шаблон модуля для організації багатокористувацької віконної інформаційної web-системи, орієнтованої на роботу в хмарному середовищі та реалізацію принципу «все і звідусіль». Реалізовано об'єкти JavaScript — диспетчер вікон та клас віконного інтерактивного інтерфейсу, які забезпечують керування життєвим циклом вікон, оброблення подій користувача та синхронізацію станів у розподіленому середовищі.

Актуальність роботи зумовлена потребою забезпечення безперервності функціонування закладів вищої освіти України в умовах воєнного стану, просторової розосередженості здобувачів освіти та науково педагогічних працівників, а також необхідністю створення адаптивних цифрових рішень для переміщених університетів. Наведено програмну реалізацію модулів та результати їх практичного використання у системі TimeTable SNU, що підтверджують ефективність запропонованого підходу.

Передумови та пов'язані дослідження. Розроблення інтерактивних WEB застосунків для підтримки діяльності закладів вищої освіти ґрунтується на сукупності наукових і прикладних передумов, що сформувалися в межах досліджень з архітектури програмних систем, web технологій, хмарних обчислень та цифрової трансформації освіти. Концепція «цифрового університету» розглядається як еволюційний етап розвитку інформаційних систем управління освітнім процесом, у якому ключовими вимогами є інтегрованість сервісів, масштабованість, інтероперабельність даних і доступність ресурсів у режимі 24/7.

Архітектурні передумови. Базові принципи побудови сучасних WEB систем були сформульовані в роботах, присвячених клієнт–серверній архітектурі та архітектурним стилям розподілених систем. Класична модель клієнт–сервер [1] забезпечила відокремлення представлення, бізнес логіки та даних, а архітектурний стиль REST, запропонований Р. Філдіном [2], став основою для масштабованих web орієнтованих сервісів. Подальший розвиток цих ідей знайшов відображення у дослідженнях RESTful сервісів та сервісно орієнтованої

архітектури [12], а також у сучасних підходах до проектування мікросервісних систем [10].

Окрему роль у формуванні архітектурних передумов відіграють SPA підходи та проектування клієнтської частини web застосунків. У працях з архітектури програмного забезпечення [17] та шаблонів проектування JavaScript застосунків [11, 18] підкреслюється важливість чіткого управління станами інтерфейсу, подіями користувача та життєвим циклом компонентів. Саме ці ідеї стали основою для розроблення власного архітектурного шаблону інтерактивного інтерфейсу в системі TimeTable SNU.

WEB технології та інтерактивні інтерфейси. Розвиток стандартів JavaScript та WEB API суттєво розширив можливості створення інтерактивних користувацьких інтерфейсів без залучення важких сторонніх фреймворків. Сучасні специфікації мови та стандартні структури даних [8], а також підходи до організації клієнтської логіки [11, 18], дозволяють будувати складні SPA системи з високим рівнем продуктивності та керованості.

Власні попередні дослідження автора [13, 14] були спрямовані на формування архітектурної парадигми модуля інтерактивного інтерфейсу та моделі користувацького web інтерфейсу інформаційної системи. У цих роботах обґрунтовано доцільність використання диспетчера вікон та об'єктно орієнтованого підходу до організації інтерфейсних компонентів, що забезпечує масштабованість і повторне використання коду. Подальший розвиток цих ідей реалізовано в системі TimeTable SNU.

Цифрові платформи у вищій освіті. Значна кількість сучасних досліджень присвячена впровадженню LMS платформ, зокрема Moodle, як базового інструменту цифрового навчального середовища [7]. Такі системи ефективно вирішують завдання розміщення навчальних матеріалів, контролю знань і комунікації, однак не охоплюють повний спектр управлінських процесів університету. ERP системи, навпаки, орієнтовані на адміністративний облік, але мають обмежену гнучкість щодо організації освітнього процесу.

У цьому контексті актуальним є підхід до створення інтегрованих платформ цифрового університету, які поєднують навчальні, управлінські та комунікаційні сервіси в єдиному web середовищі [20, 21]. Особливої ваги набувають питання юридичної значущості електронних документів, автентичності та

невідмовності, що детально розглядаються в сучасних дослідженнях з інформаційної безпеки [22].

Комунікаційні сервіси та хмарні технології. Суттєвим компонентом цифрового університету є засоби синхронної комунікації. Стандарти WebRTC [19] забезпечили можливість реалізації peer to peer відеозв'язку безпосередньо в браузері, що стало технологічною передумовою для створення власних модулів відеоконференцій. Поряд із цим широко застосовуються зовнішні платформи відеозв'язку (Zoom, Microsoft Teams, Google Meet), інтеграція з якими здійснюється через відкриті API [4, 6, 23].

Таким чином, аналіз пов'язаних досліджень показує, що існуючі підходи до цифровізації вищої освіти або фокусуються на окремих аспектах навчального процесу, або потребують складної інтеграції різномірних систем. Запропонований у цій роботі підхід до побудови інтерактивного web застосунку цифрового університету спирається на сучасні архітектурні принципи, результати попередніх авторських досліджень і враховує специфічні умови функціонування українських закладів вищої освіти, що створює передумови для його ефективного практичного застосування.

Методологія проектування. Система цифрового університету TimeTable SNU розроблена відповідно до методології проектування інтегрованих web-систем, орієнтованих на підтримку розподілених освітніх та управлінських процесів. У межах даної роботи система розглядається як цілісний об'єкт, що поєднує програмну архітектуру, інтерактивний користувацький інтерфейс та організаційні моделі функціонування закладу вищої освіти в цифровому середовищі.

Методологічною основою створення TimeTable SNU є поєднання системного підходу, принципів цифрової трансформації університетів та практик побудови сучасних web-застосунків.

Загальна характеристика системи TimeTable SNU. Система цифрового університету TimeTable SNU призначена для автоматизації процесів планування та управління навчальним процесом, комунікації та взаємодії викладачів, студентів і адміністративного персоналу. Застосунок функціонує як багатовіконна web платформа з мікросервісною архітектурою (рис. 1), що дозволяє одночасно працювати з кількома модулями без перезавантаження сторінки [10].

Основними вимогами до системи є:

- підтримка багатокористувацького доступу;
- інтерактивний віконний інтерфейс;
- масштабованість та готовність до хмарного розгортання;
- зручність інтеграції з іншими сервісами університету.

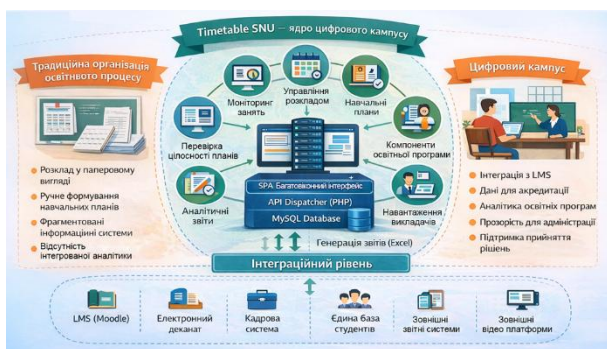


Рис. 1. Web- платформа у цифровій трансформації закладів вищої освіти

Система цифрового університету реалізована як сучасний односторінковий WEB-застосунок (Single Page Application, SPA) [3, 17], що функціонує повністю у браузерному середовищі без використання сторонніх JavaScript-фреймворків [11]. Такий підхід дозволив забезпечити повний контроль над архітектурою клієнтської частини, оптимізувати продуктивність інтерфейсу та мінімізувати залежність від зовнішніх бібліотек.

SPA-архітектура Timetable SNU базується на власноруч розробленому механізмі керування станом застосунку, маршрутизації та динамічного оновлення інтерфейсу без перезавантаження сторінки [14]. Це забезпечує безперервну взаємодію користувачів із системою, швидкий відгук інтерфейсу та можливість одночасної роботи з кількома функціональними модулями у багатовіконному режимі.

Відмова від використання сторонніх фреймворків зумовлена вимогами до:

- гнучкої адаптації інтерфейсу під специфічні процеси університетського управління;
- зниження ризиків, пов'язаних із оновленням або припиненням підтримки зовнішніх бібліотек;
- підвищення рівня інформаційної безпеки та прозорості програмної реалізації;
- оптимальної інтеграції з серверними сервісами та хмарною інфраструктурою.

Завдяки SPA-підходу система TimeTable SNU підтримує масштабування, інтеграцію з внутрішніми та зовнішніми цифровими сервісами університету, а також реалізацію принципу «все і звідусіль» для всіх категорій користувачів — адміністрації, викладачів і здобувачів освіти.

Архітектурний шаблон і програмна реалізація системи. Архітектурні рішення, покладені в основу інтерактивного web-застосунку цифрового університету, є логічним розвитком авторських підходів до побудови модулів інтерактивного інтерфейсу в умовах використання хмарних технологій, запропонованих у попередніх дослідженнях [13, 14]. Зокрема, використано архітектурну парадигму інтерактивного інтерфейсного модуля [18], у межах якої користувацький інтерфейс розглядається як самостійний, слабо зв'язаний компонент web системи, здатний функціонувати в розподіленому середовищі.

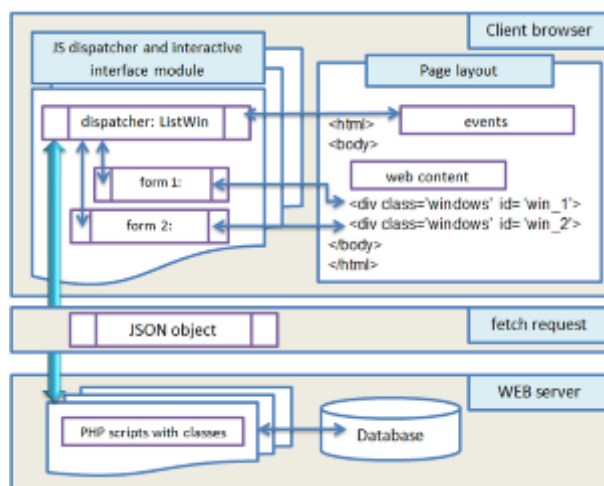


Рис. 2. Модель інтерфейсу користувача інформаційної WEB системи

В основі запропонованого рішення лежить модель модуля інтерфейсу користувача інформаційної web системи, що передбачає чітке розмежування логіки представлення, керування станами та взаємодії з серверними сервісами через стандартизовані програмні інтерфейси (рис. 2) [1, 9]. Такий підхід забезпечує інтегрованість між різними цифровими сервісами університету та їх інтеграцію в єдине інформаційне середовище цифрового університету.

Для реалізації віконної логіки застосунку запропоновано архітектурний шаблон, що базується на двох ключових компонентах:

1. Об'єкт диспетчер вікон — централізований компонент керування, який відповідає за створення, знищення, активацію та координацію взаємодії вікон, а також за синхронізацію їхніх станів у багатокористувацькому та хмарному середовищі.

2. Клас віконного інтерактивного інтерфейсу — інкапсулює поведінку окремого вікна, механізми взаємодії з користувачем, засоби підключення до внутрішніх і зовнішніх сервісів цифрового університету, а також передачу і отримання даних з сервера [8, 12].

Запропонований архітектурний шаблон забезпечує відокремлення логіки представлення від логіки керування, підтримує масштабування та повторне використання компонентів [9], що є принципово важливим для багатоконпонентних цифрових університетських систем, орієнтованих на міжнародні стандарти цифровізації.

Програмна реалізація інтерактивного модуля виконана мовою JavaScript з урахуванням принципів, сформульованих у попередніх роботах автора, присвячених архітектурі інтерактивних WEB інтерфейсів [13, 14] та інтеграції web сервісів [15]. Диспетчер вікон реалізує подієво орієнтовану модель взаємодії та виконує роль посередника між користувацьким інтерфейсом і серверними компонентами цифрового університету.

Важливою особливістю реалізації є можливість інтеграції web застосунку з зовнішніми інформаційними ресурсами, зокрема соціальними мережами. Це дозволяє розширити канали комунікації, спростити процедури автентифікації та підвищити залученість користувачів до цифрового освітнього середовища, що відповідає сучасним міжнародним тенденціям розвитку цифрових платформ.

Клас віконного інтерфейсу відповідає за візуальну складову та взаємодію з користувачем, реалізує механізми динамічного формування контенту, керування подіями та адаптації інтерфейсу до різних сценаріїв використання. Архітектура модуля забезпечує паралельну роботу з кількома сервісами без перезавантаження сторінки та підтримує узгоджене керування станами у багатокористувацькому режимі. Розроблені програмні компоненти адаптовані для розгортання в хмарній інфраструктурі та підтримують масштабування відповідно до кількості активних користувачів і

функціональних модулів, що забезпечує стабільну та відмовостійку роботу системи в умовах зростання навантаження.

Функціональні можливості та практична реалізація цифрового університету. Система цифрового університету TimeTable SNU реалізована як багатомодульний інтерактивний web застосунок, що забезпечує підтримку ключових процесів освітньої та управлінської діяльності закладу вищої освіти.

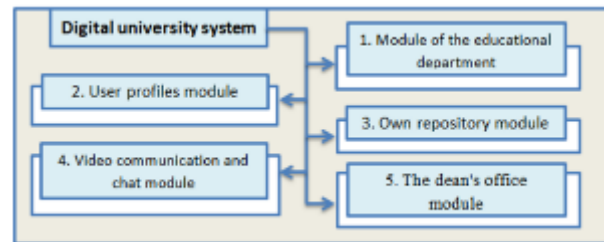


Рис.3. Модульна архітектура системи

Архітектура системи побудована за принципом функціональної декомпозиції, де кожен модуль відповідає за окремий клас задач і взаємодіє з іншими компонентами через уніфіковані програмні інтерфейси [2, 5]. Модулі орієнтовані на автоматизацію навчально-методичної та документальної діяльності університету (рис. 3). Впровадження забезпечує цілісну цифрову підтримку життєвого циклу освітніх програм, індивідуальних навчальних планів і супровідної документації.

Модульна декомпозиція дозволяє забезпечити масштабованість, інтероперабельність та адаптивність системи до потреб різних категорій користувачів.

Модуль учбового відділу. Модуль учбового відділу є одним з базових компонентів системи TimeTable SNU та призначений для автоматизації процесів планування й контролю навчального процесу.

Функціонал формування розкладу занять реалізовано у вигляді інтерактивного редактора, який підтримує автоматизоване створення розкладу за заздалегідь визначеними шаблонами (рис. 4). При цьому використовується технологія drag-and-drop [16], що дозволяє оперативно змінювати структуру розкладу шляхом переміщення занять між часовими слотами та аудиторіями. Для мінімізації помилок і підвищення узгодженості даних застосовуються довідники навчальних груп, видів занять та навчальних дисциплін.

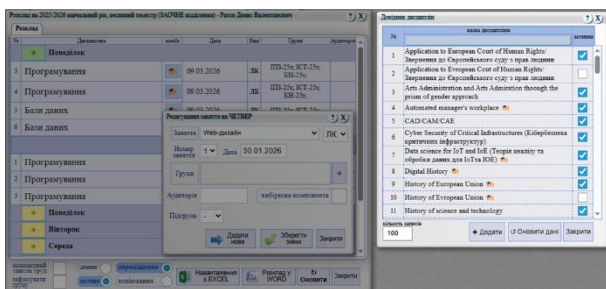


Рис. 4. Форми інтерактивного редактора розкладу

Окремо реалізовано функціонал організації екзаменаційної сесії. Серверна частина системи забезпечує автоматизоване формування розкладу сесії з можливістю експорту документів у форматі Word, а також формування звітів щодо навчального навантаження викладачів у форматі Excel. Такий підхід спрощує підготовку офіційної документації та знижує трудомісткість адміністративної роботи.

Важливим елементом модуля є засоби перевірки розкладу за аудиторіями, які дозволяють виявляти конфлікти використання приміщень та аналізувати рівень завантаженості аудиторного фонду. Це забезпечує більш ефективне використання матеріально-технічних ресурсів університету.

Модуль профілів користувачів. Модуль профілів користувачів забезпечує персоналізацію роботи в системі та розмежування доступу відповідно до ролей учасників освітнього процесу.

Профіль викладача підтримує долучення до розкладу занять та екзаменаційної сесії, створення і використання власних навчальних ресурсів, а також налаштування персональних параметрів роботи із системою (рис. 5). Це сприяє інтеграції викладацької діяльності в єдине цифрове середовище університету.

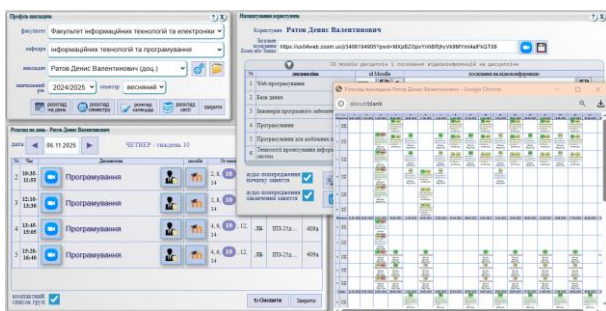


Рис. 5. Форми профіля викладача

Профіль студента орієнтований на підтримку індивідуальної освітньої траєкторії. Функціонал модуля передбачає доступ до розкладу занять і сесії, долучення до навчальних

ресурсів, вибір вибіркових освітніх компонентів, а також ведення каталогу індивідуальних навчальних планів. Передбачено можливість створення нового індивідуального навчального плану з накладанням електронного цифрового підпису, що забезпечує юридичну коректність цифрових документів [22].

Модуль власного репозиторію. Модуль власного репозиторію призначений для зберігання та керування цифровими освітніми ресурсами. Користувачі можуть формувати власні колекції матеріалів (лекції, практичні роботи, методичні вказівки, презентації, файли завдань тощо), а також надавати доступ до них іншим обраним користувачам або групам (рис. 6). Такий підхід підтримує як індивідуальну, так і колективну роботу з навчальним контентом у межах цифрового університету.

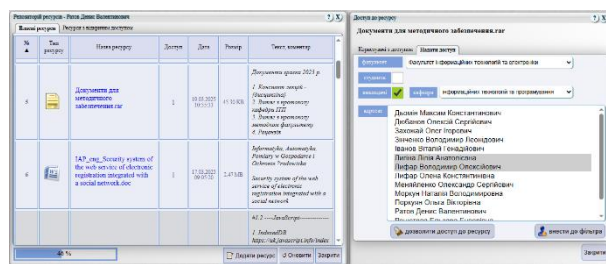


Рис. 6. Форми керування власним репозиторієм

Додатково система підтримує інтеграцію з ресурсами платформи Moodle [7]. Користувачам (викладачам) достатньо зберегти в своїх налаштуваннях ідентифікатори відповідних курсів Moodle, після чого студенти отримують швидкий доступ до матеріалів зовнішнього репозиторію без необхідності дублювання контенту в системі TimeTable SNU.

Модуль відео зв'язку та чату. Для забезпечення синхронної комунікації між учасниками освітнього процесу в межах цифрового університету реалізовано модуль відеозв'язку та чату. У системі TimeTable SNU створений власний механізм відеозв'язку та обміну повідомленнями, що функціонує на основі технології peer-to-peer [19], без використання зовнішніх серверів відеоконференцій (рис. 7). Це дозволяє зменшити затримки передавання даних, підвищити автономність системи та забезпечити контроль над інформаційними потоками.

Функціональні можливості власного модуля включають:

- увімкнення та вимкнення відео- й аудіопотоків;

- режим демонстрації екрану;
- текстовий чат між учасниками;
- створення та проведення відеонарад безпосередньо у WEB-застосунку.



Рис. 7. Форма відеоконференцій й чату

Поряд із власною реалізацією, система підтримує інтеграцію зі сторонніми платформами відеозв'язку, зокрема Zoom [23], Microsoft Teams [6] та Google Meet [4]. Для використання таких сервісів викладачам достатньо зберегти у власних налаштуваннях посилання на персональні відеоконференції. Збережені посилання автоматично використовуються під час формування розкладу занять, проведення екзаменаційних сесій або організації онлайн-нарад.

Поєднання власного peer-to-peer функціоналу та можливості використання зовнішніх відеоплатформ забезпечує високу гнучкість системи TimeTable SNU, дозволяє враховувати індивідуальні вподобання викладачів і технічні можливості користувачів, а також підвищує надійність організації дистанційного та змішаного навчання.

Модуль деканата. Модуль деканата у системі TimeTable SNU реалізує комплекс функцій, спрямованих на підтримку управлінської, навчально-методичної та аналітичної діяльності структурних підрозділів університету. Він виступає інтеграційною ланкою між навчальними планами, контингентом здобувачів освіти, вибірковими компонентами та цифровим документообігом.

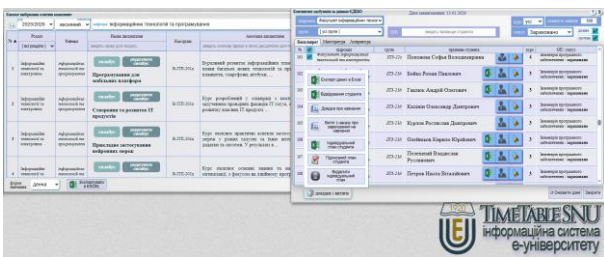
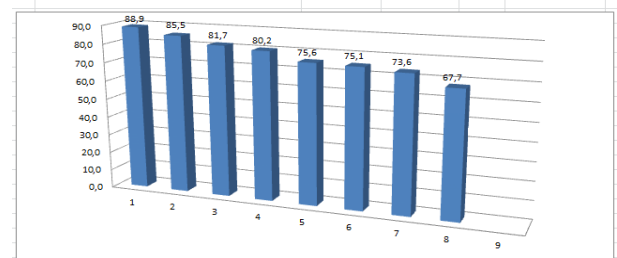


Рис. 8. Форми каталогу вибіркових освітніх компонентів і контингента здобувачів

Функціональність модуля включає каталог вибіркових освітніх компонентів, що забезпечує

централізоване формування та публікацію переліку дисциплін для вибору студентами з урахуванням навчальних планів і нормативних обмежень (рис. 8). Підтримується облік контингенту здобувачів освіти на основі даних ЄДЕБО з можливістю актуалізації статусів студентів та формування зведеної статистичної інформації.

Відвідування занять студентами за 10.11.2025 - 16.11.2025					
	факультет	очікувана відвідуваність	фактична відвідуваність	%	загальний %
1	Факультет інженерії	7281	6476,3	88,9	81,9
2	Факультет транспорту і будівництва	6834	5845,6	85,5	
3	Факультет інформаційних технологій та електроніки	2651	2173,4	81,7	
4	Аграрний факультет	2944	2361,6	80,2	
5	Факультет здоров'я людини	1942	1468,8	75,6	
6	Факультет економіки і управління	2712	2036,8	75,1	
7	Аспірантура і докторантура	900	662	73,6	
8	Факультет права, гуманітарних і соціальних наук	2311	1565,4	67,7	



Відвідування занять студентами за 10.11.2025 - 16.11.2025									
Дата	Заняття	номер сем.	тип	група	ПІБ викладача	кількість в групі по кв.	фактич.	шт.	%
10.11.2025	Вступ до спеціальності	2	ПЗ	АКР-25а	Алєксєєва А. А.	5	4	80	
10.11.2025	Мехатронка та робототехнічні системи: базові принципи і практика	3	ПЗ	АКР-25а	Алєксєєва А. А.	5	2	40	
10.11.2025	Автоматизація технологічних процесів і виробництва	4	ПЗ	АТН-23а	Алєксєєва А. А.	28	14	50	
10.11.2025	Технологія швейних виробів	1	ПЗ	ТНТ-23а	Воробйєва О. В.	11	8	73	
10.11.2025	Вступ у фінансову індустрію	2	ПЗ	ТНТ-25а	Воробйєва О. В.	8	7	88	
10.11.2025	Мікропроцесори електронних систем	2	ЛК	ЕЛ-23аг	Зачєнаєва В. Л.	4	2	50	
10.11.2025	Моделювання електронних систем	3	ЛК	ЕЛ-23аг	Зачєнаєва В. Л.	4	1	25	
10.11.2025	Моделювання електронних систем	4	ЛВ	ЕЛ-23аг	Зачєнаєва В. Л.	4	1	25	
10.11.2025	Моделювання електронних систем	5	ЛВ	ЕЛ-23аг	Зачєнаєва В. Л.	4	2	50	
10.11.2025	Опир матеріалів в будівництві	1	ЛК	МБГ-23а	Сисєлєєва К. В.	27	18	67	
10.11.2025	Опир матеріалів в будівництві	1	ЛК	БДГ-23аг	Сисєлєєва К. В.	10	7	70	
10.11.2025	Спеціальні комп'ютерні ліцензії	5	ЛВ	В-ВТ-194а	Бєлєв Д. Ю.	20	4	20	
10.11.2025	Засєнна нова	1	ПЗ	НЕС-22а	Давидєно Н. О.	13	10	77	
10.11.2025	Засєнна нова	1	ПЗ	ГМ-22аг	Давидєно Н. О.	17	17	100	
10.11.2025	Засєнна нова	1	ПЗ	ГМ-22аг	Давидєно Н. О.	19	20	105	
10.11.2025	Засєнна нова	2	ПЗ	МБГ-23а	Давидєно Н. О.	38	27	71	
10.11.2025	Засєнна нова	3	ПЗ	АТ-23а	Давидєно Н. О.	55	41	75	
10.11.2025	Засєнна нова	3	ПЗ	ЗТ-23а	Давидєно Н. О.	13	4	31	
10.11.2025	Засєнна нова	4	ПЗ	ОПАТ-23д	Давидєно Н. О.	53	7	13	
10.11.2025	Засєнна нова	4	ПЗ	ОПАТ-23д	Давидєно Н. О.	19	7	37	
10.11.2025	Засєнна нова	4	ПЗ	В-ВТ-194а	Давидєно Н. О.	28	8	29	
10.11.2025	Управління апаратами	5	ПЗ	В-ВТ-194а	Васєлєва В. В.	28	5	18	
10.11.2025	Сертифікація та ліцензування на автомобільному транспорті	2	ПЗ	АТ-23аг	Полєтов С. В.	6	4	67	
10.11.2025	Мости вилучені та дороги	4	ЛК	МБГ-23а	Уварєва Г. Є.	45	16	36	
10.11.2025	Мости вилучені та дороги	4	ЛК	МБГ-23а	Уварєва Г. Є.	45	14	31	
10.11.2025	Мости вилучені та дороги	5	ЛК	МБГ-23а	Уварєва Г. Є.	45	14	31	
10.11.2025	Система автоматизованого керування на транспорті	1	ПЗ	АТ-23а	Шєнєно С. І.	55	35	64	
10.11.2025	Система автоматизованого керування на транспорті	1	ПЗ	ЗТ-23а	Шєнєно С. І.	13	7	54	
10.11.2025	Система автоматизованого керування на транспорті	2	ЛВ	АТ-23а	Шєнєно С. І.	55	42	76	
10.11.2025	Система автоматизованого керування на транспорті	2	ЛВ	ЗТ-23а	Шєнєно С. І.	13	4	31	

Рис. 9. Моніторинг активності та відвідування занять

Важливою складовою є модуль моніторингу активності та відвідування занять, який акумулює дані з розкладу, відеоконференцій та інтерактивних сесій (рис. 9). Це дозволяє деканату здійснювати аналітичний контроль навчального процесу та своєчасно виявляти ризики академічної неупіснності.

У межах модуля деканата інтегровано розширений функціонал роботи з навчальними планами. Реалізовано модуль імпорту навчальних планів у стандартизованому форматі з автоматичним аналізом і розпізнаванням освітніх компонентів. Інтерактивний редактор дозволяє коригувати перелік дисциплін, їх семестровість, обсяги ECTS, типи контролю та визначати гарантів освітніх програм. Вбудовані механізми валідації

забезпечують узгодженість даних з вимогами стандартів вищої освіти та внутрішньою структурою навчального процесу. Модуль деканата також має функціонал генерації цифрового підпису, який реалізує підтримку накладання кваліфікованого електронного підпису без використання зовнішнього програмного забезпечення. Система забезпечує роботу з сертифікатами КЕП, онлайн-перевірку валідності підписаних документів, автоматичне формування файлів підпису формату p7s, а також їх імпорт і архівацію. Даний механізм інтегрований з основними модулями TimeTable SNU, що надає юридичну значущість розкладам, індивідуальним планам та іншій офіційній документації.

Модуль формування індивідуальних навчальних планів забезпечує автоматизоване створення індивідуальних навчальних планів студентів на основі навчального плану спеціальності, обраних вибіркових компонент та нормативних вимог до обсягів ECTS (рис. 10). Передбачено зручний інтерфейс редагування, механізми валідації відповідності стандартам вищої освіти, експорт у формат XLSX, накладання цифрового підпису студента й уповноважених осіб університету, а також збереження історії версій індивідуальних навчальних планів.

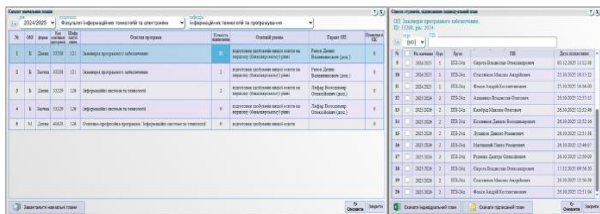


Рис. 10. Форма каталогу навчальних планів

Каталог навчальних програм у складі модуля деканата забезпечує централізоване зберігання, перегляд та імпорт навчальних планів, що створює єдиний інформаційний простір для планування та контролю освітнього процесу.

Результати. У межах проведеної роботи результати розроблення та впровадження системи TimeTable SNU доцільно розглядати у контексті сучасних підходів до побудови цифрових університетів та інтерактивних web-систем. Запропонований архітектурний шаблон SPA-застосунку, реалізований без використання сторонніх фреймворків, підтверджує можливість створення масштабованих і функціонально насичених рішень на основі

нативних web-технологій. Це відрізняє розроблену систему від значної кількості існуючих платформ: LMS-систем і корпоративних ERP-систем, які базуються на важких фреймворках та мають обмежену гнучкість щодо адаптації до специфічних вимог закладів вищої освіти. LMS-системи орієнтовані переважно на підтримку навчального контенту та комунікацію, тоді як ERP-системи фокусуються на обліково-адміністративних процесах. Інтеграція цих підходів зазвичай потребує складних налаштувань або сторонніх сервісів.

Запропонована система TimeTable SNU реалізує єдине інтегроване середовище цифрового університету, у якому поєднані навчальні, управлінські та комунікаційні функції, що відповідає концепції сервісно-орієнтованої архітектури [2, 10] та принципам REST-орієнтованих web-систем [12] (рис. 11).

Критерій	TimeTable SNU	Moodle (LMS)	Університетські ERP
Архітектура клієнта	SPA без сторонніх фреймворків	MVC / framework-based	Web-клієнт, залежаний від платформи
Орієнтація	Навчання + управління + документообіг	Навчальний процес	Адміністративний облік
Гнучкість адаптації	Висока (власна архітектура)	Обмежена плагінами	Низька (жорсткі бізнес-логіки)
Підтримка ЕЩ	Вбудована	Відсутня / зовнішні сервіси	Обмежена або відсутня
Формування ПП	Автоматизоване + підпис	Відсутня	Частково
Відсоток'язок	P2P + Zoom / Teams / Meet	Сторонні плагіни	Зовнішні сервіси
Робота в умовах розподіленості	Оптимізована	Частково	Обмежена
Вартість масштабування	Низька	Середня	Висока

Рис. 11. Порівняльна характеристика систем

Особливу увагу в системі заслуговує реалізація інтерактивного віконного інтерфейсу та диспетчера вікон, що забезпечують багатокористувацьку взаємодію та синхронізацію станів у розподіленому середовищі. У порівнянні з класичними одновіконними web-інтерфейсами, запропонований підхід наближає користувацький досвід до настільних інформаційних систем, підвищуючи зручність роботи з великими обсягами даних та кількома сервісами одночасно. На відміну від зазначених рішень, система TimeTable SNU реалізована як SPA-застосунок без використання сторонніх клієнтських фреймворків, що дозволило:

- зменшити накладні витрати на виконання клієнтського коду;
- забезпечити повний контроль над життєвим циклом інтерфейсних компонентів;
- адаптувати архітектуру під специфіку академічних процесів українських ЗВО;
- підвищити стабільність роботи в умовах нестабільного мережевого з'єднання.

Важливою відмінністю запропонованого підходу є інтеграція функціоналу електронного документообігу з підтримкою цифрового підпису, що не є типовим для класичних LMS-систем. У більшості існуючих платформ електронний підпис реалізується або через зовнішні сервіси, або відсутній як такий, що обмежує юридичну значущість електронних документів. У TimeTable SNU цифровий підпис інтегрований на рівні архітектури та використовується в ключових процесах — формуванні індивідуальних навчальних планів, розкладів, довідок та інших офіційних документів. Інтеграція власних модулів відеозв'язку, чату, репозиторію та електронного документообігу з можливістю використання сторонніх платформ (Zoom, Microsoft Teams, Google Meet, Moodle) демонструє принцип інтероперабельності та відкритості системи. Такий підхід дозволяє уникнути дублювання функціоналу та зменшити бар'єр входження для викладачів і студентів, які вже користуються зовнішніми сервісами.

Окремої уваги заслуговує підхід до організації комунікацій. На відміну від систем, які повністю залежать від сторонніх відеоплатформ, у TimeTable SNU реалізовано власний модуль відеозв'язку та чату на основі технології peer-to-peer із можливістю паралельного використання Zoom, Microsoft Teams та Google Meet. Це забезпечує технологічну незалежність системи та гнучкість вибору інструментів викладачами.

Практичне впровадження системи цифрового університету на базі TimeTable SNU дозволило досягти відчутного підвищення ефективності організаційних та навчальних процесів. За результатами експлуатації системи в університеті зафіксовано:

1. скорочення часу формування та коригування розкладу занять і сесії в середньому на 35–45% за рахунок автоматизованого редактора та серверної генерації документів;

2. зменшення адміністративного навантаження на працівників навчальних частин приблизно на 35%, що узгоджується з результатами досліджень ефективності цифрових систем управління [17];

3. скорочення термінів погодження та затвердження індивідуальних навчальних планів студентів у 2–2,5 рази завдяки інтеграції електронного підпису та автоматичної валідації [22];

4. підвищення доступності цифрових сервісів університету до режиму 24/7 незалежно від місця перебування користувачів, що відповідає концепції «все і звідусіль» [1, 3];

5. зниження кількості помилок у навчальних планах і розкладі (накладання занять, перевантаження аудиторій) на 25–30% за рахунок автоматизованої валідації даних.

Отримані результати узгоджуються з теоретичними положеннями щодо переваг SPA-архітектур та хмарних web-рішень у розподілених системах [4, 6, 11], а також підтверджують, що система TimeTable SNU може розглядатися як ефективна цифрова платформа для підтримки освітньої, управлінської та комунікаційної діяльності університету в умовах воєнного стану та просторової розосередженості учасників освітнього процесу. Разом з тим, подальші дослідження доцільно спрямувати на оцінювання показників продуктивності, безпеки та масштабованості системи при збільшенні кількості користувачів, а також на розширення функціоналу з використанням аналітичних та інтелектуальних сервісів.

Висновки. У роботі розглянуто підходи до формування інтерактивного WEB застосунку цифрового університету в умовах масштабної цифрової трансформації вищої освіти та викликів, спричинених воєнним станом в Україні. Запропонований архітектурний шаблон віконного модуля та його програмна реалізація у системі TimeTable SNU спрямовані на створення інтегрованого цифрового середовища, що забезпечує підтримку навчальної, наукової та управлінської діяльності університету. Реалізований підхід дозволяє вирішити ключові завдання цифрової трансформації: забезпечити цілодобовий доступ до ресурсів університету незалежно від місця перебування користувачів; організувати освітній процес у розподіленому середовищі без прив'язки до конкретних локацій; впровадити ефективні інструменти цифрового управління, включаючи електронний документообіг та підтримку колективного ухвалення рішень.

Розроблені модулі впроваджено у систему цифрового університету та протестовано в умовах реальної експлуатації. Отримані результати свідчать про:

1. підвищення зручності роботи користувачів за рахунок багатовіконного інтерфейсу;

2. скорочення часу доступу до необхідних функцій без перезавантаження сторінок;

3. стабільну роботу при одночасному підключенні значної кількості користувачів;

4. готовність до масштабування в хмарному середовищі.

Практичне впровадження модулів в системі TimeTable SNU підтвердило ефективність архітектурного шаблону, масштабованість програмної реалізації та її готовність до використання в хмарній інфраструктурі, зокрема для потреб переміщених університетів. Запропоновані рішення відповідають принципу «все і звідусіль» та можуть бути адаптовані не лише для закладів вищої, а й для закладів середньої освіти, що створює передумови для формування інтегрованої освітньої цифрової екосистеми.

Література

- Архітектура клієнт - сервер. [https://ua.frwiki.wiki/wiki/Client-serveur] (дата звернення: 17.03.2026).
- Fielding R. Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures. Doctoral Dissertation, University of California, Irvine, 2000.
- Flanagan D. JavaScript: The Definitive Guide. 7th ed., O'Reilly Media, 2020. P. 706.
- Google. Google Meet API & Integration Guide, 2023. [https://developers.google.com/meet] (available: 17.03.2026)
- IEEE. IEEE Std 830-1998: Recommended Practice for Software Requirements Specifications.
- Microsoft. Документація платформи Microsoft Teams, 2023 [https://learn.microsoft.com/microsoftteams/platform] (дата звернення: 17.03.2026)
- Moodle Pty Ltd. Система управління навчанням Moodle: Документація для розробників, 2023. [https://moodledev.io/] (дата звернення: 17.03.2026)
- Mozilla Developer Network (MDN). JavaScript data types and data structures. MDN Web Docs, 2024. [https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript/Data_structures] (дата звернення: 17.03.2026)
- MVC архітектура. [http://www.gwtproject.org/articles/mvp-architecture.html] (дата звернення: 21.01.2026)
- Newman S. Building Microservices: Designing Fine-Grained Systems. 2nd ed., O'Reilly Media, 2021.
- Osmani A. Learning JavaScript Design Patterns. 2nd ed., O'Reilly Media, 2023. P. 296.
- Pautasso C., Zimmermann O., Leymann F. RESTful Web Services vs. Big Web Services. IEEE Internet Computing,
- Ratov D. Architectural paradigm of the interactive interface module in the cloud technology model. Applied Computer Science, 2020, Vol. 16, No. 4, pp. 48–55. https://doi.org/10.23743/acs-2020-28.
- Ratov D. Модель модуля інтерфейсу користувача інформаційної веб-системи. Математичні машини та системи, Київ, 2021, № 4, с. 74–81.
- Ratov D. Інтеграція веб-сервісу із соціальною мережею. Вісник Східноукраїнського національного університету імені В. Даля, Київ, 2025, № 5 (291), с. 29–35. https://doi.org/10.33216/1998-7927-2025-291-5-29-35.
- Ratov D. Object adaptation of drag and drop technology for web-system interface components. Bulletin of the V. Dahl East Ukrainian National University, Kyiv, 2021, No. 4 (268), pp. 7–12. https://doi.org/10.33216/1998-7927-2021-268-4-7-12.
- Richards M., Ford N. Fundamentals of Software Architecture. O'Reilly Media, 2020.
- Stefanov S. JavaScript Patterns. O'Reilly Media, 2010. P. 234.
- W3C. WebRTC 1.0: Зв'язок між браузерами в режимі реального часу. Рекомендація W3C, 2021. [https://www.w3.org/TR/webrtc/] (дата звернення: 17.03.2026)
- Захожай О. Програмне забезпечення для інформаційних систем підтримки діяльності територіальних громад. Матеріали Х Всеукраїнської науково-практичної конференції «Електроніка та телекомунікації-2020». 2020. Сєверодонецьк: СХУ імені В. Даля. - С. 121-125.
- Захожай О. Програмне забезпечення комп'ютерної системи інформатизації державних установ у рамках концепції «Держава у смартфоні». Матеріали XXIII Міжнародної науково-технічної конференції «Технології-2020». 2020. Сєверодонецьк: СХУ імені В. Даля. - С. 154-156.
- Zhang Y., Li H., Wang X., Chen S. Authenticity, Integrity, and Non-Repudiation in Digital Information Systems: A Comprehensive Survey. IEEE Access, Vol. 11, 2023, pp. 112457–112489. DOI: 10.1109/ACCESS.2023.3321984
- Zoom Video Communications Inc. Zoom API Documentation, 2023. [https://developers.zoom.us/] (дата звернення: 17.03.2026)

References

- Architecture Client-Server. [https://ru.frwiki.wiki/wiki/Client-serveur] (available: 17.03.2026)
- Fielding R. Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures. Doctoral Dissertation, University of California, Irvine, 2000.
- Flanagan D. JavaScript: The Definitive Guide. 7th ed., O'Reilly Media, 2020. P. 706.

4. Google. Google Meet API & Integration Guide, 2023. [<https://developers.google.com/meet>] (available: 17.03.2026)
5. IEEE. IEEE Std 830-1998: Recommended Practice for Software Requirements Specifications.
6. Microsoft. Microsoft Teams Platform Documentation, 2023. [<https://learn.microsoft.com/microsoftteams/platform/>] (available: 17.03.2026)
7. Moodle Pty Ltd. Moodle Learning Management System: Developer Documentation, 2023. [<https://moodledev.io/>] (available: 17.03.2026)
8. Mozilla Developer Network (MDN). JavaScript data types and data structures. MDN Web Docs, 2024. [https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript/Data_structures] (available: 17.03.2026)
9. MVC Architecture. [<http://www.gwtproject.org/articles/mvp-architecture.html>] (available: 21.01.2026)
10. Newman S. Building Microservices: Designing Fine-Grained Systems. 2nd ed., O'Reilly Media, 2021.
11. Osmani A. Learning JavaScript Design Patterns. 2nd ed., O'Reilly Media, 2023. P. 296.
12. Pautasso C., Zimmermann O., Leymann F. RESTful Web Services vs. Big Web Services. IEEE Internet Computing, Vol. 12, No. 5, 2008, pp. 64–71.
13. Ratov D. Architectural paradigm of the interactive interface module in the cloud technology model. Applied Computer Science, 2020, Vol. 16, No. 4, pp. 48–55. <https://doi.org/10.23743/acs-2020-28>.
14. Ratov D. Model of the user interface module of the information web system. Mathematical Machines and Systems, Kyiv, 2021, No. 4, pp. 74–81.
15. Ratov D. Integration of a web service with a social network. Bulletin of the V. Dahl East Ukrainian National University, Kyiv, 2025, No. 5 (291), pp. 29–35. <https://doi.org/10.33216/1998-7927-2025-291-5-29-35>.
16. Ratov D. Object adaptation of drag and drop technology for web-system interface components. Bulletin of the V. Dahl East Ukrainian National University, Kyiv, 2021, No. 4 (268), pp. 7–12. <https://doi.org/10.33216/1998-7927-2021-268-4-7-12>.
17. Richards M., Ford N. Fundamentals of Software Architecture. O'Reilly Media, 2020.
18. Stefanov S. JavaScript Patterns. O'Reilly Media, 2010. P. 234.
19. W3C. WebRTC 1.0: Real-Time Communication Between Browsers. W3C Recommendation, 2021. [<https://www.w3.org/TR/webrtc/>] (available: 17.03.2026)
20. Zakhochai O. Software for information systems supporting the activities of territorial communities. Materials of the X All-Ukrainian Scientific and Practical Conference "Electronics and Telecommunications-2020". 2020. Severodonetsk: SNU named after V. Dal. - P. 121-125.
21. Zakhochai O. Software of the computer system of informatization of state institutions within the framework of the concept "State in a smartphone". Materials of the XXIII International Scientific and Technical Conference "Technology-2020". 2020. Severodonetsk: SNU named after V. Dal. - P. 154-156.
22. Zhang Y., Li H., Wang X., Chen S. Authenticity, Integrity, and Non-Repudiation in Digital Information Systems: A Comprehensive Survey. IEEE Access, Vol. 11, 2023, pp. 112457–112489. DOI: 10.1109/ACCESS.2023.3321984
23. Zoom Video Communications Inc. Zoom API Documentation, 2023. [<https://developers.zoom.us/>] (available: 17.03.2026)

Ratov D.V., Marchenko D.M., Zakhochai O.I.
Interactive web application of the digital university

The article considers the conceptual and technological principles of building an interactive WEB application of a digital university using the example of the TimeTable SNU system in the conditions of modern digital transformation of higher education. The purpose of forming a digital university is to create an integrated complex of interconnected digital services that provide support for educational, scientific and managerial activities, as well as data interoperability between these services. Coordinated interaction of digital components contributes to increasing the efficiency of the educational process, optimizing management decisions and reducing the administrative burden on participants in the university community. An architectural template of a module is proposed for organizing a multi-user window information WEB system, oriented to work in a cloud environment and ensuring the principle of "everything and from everywhere". JavaScript objects are implemented - a window manager and a window interactive interface class, which provide window life cycle management, user event processing and state synchronization in a distributed environment. The relevance of the work is due to the need to ensure the continuity of the functioning of higher education institutions in Ukraine under martial law, the spatial dispersion of students and academic staff, as well as the need to create adaptive digital solutions for relocated universities. An interactive web application TimeTable SNU has been developed and implemented, which includes modules for the educational department, dean's office, user profiles, its own resource repository, video communication and chat, the formation of individual curricula and electronic document flow. The system provides automated formation of schedules and sessions, classroom occupancy control, management of selective components, remote interaction of participants in the educational process and legally significant registration of documents in digital form. The proposed approach

confirmed the effectiveness of using its own SPA architecture to build a scalable and adaptive digital university. The TimeTable SNU system ensures the implementation of the principle of "everything and from everywhere", increases the resilience of higher education institutions to external challenges, and can be used as a basis for forming an integrated educational digital ecosystem of Ukraine with the potential for further adaptation for secondary education institutions.

Keywords: *digital university, web application, interactive interface.*

Ратов Денис Валентинович – к.т.н., доцент кафедри інформаційних технологій та програмування, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля (м. Київ),

<https://orcid.org/0000-0003-4326-3030>
ratov@snu.edu.ua

Марченко Дмитро Миколайович – д.т.н., професор, перший проректор, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля (м. Київ),

<https://orcid.org/0000-0003-4757-4389>
marchenko@snu.edu.ua

Захожай Олег Ігорович – д.т.н., доцент, завідувач кафедри інформаційних технологій та програмування, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля (м. Київ),

<https://orcid.org/0000-0002-9078-3242>
zoi@snu.edu.ua

Дата першого надходження статті 19.02.2026.

Дата прийняття статті до друку після рецензування 25.03.2026.

Дата публікації 11.05.2026.



Стаття з відкритим доступом,
відповідно до умов ліцензії
[Creative Commons \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)