

Таким чином, застосування сучасних підходів до веб-розробки на основі Next.js та MongoDB дозволяє створити ефективний та гнучкий веб-застосунок для персоналізованих програм лояльності кафе. Таке рішення є важливим компонентом сучасних інформаційних систем для закладів харчування [5], сприяючи оптимізації бізнес-процесів, підвищенню лояльності клієнтів та зміцненню позицій на ринку.

Література:

1. Next.js Documentation. Features. URL: <https://nextjs.org/docs/getting-started/features>
2. Addy Osmani. The Cost Of Javascript. URL: <https://medium.com/@addyosmani/the-cost-of-javascript-84009f51e99e>
3. MongoDB Documentation. Key Features. URL: <https://docs.mongodb.com/manual/core/key-features/>
4. Martin Fowler. Schema Last. URL: <https://martinfowler.com/bliki/SchemaLast.html>
5. Bachynskyi, M., Petryk, M., Brevus, V., Mudryk, I., Glova, B. 3D-hybrid mathematical model for analysis of abnormal neurological movements for the purposes of diagnosis and treatment of limb tremor. 3rd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems, ITAP 2023. Ternopil. 22–23 November 2023. CEUR Workshop Proceedings, 2023, 183–196.

УДК 658.7:005.8

І.П. Вовк, канд. екон. наук, доц., А.Й. Матвійшин, канд. техн. наук, доц., Ю.Я. Вовк, канд. техн. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ЦИФРОВІЗАЦІЯ ТА СТІЙКІСТЬ ЛАНЦЮГІВ ПОСТАЧАННЯ В УМОВАХ
ГЛОБАЛЬНОЇ НЕСТАБІЛЬНОСТІ: ПОЄДНАННЯ ПІДХОДІВ ПРОЄКТНОГО
АНАЛІЗУ ТА УПРАВЛІННЯ ЛАНЦЮГАМИ ПОСТАЧАННЯ**

I.P. Vovk, Ph.D., Assoc. Prof., A.Y. Matviyishyn, Ph.D., Assoc. Prof., Y.Y. Vovk, Ph.D., Assoc. Prof.

**DIGITALIZATION AND SUSTAINABILITY OF SUPPLY CHAINS IN THE CONTEXT
OF GLOBAL INSTABILITY: COMBINING PROJECT ANALYSIS AND SUPPLY CHAIN
MANAGEMENT APPROACHES**

Сучасні глобальні потрясіння (війна, пандемія, зміна клімату) суттєво ускладнили управління ланцюгами постачання (SCM). В цих умовах цифрові технології та системний проєктний підхід стають ключем до підвищення прозорості, гнучкості та стійкості ланцюгів. Zhao й ін. (2023) відзначають, що впровадження цих технологій суттєво змінює традиційні SCM-моделі, підвищуючи ефективність і якість операцій [1]. Проєктний аналіз тут допомагає менеджерам оцінювати інвестиції у цифрові рішення: шляхом планування, оцінки ризиків і розробки сценаріїв, що ґрунтуються на порівнянні витрат, вигод та потенційних загроз.

Війна (геополітичні конфлікти): повномасштабне вторгнення в Україну (2022) викликало рекордні стрибки цін на енергоносії та сировину [2]. Країни та компанії, залежні від поставок з цього регіону, зазнали особливо великих шоків. Наприклад, різке зменшення експорту газу зумовило енергетичну кризу в ЄС і призвело до пошуку нових маршрутів та постачальників.

Методи проєктного аналізу відіграють важливу роль у комплексному плануванні SCM-проєктів. При оцінці стратегій менеджери використовують: фінансове моделювання (оцінка витрат та вигод від впровадження нових технологій або розширення виробництва); управління ризиками (ідентифікація вузьких місць та розробка планів реагування); сценарне планування (моделювання різних кризових сценаріїв та перевірка стійкості ланцюга);

багатокритеріальний аналіз (MCDM) для збалансування цілей – вартості, швидкості доставки, якості обслуговування та стійкості [3]. Наприклад, при виборі постачальників чи транспортних рішень застосовують моделі ранжування за критеріями «ціна–якість–ризик». Проектний підхід також важливий при побудові цифрових рішень: у вищенаведеному аналізі вказано, що трансформація SCM повинна включати розробку «комунікаційної мережевої структури» (блокчейн), інтегрованої ERP-системи планування та цифрової платформи моніторингу (Supply Chain Control Tower) [4]. Таким чином, проектний аналіз забезпечує обґрунтованість управлінських рішень та знижує невизначеність при впровадженні інновацій.

Серед ключових цифрових інструментів SCM можна виділити: ERP-системи та Інтернет речей (IoT). Як відзначають експерти, широке впровадження IoT підвищує видимість SCM і допомагає своєчасно реагувати на неполадки [4].

В умовах зростаючої складності глобальних ланцюгів постачання цифрові інструменти відіграють ключову роль у забезпеченні адаптивності та ефективності логістичних процесів. Зокрема, застосування телематичних систем у транспортній логістиці дозволяє зменшити витрати та покращити моніторинг маршрутів, що підвищує прозорість і керованість потоків [5]. Крім того, сучасні підходи до оцінки ефективності логістичних рішень дедалі частіше базуються на багатокритеріальних моделях, які враховують витрати, надійність і ризики, що особливо актуально в умовах високої волатильності зовнішнього середовища [6]. Таким чином, поєднання цифровізації та проектного аналізу дозволяє підвищити стійкість і стратегічну гнучкість ланцюгів постачання.

Стійкість SCM означає здатність зберігати або швидко відновлювати свої функції під час потрясінь. За оцінками дослідників, нещодавні шоки (COVID-19, війна в Україні) показали, що глобальні ланцюги виявили вражаючу стійкість до надскладних умов [2]. Водночас ця стійкість була досягнута значними обсягами політичної підтримки та оперативними адаптаціями (допоміжні програми, регуляторні зміни тощо) [2]. Сучасна цифровізація забезпечує ланцюгам властивість самонастроїки. Як показує дослідження Zhao та співавт., цифрові SCM-структури мають динамічний і самопристосовуваний характер, завдяки чому вони легше реагують на зовнішні та внутрішні зміни [1]. Іншими словами, за наявності даних у режимі реального часу й аналітики, ланцюг може автоматично переконфігурувати постачання (наприклад, перенаправляти маршрути чи шукати альтернативних постачальників), зберігаючи високу якість обслуговування. Таким чином, цифрові інструменти сприяють не лише реактивній стійкості (поверненню до попереднього стану), а й проактивній адаптивності – можливості працювати в змінених умовах або навіть із покращенням показників. Висновки. У кризові часи цифровізація стає каталізатором гнучкості та стійкості SCM. Інвестиції в ERP, IoT, III та інші технології забезпечують прозорість і швидкість реакції системи. Проектний аналіз дозволяє менеджерам обґрунтувати такі інвестиції, зваживши ризики та вигоди. Поєднання проактивного проектного підходу (сценарії, моделювання) та цифрових рішень дає змогу сформувати адаптивні ланцюги постачання, здатні витримувати потрясіння війни, пандемії чи кліматичних катаклізмів.

Література

1. Zhao, N., Hong, J., & Lau, K. H. (2023). Impact of supply chain digitalization on supply chain resilience and performance: A multi-mediation model. *International Journal of Production Economics*, 259, 108817.
2. Léry Moffat, L., & Poitiers, N. F. (2024). Global supply chains: lessons from a decade of disruption. *Bruegel Working Paper* 04/2024.
3. Yun, N. Y., & Ülkü, M. A. (2023). Sustainable supply chain risk management in a climate-changed world: review of extant literature, trend analysis, and guiding framework for future research. *Sustainability*, 15(17), 13199.
4. Гайкова, Т. В., Мороз, М. М., Загорянський, В. Г., & Буренніков, Ю. Ю. (2023). Проектний аналіз цифрових технологій в управлінні ланцюгом постачань. *Вісник машинобудування та транспорту*, №1(17), 17–25.

5. Szcześniak, J., & Gorzelańczyk, P. (2024). Analysis of the use of logistics-telematics systems for cost reduction in a transport company. *Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics*, 9(1), 6–18. <https://doi.org/10.14254/jsdtl.2024.9-1.1>
6. Mubarak, E. M., Ridha, A. Z., & Abdullah, Z. T. (2024). Multi-criteria assessment methodology for remanufacturing conventional grinding machines into CNC machine tools. *Economics, Management and Sustainability*, 9(2), 29–43. <https://doi.org/10.14254/jems.2024.9-2.4>

УДК: 004.4:623.746.9:355.48

Р.Л. Голосинський

аспірант кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій (302), факультет систем управління літальних апаратів, Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» Україна

ПРОБЛЕМАТИКА ПРОГРАМНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ КЕРУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИКАМИ У ВІЙСЬКОВИХ КОНФЛІКТАХ

R.L. Holosynskyi

**PhD Student, Department of Computer Science and Information Technologies (302),
Faculty of Aircraft Control Systems,
National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute»,
Ukraine**

CHALLENGES OF SOFTWARE SOLUTIONS FOR DRONE CONTROL IN MILITARY CONFLICTS

24 лютого 2022 року Україна зазначала повномасштабного вторгнення з боку Російської Федерації, внаслідок чого по всій території України було введено військовий стан [1]. Враховуючи перевагу у чисельності особового складу російських військ над українськими військами [2, с. 15], використання Україною безпілотних літальних апаратів (надалі - БПЛА) стало надважливим інструментом на полі бойових дій. Фактично БПЛА наразі відіграють ключову роль в українській розвідці, нанесенні ударів, евакуації тощо [3, с. 5-6]. Однак, ефективність їхнього використання значною мірою залежить від програмного забезпечення, а також від особливостей застосування радіочастот та алгоритмів управління.

Автор погоджується із іноземними науковцями щодо існування великої кількості проблем застосування БПЛА в надважких умовах військових конфліктів, до яких можливо віднести наступне: високий ступінь аварійності через збій програмного забезпечення [4]; невеликі можливості до навігації у складних умовах без застосування GPS [5]; труднощі у розпізнаванні об'єктів і цілей при недостатній видимості [5]; обмежені можливості щодо подолання РЛС перешкод [5]; обмежена автономність у прийнятті рішень під час бойових дій [5]; проблеми координації та безпеки при задіяні рою БПЛА [6], проблеми передачі даних, зокрема обмеження пропускну здатності, затримки та ненадійність зв'язку між БПЛА та наземними станціями [7] тощо.

Вітчизняні науковці, з огляду на проблеми з якими українські військові стикаються в рамках військового російсько-українського конфлікту, виділяють також необхідність уникнення і захисту від радіоелектронного впливу зі сторони противника (наприклад, використання засобів радіоелектронної боротьби призводить до порушення злагодженої дії рою БПЛА, часткового або повного блокування сигналів управління, GPS-навігації та каналів передачі відеоінформації) [8, с. 102]. Це створює умови, за яких навіть високотехнологічні системи можуть втрачати функціональність або виходити з ладу. Додатково, вітчизняні