

Великоіваненко Г.І.,

к.ф.-м.н., професор,

Колодінська Я.О.,

здобувачка третього (наукового) рівня вищої освіти,

Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана

СИНЕРГІЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В УПРАВЛІННІ ІТ-ПРОЄКТАМИ ЗА УМОВ РИНКОВОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Цифрова економіка та стрімкий розвиток інформаційних технологій змінюють підходи до управління ІТ-проєктами. В умовах глобальної конкуренції, невизначеності та постійних інновацій ефективне керування проєктами вимагає поєднання гнучких методологій, цифрових інструментів і математичного моделювання. Особливе значення ці питання набувають у контексті відновлення економіки України, де ІТ-сектор відіграє ключову роль у забезпеченні стабільності та інноваційного розвитку.

Сучасні ІТ-проєкти характеризуються високою складністю, динамікою змін і необхідністю швидкої адаптації до нових вимог. Важливу роль у підвищенні ефективності управління на сьогодні відіграють цифрові технології [4,6]. Наприклад, цифрові платформи Jira, Trello, Asana автоматизують планування, відстеження прогресу та комунікацію між учасниками проєкту. Засоби штучного інтелекту (ШІ), такі як ChatGPT або GitHub Copilot, допомагають скоротити час на рутинні завдання, зокрема, генерацію коду, аналіз даних, складання звітів. Алгоритми машинного навчання, в свою чергу, дозволяють прогнозувати ризики проєкту на основі історичних даних, а інтеграція з BI-інструментами (Power BI, Tableau) забезпечує візуалізацію ключових показників ефективності (KPI).

Згідно з результатами дослідження «Стан бізнесу в Україні», проведеного компанією Advanter Group, понад 50% українських підприємств активно реалізують заходи з цифрової трансформації [3]. Приблизно 38% респондентів повідомили про активне впровадження сучасних інструментів ведення бізнесу. При цьому 21,3% власників компаній і керівників вищої ланки зафіксували

використання в діяльності організацій генеративного штучного інтелекту, зокрема ChatGPT, тоді як 7,5% впроваджують альтернативні ШІ-рішення. Отже, більше ніж чверть українських компаній уже інтегрували штучний інтелект у свої бізнес-процеси (рис.1).

Технології цифровізації та управління, що впроваджені бізнесом

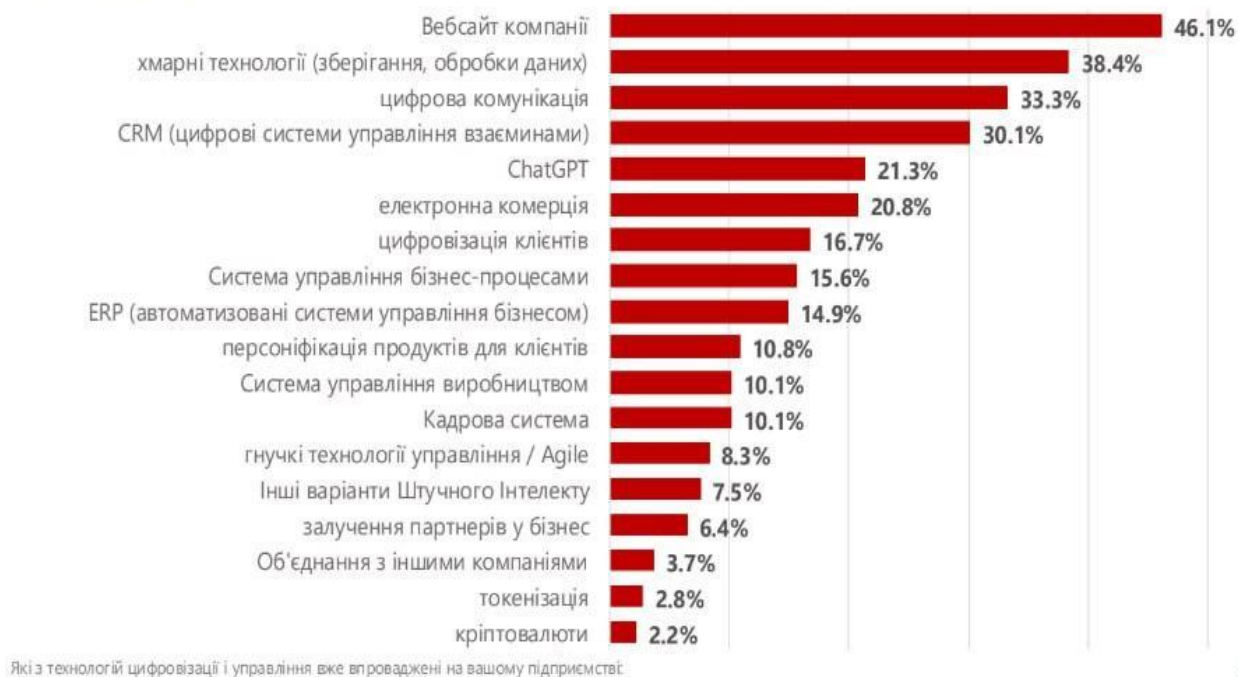


Рис. 1. Технології цифровізації та управління, що впроваджені бізнесом [3]

Математичне моделювання є невід'ємною частиною управління IT-проєктами, особливо в умовах невизначеності. Мережеві методи, такі як CPM і PERT, дозволяють визначати критичний шлях виконання завдань, мінімізувати загальний час проєкту та аналізувати часові резерви [2]. Так, модель PERT враховує оптимістичний, найімовірніший і песимістичний сценарії реалізації проєктних завдань, що надає можливості отримати більш реалістичні оцінки термінів.

Серед стохастичних моделей, що використовуються для аналізу ризиків та моделювання еволюції масштабних проєктів з високим рівнем невизначеності та динамічних змін найбільш підходять марковські та напівмарковські випадкові

процеси. На відміну від класичних марковських моделей, де час перебування в стані вважається фіксованим або експоненційно розподіленим, напівмарківські процеси враховують не тільки попередній стан, але й довільний розподіл часу перебування в цьому стані. Це дозволяє точніше відображати реальність, коли тривалість виконання завдань залежить від багатьох факторів, а саме, наявності ресурсів, складності коду, комунікації в команді або зовнішніх ризиків [1].

Математичну модель управління ІТ-проектом можна сформулювати як задачу оптимізації розв'язків нелінійної стохастичної системи керування вигляду

$$X_{n+1} = F(X_n, \eta_n, U_n), n = 0, 1, 2, \dots, \quad (1)$$

де η_n – скінченнозначний напівмарковський процес, X_n – випадковий m -вимірний вектор, а U_n – l -вимірний вектор керування.

Для системи (1) знаходимо оптимальне керування вигляду

$$U_n = S(X_n, \eta_n), n = 0, 1, 2, \dots,$$

що мінімізує функціонал якості

$$I = \sum_{n=0}^{\infty} \langle W(X_n, \eta_n, U_n) \rangle \quad (2)$$

Функціонал (2) буде мати мінімум, якщо стохастичні функції Ляпунова вздовж розв'язків системи (1)

$$V_s(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \langle W(X_n, \eta_n, U_n) | X_0 = x, \eta_0 = Q_s \rangle, s = 1, 2, \dots, q$$

будуть мати мінімум [1]. Вирішення моделі зводиться до розв'язання моментних різницевих рівнянь, що є детермінованими і можуть бути реалізовані засобами програмного забезпечення на основі використання чисельних рекурсивних методів.

У будь-якому ІТ-проєкті час розробки, тестування та реалізації має критичне значення, тому напівмарковські моделі є досить ефективним інструментом завдяки своїй адаптивності та здатності динамічно оновлювати параметри на основі нових даних у режимі реального часу, що є особливо актуальним для гнучких методологій, таких як Agile [5]. Наприклад, якщо під час спринту виникає непередбачена затримка, модель може перерозподілити ресурси або скоригувати графік, враховуючи оновлені ймовірності переходів між станами. Це допомагає уникнути ефекту нагромадження, коли локальні проблеми призводять до каскадних затримок у всьому проєкті.

Інтеграція напівмарківських методів із сучасними цифровими інструментами (наприклад, Jira або Trello) відкриває нові можливості для автоматизації. Алгоритми штучного інтелекту можуть аналізувати дані з трекерів завдань, прогнозувати тривалість майбутніх етапів та генерувати рекомендації для менеджерів. Напівмарківські методи не лише покращують точність планування, але й роблять управління проєктами більш проактивним. Вони особливо ефективні в комбінації з іншими підходами, такими як PERT або Agile, де невизначеність і динаміка є невід'ємними частинами проєкту.

Окремо варто відзначити концепцію цифрового двійника проєкту, що є віртуальною копією проєктного процесу і аналізує дані з IoT-пристроїв, систем моніторингу та зовнішніх джерел у реальному часі. Наприклад, платформи Azure Digital Twins дозволяють моделювати різні сценарії розвитку проєкту, виявляти потенційні ризики та тестувати стратегії їх усунення.

Економічний ефект від впровадження комбінованих підходів до управління проєктами полягає у зменшенні витрат, підвищенні якості продукту, зниженні ризиків тощо. Так, використання ШІ для автоматизації звітності дозволяє скоротити час на адміністративні завдання на 30%, а синергія математичних методів із гнучкими підходами - знизити витрати на 15–20% та підвищити точність планування.

Отже, сучасне управління ІТ-проєктами вимагає поєднання інноваційних методологій, цифрових інструментів і математичних моделей для отримання

максимальної ефективності: гнучкі підходи забезпечують адаптацію до змін, інструменти ІІІ автоматизують рутинні завдання, а математичне моделювання надає наукову основу для обґрунтування прийняття управлінських рішень на різних етапах життєвого циклу ІТ-проєкту.

Список використаних джерел

1. Lakhno, V.A., Kasatkin, D.Y., Skliarenko, O.V., Kolodinska, Y.O. (2022) Modeling and Optimization of Discrete Evolutionary Systems of Information Security Management in a Random Environment. *Machine Learning and Autonomous Systems. Smart Innovation, Systems and Technologies*, 269, Springer, Singapore, 9-22. https://doi.org/10.1007/978-981-16-7996-4_2
2. Родащук, Г.Ю., Концеба, С.М., Ліщук, Р.І., Скуртол, С.Д. (2023). Мережеве планування в управлінні ІТ-проєктами. *Технічні науки та технології*, (1), 27–33. <https://journals.ksauniv.ks.ua/index.php/tech/article/download/331/306/624>
3. Гусєв Ю. (2025). Галузеві тренди. Штучний інтелект в Україні: як розвивається галузь. URL: <https://hub.kyivstar.ua/articles/galuzevi-trendi-shtuchnij-intelekt-v-ukrayini-yak-rozvivayetsya-galuz>
4. Складенко, О.В., Федік, О.І., Колодінська, Я.О. (2021). Digital рішення для управління проєктами та бізнес-процесами в умовах сучасних викликів. *Економіка і управління*, (2). 85–90. URL: <https://e-u.edu.ua/journal/1088.pdf>
5. Близнюкова, І., Семко, І., Кійко, С. (2020). Огляд сучасних методологій управління командами ІТ-проєктів. *Управління розвитком складних систем*, (43), 60–66. <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2020.43.60-66>
6. Колодінська, Я.О., Великоіваненко, Г.І. (2023). Інноваційне підприємництво як чинник розвитку цифрової економіки: сучасні тенденції та виклики в Україні. *Економіка і управління*, (2), 31–38. URL: chrome-extension://efaidnbmninnkpbpcjpcglclefindmkaj/https://cms.economics-management.e-u.edu.ua/uploads/1228_dbf99a87ab.pdf