

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ МОНІТОРИНГУ БЮДЖЕТНИХ КОШТІВ ТА АНАЛІЗ ЇХ ЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ

Голубков Віктор

Науковий керівник: канд. пед. наук., доцент Шлянчак С.О.

*Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка,
м. Кропивницький, Україна*

У статті розглянуто актуальні питання автоматизації процесів фінансового моніторингу в умовах цифрової трансформації економіки. Проведено аналіз особливостей структури відкритих даних системи публічних закупівель ProZorro (стандарт OCDS). Обґрунтовано вибір сучасного технологічного стеку (Node.js, NestJS, MongoDB, Angular) для побудови високонавантажених вебсистем обробки великих даних. Описано архітектуру та програмну реалізацію інформаційної системи, яка забезпечує інкрементальний збір даних, їх агрегацію та візуалізацію. Представлено результати розробки аналітичних дашбордів для оцінки ефективності використання бюджетних коштів замовниками та аналізу конкурентного середовища.

Ключові слова: публічні закупівлі, моніторинг, ProZorro, OCDS, вебсистема, MongoDB, NestJS, Angular, аналіз даних.

Digital transformation of budget funds monitoring and analysis of their effective use

V. Golubkov

**Scientific supervisor: Candidate of Pedagogical Sciences, associate professor
Shlianchak S.O.**

Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State University, Kropyvnytsky, Ukraine

The article deals with current issues of financial monitoring automation in the context of digital transformation of the economy. The features of the open data structure of the public procurement system ProZorro (OCDS standard) are analyzed. The choice of a modern technology stack (Node.js, NestJS, MongoDB, Angular) for building high-load web systems for big data processing is substantiated. The architecture and software implementation of the information system, which provides incremental data collection, aggregation, and visualization, are described. The results of the development of analytical dashboards for assessing the efficiency of the use of budget funds by procuring entities and analyzing the competitive environment are presented.

Keywords: public procurement, monitoring, ProZorro, OCDS, web system, MongoDB, NestJS, Angular, data analysis.

Постановка проблеми. Сучасний етап розвитку економіки України характеризується стрімкою цифровою трансформацією всіх сфер суспільного життя, зокрема сектору державного управління. Впровадження електронної системи публічних закупівель ProZorro стало одним із найуспішніших прикладів реалізації концепції «відкритих даних» (Open Data), що забезпечило безпрецедентний рівень прозорості у використанні бюджетних коштів. Перехід документообігу в цифровий формат та надання вільного доступу до інформації через публічний API дозволили накопичити значні масиви даних про тендери, контракти та учасників ринку.

Однак, саме лише відкриття доступу до даних не вирішує автоматично проблеми ефективності використання публічних фінансів. Зростання кількості закупівель та обсягів супровідної документації призводить до ефекту інформаційного перевантаження, коли зацікавлені сторони — державні аудитори, громадські активісти та журналісти — фізично не в змозі опрацювати наявний масив інформації в ручному режимі. Стандартні засоби пошуку на офіційних вебпорталах часто не забезпечують необхідної гнучкості для виявлення складних корупційних схем або системних порушень, а професійні аналітичні інструменти здебільшого є платними або складними у використанні для непідготовлених користувачів.

У цьому контексті виникає гостра необхідність у створенні спеціалізованих інформаційних технологій моніторингу, які б поєднували можливості автоматизованого збору даних (ETL-процеси), їх інтелектуальної обробки та зручної візуалізації. Розробка вебсистем нового покоління, здатних працювати з великими даними у реальному часі, стає критично важливою задачею для забезпечення економічної безпеки держави та підвищення якості управлінських рішень у сфері публічних фінансів.

Аналіз досліджень і публікацій. Проблематика підвищення ефективності використання бюджетних коштів в умовах цифрової економіки є предметом дослідження багатьох науковців. В. М. Кирилашук [4] у своїх працях акцентує увагу на тому, що перехід до електронного документообігу в системі ProZorro

дозволив накопичити значні масиви даних, проте ефективність їх використання стримується відсутністю гнучких інструментів автоматизованого аналізу. Питання оцінки корупційних ризиків та виявлення аномалій у поведінці замовників ґрунтовно досліджено у роботах З. С. Варналія [3], де запропоновано низку індикаторів ризику, які можуть бути алгоритмізовані.

Існуючі програмні інструменти моніторингу, зокрема модуль аналітики BI ProZorro, проаналізовано Н. С. Шаповал [10]. Авторка відзначає потужні можливості платформи QlikSense, але вказує на високий поріг входження для користувачів та складність інтеграції з іншими системами. Це підтверджує актуальність розробки більш спеціалізованих та доступних вебзастосунків. Т. В. Філіпова [8] наголошує на ролі громадського контролю та необхідності створення зручних цифрових сервісів для візуалізації даних, зрозумілих пересічному громадянину.

Значна частина досліджень присвячена технічним аспектам обробки даних формату OCDS (Open Contracting Data Standard), який використовується в ProZorro. О. С. Гнатенко [2] та В. І. Литвиненко [5] у своїх роботах доводять переваги використання документо-орієнтованих баз даних (NoSQL) над реляційними для зберігання складних ієрархічних JSON-структур тендерної документації. Автори стверджують, що спроба нормалізації таких даних суттєво знижує продуктивність пошукових запитів.

Вибір архітектурних рішень для високонавантажених систем моніторингу обґрунтовується у працях Д. О. Мельничука [7], який порівнює продуктивність серверних платформ і доводить ефективність Node.js для задач з інтенсивним вводом-виводом (I/O). Питання побудови клієнтських інтерфейсів розглядає В. П. Мартиненко [6], аргументуючи доцільність використання SPA-архітектури (Single Page Application) на базі Angular для корпоративних систем. Особливості управління станом у складних вебзастосунках та переваги патерну Redux (NgRx) досліджено М. О. Бондарем [1]. Важливість статичної типізації (TypeScript) для забезпечення надійності фінансових інструментів підкреслює В. О. Чернишов [9].

Попри значну кількість публікацій, питання створення інтегрованої системи, яка б поєднувала швидкодію сучасного JavaScript-стеку, гнучкість NoSQL баз даних та потужний аналітичний функціонал для моніторингу бюджетних коштів, залишається недостатньо висвітленим, що й зумовило вибір теми дослідження.

Метою статті є обґрунтування архітектурних рішень та опис особливостей програмної реалізації інформаційної системи моніторингу бюджетних коштів, яка забезпечує автоматизований збір, агрегацію та візуалізацію великих масивів відкритих даних (Open Data) системи ProZorro. Основна увага приділяється розробці високопродуктивного вебзастосунку на базі стеку технологій Node.js, MongoDB та Angular, здатного функціонувати в режимі реального часу та надавати користувачам зручні інструменти для аналізу ефективності публічних закупівель.

Виклад основного матеріалу (результатів) дослідження. Розробка інформаційної системи моніторингу бюджетних коштів базується на використанні багаторівневої клієнт-серверної архітектури, що забезпечує чітке розмежування логіки обробки даних, їх зберігання та візуалізації. Враховуючи специфіку вхідних даних, які надходять із центральної бази даних системи ProZorro через REST API, ключовою вимогою до серверної частини є здатність ефективно обробляти велику кількість асинхронних запитів. Для реалізації серверного програмного забезпечення обрано платформу Node.js, яка завдяки своїй неблокуючій подійно-орієнтованій моделі вводу-виводу дозволяє виконувати паралельні мережеві операції з мінімальними витратами системних ресурсів. Структурування коду серверної частини виконано засобами фреймворку NestJS, що забезпечує модульність архітектури та використання патерну ін'єкції залежностей. Такий підхід дозволяє створювати слабкозв'язані компоненти, що значно підвищує рівень тестопридатності системи та спрощує її подальше масштабування.

Центральним елементом підсистеми зберігання даних є документо-орієнтована система управління базами даних MongoDB. Вибір цієї технології

зумовлений природою даних про публічні закупівлі, які розповсюджуються у форматі OCDS (Open Contracting Data Standard). Даний стандарт передбачає складну ієрархічну структуру документів із численними вкладеними об'єктами, такими як лоти, предмети закупівлі, документи та критерії кваліфікації. Використання реляційних баз даних для зберігання такої інформації вимагало б складної нормалізації та призвело б до зниження продуктивності пошукових запитів через необхідність виконання ресурсомістких операцій об'єднання таблиць. Натомість MongoDB дозволяє зберігати тендерну документацію у вигляді єдиного JSON-документа, що забезпечує високу швидкість операцій читання та запису. Для оптимізації пошуку реалізовано стратегію індексації, яка включає створення складених індексів для полів фільтрації та текстових індексів для повнотекстового пошуку за ключовими словами.

Процес наповнення локальної бази даних реалізовано через розроблений модуль ETL (Extract, Transform, Load), який виконує інкрементальну синхронізацію з API ProZorro. Алгоритм синхронізації базується на використанні часових міток останнього оновлення, що дозволяє завантажувати лише нові або змінені записи, зменшуючи навантаження на мережу. Отримані дані проходять етап валідації та трансформації за допомогою DTO-схем, після чого зберігаються в базі даних із використанням стратегії оновлення або вставки (upsert). Це гарантує цілісність даних та усуває проблему дублювання записів при багаторазовому зверненні до одного й того ж тендера на різних етапах його життєвого циклу. Для забезпечення автономності роботи системи процес синхронізації автоматизовано за допомогою планувальника завдань, який ініціює оновлення даних із заданою періодичністю.

Клієнтська частина системи реалізована як односторінковий вебзастосунок (SPA) на базі фреймворку Angular 19. Використання компонентного підходу дозволило створити гнучкий та адаптивний інтерфейс користувача. Для управління станом застосунку інтегровано бібліотеку NgRx, яка реалізує архітектурний патерн Redux. Це забезпечує передбачуваність потоків даних у системі та дозволяє ефективно синхронізувати стан фільтрів, результатів пошуку

та аналітичних віджетів. Взаємодія користувача з даними здійснюється через реактивні форми, які підтримують динамічну валідацію введених значень та синхронізацію параметрів пошуку з адресною стрічкою браузера. Таке рішення значно покращує користувацький досвід, дозволяючи зберігати та поширювати посилання на конкретні аналітичні вибірки.

Особливу увагу в роботі приділено реалізації аналітичного функціоналу. Для розрахунку ключових показників ефективності, таких як загальна економія коштів, частка конкурентних процедур та динаміка активності замовників, використано конвеєр агрегації MongoDB (Aggregation Pipeline). Перенесення обчислювального навантаження на бік бази даних дозволило отримувати аналітичні звіти в режимі реального часу без необхідності передачі великих обсягів "сирих" даних на клієнтську частину. Візуалізація отриманої статистики здійснюється за допомогою інтерактивних графіків та діаграм, які підтримують функцію деталізації (drill-down), надаючи користувачам можливість переходити від загальних показників до перегляду конкретних тендерів, що сформували статистику. Розроблена система пройшла комплексне тестування, яке підтвердило її стабільність, коректність фінансових розрахунків та здатність працювати під високим навантаженням.

Висновки та перспективи подальших пошуків у напрямі дослідження.

Результати проведеного дослідження засвідчили ефективність запропонованого архітектурного підходу до створення інформаційної системи моніторингу публічних закупівель, що базується на використанні сучасних вебтехнологій та нереляційних баз даних. Практична реалізація розробленого програмного забезпечення підтвердила, що використання стеку технологій Node.js, MongoDB та Angular дозволяє успішно вирішувати задачі обробки великих масивів напівструктурованих даних формату OCDS, забезпечуючи високу продуктивність та масштабованість системи. Створений механізм інкрементальної синхронізації та серверної агрегації даних дозволив досягти значного скорочення часу формування аналітичних звітів порівняно з традиційними методами, що робить систему дієвим інструментом для

оперативного фінансового контролю. Впровадження реактивного клієнтського інтерфейсу з інтерактивними дашбордами суттєво підвищило доступність складної бюджетної інформації для широкого кола користувачів, сприяючи прозорості державних витрат.

Перспективи подальших наукових пошуків у даному напрямі пов'язані з розширенням аналітичних можливостей системи шляхом інтеграції методів штучного інтелекту та машинного навчання. Зокрема, перспективним вбачається розробка та впровадження алгоритмів автоматичного виявлення аномалій у тендерній документації, що дозволить системі самостійно сигналізувати про потенційні корупційні ризики, такі як дискримінаційні вимоги або змова учасників, ще на етапі оголошення закупівлі. Також важливим вектором розвитку є налаштування інтеоперабельності з іншими державними реєстрами та базами даних, що дозволить проводити комплексну перевірку доброчесності контрагентів та будувати більш точні моделі прогнозування ефективності використання бюджетних коштів.

Список використаної літератури:

1. Бондар М. О. Архітектурні патерни управління станом у Single Page Applications: переваги використання NgRx. Комп'ютерні системи та мережі. 2022. Вип. 1 (108). С. 112–119.
2. Гнатенко О. С. Проблеми нормалізації напівструктурованих даних у системах аналізу відкритих даних. Вісник КПІ. Серія: Інформатика та обчислювальна техніка. 2019. № 68. С. 45–51.
3. Економічна безпека держави в умовах гібридної війни : монографія / за ред. З. С. Варналія. Київ : НІСД, 2019. 456 с.
4. Кирилащук В. М. Електронні публічні закупівлі як інструмент підвищення ефективності використання бюджетних коштів. Економіка та держава. 2018. № 4. С. 15–19.
5. Литвиненко В. І. Порівняльна характеристика документо-орієнтованих баз даних для зберігання динамічних структур. Системні дослідження та інформаційні технології. 2020. № 2. С. 78–85.
6. Мартиненко В. П. Порівняльний аналіз JavaScript-фреймворків для розробки корпоративних інформаційних систем. Вісник НТУ "ХПІ". 2020. № 1 (7). С. 45–52.
7. Мельничук Д. О. Порівняльний аналіз продуктивності серверних платформ Node.js та ASP.NET Core у високонавантажених системах. Вісник Хмельницького національного університету. 2020. № 2. С. 112–117.

8. Філіпова Т. В. Цифрова трансформація публічного управління: роль відкритих даних. Аспекти публічного управління. 2021. Т. 9, № 1. С. 56–63.
9. Чернишов В. О. Вплив статичної типізації на надійність програмного забезпечення: досвід впровадження TypeScript. Проблеми системного програмування. 2019. № 3. С. 45–52.
10. Шаповал Н. С. Аналітичні інструменти системи ProZorro: можливості та обмеження модуля бізнес-розвідки. Ефективна економіка. 2019. № 11. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=7453>.

Відомості про автора:

Голубков Віктор Сергійович – студент II курсу магістратури факультету інформаційних технологій, математики та природничих наук Центральноукраїнського державного університету імені Володимира Винниченка, тел. +380938827544, e-mail: 12072651@cuspu.edu.ua.