

Електронний журнал «Ефективна економіка» включено до переліку наукових фахових видань України з питань економіки (Категорія «Б», Наказ Міністерства освіти і науки України № 975 від 11.07.2019). Спеціальності – 051, 071, 072, 073, 075, 076, 292.
Ефективна економіка. 2026. № 3.
ISSN 2307-2105



Copyright © The Author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

DOI: <http://doi.org/10.32702/2307-2105.2026.3.173>

УДК 330.3:005.4

П. В. Седой,

аспірант, Національний транспортний університет

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-3273-5937>

ЕКОНОМІЧНА ЦІННІСТЬ ГНУЧКОСТІ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ПІДПРИЄМСТВА

P. Siedoі,

Postgraduate student, National Transport University

THE ECONOMIC VALUE OF THE FLEXIBILITY OF AN ENTERPRISE'S INFORMATION AND COMMUNICATION INFRASTRUCTURE

У статті досліджено проблему оцінювання гнучкості інформаційно-комунікаційної інфраструктури (ІКІ) підприємства на етапі стратегічного планування. Встановлено зростання впливу ІКІ на ефективність діяльності підприємств в умовах розвитку цифрової економіки. В економічній моделі сучасної компанії ІКІ перетворилася з центру операційних витрат на стратегічний ресурс, який є джерелом створення нової вартості та формування конкурентних переваг на ринку. Визначено характерні причини

виникнення потреби у модернізації ІКІ підприємств. Обґрунтовано важливість гнучкості ІКІ для підвищення конкурентоспроможності підприємства.

Гнучкість ІКІ закладається при виборі варіанту її побудови на етапі стратегічного планування розвитку. Проведено аналіз існуючої практики обґрунтування інвестиційних рішень по розвитку ІКІ підприємств та виявлені її ключові недоліки. За результатами проведеного дослідження обґрунтовано потребу додаткового врахування гнучкості ІКІ підприємства при плануванні її розвитку. З метою вирішення даної проблеми гнучкість ІКІ визначено як самостійну економічну категорію, яка має власну економічну цінність та встановлені ключові напрями генерації цієї цінності. Розроблено концептуальну математичну модель для комплексного оцінювання економічної цінності гнучкості ІКІ підприємства при стратегічному плануванні. Запропонована модель враховує потенціал можливого майбутнього економічного впливу гнучкості оцінюваного варіанту побудови ІКІ на діяльність підприємства протягом планового життєвого циклу проекту, індивідуальну спроможність підприємства реалізувати потенціал гнучкості, актуальність та ймовірність виникнення потреби у модернізації ІКІ.

The article examines the problem of assessing the flexibility of an enterprise's information and communication infrastructure (ICI) at the strategic planning stage. It establishes the growing influence of ICI on the efficiency of enterprises in the context of the developing digital economy. In the economic model of a modern company, ICI has transformed from a center of operating expenses into a strategic resource that is a source of new value creation and the formation of competitive advantages in the market. The characteristic reasons for the need to modernize the ICI of enterprises are identified. The importance of ICI flexibility for increasing the competitiveness of an enterprise is substantiated.

The flexibility of ICI is laid down when choosing the option for its construction at the stage of strategic development planning. An analysis of the existing practice of justifying investment decisions on the development of ICI of enterprises has been carried out and its key shortcomings have been identified. Based on the results of the study, the need for additional consideration of the flexibility of an enterprise's ICI when planning its development has been substantiated. To solve this problem, the flexibility of the ICI is defined as an independent economic category that has its own economic value, and key directions for generating this value are established. A conceptual mathematical model has been developed for a comprehensive assessment of the economic value of the flexibility of an enterprise's ICI during strategic planning. The proposed model takes into account the potential future economic impact of the flexibility of the evaluated ICI construction option on the enterprise's activities during the planned project life cycle, the individual ability of the enterprise to realize the potential of flexibility, and the relevance and need occurrence probability of ICI modernization.

Ключові слова: *гнучкість, економічна цінність, інформаційно-комунікаційна інфраструктура, підприємство, планування.*

Keywords: *flexibility, economic value, information and communication infrastructure, enterprise, planning*

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. В сучасних умовах цифровізації економіки інформаційно-комунікаційна інфраструктура (ІКІ) підприємств є організаційно-технологічною базою для реалізації ключових бізнес-процесів та забезпечення конкурентних переваг на цільових ринках. При цьому формування та утримання сучасної ІКІ підприємства пов'язані зі значними фінансовими витратами. У той же час стрімкий розвиток інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), важко прогнозовані зміни на

ринках і вплив військово-політичних подій часто скорочують передбачений інвестиційним планом період ефективного використання ІКІ та вимагають завчасної її модернізації з метою адаптації до нових вимог. В умовах такого динамічного середовища придатність сформованої підприємством ІКІ до швидкої модернізації з мінімальними витратами може бути не менш важливою характеристикою ніж функціонал та потужність. Ефективна сьогодні ІКІ підприємства, склад та структура якого не дозволить у разі потреби в перспективі легко та швидко впровадити інновації чи масштабувати потужності, може стати пасткою технологічної інертності та стати причиною втрати конкурентоспроможності. Тому при обґрунтуванні вибору варіанту розвитку ІКІ на етапі стратегічного планування потрібно враховувати гнучкість інфраструктурного рішення як особливу економічну категорію, що створює певну цінність.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми розвитку ІКІ як необхідної умови забезпечення можливості використання підприємствами сучасних ІКТ набули за останнє десятиліття нових рис у зв'язку з суттєвим підвищенням глобальної нестабільності та активним поширенням хмарних послуг. Можливість використання хмарних ресурсів надало можливість підприємствам підвищувати здатність ІКІ до швидкої модифікації, масштабування чи адаптації до нових поточних умов. Фокус уваги наукових досліджень вийшов за межі вирішення суто технічних проблем формування ІКІ та почав охоплювати проблеми управлінського та економічного характеру. Michael J. Anderson зі співавторами провели аналіз ролі гнучкості ІКІ у підтримці конкурентних переваг організації на ринку [1]. Nayder Abdulmohsin Mijbas з колективом співавторів на основі аналізу отриманих даних від 327 менеджерів автозаправних станцій встановили суттєвий вплив гнучкості ІКІ на стійкість ланцюга постачань нафтопродуктів [2]. ІКІ стали розглядати не просто як шлях для оптимізації бізнес-процесів та зниження операційних витрат, а вже як стратегічний ресурс розвитку підприємства. Mira Holorainen зі співавторами дослідили шляхи створення цінності при

використанні 11 компаніями сучасних ІКІ в ході цифрової трансформації [3]. Patrick Mikalef зі співавторами доводять, що цінність гнучких архітектур ІКІ та їх вплив на підвищення продуктивності більш очевидні в ситуаціях високої невизначеності навколишнього середовища [4]. У статті Maicon Roberto Martins досліджується критична роль гнучкості побудованих на основі хмарних систем ІКІ при впровадженні технологій штучного інтелекту [5].

Актуальні проблеми гнучкості ІКІ розглядаються також і вітчизняними науковцями. Тетерін О., Гойдаш Ю. та Процак К. у роботі [6] досліджують роль стратегічної гнучкості інформаційно-комунікаційних систем у підвищенні якості бізнес-процесів підприємств. Автори доводять, що підвищення гнучкості сприяє скороченню операційних витрат, а масштабованість і використання хмарних сервісів оптимізують інвестиційні витрати. Щедріна О. розглядає особливості цифрової трансформації ІКІ підприємств і підвищення їхньої гнучкості шляхом міграції до хмар та визначає етапи цього процесу на основі проектного підходу [7]. Ларіна Я. і Дименко Р. при розгляді перспектив стратегічного розвитку інформаційно-телекомунікаційних підприємств в умовах надзвичайних викликів визначають важливість оптимізації робочих навантажень в мультихмарних середовищах з локальними [8]. Проблемі обґрунтування економічної доцільності розвитку ІКІ малого та середнього бізнесу на основі впровадження гнучких технологій штучного інтелекту присвячена робота Ходорковського О., Парфентьевої О. та Титаренко В. [9]. Автори відмічають потребу застосування стратегічного підходу при плануванні інвестицій та рекомендують використовувати комплексні методи оцінювання ефективності.

Незважаючи на значну кількість ґрунтовних наукових праць, присвячених організаційно-технічним аспектам розгортання ІКІ підприємства та концептуальному визначенню її гнучкості як стратегічного ресурсу, питання економічного обґрунтування планів її розвитку в умовах

динамічного ринкового середовища залишається недостатньо розкритим. Існуюча практика вибору інвестиційних рішень щодо розбудови чи модернізації ІКІ підприємств здебільшого базується на використанні традиційних метрик економічної ефективності інвестиційних проєктів, які не надають можливості враховувати невизначеність майбутніх умов використання отримуваної інфраструктури. У той же час, така невизначеність може викликати виникнення незапланованої потреби у внесенні змін до створеної ІКІ підприємства у межах запланованого періоду її використання. Внесення таких змін до вже наявної ІКІ пов'язано з додатковими витратами на їх проведення або втратами від їх затримок, масштаби яких безпосередньо залежать від рівня гнучкості ІКІ. Тому для всебічного обґрунтування вибору варіанту побудови ІКІ необхідно також враховувати економічну оцінку її гнучкості, що вимагає проведення додаткових досліджень.

Формулювання цілей статті. Метою статті є дослідження характеру впливу гнучкості ІКІ на ефективність діяльності підприємства та формування теоретичних засад оцінювання економічної цінності гнучкості ІКІ підприємства при стратегічному плануванні.

Виклад основного матеріалу дослідження. Реалізація всіх необхідних для функціонування підприємства інформаційних процесів базується на використанні його інформаційно-комунікаційної інфраструктури, під якою розуміється комплекс апаратно-технічних, комунікаційних та інтелектуальних компонентів, об'єднаних в єдину систему [10]. Архітектура побудови ІКІ з використанням необхідних компонентів визначається індивідуально для кожної організації залежно від особливостей її діяльності, стратегії розвитку та характеристик цільових ринків. При цьому до ключових компонентів ІКІ відносяться: апаратно-технічні (hardware), комп'ютерні та комунікаційні мережі (networks), програмне забезпечення (software), бази даних (databases), мережеві ресурси та сервіси (network resources and

services), кадрове забезпечення (personnel), обслуговуючі засоби (facilities), процедури та політики (procedures and policies) [10].

В сучасних умовах формування та розвитку цифрової економіки існують два підходи до позиціонування головної ролі ІКІ в економічній діяльності підприємства [11]. У рамках першого ІКІ розглядається як середовище, необхідне для використання ІКТ з метою підтримки та удосконалення існуючих бізнес-процесів з підвищення їхньої економічної ефективності. Тобто, з економічної точки зору, ІКІ фактично визначається як центр витрат, необхідних для забезпечення здійснення інформаційних процесів організації. Такий підхід до недавнього часу був традиційним для більшості підприємств і саме тому проведена велика кількість наукових досліджень, присвячених проблемам підвищення ефективності функціонування безпосередньо інформаційних систем, автоматизації обробки інформації та удосконаленню бізнес-процесів на цій основі, зниження операційних витрат, підвищення продуктивності традиційних видів діяльності на основі використання ІКТ, тощо [12–14]. У рамках другого підходу, який сформувався під впливом процесів цифрової трансформації бізнесу та початку формування цифрової економіки, ІКІ позиціонується не просто як єдиний організаційно-технологічний простір для обробки, зберігання та передачі інформації, що дозволяє підвищити ефективність цих процесів, а як важливе джерело генерації доданої вартості та стратегічний ресурс. Mira Holorainen зі співавторами визначають створення цінності як одну з головних переваг, що забезпечується впровадженням нових цифрових технологій з відповідними змінами інформаційно-комунікаційної інфраструктури [3]. Проведений аналіз досвіду компаній різних розмірів та видів діяльності дозволив їм виявити три шляхи створення цінності за допомогою сучасних цифрових технологій: розробка нових цифрових продуктів та послуг, формування нових цифрових процесів взаємодії з клієнтами та технологічне лідерство на основі нових цифровізації внутрішніх процесів.

Фактична потреба підприємства в обчислювальних ресурсах, мережевій пропускній здатності та обсягах систем зберігання даних відображає динамічну природу сучасних бізнес-процесів і формується під впливом зовнішніх і внутрішніх факторів. Невідповідність між наявними потужностями ІКІП та мінливим попитом на них створює економічні загрози двох полярно протилежних видів: хронічне недовантаження та критичне перевантаження наявних ресурсів. Підвищення простоїв складових інфраструктури вище запланованого рівня негативно впливає на фактичні значення ключових показників ефективності інвестицій у створення та розвиток ІКІ. Знижується рівень фактичної рентабельності інвестицій, зростає термін окупності, підвищується вартість години використання потужностей. При низькому рівні використання наявних потужностей виникають також і непрямі негативні наслідки у вигляді пригнічення інноваційної активності, зниження рівня задоволеності працівників, появи з часом вузьких місць у робочих процесах та інших [15].

Наслідки перевантаження ресурсів можуть бути ще більш серйозними та створювати критичні загрози для бізнесу у вигляді затримок виконання необхідних операцій, збоїв чи відмов, які в епоху масової цифровізації швидко конвертуються у фінансові витрати. Дослідження показали, що збільшення часу завантаження сторінки сайту на 1 секунду може знижати конверсії до 20% [16], а 53% мобільних користувачів залишають сайт, якщо його завантаження продовжується більше 3 секунд [17]. Це призводить до зниження ефективності використання фінансових ресурсів на організацію і проведення маркетингових заходів та підвищення недоотриманих доходів. Наприклад, унаслідок пікового зростання кількості відвідувачів під час святкувань Дня подяки ритейлер Costco зіткнувся з критичною відмовою торгової онлайн-платформи, що тривала понад 16,5 години, у результаті чого були отримані збитки біля 11 млрд. доларів [18]. Чотирикратне перевищення раніше зафіксованого піку трафіку сайту під час продажу компанією Ticketmaster квитків на концертний тур Тейлор Свіфт призвело до технічного

збою з каскадним виходом з ладу системи валідації кодів [19]. При цьому близько 15% усіх взаємодій на сайті супроводжувалися помилками, і користувачі часто не могли завершити оплату через тайм-аут серверів баз даних [19], що безпосередньо відобразилося на кількості реалізованих білетів та вплинуло на імідж компанії. Загальна структура збитків підприємства від збоїв та вимушених простоїв наведена у таблиці 1.

Таблиця 1. Загальна структура збитків від простоїв унаслідок збоїв ІКІ

Складова збитків	Опис	Період дії
Втрачений дохід	Прямі втрати від неможливості проведення транзакцій, обробки замовлень та виконання торгових операцій у реальному часі	Тривалість активної фази простою системи
Втрачена продуктивність	Витрати на оплату праці персоналу, який простоював або мав обмежений доступ до робочих інструментів через збій	Тривалість збою до моменту відновлення доступу
Витрати на відновлення	Оплата понаднормової роботи ІТ-фахівців, залучення зовнішніх консультантів, вартість заміни обладнання та послуг з відновлення даних	Період ліквідації наслідків
Штрафні санкції	Компенсаційні виплати клієнтам за порушення умов SLA, штрафи та регуляторні стягнення за недоступність критичних сервісів	Під час врегулювання претензій
Нематеріальні збитки	Зниження репутації бренду, втрата довіри ринку та відтік клієнтів (з економічною оцінкою через життєву цінність клієнта та витрати на залучення нового клієнта)	Довгостроковий період (місяці або роки після відновлення систем)

Джерело: сформовано автором на основі [20, 21].

Для мінімізації наведених вище втрат необхідно забезпечити дотримання балансу між наявними ресурсами ІКІ та поточними потребами у них у кожен момент часу, для чого потрібно мати можливість своєчасно змінювати параметри інфраструктури як за потужністю, так і за функціоналом. Здатність ІКІ до швидкої модифікації залежить від обраних організаційно-технічних рішень і закладається на рівні стратегічного планування. Тому при плануванні розвитку ІКІ важливо приймати ретельно обґрунтовані рішення з її побудови. Існуюча практика обґрунтування та

вибору таких рішень базується на використанні таких показників економічної ефективності інвестиційних проєктів як загальна вартість володіння (TCO – Total Cost of Ownership), рентабельність інвестицій (ROI – Return on Investment), період окупності інвестицій (PP – Payback Period), чиста приведена вартість (NPV – Net Present Value) [22, 23]. Розрахунки значень цих метрик мають детермінований характер і проводяться виходячи з прогнозованої динаміки попиту на ключові ресурси ІКІ та доходів від їх використання протягом життєвого циклу проєкту. Тому відповідність запланованих значень реальним напряму залежить від якості сформованих при плануванні прогнозів, високий рівень яких забезпечити дуже важко. Окрім того, детермінований характер розрахунків не надає можливості приймати до уваги нерівномірність завантаження потужностей у часі та невизначеність впливу зовнішніх і внутрішніх факторів на формування потреби у використанні ІКІ у майбутньому. Важливим недоліком даного підходу є також те, що він не враховує відмінності між різними варіантами побудови ІКІ за такими характеристиками як здатність до швидкої зміни функціональних можливостей чи масштабування потужностей. У той же час, ці властивості безпосередньо впливають на рівень втрат у разі виникнення потреби внесення змін до інфраструктури. Незважаючи на наведені недоліки, практика використання традиційних детермінованих розрахунків традиційних метрик з метою обґрунтування вибору найбільш ефективного варіанту побудови ІКІ набула великого поширення. Це можна пояснити відсутністю на попередньому етапі технологічного розвитку принципової різниці між можливими варіантами побудови ІКІ за здатністю до швидкої модифікації. Кожне підприємство формувало інфраструктуру за моделлю On-Premise на основі створення власних потужностей на своїй території, що вимагало великих разових інвестицій та тривалого періоду для впровадження. Розвиток технології хмарних обчислень, які раніше використовувалися виключно для проведення складних наукових розрахунків, не тільки зробив їх доступними для широкого використання у

бізнесі, а й принципово змінив властивості побудованої на її основі інфраструктури. До ключових характеристик хмарних обчислень Національний інститут стандартів і технологій США (NIST) відносить самообслуговування на вимогу, об'єднання ресурсів, швидку еластичність та вимірювання використання ресурсів [24]. Використання хмарних ресурсів для побудови ІКІП дозволяє створювати системи з високим рівнем гнучкості, що особливо актуально в умовах суттєвого зростання динамічності сучасного бізнес-середовища.

Виникнення концепції гнучкості пов'язують із дослідженнями виробничих систем та економічних циклів [25]. Однак у контексті інформаційних систем та ІКІ перші фундаментальні кроки на шляху визначення гнучкості були зроблені Duncan N., яка запропонувала визначати гнучкість ІКІ через ступінь спільного використання (sharability) та повторного використання (reusability) ресурсів. У рамках такого підходу основна увага приділялася таким технічним аспектам як зв'язність, сумісність та модульність [26]. Під зв'язністю розуміється здатність будь-якого технологічного компонента підключатися до будь-якого іншого компонента інфраструктурного середовища організації. Сумісність трактується як здатність обмінюватися будь-яким типом інформації між будь-якими технологічними компонентами. Модульністю названа можливість легко додавати, змінювати та видаляти будь-які компоненти інфраструктури (програми, технічні засоби, дані) без суттєвого впливу на працездатність. Weill P. та Broadbent M. розширили це бачення, розглядаючи ІКІ як довгостроковий актив компанії, гнучкість якого визначається як здатність підтримувати інновації в бізнес-процесах [27]. Bird A. і Turner D. запропонували комплексне визначення гнучкості ІКІ як здатність легко та швидко поширювати або підтримувати широкий спектр апаратного і програмного забезпечення, технологій зв'язку, даних, основних додатків, навичок, компетенцій, зобов'язань та цінностей у межах технічної фізичної бази та людського компонента [28]. Проведений ними аналіз восьми

можливих показників для оцінювання рівня гнучкості ІКІП дозволив виділити найбільш релевантні, серед яких два характеризують технічну компоненту (інтеграція та модульність) та один — людську (гнучкість ІТ-персоналу). Підхід Bird A. і Turner D. до визначення сутності конструкту гнучкості фактично став еталонним та заклав основу для розуміння ІКІ як джерела конкурентної переваги підприємств. У фокусі подальших досліджень сутності гнучкості ІКІ основним чином знаходилися динамічні властивості та здатність до адаптації при зміні умов бізнес-середовища з відповідним відображенням даних акцентів у пропонованих визначеннях. Наприклад, Chanoras A. зі співавторами визначають гнучкість ІКІ як її здатність до швидкої модифікації без перебудови базової структури з метою адаптації до змін як у самій організації, так і в зовнішньому середовищі [29].

Визнаючи актуальність забезпечення достатнього рівня гнучкості для своєчасної реакції на постійні зміни у бізнес-середовищі, вони також відзначають, що гнучкість не є безкоштовною і побудова ІКІ з більш високим рівнем гнучкості вимагає і більших витрат. А тому важливим є порівняння пов'язаних із підвищенням гнучкості інфраструктури витрат із доданою цінністю, яку приносить організації таке підвищення гнучкості ІКІ. Активний розвиток технологій хмарних обчислень у 2000-х роках та виведення їх на ринок як комерційного продукту придало нові риси поняттю гнучкості ІКІ. За визначенням NIST модель хмарних обчислень забезпечує повсюдний та зручний мережевий доступ на вимогу до спільного пулу налаштовуваних обчислювальних ресурсів ІКІ, що можуть бути оперативно надані та вивільнені з мінімальними зусиллями по управлінню [24]. Такі властивості інфраструктурних рішень на основі застосування хмарних технологій створили необхідні умови для автоматизації процесів зміни конфігурації ІКІ з метою адаптації до нових вимог. Поява технологій "інфраструктура як код" (IaC – Infrastructure as Code) [30], програмно визначені мережі (SDN – Software-Defined Networking) [31, 32], периферійні обчислення (Edge Computing) [5] та використання штучного інтелекту в управлінні

інфраструктурою [33] дали новий поштовх розвитку гнучкості інфраструктури у напрямі підвищення адаптивності та спритності (agility).

На сучасному етапі розвитку технологій гнучкість, як особлива властивість ІКІП, визначає потенціал можливого майбутнього економічного впливу на діяльність підприємства. В умовах динамічного середовища гнучкість інфраструктури стала для підприємств важливим джерелом створення цінності за рахунок прискорення адаптації до нових вимог. Ключові напрями впливу гнучкості ІКІП на економічну діяльність підприємств наведені у таблиці 2.

Таблиця 2. Ключові напрями створення цінності за рахунок гнучкості ІКІ

Напря́м впливу гнучкості	Сутність	Економічний механізм створення цінності
Використання ресурсів	Оптимізація завантаження потужностей	Зниження втрат від простоїв та витрат на модернізацію
Спритність бізнесу	Скорочення часу реагування на зміни у бізнес-середовищі	Зниження збитків від втрати частки ринку та підвищення доходів від прискорення виходу на нові ринки
Управління ризиками	Підвищення надійності систем інформаційного забезпечення	Мінімізація вартості відновлення та збитків від збоїв
Інновації	Отримання конкурентних переваг на ринку на основі інноваційного лідерства	Зростання прибутковості діяльності за рахунок прискорення виходу на ринок з новими товарами/послугами

Джерело: сформовано автором на основі [3, 5, 15, 25, 30, 32].

У той же час, рівень реалізації потенціалу гнучкості ІКІ, який варто трактувати як економічну цінність гнучкості, залежить від впливу індивідуальних для кожного конкретного підприємства факторів і може суттєво відрізнятися. Тому при стратегічному плануванні розвитку ІКІ та обґрунтуванні вибору її побудови недостатньо застосування традиційних методів оцінювання інвестиційних проєктів на основі статичних показників TCO, PP, ROI, NPV тощо. Необхідно також враховувати додаткову економічну цінність гнучкості ІКІ конкретного підприємства.

Економічну цінність гнучкості i -го варіанту ІКП можна представити як функціонал:

$$EVF_i = f(k_{f,i} \cdot \Omega_{ext} \cdot \Omega_{int}), \quad (1)$$

де:

EVF_i – економічна цінність гнучкості i -го варіанту ІКП;

$k_{f,i}$ – внутрішній коефіцієнт гнучкості i -го варіанту ІКП;

Ω_{int} – вектор внутрішніх факторів (ресурсна спроможність підприємства реалізувати потенціал гнучкості);

Ω_{ext} – вектор зовнішніх факторів (можливості та загрози ринку).

Внутрішній коефіцієнт гнучкості ІКП пропонується визначати за формулою:

$$k_{f,i} = 1 - \frac{\Delta C_i}{C_{total,i}}, \quad (2)$$

де:

ΔC_i – витрати на переведення i -го варіанту ІКП з поточного стану у цільовий з метою адаптації до нових умов;

$C_{total,i}$ – повна вартість створення адаптованої до нових вимог ІКП «з нуля».

Значення внутрішнього коефіцієнта гнучкості знаходяться в інтервалі від 0 до 1. Значення 0 може виникати, коли будь-які зміни можливі виключно шляхом повної заміни інфраструктури, що означає повну відсутність гнучкості. А значення 1 коефіцієнт може прийняти тільки при $\Delta C_i = 0$, що означає повну відсутність потреби у додаткових витратах на модернізацію і відповідає абсолютній гнучкості.

Кожен вектор включає параметри, які мають свої вагові коефіцієнти (α та β). Вектор внутрішніх факторів (Ω_{int}) визначає наскільки підприємство здатне використати переваги гнучкості ІКП:

$$\Omega_{int} = \sum_{n=1}^N \alpha_n \cdot x_n, \quad (3)$$

де:

n – порядковий номер внутрішнього фактору впливу ($n = 1, 2, \dots, N$);

N – загальна кількість врахованих внутрішніх факторів;

x_n – нормалізоване значення n -го фактору, що характеризує стан конкретного ресурсу або компетенції підприємства ($x_n \in [0,1]$);

α_n – коефіцієнт вагомості n -го фактору в загальній структурі внутрішньої готовності до змін.

Вектор зовнішніх факторів (Ω_{ext}) визначає наскільки актуальною може бути потреба в адаптації ІКІП до зміни ринкових умов:

$$\Omega_{ext} = \sum_{m=1}^M \beta_m \cdot y_m, \quad (4)$$

де:

m – порядковий номер зовнішнього фактору впливу ($m = 1, 2, \dots, M$);

M – загальна кількість врахованих зовнішніх факторів;

y_m – нормалізоване значення m -го фактору, що відображає інтенсивність змін або рівень невизначеності у відповідному сегменті зовнішнього середовища ($y_m \in [0,1]$);

β_m – коефіцієнт вагомості m -го фактору, що визначає ступінь його впливу на необхідність модифікації інфраструктури.

Таким чином, економічна цінність гнучкості ІКІП залежить не тільки від абсолютного внутрішнього рівня гнучкості, що формується при її побудові, але й від здатності підприємства до використання переваг гнучкості та потреби у адаптації інфраструктури до нових вимог відповідно до змін у зовнішньому середовищі протягом горизонту планування. І, наприклад, діяльність підприємства на стабільних ринках може зробити економічно недоцільним нести підвищені витрати на формування гнучкої ІКІП. А прийнята стратегія розширення компанії та виходу на нові ринки підвищує актуальність масштабування потужностей інфраструктури у майбутньому, що підвищує економічну цінність її гнучкості.

Висновки та перспективи подальших розвідок у даному напрямі. В сучасних умовах цифровізації економіки ІКІ підприємства трансформувалася з центру витрат у стратегічне джерело створення нової цінності, що дозволяє забезпечувати необхідний рівень конкурентних переваг на ринку.

Встановлено, що нерівномірний та не завжди передбачувальний характер робочих навантажень ІКІ створює економічні загрози у вигляді фінансових втрат як при недовантаженні, так і критичному перевантаженні наявних ресурсів. З метою мінімізації названих втрат необхідно мати можливість своєчасно змінювати робочі параметри інфраструктури, яка залежить від обраних організаційно-технічних рішень з її побудови при стратегічному плануванні. Показано, що існуюча практика обґрунтування інвестиційних рішень по розвитку ІКІ підприємств базується на використанні традиційних для інвестиційних проєктів метрик, які не дозволяють враховувати невизначеність майбутніх умов та вплив гнучкості обраного варіанту ІКІ на ефективність її використання на визначеному горизонті планування. Визначено, що гнучкість ІКІ може бути джерелом створення нової цінності, яку необхідно враховувати при обґрунтуванні вибору варіанту розвитку ІКІ підприємства при стратегічному плануванні. З метою формування теоретичних засад оцінювання економічної цінності гнучкості ІКІ підприємств запропоновано її концептуальну математичну модель. Подальші дослідження доцільно спрямувати на розробку методичного інструментарію для проведення оцінювання економічної цінності гнучкості ІКІ на етапі стратегічного планування з врахуванням умов конкретного підприємства.

Література

1. The Role of IT Infrastructure Flexibility in Sustaining Competitive Advantage. URL: https://www.researchgate.net/publication/400058032_The_Role_of_IT_Infrastructure_Flexibility_in_Sustaining_Competitive_Advantage (дата звернення: 12.03.2026).
2. Mijbas, H. A., Islam, M. K., & Khudari, M. The Role of IT Flexibility in Enhancing Supply Chain Resilience in the Oil Products Distribution Sector. *Sustainability*. 2025. Vol. 17, No 5. DOI: <https://doi.org/10.3390/su17052295>.

3. Holopainen M., Saunila M., Ukko J. Value creation paths of organizations undergoing digital transformation. *Knowledge and Process Management*. 2023. Vol. 30, No 2. P. 125–136.
4. Mikalef P., Pateli A., Van De Wetering R. IT architecture flexibility and IT governance decentralisation as drivers of IT-enabled dynamic capabilities and competitive performance: The moderating effect of the external environment. *European Journal of Information Systems*. 2021. Vol. 30, No 5. P. 512–540.
5. Martins M. R. From on-premise to cloud: Evolving IT infrastructure for the AI age. *World Journal of Advanced Research and Reviews*. 2023. Vol. 20, No 3. P. 1898–1934.
6. Тетерін О., Гойдаш Ю., Процак К. Стратегічна гнучкість інформаційно-комунікаційної системи як чинник підвищення якості бізнес-процесів підприємства в умовах індустрії 4.0. *Економічний простір*. 2026. № 209. С. 313–318.
7. Щедріна О.І. Цифрова трансформація через хмарні обчислення. *Моделювання та інформаційні системи в економіці*. 2022. № 102. С. 171-183.
8. Ларіна Я. С., Дименко Р. А. Стан та перспективи стратегічного розвитку інформаційно-телекомунікаційних підприємств в умовах надзвичайних викликів. *Проблеми сучасних трансформацій. Серія: економіка та управління*. 2023. № 9. DOI: <https://doi.org/10.54929/2786-5738-2023-9-04-15>.
9. Ходорковський О. А., Парфентьева О. Г., Титаренко В. Є. Економічна ефективність упровадження технологій штучного інтелекту в малий і середній бізнес. *Здобутки економіки: перспективи та інновації*. 2025. № 17. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15128544>.
10. Ложачевська О. М., Седой П. В. Особливості визначення стратегії розвитку інформаційно-комунікаційної інфраструктури підприємства у сучасних умовах. *Здобутки економіки: перспективи та інновації*. 2025. № 17. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15313270>.

11. Mendes-da-Silva F. M., Albertin A. L. The Impact of IT-Business Strategic Alignment on The Transformation and Operations of Pre-Digital Businesses. *Revista de Administração Contemporânea*. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/1982-7849rac2024240128.en>.

12. Бензерук В., Прокопенко Н., Коваленко Н. Економічна ефективність інформаційних систем управління на підприємствах. *Вісник Хмельницького національного університету* Серія: Економічні науки. 2024. Вип. 330, № 3. С. 499–504.

13. Bobro N., Lisova R., Parfentieva O., Dmytrovska V., Kyrylenko S. Digital Transformation for Cost Optimisation and Sustainable Business Operations. *European Journal of Sustainable Development*. 2025. Vol. 14, No 2. P. 158–158.

14. Zhao N., Ren J. Impact of enterprise digital transformation on capacity utilization: Evidence from China. *PLOS ONE*. 2023. Vol. 18, No 3. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0283249> (дата звернення: 12.03.2026).

15. Ginani A. Real Costs & Impacts of Underutilized Resources in Software. 2024. URL: https://medium.com/@elijah_williams_agc/real-costs-impacts-of-underutilized-resources-in-software-09a0e1ed57d3 (дата звернення: 12.03.2026).

16. Nilsen S. Black Friday 2025: Optimize Your Website for Peak Traffic. *Servebolt*. 2025. URL: <https://servebolt.com/articles/black-friday-website-performance-guide/> (дата звернення: 12.03.2026).

17. Nash B. Website Speed Statistics 2025: 94+ Stats & Insights [Expert Analysis]. *Marketing LTB*. URL: <https://marketingltb.com/blog/statistics/website-speed-statistics/>, (дата звернення: 12.03.2026).

18. Goldman M. C. Costco's Thanksgiving Day Website Crash Cost It Nearly \$11M. URL: <https://www.thestreet.com/technology/costco-thanksgiving-day-website-crash-cost-it-nearly-11million-15185344>, (дата звернення: 12.03.2026).

19. Taylor Swift. The Eras Tour Onsale Explained. URL: <https://business.ticketmaster.com/press-release/taylor-swift-the-eras-tour-onsale-explained/>, (дата звернення: 12.03.2026).

20. How to calculate the cost of downtime. URL: <https://www.connectwise.com/blog/how-to-calculate-the-cost-of-downtime>, (дата звернення: 12.03.2026).

21. Cost of IT Downtime Statistics, Data & Trends (2026). URL: <https://thenetworkinstallers.com/blog/cost-of-it-downtime-statistics/>, (дата звернення: 12.03.2026).

22. Tallon P. P., Mooney J. G., Duddek M. Measuring the Business Value of IT. *Measuring the Business Value of Cloud Computing*. Springer International Publishing, 2020. С. 1–17.

23. Wojtaszek H., Stecyk A., Krol-Smetak D., Miciula I., Czerniawska A. W., Rozycka M., Chojnacka M. Methods for Assessing the Economic Efficiency of IT Projects. *European Research Studies*. 2024. Vol. XXVII, No 3. P. 637–651.

24. Mell P., Grance T. The NIST Definition of Cloud Computing. National Institute of Standards and Technology. 2011. URL: <https://csrc.nist.gov/pubs/sp/800/145/final> (дата звернення: 12.03.2026).

25. Turner D., Lankford W. Information technology infrastructure: A historical perspective of flexibility. *Journal of Information Technology Management*. 2005. Vol. 16. No 3. P. 37–46.

26. Duncan N. B. Capturing Flexibility of Information Technology Infrastructure: A Study of Resource Characteristics and Their Measure. *Journal of Management Information Systems*. 1995. Vol. 12, No 2, P. 37–57.

27. Weill P., Broadbent M. Leveraging the New Infrastructure: How Market Leaders Capitalize on Information Technology. Harvard Business Press, 1998. 324 p. ISBN 978-0-87584-830-3.

28. Terry Anthony Byrd, Douglas E. Turner. Measuring the Flexibility of Information Technology Infrastructure: Exploratory Analysis of a Construct. *Journal of Management Information Systems*. 2000. Vol. 17, No 1. P. 167–208.

29. Chanopas A., Krairit D., Ba Khang D. Managing information technology infrastructure: a new flexibility framework. *Management Research News*. 2006. Vol. 29, No 10. P. 632–651.
30. Sikha V. K., Siramgari D., Somepalli S. Infrastructure as Code: Historical Insights and Future Directions. *International Journal of Science and Research (IJSR)*. 2023. Vol. 12, No 8,. P. 2549–2558.
31. Li P., Wang J. Rethinking Networks for the Digital Age: The Rise and Impact of Software-Defined Networking. *2025 IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB)*. Dublin, Ireland, P. 1-6. 2025. DOI: <https://doi.org/10.1109/BMSB65076.2025.11165642>.
32. Tu D., Liu L., Wang B. Optimizing Network Management through Software-Defined Networking in Computer Communications. *2025 IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB)*, Dublin, Ireland, 2025, P. 1-5, DOI: <https://doi.org/10.1109/BMSB65076.2025.11165713>.
33. Kumaravelu A. Leveraging AI for Enhanced IT Infrastructure: An Examination of Automated Processes and Their Impacts. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*. 2024. Vol. 12, No 9. P. 10–18.

References

1. ResearchGate (2020), “The Role of IT Infrastructure Flexibility in Sustaining Competitive Advantage”, available at: https://www.researchgate.net/publication/400058032_The_Role_of_IT_Infrastructure_Flexibility_in_Sustaining_Competitive_Advantage (Accessed 12 May 2026).
2. Mijbas, H. A., Islam, M. K. and Khudari, M. (2025), “The Role of IT Flexibility in Enhancing Supply Chain Resilience in the Oil Products Distribution Sector”, *Sustainability*, [Online], vol. 17, no. 5, available at: <https://www.mdpi.com/2071-1050/17/5/2295> (Accessed 12 May 2026).

3. Holopainen, M., Saunila, M. and Ukko, J. (2023), “Value creation paths of organizations undergoing digital transformation”, *Knowledge and Process Management*, [Online], vol. 30, no. 2, pp. 125–136, <https://doi.org/10.1002/kpm.1745>.
4. Mikalef P., Pateli A. and Van De Wetering R. (2021), “IT architecture flexibility and IT governance decentralisation as drivers of IT-enabled dynamic capabilities and competitive performance: The moderating effect of the external environment”, *European Journal of Information Systems*, vol. 30, no. 5, pp. 512–540.
5. Martins M. R. (2023), “From on-premise to cloud: Evolving IT infrastructure for the AI age”, *World Journal of Advanced Research and Reviews*, vol. 20, no. 3, pp. 1898–1934.
6. Teterin, O., Hojdash, Yu. and Protsak, K. (2026), “Strategic flexibility of the information and communication system as a factor in improving the quality of business processes of the enterprise in the conditions of industry 4.0”, *Ekonomichnyj prostir*, vol. 209, pp. 313–318.
7. Shchedrina, O. (2022), “Digital transformation through Cloud computing”, *Modeling and Information System in Economics*, [Online], vol. 102, pp. 171-183, <http://doi.org/10.33111/mise.102.14>.
8. Larina Ya. S. and Dymenko R. A. (2023), “State and Prospects of Strategic Development of Information and Communication Enterprises in Conditions of Extraordinary Challenges”, *Problems of Modern Transformations. Series: Economics and Management*, [Online], vol. 9, <https://doi.org/10.54929/2786-5738-2023-9-04-15>.
9. Khodorkovskyi, O., Parfentieva, O. and Tytarenko, V. (2025), “Economic efficiency of implementing artificial intelligence in small and medium-sized businesses”, *Achievements of the Economy: Prospects and Innovations*, [Online], vol. 17, <https://doi.org/10.5281/zenodo.15128544>.
10. Lozhachevska, O. and Siedoi, P. (2025). “Peculiarities of determining the strategy of enterprise information and communication infrastructure

development in modern terms”, *Achievements of the Economy: Prospects and Innovations*, [Online], vol. 17, <https://doi.org/10.5281/zenodo.15313270>.

11. Mendes-da-Silva F. M. and Albertin A. L. (2024), “The Impact of IT-Business Strategic Alignment on The Transformation and Operations of Pre-Digital Businesses”, available at: <http://www.scielo.br/j/rac/a/JGhBKs6LrwqTFFKwJBHP9mw/?lang=en> (Accessed 12 May 2026).

12. Benzeruk, V., Prokopenko, N. and Kovalenko, N. (2024), “Economic efficiency of management information systems at enterprises”, *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences*, vol. 330, no. 3, pp. 499-504. <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2024-330-79>

13. Bobro N., Lisova R., Parfentieva O., Dmytrovska V. and Kyrylenko S. (2025), “Digital Transformation for Cost Optimisation and Sustainable Business Operations”, *European Journal of Sustainable Development*, vol. 14, no. 2, pp. 158–158.

14. Zhao N. and Ren J. (2023), “Impact of enterprise digital transformation on capacity utilization: Evidence from China”, *PLOS ONE*, vol. 18, no 3. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0283249>.

15. Medium (2024), Ginani A. “Real Costs & Impacts of Underutilized Resources in Software”, available at: https://medium.com/@elijah_williams_agc/real-costs-impacts-of-underutilized-resources-in-software-09a0e1ed57d3 (Accessed 12 May 2026).

16. Serverbolt (2025), Nilsen S. “Black Friday 2025: Optimize Your Website for Peak Traffic”, available at: <https://servebolt.com/articles/black-friday-website-performance-guide/> (Accessed 12 May 2026).

17. Marketing LTB (2025), Nash B. “Website Speed Statistics 2025: 94+ Stats & Insights [Expert Analysis]”, available at: <https://marketingltb.com/blog/statistics/website-speed-statistics/> (Accessed 12 May 2026).

18. TheStreet (2019), Goldman M. C. “Costco’s Thanksgiving Day Website Crash Cost It Nearly \$11M”, available at: <https://www.thestreet.com/technology/costco-thanksgiving-day-website-crash-cost-it-nearly-11million-15185344> (Accessed 12 May 2026).
19. Ticketmaster Business (2022), “Taylor Swift. The Eras Tour Onsale Explained”, available at: <https://business.ticketmaster.com/press-release/taylor-swift-the-eras-tour-onsale-explained/> (Accessed 12 May 2026).
20. Connectwise (2020), “How to calculate the cost of downtime”, available at: <https://www.connectwise.com/blog/how-to-calculate-the-cost-of-downtime> (Accessed 12 May 2026).
21. The Network Installers (2025), “Cost of IT Downtime Statistics, Data & Trends (2026)”, available at: <https://thenetworkinstallers.com/blog/cost-of-it-downtime-statistics/> (Accessed 12 May 2026).
22. Tallon P. P., Mooney J. G. and Duddek M. (2020), “Measuring the Business Value of IT”, *Measuring the Business Value of Cloud Computing*, Springer International Publishing, pp. 1–17.
23. Wojtaszek H., Stecyk A., Krol-Smetak D., Miciula I., Czerniawska A. W., Rozycka M. and Chojnacka M. (2024), “Methods for Assessing the Economic Efficiency of IT Projects”, *European Research Studies*, vol. XXVII, no. 3, pp. 637–651.
24. Mell P. and Grance T. (2011), “The NIST Definition of Cloud Computing. National Institute of Standards and Technology”, available at: <https://csrc.nist.gov/pubs/sp/800/145/final> (Accessed 12 May 2026).
25. Turner D. and Lankford W. (2005), “Information technology infrastructure: A historical perspective of flexibility”, *Journal of Information Technology Management*, vol. 16, no. 3, pp. 37–46.
26. Duncan N. B. (1995), “Capturing Flexibility of Information Technology Infrastructure: A Study of Resource Characteristics and Their Measure”, *Journal of Management Information Systems*, vol. 12, no. 2, pp. 37–57.

27. Weill P. and Broadbent M. (1998), “*Leveraging the New Infrastructure: How Market Leaders Capitalize on Information Technology*”, Harvard Business Press, USA. ISBN 978-0-87584-830-3.
28. Terry Anthony Byrd and Douglas E. Turner (2000), “Measuring the Flexibility of Information Technology Infrastructure: Exploratory Analysis of a Construct”, *Journal of Management Information Systems*, vol. 17, no. 1. pp. 167–208.
29. Chanopas A., Krairit D. and Ba Khang D. (2006), “Managing information technology infrastructure: a new flexibility framework”, *Management Research News*, vol. 29, no. 10, pp. 632–651.
30. Sikha V. K., Siramgari D. and Somepalli S. (2023), “Infrastructure as Code: Historical Insights and Future Directions”, *International Journal of Science and Research (IJSR)*, vol. 12, no. 8., pp. 2549–2558.
31. Li P. and Wang J. (2025), “Rethinking Networks for the Digital Age: The Rise and Impact of Software-Defined Networking”, *2025 IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB)*, Dublin, Ireland, pp. 1-6, doi: 10.1109/BMSB65076.2025.11165642.
32. Tu D., Liu L. and Wang B. (2025), “Optimizing Network Management through Software-Defined Networking in Computer Communications”, *2025 IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB)*, Dublin, Ireland, 2025, pp. 1-5, doi: 10.1109/BMSB65076.2025.11165713.
33. Kumaravelu A. (2024), “Leveraging AI for Enhanced IT Infrastructure: An Examination of Automated Processes and Their Impacts”, *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, vol. 12, no. 9, pp. 10–18.

Отримано редакцією журналу / Received: 12.03.26

Прорецензовано / Revised: 16.03.26

Схвалено до друку / Accepted: 20.03.26