

**Харченко Олександр Анатолійович**

кандидат технічних наук,
доцент кафедри інженерії програмного забезпечення та кібербезпеки
Державний торговельно-економічний університет, Київ, Україна
ORCID: 0000-0002-9255-9287
a.kharchenko@knute.edu.ua

Лягера Анастасія Андріївна

аспірант кафедри інженерії програмного забезпечення та кібербезпеки
Державний торговельно-економічний університет, Київ, Україна
ORCID: 0009-0007-7143-1536
a.lyahera@knute.edu.ua

**МОДЕЛЮВАННЯ АРХІТЕКТУРИ БАГАТОРОЛЬОВОЇ ПІДСИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ НА
БАЗІ SHAREPOINT FRAMEWORK**

Анотація. У статті описано шляхи автоматизації процесів для закладів вищої освіти, що підвищують ефективність взаємодії як студентів, так і викладачів у процесі відстежування поточних задач та пріоритетів, шляхом розробки та впровадження підсистем на базі SharePoint Framework. Розглянуто роботи науковців, що спрямовані на дослідження поточної ситуації у сфері освіти, наявних викликів та переваг, що надає поширення цифровізації в різних сферах, а також розглянуто сучасні підходи до розробки рішень, що дозволяють мінімізувати витрати на побудову відповідної архітектури та досягти максимально комфортного впровадження потрібних рішень як для адміністрації, так і для викладацького складу та студентів. Досліджено можливості розширення функціоналу застосунків з екосистеми Microsoft 365 з метою організації ефективної роботи в межах цієї платформи та забезпечення потреб учасників навчального процесу. Описано сучасні технології і мови програмування, що застосовуються у процесі створення відповідних застосунків, їх особливості та роль у розробці додатків з SharePoint Framework, а також розглянуто специфіку зберігання даних, що застосовується у подібних системах. Враховуючи недоліки класичних монолітних архітектур, що можуть спричиняти дублювання даних, рішення доцільно реалізувати базуючись на моделі Data-as-a-Service та парадигмі єдиного джерела істини. Побудовано моделі, що описують взаємопов'язані компоненти у вигляді мікрофронтедів, які автоматизують процеси моніторингу задач, що постають перед науково-педагогічними працівниками, узагальнюють розрізнену інформацію щодо змісту дисциплін для студентів з подальшим забезпеченням усвідомленого вибору потрібної вибіркової дисципліни, а також надають можливість ефективно відслідковувати власний прогрес у процесі навчання та ефективно досягати поставлених цілей щодо набуття потрібних фахових навичок для студентів.

Ключові слова: SharePoint Framework; моніторинг; Data-as-a-Service.

ВСТУП

Цифровізація документообігу в сучасних умовах має значний вплив на ефективне функціонування багатьох підприємств та допомагає ефективно управляти наявними даними як в сприятливих умовах, так і у випадку виникнення кризових ситуацій.

Постановка проблеми. Високий ступінь фрагментації на рівні організації документообігу значно впливає на швидкість та ефективність цифровізації в різних сферах, зокрема і у сфері освіти. Відповідно зберігання даних в різних локаціях та форматах може призводити до дублювання та суттєво ускладнювати аналіз і роботу з відповідними документами. Враховуючи особливості сучасних підходів до розробки програмного забезпечення для ефективного вирішення поточних задач доцільним є проєктування розподілених клієнтських архітектур, що працюють за парадигмою Data-as-a-Service.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженням інтеграції додаткового програмного забезпечення для організації ефективного освітнього процесу, на сьогоднішній день, займається багато



науковців, що зумовлено швидким розвитком відповідних технологій та викликами які постають перед учасниками навчального процесу. Так, Кравчук О. та Качуринець Д. у статті «Інформаційно-комунікаційні технології як каталізатор цифрової трансформації в освітньому середовищі: Технічний аналіз використання хмарних платформ» проводять аналіз провідних хмарних платформ для освітніх закладів, наголошуючи на потребі врахування таких факторів, як технічний стан інфраструктури закладу, доступ до надійного інтернет-з'єднання, особливості серверного обладнання, загальний рівень цифрової зрілості закладу та інші [1]. Важливість організації централізованого управління та зберігання даних для закладів вищої освіти також відзначено у роботі Ламіса А. М. та С. Пісуена Дж. «Веб-система оцінювання та аналізу результатів програм з аналітикою даних» [6]. Також досить значний вплив на різні сфери діяльності чинить наявність штучного інтелекту, правильне його використання надає значні переваги як для студента, так і викладача. Особливості такої взаємодії описані у дослідженні Оуяна Ф. та Цзяо П. «Штучний інтелект в освіті: три парадигми» [8]. Враховуючи усі вище перелічені фактори, можна ефективно підібрати потрібне програмне забезпечення для вирішення відповідних задач, проте, досить часто, виникає потреба у автоматизації певних процесів, які можуть виходити за рамки функціоналу відомих платформ. Забезпечити вирішення повсякденних питань, що часто виникають серед учасників навчального процесу, можна шляхом розробки консультативної експертної системи, переваги та принципи побудови якої описані у роботі Альбулуші М. А. Р. «Експертна система на основі правил для академічного консультування та керівництва студентами бакалаврату» [2]. У випадку розробки окремих застосунків або таких, що розширюють наявний функціонал платформ, доцільним є урахування сучасних тенденцій розробки, зокрема недоліки монолітних фронтендів та переваги архітектури мікрофронтендів, що досліджується у роботах Кунї де Аморім Г. та Канедо Е. «Архітектура мікрофронтендів у розробці програмного забезпечення: систематичне дослідження картування», а також Прасада А. та Сінгха Х. «Мікрофронтенди та модульний інтерфейс користувача» [3], [9]. Під впливом сучасних технологій відбуваються значні зміни в сфері економіки та виробництва, проте у процесі впровадження нових рішень, варто враховувати готовність людей до цих нововведень та їх розуміння важливості цифрової трансформації. У роботі Морзе Н. В., та Струтинської О. В. «Цифрова трансформація в суспільстві: ключові аспекти розробки моделі» було описано дослідження, результати якого варто враховувати для ефективної організації процесів цифровізації [7]. Управління документами є одним з найбільш важливих видів діяльності для багатьох підприємств в різних сферах, і відповідно до сучасних умов, наявність організованого електронного управління документами чинить значний вплив на велику кількість робочих процесів підприємств та їх цифрову трансформацію, що в подальшому сприяє більшій конкурентоспроможності. Відповідно, дослідження у сфері цифровізації описано у роботі Джордана С., Забуковшека С. С. та Кланніка І. Ш. «Система документообігу – шлях до цифрової трансформації» [4]. Проте організація процесів у межах закладів вищої освіти може мати свої особливості які варто враховувати під час створення подібних систем, як описано у роботі «Систематичний огляд емпіричних досліджень інформаційних панелей аналітики навчання: перспектива саморегульованого навчання» [5]. На етапі розробки технологій, що націлені на автоматизацію певних процесів закладів вищої освіти, доцільним є застосування сучасних підходів, таких, як безсерверні архітектури, що дозволяють уникнути адміністрування інфраструктури, спростити масштабування та підвищити безпеку, як описано у статті Тайбі Д. та інших «Безсерверні обчислення – де ми зараз і куди рухаємося?» [10].

Мета статті. Розробка моделі підсистеми, що забезпечує прозоре та ефективне управління даними в межах навчальної та викладацької діяльності закладів вищої освіти, яка може бути реалізована на основі SharePoint Framework.

Наукова новизна полягає у створенні компонентної моделі, що об'єднує аналітику результативності учасників навчального процесу в межах єдиного простору. Описано шляхи інтеграції функціональних підсистем де реалізовано транзакційну взаємодію з можливостями автоматизації зворотного зв'язку.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

На сьогоднішній день інструментарій, що забезпечує можливості дистанційного навчання в межах закладів вищої освіти є досить різноманітним. Багато застосунків з'явилося з метою вирішення проблеми організації дистанційної освіти, а також почали більше використовуватись інструменти, що забезпечують організацію дистанційної роботи серед учасників навчального процесу. Одним з таких інструментів є платформа Microsoft 365, що забезпечує широкий набір програмного забезпечення, яке сприяє вирішенню багатьох проблем, що виникають в процесі дистанційної освіти. Відомим застосунком є Microsoft Teams, що надає можливості спілкування через чат, проведення відеоконференцій та поширення навчальних матеріалів. Можливості даного застосунку можна значно розширити включаючи потрібні додатки у вигляді вкладок, таким чином, усі учасники навчального процесу діють в межах спільного простору, що



дозволяє уникнути плутанини та скоротити час на ознайомлення з відповідним функціоналом в процесі викладання. Так, у випадку виникнення потреби організації черги виступів студентів, наявна можливість застосування функціоналу Microsoft Loop з цією метою, що забезпечує ефективну взаємодію учасників в межах єдиного простору без необхідності залучення сторонніх застосунків. Так само організація різноманітних опитувань та тестувань доступна з використанням Microsoft Forms або інших застосунків підключення яких можливе в межах Microsoft Teams. У випадку виникнення потреби розробки певного специфічного застосунку під окремі освітні цілі функціонал якого не покривається наявними інструментами, доцільним є залучення екосистеми Power Platform, що дозволяє реалізацію власних застосунків для Microsoft Teams використанням Power Apps або організацію розсилки сповіщень чи автоматизацію інших процесів з налаштуванням відповідних тригерів. Враховуючи спрямованість функціоналу Microsoft Teams переважно на організацію комунікації, доречним розширенням функціоналу, що забезпечує автоматизацію певних задач, є створення ботів із застосуванням Microsoft Bot Framework.

З метою розширення наявного функціоналу стандартних застосунків Microsoft доступні також можливості SharePoint Framework (SPFx) та Office Web Add-ins. У процесі розробки з використанням цих технологій використовується сучасний веб-стек, а саме Node.js, React та TypeScript, хоча існують і певні відмінності. Застосунки розроблені з SPFx переважно розміщуються як веб-частини в межах сайтів SharePoint та Microsoft Teams, особливою перевагою даного підходу є відсутня потреба у додатковому налаштуванні функціоналу та адаптації під кожен окрему платформу. Web Add-ins переважно розробляються під застосунки Outlook, OneNote, Word, Excel і PowerPoint та створені додатки працюють в ізольованому контейнері (iframe), тоді як з SPFx рендеринг вбудовується в DOM сторінки. Відповідно і мета, з якою використовуються дані технології, відрізняється, починаючи від згаданих раніше Web Parts до створення корпоративних порталів за допомогою SPFx. У випадку розробки з Web Add-ins метою є оптимізація роботи з певними документами, а саме обробка даних, форматування документів або генерація звітів. Такі застосунки запускаються у діалоговому вікні або на бічній панелі, що зроблено з міркувань безпеки і таким чином відсутній ризик того, що код розробленого додатка пошкодить сам застосунок. У свою чергу, додатки розроблені з SPFx діють в межах певного відділу або організації та дозволяють організувати документообіг або дашборди з певної тематики.

У процесі розробки застосунку для вирішення окремої специфічної проблеми, що діятиме в межах середовища Microsoft з метою розширення наявного функціоналу, доцільним є уникнення обтяжування процесу розробки, впровадження та підтримки розгортання окремого сервера. У випадку розробки з SPFx роль бекенду виконує SharePoint Online. Враховуючи особливості сфери діяльності, досягнення оптимально ефективної роботи з даними можна завдяки перевагам, що надає модель хмарних послуг Data-as-a-Service (DaaS), де на вимогу користувачам надається доступ засобів зберігання даних, їх обробки та відповідної аналітики згідно потреб. Розгортання даного хмарного рішення займає суттєво менше часу на відміну від власної інфраструктури та, за потреби, наявна можливість масштабування обсягів або швидкості оброблення даних. Проте, варто враховувати і ризики пов'язані з приватністю та безпекою, а також, у випадку довіри даних сторонньому провайдеру, залежністю від нього. Серед безлічі засобів, що надає компанія Microsoft, DaaS виступає наступником у еволюційному розвитку сервісів IaaS і PaaS та заснований на ідеї постійної доступності даних без необхідності дублювання. За умови використання даних моделей, наявна можливість отримувати переваги Microsoft Entra ID для управління користувачами з різними повноваженнями та забезпечено централізований контроль та автентифікацію для сервісів Microsoft 365 та ресурсів Azure. Такий підхід значно полегшує організацію безпечного доступу та користування всіма потрібними застосунками в межах єдиного простору, а модель безпеки нульової довіри забезпечує захист даних на основі аналізу місцезнаходження користувача та можливих ризиків, вимагаючи багатофакторну автентифікацію у випадку виникнення сумнівів згідно проведеного аналізу за вищеперерахованими характеристиками. Враховуючи описані переваги, можна зробити висновок, що розробка застосунків для автоматизації певних задач, особливо в межах навчальних закладів з використанням інструментів Microsoft є доцільною, особливо у випадку поточного використання даної платформи з метою зберігання даних та організації навчальної діяльності. Розробка застосунків з використанням SPFx має переваги сучасного веб-стеку, де Node.js у якості середовища розробки надає можливість використання відкритих бібліотек з метою пришвидшення створення певних модулів. Для генерації каркасу застосунку з налаштуванням відповідних папок, конфігураційних файлів та маніфестів, згідно стандартам Microsoft застосовується Yeoman. Даний інструмент дозволяє уникнути подальших проблем на етапі розгортання розробленого компонента в межах корпоративного порталу закладу вищої освіти. За умов розробки згідно даного підходу, автоматизація таких завдань, як транспіляція стилів та компіляція коду покладена на Gulp, а досягти високої продуктивності системи в умовах великого навантаження зі сторони учасників навчального процесу дозволяє Webpack, що відповідає за збірку всіх компонентів в єдиний файл. Завдяки використанню TypeScript з перевагами строгої типізації, код

застосунків є захищеним від помилок, що виникають під час виконання коду з асинхронними REST-запитами. Розроблені застосунки не спричиняють проблем при додаванні їх до загальних порталів установ, оскільки стилі є ізольованими завдяки унікальним іменам класів, що забезпечує коректне відображення окремих веб-частин. Побудова інтерфейсу, як набору незалежних React-компонентів, дозволяє використовувати розроблені елементи в різних місцях додатку, що є оптимальним рішенням для веб-порталу. Застосування React Hooks дозволяє отримати такі переваги, як спрощення синтаксису, перевикористання логіки без ускладнення ієрархії, організація коду згідно змісту та менший розмір бандлу. Бібліотека PnPJS (Patterns and Practices JavaScript Core Library), у процесі взаємодії з базою даних, значно оптимізує запити, що дозволяє взаємодіяти лише з необхідними полями. Враховуючи те, що розроблений інтерфейс повинен відповідати дизайн-системі порталу та бути зручним та зрозумілим для кожного користувача, доцільним є застосування бібліотеки Fluent UI, що дозволяє створювати додатки з інтерфейсом подібним до класичних застосунків екосистеми Microsoft.

Застосування веб-частин дозволяє підлаштовувати загальний інтерфейс користувача під специфічні потреби кожного окремого учасника навчального процесу. При такому підході розроблені компоненти взаємодіють зі спільною базою даних, що реалізована на основі SharePoint Lists, проте можуть виконувати різні функції.

Розглядаючи процеси які можливо автоматизувати в межах спільного інформаційного простору як для студента, так і для викладача, покращення може стосуватись великої кількості етапів взаємодії з методичним забезпеченням та іншими документами, а також відстежуванням прогресу за певними критеріями. Кожного навчального року перед науково-педагогічними працівниками постають певні задачі, які мають бути виконані у визначений термін, такі, як розробка робочих програм або інших методичних матеріалів з відповідним створенням або оновленням згідно нових вимог, публікація статей та тез, участь у наукових конференціях, формування заявок на отримання грантів, а також сама викладацька діяльність та допомога студентам у написанні кваліфікаційних робіт. Список для кожного викладача може різнитись і простежити за ступенем виконання таких завдань буває досить складно, оскільки потрібні дані можуть зберігатися у розрізних табличках або інших документах, які вимагають значних інвестицій часу та зусиль на підбиття фінальних підсумків. Підхід побудови веб-частин з відображенням інтерфейсу на основі ролей, а також логіка завантаження та обробки даних зображено на рисунку 1.

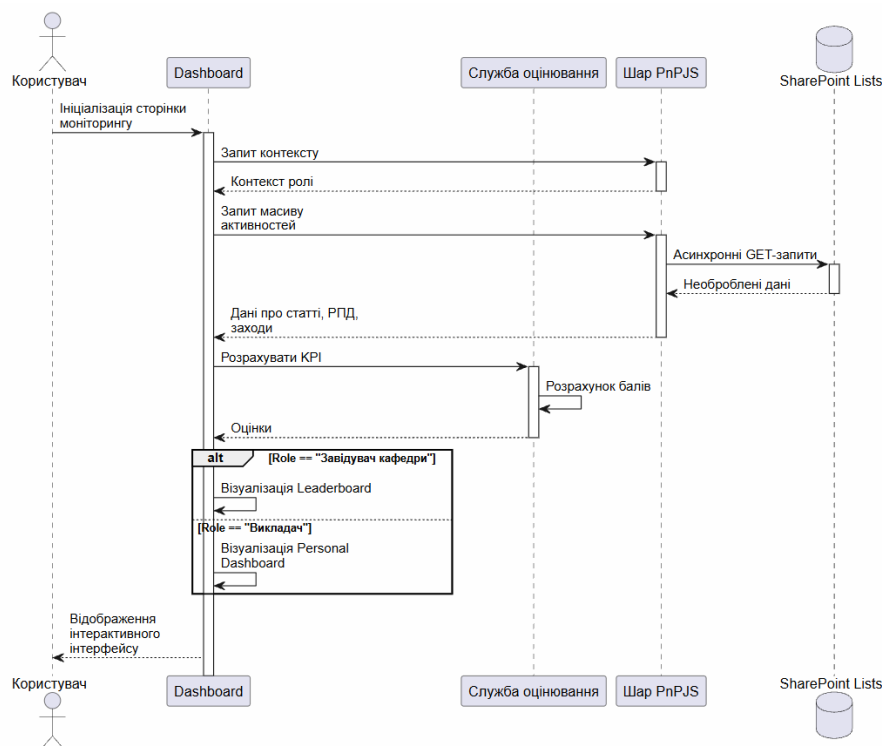


Рис. 1. Діаграма кваліметричного моніторингу науково-педагогічних працівників

Подібний процес можливо автоматизувати використовуючи засоби SharePoint Framework, беручи за основу концепцію єдиного джерела істини та підхід Data-as-a-Service, потрібну інформацію можливо вилучити з відповідних списків SharePoint за допомогою бібліотеки PnPJS. Аналіз та оцінювання отриманих даних при такому підході доцільно реалізувати з використанням дерев рішень з виставленням відповідних вагових коефіцієнтів. Беручи до уваги те, що взаємодія з розробленими компонентами здійснюється в контексті поточного користувача платформи Microsoft, розподіл ролей для кожного окремого користувача не викликає складнощів з подальшим відображенням інтерфейсу відповідно до профілю.

Проблема зручного доступу до навчальних матеріалів може поставати також і перед студентами, особливо на етапі визначення з вибірковими дисциплінами. Згідно стандартів європейських закладів вищої освіти право вільного вибору навчальних дисциплін є важливою умовою якості процесу навчання і відповідно вибіркові дисципліни мають становити не менше 25%, і це вказує на те, що перед студентами постає досить важливий вибір, який впливатиме на подальше формування відповідних професійних навичок до якого варто підходити досить серйозно. Розробка веб-частини, що надає вичерпний опис усього набору вибіркових дисциплін згідно групи студента з можливостями ознайомлення з компетентностями, яких можна набути в процесі вивчення кожної дисципліни, а також супровідними документами, надає можливість глибше зрозуміти суть та підійти до вибору потрібної дисципліни свідомо, а не керуючись лише назвою та коротким описом. Логіка підрахунку голосів для подібної веб-частини зображено на діаграмі послідовностей на рисунку 2.

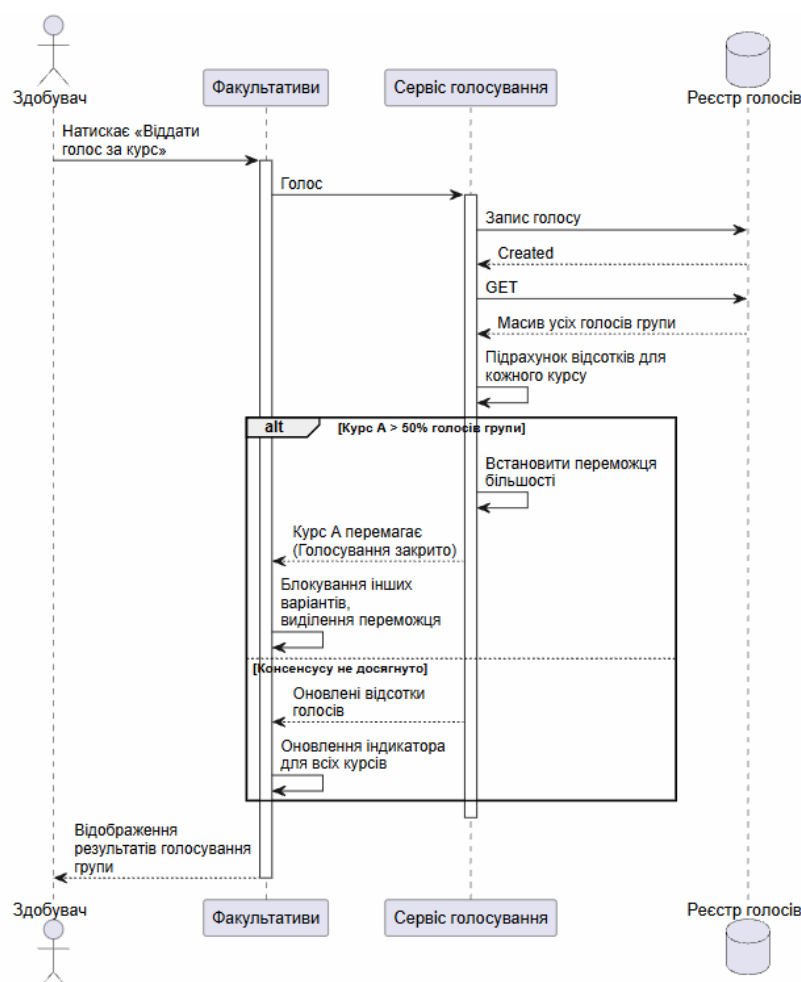


Рис. 2. Діаграми автоматизації формування індивідуальних навчальних планів

Таким чином, розроблена веб-частина дозволяє організувати розподіл інформації про потрібні дисципліни ґрунтуючись на даних, що зберігаються в системі і після натискання студентом кнопки вибору певної дисципліни, система звертається до бази даних, що містить інформацію про список обраних дисциплін іншими студентами і формує об'єктивне рішення щодо розподілу вибіркових дисциплін.

Враховуючи цільову аудиторію даної розробки, доцільним є звернути особливу увагу на реалізацію інтерфейсу застосунку, забезпечуючи зручний та сучасний доступ до функціоналу веб-частини застосовуючи інтерактивні картки та немодальні вікна.

Ще одним елементом загальної системи, що є доповненням до попередньо згаданих модулів, може стати модуль візуалізації компетентностей. Не завжди перелік вивчених дисциплін дає можливість оцінити усі набуті навички, що потрібні для подальшого пошуку роботи, оскільки назви можуть суттєво відрізнятися. Тому включення системи, яка узагальнює перелік набутих компетентностей, що дозволяє чітко систематизувати здобуті знання та наочно продемонструвати важливість отримання відповідних навичок згідно потреб ринку праці, забезпечує більше розуміння побудованого набору дисциплін та переваг, що можна отримати після проходження певного курсу. На рисунку 3 зображено динаміку інформаційних потоків, що формуються в результаті взаємодії студента із системою, де паралельне асинхронне виконання запитів до трьох списків дозволяє агрегувати дані та провести необхідні обчислення рівня компетентностей.

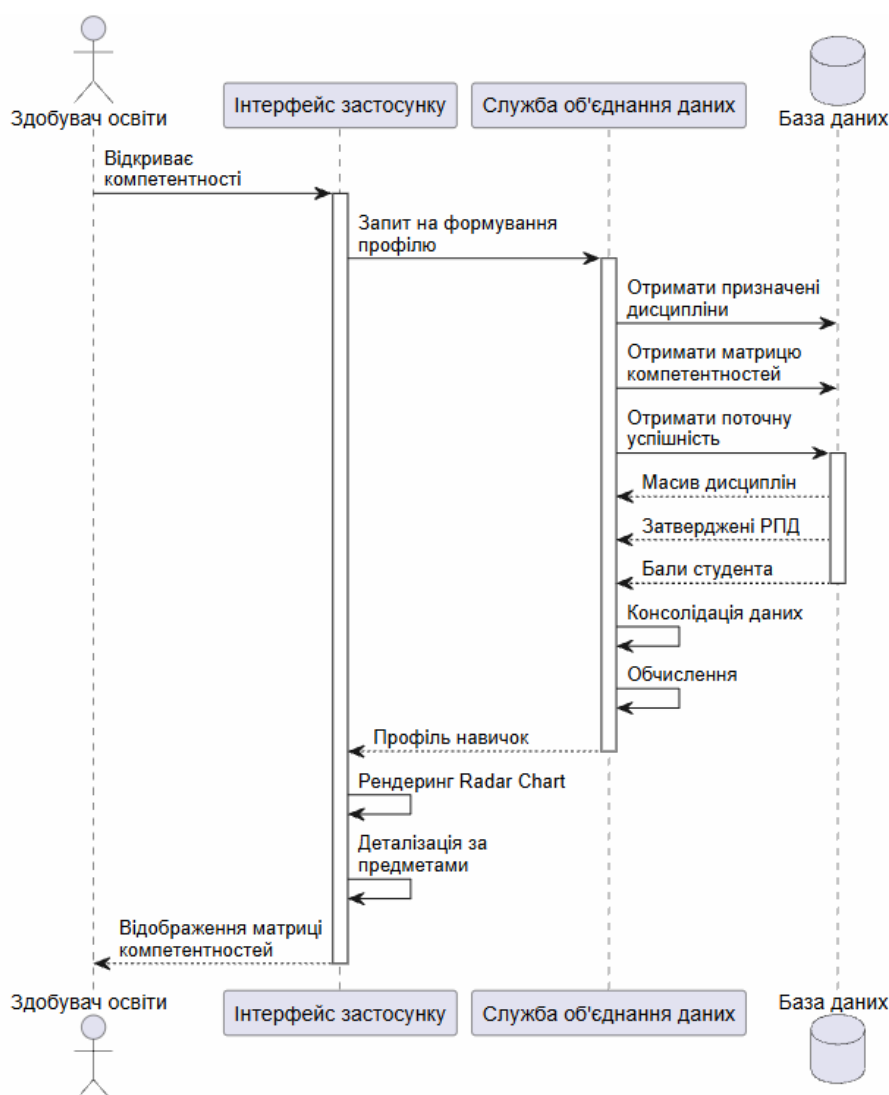


Рис. 3. Діаграма підсистеми моніторингу результативності навчання студента

Така система може бути побудована, як персональний дашборд, що агрегує дані з бази даних навчально-методичних матеріалів з урахуванням інформації про вибіркові дисципліни та результати екзаменаційних сесій для певного студента. Досягнення певної компетентності розраховується на основі коефіцієнта ваги та отриманої студентом оцінки. Робота з даними може відбуватись з використанням бібліотеки PnPJS, а візуалізація із залученням бібліотеки React Chart.js, що дозволяє графічно відобразити

потрібні дані. Така візуалізація також може мати різні ступені узагальнення, в тому числі з розподілом на жорсткі (hard skills) та м'які навички (soft skills).

Об'єднання вищезгаданих елементів в спільну систему в межах простору SharePoint дозволяє використовувати бази даних спільно з різних модулів системи, доповнюючи за необхідності новими елементами, що можуть працювати з даними накопиченими в процесі роботи. Даний підхід є досить зручним для масштабування і нові компоненти не викликать збоїв у роботі попередньо створених, оскільки логіка ізолюється в окремому компоненті. Робота з даними є також досить гнучкою, оскільки для додавання нових метаданих відсутня потреба зупинки бази даних, а з метою вирішення ризику досягнення порогу у 5000 записів доцільно застосовувати індексування колонок.

Структуру бази даних прототипу описано у вигляді ER-діаграми, яка зображена на рисунку 4, де показано взаємозв'язки між сутностями, що відображають логіку роботи системи з даними.

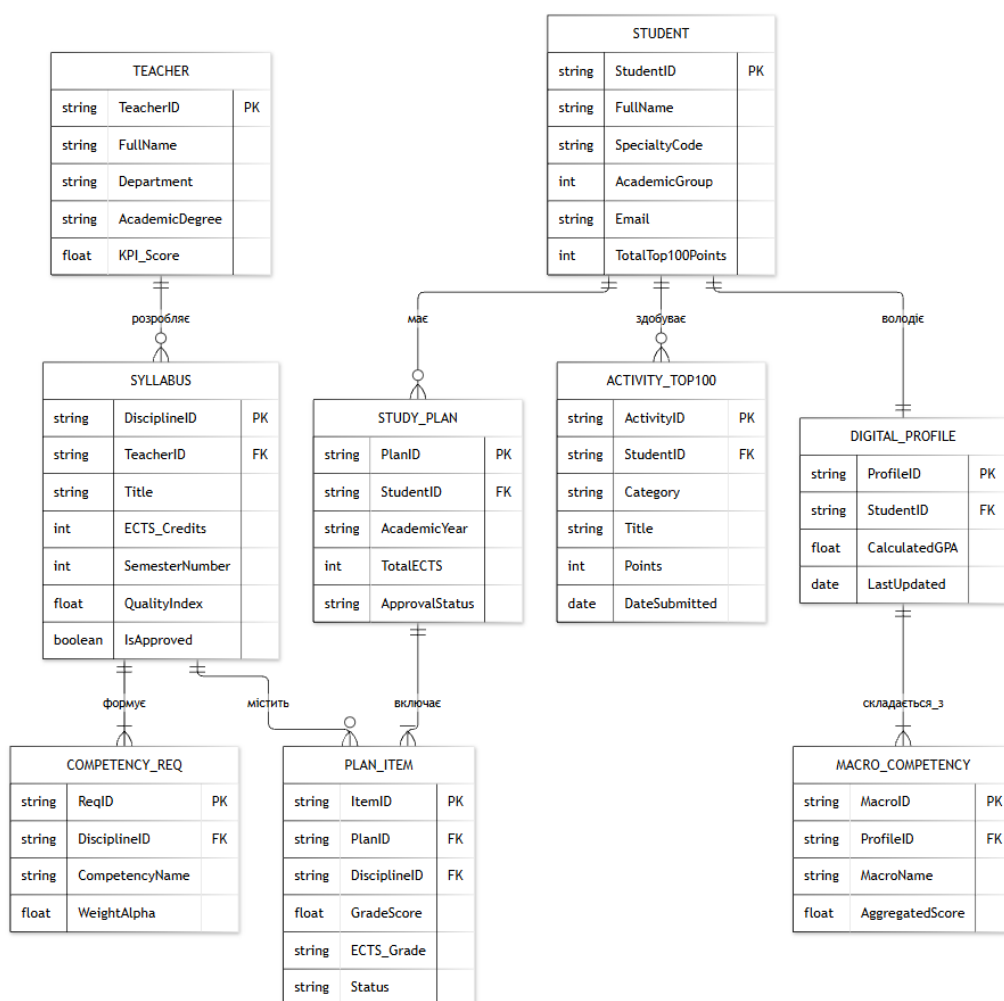


Рис. 4. ER-діаграма системи

Процес створення системи реалізується на основі ітеративної методології розробки. За результатами дослідження можливостей діджиталізації процесів моніторингу ключових показників учасників навчального процесу, на основі аналізу предметної області, визначено важливість розробки підсистеми із застосуванням SharePoint Framework, а також окреслено вимоги та особливості функціоналу, що дозволяє автоматизувати вище згадані процеси. Проектування модулів системи здійснювалось з використанням уніфікованої мови моделювання. У процесі проектування бази даних застосовано ER-діаграму, що візуалізує відображення сутностей системи та взаємодію між ними.

Компонентна модель системи розділена на три логічні рівні, а саме: рівень представлення, рівень бізнес-логіки та рівень даних, що забезпечує масштабованість підсистем. Рівень представлення являє собою набір незалежних веб-частин завдяки чому відбувається взаємодія з користувачами. На рівні бізнес-



логіки відбувається обробка даних, що забезпечує безперебійну взаємодію модулів системи. І, відповідно, зберігання інформації у вигляді списків SharePoint та взаємодія з іншими системами відбувається на рівні даних.

Веб-частина моніторингу навчання, що зображена на рисунку 5, може бути реалізована з використанням SPFx та бібліотеки React та додана до веб-сайту університету або як окрема вкладка в Microsoft Teams.

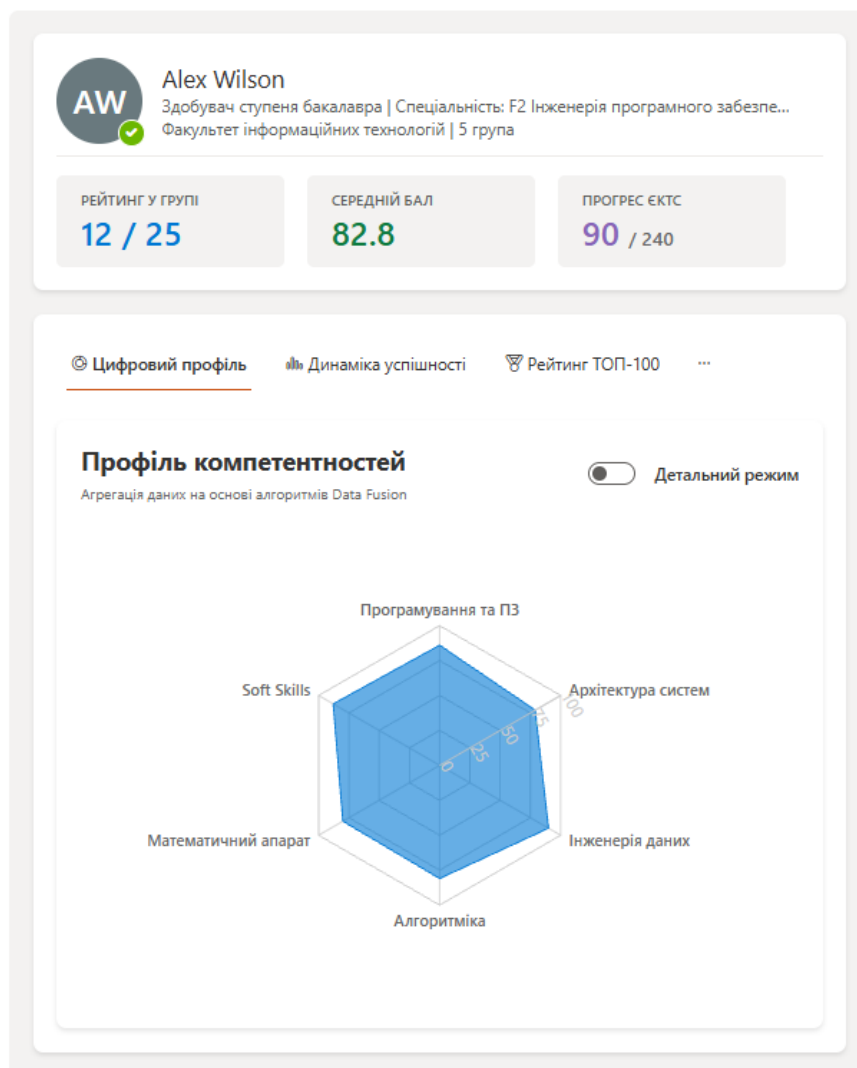


Рис. 5. Інтерфейс підсистеми моніторингу результативності навчання

Застосунок відображає дані згідно профілю користувача, та демонструє загальні показники, що описують результативність навчання, а саме рейтинг у групі, середній бал та прогрес ЄКТС. Далі інтерфейс веб-частини розділений на вкладки, що надають більш детальний аналіз успішності. Вкладка «Цифровий профіль» візуалізує успішність згідно загальних компетентностей, що реалізовано з використанням пелюсткової діаграми. У випадку ввімкнення деталізованого режиму відображення, відбувається візуалізація більшої кількості компетентностей, відсортованих за спаданням рівня засвоєння, що дає змогу оцінити точково сильні та слабкі сторони. Наступна вкладка, що продемонстрована на рисунку 6, дає змогу оцінити отримані індивідуальні бали в порівнянні з середнім балом академічної групи відповідно до семестру навчання.

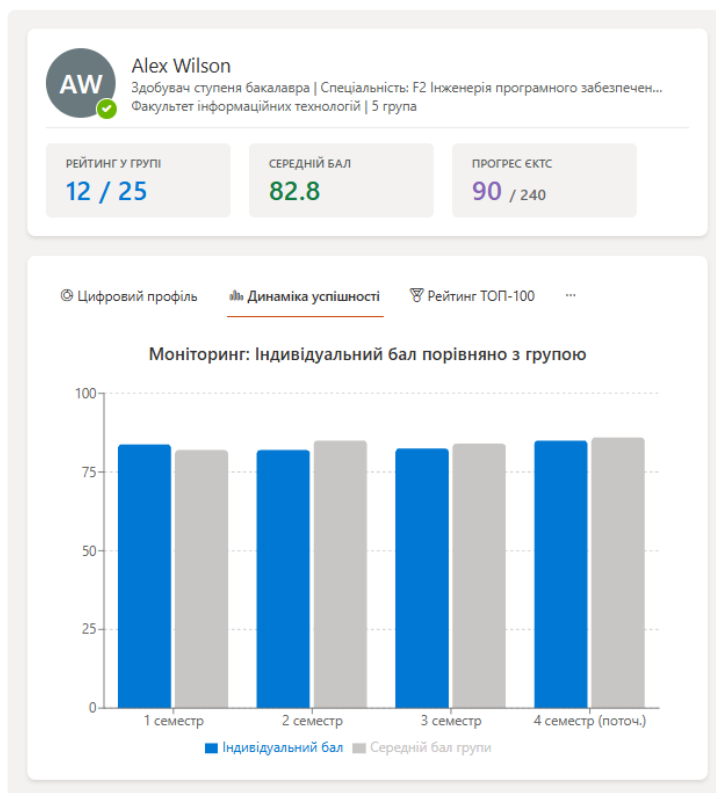


Рис. 6. Вкладка візуалізації динаміки успішності

Також варто врахувати те, що у випадку необхідності підбиття підсумків загальних рейтингів, доцільним є включення до загального профілю можливості відстежування активностей і відповідних додаткових балів, що нараховуються за такі досягнення. Так, на рисунку 7 візуалізується загальний бал отриманий за різні види діяльності, де останні реалізовані у вигляді карток досягнень з відповідним описом, що дозволяє включити елемент гейміфікації до навчального процесу.

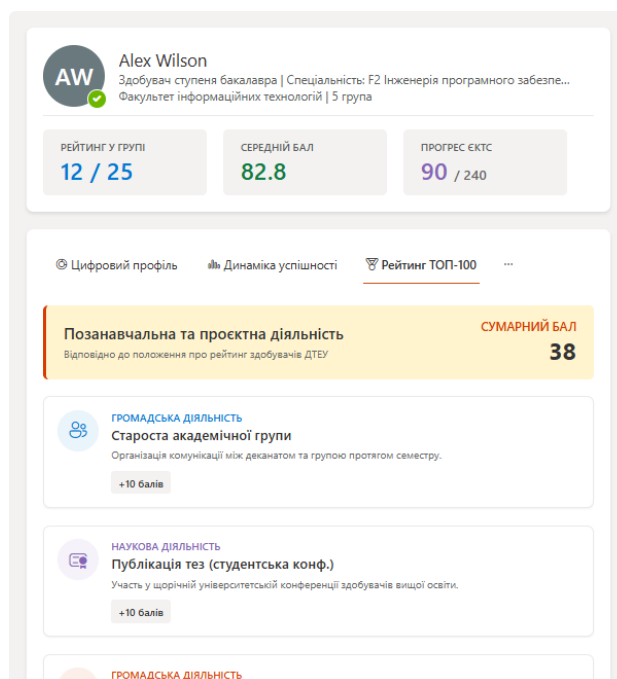


Рис. 7. Інтерфейс рейтингу додаткових видів діяльності



Наступна вкладка, що описана на рисунку 8, візуалізує результати навчальної діяльності відповідно до семестру та надає можливість ознайомитися з результатами вивчення дисциплін за попередні періоди. З метою забезпечення ергономічності інтерфейсу та з урахуванням особливостей розробки веб-частин, дані за семестри згруповані.

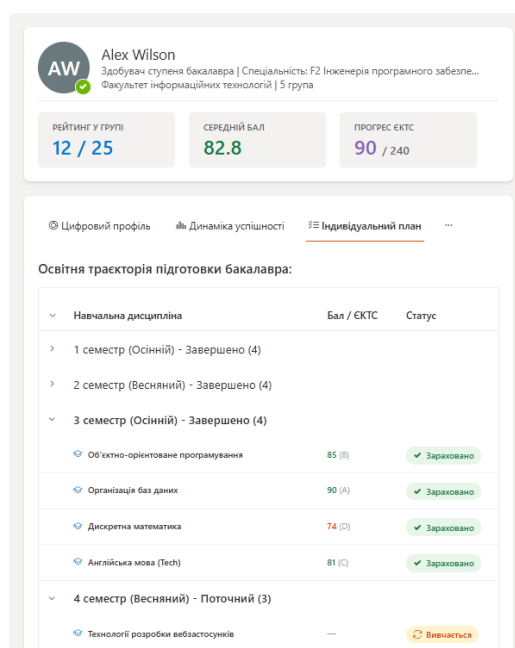


Рис. 8. Модуль візуалізації результатів навчання

З метою тестування прототипу, було використано вибірку даних, для імітації освітньої траєкторії студента, як наслідок, отримані коректні результати агрегації даних після відпрацювання алгоритмів, а саме, консолідація оцінок та розподіл макро-компетентностей. Тестування інтерфейсу користувача показало коректне відображення даних та стабільність рендерингу графіки.

Формалізувати алгоритм роботи представленого модуля можна наступним чином. На початку роботи алгоритму здійснюється консолідація даних щодо успішності студента і формується вектор оцінок (1):

$$R = \langle r_1, r_2, \dots, r_n \rangle, \quad (1)$$

де $r_i \in [0, 100]$.

Множина мікро-компетентностей (2):

$$M = \{m_1, m_2, \dots, m_k\}. \quad (2)$$

Матриця вагових коефіцієнтів (3), для відображення зв'язку між дисципліною і компетентністю, має наступний вигляд:

$$W = [w_{i,j}], \quad (3)$$

де $w_{i,j}$ визначає скільки дисципліна i важить у процесі формування компетентності j та $w_{i,j} \in [0, 1]$.

Середній зважений бал (4) обчислюється:

$$E = \frac{\sum_{i=1}^n (r_i \cdot w_i)}{\sum_{i=1}^n w_i}, \quad (4)$$

де w_i – нормативна вага кожної окремої дисципліни в кредитах ЕКТС.

Рівень опанування певної мікро-компетентності (5) розраховується наступним чином:



$$m_j = \frac{\sum_{i=1}^n (r_i \cdot w_i \cdot w_{i,j})}{\sum_{i=1}^n (w_i \cdot w_{i,j})}, \quad (5)$$

Неформальна активність описується вектором (6):

$$A = \langle a_1, a_2, \dots, a_m \rangle. \quad (6)$$

Загальний бал за неформальні активності (7) обчислюється:

$$R = \sum_{p=1}^m a_p, \quad (7)$$

де a_p – визначає кількість балів за певну активність.

Оцінити ефективність даного рішення можна з використанням порівняльного аналізу класичних підходів до моніторингу відповідних показників та створеного прототипу. Недоліком класичного підходу є необхідність консолідації даних з різних джерел, що вимагає значних витрат часу та зусиль. У випадку застосування підходу на основі розробленого застосунку, отримання інформації по ключових показниках як зі сторони адміністрації, так і для студентів можливо організувати набагато швидше та ефективніше, мінімізуючи час на пошук інформації, її обробку, агрегацію, що, як наслідок, знижує когнітивне навантаження. Хоча і знадобиться час на налаштування системи збору даних на початку впровадження. Використання системи, що складається з різноманітних модулів, які формуються згідно потреб закладу вищої освіти, з точки зору якісного оцінювання, надає такі переваги, як консолідація в межах єдиного цифрового простору формальної та неформальної освіти, візуалізація успішності, що сприяє кращому розумінню власної конкурентоспроможності, а також переваги захисту даних, що надає екосистема Microsoft 365.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Було описано шляхи покращення процесів взаємодії з навчально-методичним забезпеченням серед учасників освітнього процесу, а також описано можливості візуалізації задач та цілей, з метою їх ефективного досягнення, що постають як перед викладачами, так і перед студентами. Запропоновано модель організації та зберігання даних, що базується на парадигмі єдиного джерела істини з урахуванням особливостей зберігання даних платформи Microsoft 365. Побудовано діаграми, що описують ключові компоненти системи, а саме модуль візуалізації виконання задач визначених в індивідуальних планах, модуль відстежування та обрання вибірових дисциплін та модуль матриці компетентностей. Описано логіку роботи бази даних системи за допомогою ER-діаграми та розроблено прототип на базі SharePoint Framework. Впровадження такої системи дозволяє підвищити ефективність та знизити адміністративне навантаження у процесі вирішення організаційних питань як зі сторони викладачів, так і зі сторони адміністрації закладу вищої освіти. Запропонована система може бути доповнена іншими функціональними модулями у випадку виникнення потреби зі сторони учасників навчального процесу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кравчук, О., & Качуринець, Д. (2025). Інформаційно-комунікаційні технології як каталізатор цифрової трансформації в освітньому середовищі: Технічний аналіз використання хмарних платформ. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences*, 353(3.2), 447–453. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2025-353-61>
2. Albulushi, M. A. R. (2024). A rule-based expert system for academic advising and guidance toward undergraduate students. *Scholars Journal of Economics, Business and Management*, 11(03), 74–77. <https://doi.org/10.36347/sjebm.2024.v11i03.001>
3. Cunha de Amorim, G., & Canedo, E. (2025). Micro-Frontend architecture in software development: A systematic mapping study. *У 27th international conference on enterprise information systems (с. 105–116). SCITEPRESS - Science and Technology Publications*. <https://doi.org/10.5220/0013195800003929>
4. Jordan, S., Zabukovšek, S. S., & Klančnik, I. Š. (2022). Document management system – A way to digital transformation. *Naše gospodarstvo/Our economy*, 68(2), 43–54. <https://doi.org/10.2478/ngoe-2022-0010>



5. Matcha, W., Uzir, N. A., Gasevic, D., & Pardo, A. (2020). A systematic review of empirical studies on learning analytics dashboards: A self-regulated learning perspective. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 13(2), 226–245. <https://doi.org/10.1109/tlt.2019.2916802>
6. M. Lamis, A. M., & S. Pisueni, J. (2026). Web-based program outcomes assessment and evaluation system with data analytics. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 29(3), 481–492. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2026.29.3.0572>
7. Morze, N. V., & Strutynska, O. V. (2021). Digital transformation in society: Key aspects for model development. *Journal of Physics: Conference Series*, 1946(1), 012021. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1946/1/012021>
8. Ouyang, F., & Jiao, P. (2021). Artificial intelligence in education: The three paradigms. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100020. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100020>
9. Prasad, A., & Singh, H. (2026). Micro-Frontends and modular UI. *Y Advanced Blazor Architecture with .NET 10 and Azure OpenAI* (с. 57–74). Apress. https://doi.org/10.1007/979-8-8688-2518-7_4
10. Taibi, D., Spillner, J., & Wawruch, K. (2021). Serverless computing-where are we now, and where are we heading? *IEEE Software*, 38(1), 25–31. <https://doi.org/10.1109/ms.2020.3028708>

**Oleksandr Kharchenko**

PhD in Engineering, Associate Professor at the
Department of Software Engineering and Cybersecurity
State University of Trade and Economics, Kyiv, Ukraine
ORCID: 0000-0002-9255-9287
a.kharchenko@knute.edu.ua

Anastasiia Liahiera

PhD student
State University of Trade and Economics, Kyiv, Ukraine
ORCID: 0009-0007-7143-1536
a.lyahera@knute.edu.ua

MODELING THE ARCHITECTURE OF A MULTI-ROLE MONITORING SUBSYSTEM BASED ON THE SHAREPOINT FRAMEWORK

Abstract. This article describes ways to automate processes for higher education institutions that improve the effectiveness of interaction between both students and faculty in tracking current tasks and priorities through the development and implementation of subsystems based on the SharePoint Framework. It reviews scholarly works aimed at examining the current situation in the field of education, the existing challenges and benefits offered by the spread of digitalization across various fields, as well as modern approaches to developing solutions that minimize the costs of building the appropriate architecture and ensure the smoothest possible implementation of the necessary solutions for the administration, faculty, and students alike. The possibilities for expanding the functionality of applications from the Microsoft 365 ecosystem are explored with the aim of organizing effective work within this platform and meeting the needs of those involved in the educational process. This paper describes the modern technologies and programming languages used to create such applications, their features, and their role in developing applications using the SharePoint Framework, and examines the specifics of data storage used in such systems. Given the shortcomings of traditional monolithic architectures, which can lead to data duplication, it is advisable to implement the solution based on the Data-as-a-Service model and the single source of truth paradigm. Models have been developed that describe interconnected components in the form of micro-frontends, which automate the processes of monitoring the tasks faced by academic and teaching staff, synthesize fragmented information regarding course content for students – thereby enabling them to make informed choices about elective courses – and provide students with the ability to effectively track their own progress in the learning process and successfully achieve their goals in acquiring the necessary professional skills.

Keywords: SharePoint Framework; monitoring; Data-as-a-Service.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Kravchuk, O., & Kachurinet, D. (2025). Information and Communication Technologies as a Catalyst for Digital Transformation in the Educational Environment: A Technical Analysis of the Use of Cloud Platforms. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences, 353(3.2), 447–453. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2025-353-61>
2. Albulushi, M. A. R. (2024). A rule-based expert system for academic advising and guidance toward undergraduate students. Scholars Journal of Economics, Business and Management, 11(03), 74–77. <https://doi.org/10.36347/sjebm.2024.v11i03.001>
3. Cunha de Amorim, G., & Canedo, E. (2025). Micro-Frontend architecture in software development: A systematic mapping study. Y 27th international conference on enterprise information systems (с. 105–116). SCITEPRESS - Science and Technology Publications. <https://doi.org/10.5220/0013195800003929>
4. Jordan, S., Zabukovšek, S. S., & Klančnik, I. Š. (2022). Document management system – A way to digital transformation. Naše gospodarstvo/Our economy, 68(2), 43–54. <https://doi.org/10.2478/ngoe-2022-0010>
5. Matcha, W., Uzir, N. A., Gasevic, D., & Pardo, A. (2020). A systematic review of empirical studies on learning analytics dashboards: A self-regulated learning perspective. IEEE Transactions on Learning Technologies, 13(2), 226–245. <https://doi.org/10.1109/tlt.2019.2916802>



6. M. Lamis, A. M., & S. Pisuen, J. (2026). Web-based program outcomes assessment and evaluation system with data analytics. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 29(3), 481–492. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2026.29.3.0572>
7. Morze, N. V., & Strutyńska, O. V. (2021). Digital transformation in society: Key aspects for model development. *Journal of Physics: Conference Series*, 1946(1), 012021. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1946/1/012021>
8. Ouyang, F., & Jiao, P. (2021). Artificial intelligence in education: The three paradigms. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100020. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100020>
9. Prasad, A., & Singh, H. (2026). Micro-Frontends and modular UI. *У Advanced Blazor Architecture with .NET 10 and Azure OpenAI* (с. 57–74). Apress. https://doi.org/10.1007/979-8-8688-2518-7_4
10. Taibi, D., Spillner, J., & Wawruch, K. (2021). Serverless computing-where are we now, and where are we heading? *IEEE Software*, 38(1), 25–31. <https://doi.org/10.1109/ms.2020.3028708>

Отримано редакцією журналу / Received: 12.06.26

Прорецензовано / Revised: 20.06.26

Схвалено до друку / Accepted: 26.10.26



This work is licensed under Creative Commons Attribution-noncommercial-sharealike 4.0 International License.