

УДК 338.2:005.936.3

DOI: <https://doi.org/10.30838/EP.198.76-81>**Митрофанова Г.Я.**

доктор економічних наук

Університет імені Альфреда Нобеля

**Mytrofanova Hanna**

Dr. of Economic Sc.

Alfred Nobel University

<https://orcid.org/0000-0002-8944-143X>**Пірковець Є.М.**

Університет імені Альфреда Нобеля

**Pirkovets Ievgen**

Alfred Nobel University

<https://orcid.org/0009-0001-6879-9360>

## ФАКТОРИ ФОРМУВАННЯ АДАПТИВНОГО КЕРУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ

Дослідження розглядає адаптивне управління підприємством як стратегічну основу для підтримки оптимальної ефективності в динамічних і невизначених середовищах. Було зазначено, що сучасні технологічні платформи відіграють подвійну роль: прискорюють або обмежують процеси адаптивного управління. З одного боку, традиційний розподіл даних між відділами може обмежити видимість у реальному часі, необхідну для своєчасних і точних економічних оцінок. З іншого боку, хмарні інфраструктури з інтегрованими сховищами даних дають змогу менеджерам швидко аналізувати зведені показники та коригувати стратегії на основі оновлених шаблонів. Як було заявлено, адаптивне управління в сучасних організаціях стикається з проблемами, що виникають через складність джерел даних, таких як транзакційні бази даних, відгуки споживачів, операційні журнали та фінансові звіти. Ці різноманітні та дедалі складніші джерела даних вимагають передових аналітичних методологій, здатних витягувати значущу інформацію з неструктурованого тексту, числових даних великої розмірності та сигналів часових рядів, що відображають продуктивність системи. Реляційні бази даних, які широко використовуються в обробці транзакцій і управлінні ресурсами, часто покладаються на числові та категоріальні показники, такі як час виконання запитів і кількість помилок. Однак ці показники не враховують ширший семантичний контекст проблем, задокументованих у текстових журналах і відгуках. Вкладання BERT перетворює необроблені текстові дані, такі як повідомлення про помилки або документацію про політику, у високимірні вектори, зберігаючи семантичні деталі. Одночасно мережі LSTM керують тимчасовими залежностями в тенденціях продуктивності, вибірково зберігаючи довгострокові моделі, відкидаючи нерелевантні коливання. Об'єднані вектори ознак, що містять вкладання BERT і числові показники, подаються на рівні LSTM для динамічного моделювання коливань у продуктивності бази даних. Дослідження підкреслює роль аналітики в режимі реального часу та адаптивного прийняття рішень, які сприяють передовій інформаційній архітектурі з наданням уваги економічній цінності інтеграції розуміння, керованого даними, в адаптивне управління підприємством, що дозволяє швидко оптимізувати процеси та розподіл ресурсів. Проте одних лише технологічних досягнень недостатньо без організаційної готовності діяти на основі розуміння, збалансованих стимулів і культури адаптації. Дослідження підкреслює баланс між централізованим наглядом за відповідністю та децентралізованим прийняттям рішень для місцевої адаптації. Підсумовано, що хоча централізація підтримує стандартизацію управління ризиками, надмірний контроль може придушити передові інновації. І навпаки, надмірна децентралізація створює ризик узгодженості та неефективності. Пропонується економічна модель, яка об'єднує організаційні структури та технологічну інфраструктуру для покращення процесів прийняття рішень у режимі реального часу.

**Ключові слова:** семантичні вкладання, динамічне прийняття рішень, економічна модель, організаційна модель, керування даними, технологічна платформа.

## ADAPTIVE ENTERPRISE MANAGEMENT FORMATION FACTORS

The study explores adaptive enterprise management as a strategic framework for maintaining optimal efficiency in dynamic and uncertain environments. It was stated that modern technological platforms play a dual role, either accelerating or constraining adaptive management processes. On one hand, traditional data distribution across departments can limit real-time visibility required for timely and accurate economic judgments. On the other hand, cloud-

© Митрофанова Г.Я., Пірковець Є.М., 2025

based infrastructures with integrated data repositories empower managers to analyze aggregated indicators swiftly and adjust strategies based on updated patterns. As was declared, adaptive management in contemporary organizations faces challenges stemming from the complexity of data sources, such as transactional databases, consumer feedback, operational logs, and financial reports. Subsequently, these diverse and increasingly sophisticated data sources necessitate advanced analytical methodologies capable of extracting meaningful insights from unstructured text, high-dimensional numerical data, and time-series signals reflecting system performance. Relational databases, widely used in transactional processing and resource management, often rely on numerical and categorical metrics like query execution times and error counts. However, these metrics fail to capture the broader semantic context of issues documented in textual logs and feedback. BERT embeddings transform raw textual inputs, such as error messages or policy documentation, into high-dimensional vectors retaining semantic detail. Simultaneously, LSTM networks manage temporal dependencies in performance trends, selectively retaining long-term patterns while discarding irrelevant fluctuations. The combined feature vectors—comprising BERT embeddings and numerical metrics—are fed into LSTM layers to model fluctuations in database performance dynamically. The research emphasizes the critical role of real-time analytics and adaptive decision-making facilitated by advanced information architectures. It highlights the economic value of integrating data-driven insights into adaptive enterprise management, enabling rapid optimization of processes and resource allocation. However, technological advancements alone are insufficient without organizational readiness to act on insights, balanced incentives, and a culture of adaptability. The study underscores the balance between centralized oversight for compliance and decentralized decision-making for local adaptability. It was concluded, that while centralization supports risk management standardization, excessive control can stifle frontline innovation. Conversely, excessive decentralization risks incoherence and inefficiency. This work proposes an economic model that integrates organizational structures and technological infrastructures to improve decision-making processes in real-time.

**Keywords:** semantic embeddings, dynamic decision-making, economic model, organizational model, data management, technological platform.

**JEL classification:** M10; M13; M29

**Постановка проблеми.** Адаптивне керування у контексті підприємств залежить від здатності прийняття своєчасних рішень, інтерпретації різних потоків інформації та відповіді до мінливих обставин з мінімальною затримкою. Основним принципом адаптивного керування є прагнення до максимальної ефективності за невизначених або швидко мінливих обставин. Цей підхід вимагає повної інтеграції даних, технологій і прийняття рішень людиною для створення систем, здатних швидко реагувати на нові виклики, зберігаючи стабільність роботи.

Однією з ключових проблем у формуванні адаптивної системи керування є різноманітність та обсяг даних, які виробляють сучасні підприємства. Внутрішні джерела, такі як транзакційні бази даних, операційні журнали та фінансові записи, часто доповнюються зовнішніми вхідними даними, як відгуками клієнтів і ринковою аналітикою. Однак зростаюча складність і неструктурований характер цих наборів даних часто переважають традиційні процеси прийняття рішень. Неможливість витягти з таких даних корисну інформацію, особливо в режимі реального часу, створює суттєву перешкоду для формування адаптивних систем керування.

Інша проблема виникає через технологічну фрагментацію всередині організацій. У той час як деякі підприємства інвестують у хмарні інфраструктури або централізовані сховища даних для покращення видимості та оптимізації операцій, застарілі системи ізолюють дані між відділами. Ця фрагментація обмежує можливість менеджерів отримати доступ до агрегованих показників, затримуючи стратегічні коригування та знижуючи реакцію на зміни ринкових умов.

Крім того, адаптивне керування вимагає балансу між централізованим наглядом і децентралізованим прийняттям рішень. Надмірна централізація може пригнічувати місцеві ініціативи та здатність до адаптації,

тоді як надмірно децентралізовані системи загрожують неефективністю через дублювання ресурсів і суперечливі стратегії. Встановлення правильного балансу особливо складне в організаціях із жорсткою ієрархічною структурою або глибоко вкоріненими культурними нормами, які протистоять змінам.

Людський фактор також відіграє ключову роль в адаптивному керуванні підприємством. Навіть за наявності передових аналітичних і технологічних інструментів ефективність адаптивних систем залежить від готовності співробітників і менеджерів застосовувати підходи, що керуються даними, і діяти відповідно до отриманої інформації. Опір змінам, чи то через відсутність навчання, довіру до технологій чи дотримання застарілих практик, може серйозно підірвати потенційні переваги адаптивного керування.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У роботі [1] досліджено сутність, особливості та етапи впровадження технологій адаптивного управління в проектну діяльність девелоперських компаній. Дослідження підкреслює критичну роль структурування проекту та визначення основних завдань на основі теорії систем для створення функціональних систем управління. Підкреслюється комплексне бачення діяльності девелоперських компаній, що об'єднує реальні плани, розроблені на основі колективного досвіду спеціалістів і виконавців. У роботі визначено та проаналізовано сучасні виклики в організації та управлінні бізнес-процесами в девелоперських компаніях, зокрема викликані динамічним внутрішнім і зовнішнім середовищем, що впливає на виконання проекту.

Адаптивний підхід до управління представлено як механізм досягнення фінансової стабільності, що дозволяє одночасно використовувати різні джерела фінансування та стратегії. Автори пропонують процесно-орієнтовану методологію, враховуючи економічні, соціальні, управлінські та технологічні наслідки,

критичні для успіху проекту. Особлива увага приділяється інтеграції інформаційних систем для управління та аналізу виконання проектів, вирішення питань оперативного планування та підвищення професійних компетенцій.

Крім того, дослідження пропонує інноваційні методології та інструменти для забезпечення стабільного функціонування, зосереджуючись на синхронізації бізнес-процесів, зниженні ризиків та оптимізації управління ресурсами. Завдяки автоматизації процесів і структурованому підходу до управління проектами, дослідження спрямоване на підтримку розвитку стійких механізмів для адаптивного управління в девелоперських компаніях.

В рамках роботи [2] досліджено теоретичні та концептуальні основи адаптивного управління промисловими підприємствами в контексті цифровізації економіки та Індустрії 4.0. Основною метою є консолідація теоретичних засад адаптивного управління підприємством та розробка екосистемної моделі адаптивного управління, спрямованої на сприяння розвитку економічного сектору в післявоєнний період через механізми міжгалузевої взаємодії.

У дослідженні аналізуються сучасні підходи до управління промисловими підприємствами в умовах цифрової трансформації з акцентом на міжгалузевий характер наукоємних виробничих процесів. Запропоновано систему адаптивного управління промисловими підприємствами, яка окреслює взаємодію та координацію елементів системи для полегшення прийняття стратегічних рішень у динамічному цифровому середовищі.

Крім того, дослідження представляє екосистемну модель міжгалузевої взаємодії, розроблену як ефективний механізм стратегічного розвитку промислових підприємств, що спеціалізуються на високотехнологічному виробництві. Ця модель підкреслює потребу в структурованій цифровій платформі для підтримки міжгалузевої співпраці, забезпечуючи масштабованість для інших високотехнологічних галузей і сприяючи інноваціям.

Запропонована модель екосистеми надає інструменти для оптимізації бізнес-процесів, посилення міжгалузевої співпраці, зниження транзакційних витрат і прискорення запуску високотехнологічних продуктів. У статті підкреслюється критична роль адаптивного управління в досягненні стратегічних цілей у швидко розвиваються цифрових екосистемах.

Крім того, варто зазначити праці наступних науковців: Yoo M., Won Y. [3], Kamran R., Khan N. Sundarakani B. [4], Yuan H., Qiu H., Bi Y., Chang S.-H., Lam A. [5], Fu Y., Zhu J. [6], Alfandi O., Otoum S., Jaraweh Y. [7], Alqahtani S., He X., Gamble R., Papa M. [8], Omar A., Waweru P., Rimiru R. [9], Bodemer O. [10], Alqodsi E., Arenova L. [11], Dewayanto T. [12], Wang X. [13], Turjo M.D., Khan M., Kaur M., Zaguia A. [14] Dash S., Dash K., Choudhury S. [15] та інших.

Проте, беручи до уваги вище зазначену наукову документацію, питання, пов'язане з формування системи адаптивного керування підприємством, все ще залишається недостатньо дослідженим та потребує подальшого опрацювання.

**Метою роботи** є обговорення факторів формування адаптивного керування підприємством з

оглядом на технологічні та організаційні аспекти.

#### **Викладення основних результатів дослідження.**

Адаптивне керування підприємства бере за основу мету забезпечення найбільш можливого рівня ефективності за умов, які часто не є визначеними, або які раптово розвиваються. Технологічні платформи часто здійснюють прискорення, або навпаки, гальмування процесу формування адаптивного керування. З одного боку, середовище, в якому дані розподіляються між різними відділами, може обмежувати видимість у реальному часі, яка є необхідною для створення вчасних економічно вірних суджень, в той час як інфраструктура на основі хмарних систем, або з інтегрованими репозиторіями даних, дозволяють менеджерам досліджувати агреговані індикатори швидким чином та підлаштовувати стратегії з використанням оновлених закономірностей.

З іншого боку, сучасні організації продукують дані з багатьох внутрішніх та зовнішніх джерел, які зазвичай включають транзакційні бази даних, зворотний зв'язок споживачів, операційні логи та фінансові підзвітності. Постійна тенденція більшого ускладнення цих джерел даних створює потребу у просунутих аналітичних методологіях, які будуть здатні вилучати значимі елементи з неструктурованого тексту, високорозмірних чисельних даних та часових сигналів з приводу загального стану системи.

Наприклад, одним зі способів адресування даної складності полягає у застосуванні комбінованого підходу, згідно з яким модель Bidirectional Encoder Representations from Transformers (BERT) аналізувати текстові дані для семантично збагачених вкладень та мережі Long Short-Term Memory (LSTM), яка оцінюватиме функціональний стан бази даних підприємства. Шляхом узгодження можливостей даних двох методів, існує потенціал ефективної ідентифікації ризиків та класифікації стану продуктивності.

Зазвичай, підприємствами використовуються реляційні бази даних у контексті обробки транзакцій, керування ресурсів та доменно-специфічних операцій. Продуктивність та постійність даного типу нейронних мереж безпосередньо впливає на стабільність критичних дій. Однак чисельні та категоріальні показники, які узагальнюють час виконання запитів, використання ресурсів та число помилок, часто є не в змозі фіксувати ширший семантичний контекст навколо першопричин проблем, або закономірності, які виникають в межах текстових логів та зворотного зв'язку клієнтів. Вкладання на основі BERT здатні перетворювати сирі текстові документи: повідомлення про помилки, інформацію про діяльність користувачів, системні логи, або документацію щодо політики підприємства; у високорозмірні векторні репрезентації, які зберігають релевантні значення на детальному рівні.

Паралельно з керуванням текстовими даними, специфіка оцінки функціонального стану підприємства вимагає застосування архітектури, яка спеціалізується на керуванні часовими залежностями. Мережа LSTM, яка є підтипом recurrent neural networks (RNNs), запроваджує ворітні механізми (гейти), з метою фіксації історичних залежностей у даних часових рядів. Даний підхід є потенційно належним для моделювання того, яким чином змінюється продуктивність бази даних в залежності від надходження нових транзакцій, або

появи нових аномалій. Прихований стан LSTM оновлюється таким чином, щоб виборчо пам'ятати довгострокові тенденції та забувати нерелевантні флуктуації, дозволяючи мережі передбачати зміни у стані бази даних з плином часу.

Прикладний метод концептуально описується через безперервну петлю зворотного зв'язку, у якій кодовані BERT документи, або записи логів інтегруються з чисельними показниками, які надходять у LSTM. Стани LSTM відображають короткострокову та довгострокову еволюції продуктивності бази даних. Якщо у будь-який момент системи виявляє значні відхилення від нормальної роботи, як наприклад раптове збільшення затримки запиту, незвичайні послідовності помилкових повідомлень, або повторювані паралельні взаємоблокування, включаючи створення індексу, перепризначення ресурсів, або переналаштування запитів.

Модель BERT здійснює мапування кожного токена у тексті у високорозмірне вкладання  $e_i$  в  $\mathbb{R}^d$ , яке фіксує як синтаксичний, так і семантичний контекст.

$$KL(P \parallel Q) = \sum_{i \neq j} P_{ij} \log \log \frac{P_{ij}}{Q_{ij}} \quad (1)$$

де  $P_{ij}$  і  $Q_{ij}$  позначають попарну подібність у просторах високої та низької розмірності, чутливу до таких параметрів, як перплексивність та швидкість навчання.

$$P_{ij} = \frac{\exp(-\|e_i - e_j\|^2 / 2\sigma^2)}{\sum_{k \neq i} \exp(-\|e_i - e_k\|^2 / 2\sigma^2)} \quad (2)$$

де ширша перплексивність сприяє кращому охопленню глобальних структур, здійснюючи обробку віддалених точок з більшим впливом, таким чином підвищуючи чутливість вкладання до розподілу кластерів.

Після фіксації текстових характеристик, вони можуть бути поєднані з чисельними показниками, які відображають продуктивність БД. Числові показники можуть включати використання CPU, пам'яті та середній час відповіді на запит, число активних з'єднань, пропускну здатність транзакцій. Може бути створений комбінований вектор характеристик  $z_i$  для часового

контекстуальне вкладання може бути формалізоване як  $e_i = BERT(x_i)$ , де  $x_i$  відповідає токenu і з сегменту вхідного тексту. Збагачення кодування BERT, яке було піддане попередньому тренуванню на масивних корпусах, дозволяє вкладанням відображати складні лінгвістичні патерни та взаємовідносини в межах слів. При збереженні вкладання для цілої послідовності, контекстуальна репрезентація часто збирає остаточний прихований стан з позначеного класифікаційного токена, або з операції об'єднання, яка здійснює агрегацію вхідних даних останнього шару. В той час, як вкладання можуть мати до 768, або більше розмірностей в залежності від типу BERT, зменшення розмірності за допомогою t-SNE може бути застосоване, якщо система потребує більш інтерпретованих репрезентацій нижчої розмірності.

t-SNE здійснює перетворення подібностей між точками задля їх репрезентації у вигляді спільних ймовірностей, переслідуючи мету мінімізації розбіжності Кульбака-Лейблера (KL) між цими ймовірностями з урахуванням просторів як високої, так і низької розмірності. Мінімізація розбіжності KL здійснюється:

Перплексивність, контролюючи кількість найближчих сусідів, суттєво впливає на результуючу кластеризацію даних:

кроку  $i$ , шляхом конкатенації текстового вкладання  $b_i$  та числових показників  $n_i$  у єдиний вектор  $z_i = [b_i, n_i]$ . Дані комбіновані характеристики потім надходять до шару LSTM з метою моделювання часово-залежних флуктуацій у стані БД підприємства.

Блок LSTM може обробляти кожний вектор відповідно до наступного внутрішнього оновлення. По-перше обчислюються вхідне  $i_t$ , забувне  $f_t$ , вихідне  $o_t$  ворта та стан блока кандидата  $g_t$ :

$$i_t = \sigma(W_i z_t + U_i h_{t-1} + b_i) \quad (3)$$

$$f_t = \sigma(W_f z_t + U_f h_{t-1} + b_f) \quad (4)$$

$$o_t = \sigma(W_o z_t + U_o h_{t-1} + b_o) \quad (5)$$

$$g_t = \tanh(W_g z_t + U_g h_{t-1} + b_g) \quad (6)$$

де  $\sigma$  відповідає логістичній сигмоїдній функції,  $\tanh$  – гіперболічній тангенсній функції,  $h_{t-1}$  являє собою попередній прихований стан та  $z_t$  є

конкатенованими вхідними даними у часовий крок  $t$ . Потім здійснюється оновлення стану блока  $c_t$  таким чином:

$$c_t = f_t \odot c_{t-1} + i_t \odot g_t \quad (7)$$

з урахуванням чого, прихований стан  $h_t$  обчислюється як:

$$h_t = o_t \odot \tanh(c_t) \quad (8)$$

даний прихований стан відстежує принцип розвитку продуктивності БД, впроваджуючи вивчені залежності з минулих часових шляхів без втрачання

релевантного контексту.

Мережа LSTM може бути тренувана з використанням мети навчання з наглядом за умови, що є

доступними мічені дані, як наприклад відомі стани БД, або шляхом поєднання його з механізмом виявлення аномалій, який намагається передбачити числові індикатори продуктивності та відхилення прапорців за межі певного порогу.

Система адаптивного керування також запроваджує спеціалізовану об'єктну функцію, яка здійснює балансування класифікаційної точності та передбачених змін у числових індикаторах. Досягається мінімізація негативної логарифмічної ймовірності правильного класу, разом з помилковими термінами, які вимірюють, як добре передбачена продуктивність відповідає реальним вимірюванням.

По мірі того, наскільки більш флюїдною та прозорою є інформаційна архітектура, збільшується і простота повторної оптимізації процесів, або зсуву ресурсів на основі нових даних. З економічної точки зору, технологічні інвестиції, які забезпечують більшу інтеграцію даних можуть знизити часовий проміжок між виявленням певної можливості, та її використанням. Такі інвестиції також мають змогу знизити вартість нагляду, як вже було зазначено, надаючи постійні показники, які відстежують продуктивність відділів підприємства. При поєднанні з ефективною фінансовою аналітикою, процес прийняття рішень може бути доповнений порівнянням прогнозованої прибутковості від декількох ініціатив, та направляти ресурси до варіантів, які максимізують чисту поточну вартість.

Тим не менш, певними підприємствами, дані технологічні реконфігурації можуть бути сприйняті як проблемні, за умови, що організаційні норми залишаються міцно вкоріненими у жорстку ієрархічну структуру. Хоча розширені інформаційні панелі, аналітика у реальному часі та відповідний менеджмент даними можуть надати сигнали зниження продуктивності, або підкреслити нові ринкові тенденції, адаптивне керування здійснюється лише за умови готовності працівників підприємства реагувати на надані сигнали. Невідповідність між технологічною здатністю виявляти зміни та культурною схильністю підтримувати

вихідний стан може стати завадою у адаптивізації процесу керування підприємством. Економічна вигода забезпечується лише за умови налагодження структури заохочення, стилю менеджменту та розподілення ресурсів.

Таким чином, іншим критичним фактором у формуванні адаптивного керування виявляється підтримка балансу між централізованим наглядом та децентралізованим керуванням. Централізований нагляд може постати в ролі незамінного підходу у питаннях забезпечення відповідності нормативним вимогам та стандартизації практик керування ризиками. Однак, надмірна централізація може відігравати роль перешкоди локальній ініціативі, позбавляючи підприємство переваг, які виникають при адаптації керівників першої лінії своєї тактики до безпосередніх місцевих умов. З іншої перспективи, прагнення до більшої децентралізації несе за собою втрату когерентності, результатом якої є втрата ресурсів та зниження продуктивності з причини перекриття, або протиріч багатьох ініціатив.

**Висновки.** Загалом, формування адаптивного керування у межах середовища підприємства являє собою комплексний процес, на який впливають фактори структурної мотивації, розподілу пасивів, механізмів власності, портфелів активів, культурних норм та технологічної інфраструктури. Усі ці детермінанти складають економічну модель, яка підкреслює парадигму постійного покращення процесу прийняття рішень у відповідь до сигналів у реальному часі. Поточне дослідження більш детально зосередилося на адаптивному керуванні підприємством з точки зору структури організації підприємства та обробки релевантних текстових даних та подальшої оцінки функціонального стану реляційних баз даних підприємства на технологічній базі мереж BERT та LSTM. Такий комбінований огляд факторів мотивувався тісною їхньою взаємодією, яка виражається у їх впливі на ефективність операцій підприємства, де організаційна структура створює основу для процесу адаптивного прийняття рішень та розширеної обробки даних.

#### Список використаних джерел:

1. Обухова Н., Давиденко О. (2024). Управління фінансово-кредитними системами та соціально-гуманітарна компонента їх розвитку. Фінансово-кредитні системи: перспективи розвитку, № 1(12). DOI: <https://doi.org/10.26565/2786-4995-2024-1-06>.
2. Korytko T., Piletska S. (2022). Model of the adaptive management system of an industrial enterprise in the conditions of Industry 4.0. *Економічний вісник Донбасу*, №4(70). Pp. 76–80. DOI: [https://doi.org/10.12958/1817-3772-2022-4\(70\)-76-80](https://doi.org/10.12958/1817-3772-2022-4(70)-76-80).
3. Yoo M., Won Y. (2018). A study on the transparent price tracing system in supply chain management based on blockchain. *MDPI AG*, No. 11. 4037 p.
4. Kamran R., Khan N., Sundarakani B. (2021). Blockchain technology development and implementation for global logistics operations: a reference model perspective. *Journal of Global Operations and Strategic Sourcing*, No. 4.4, Pp. 360–382.
5. Yuan H., Qiu H., Bi Y., Chang S.-H., Lam A. (2020). Analysis of coordination mechanism of supply chain management information system from the perspective of block chain. *Information Systems and E-Business Management*, No. 18.4. Pp. 681–703.
6. Fu Y., Zhu J. (2019). Big production enterprise supply chain endogenous risk management based on blockchain. *IEEE Access*. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2895327>.
7. Alfandi O., Otoum S., Jaraweh Y. (2020). Blockchain solution for IoT based critical infrastructures: byzantine fault tolerance. *Proceedings of the 2020 IEEE Network Operations and Management and Symposium*, Pp. 1–4.
8. Alqahtani S., He X., Gamble R., Papa M. (2020). Formal verification of functional requirements for smart contract compositions in supply chain management systems. *Proceedings of the Hawaii International Conference On System Sciences*, Pp. 5278–5287.
9. Omar A., Waweru P., Rimiru R. (2024). Fuzzy Logic Framework for Qualitative Evaluation of Supply Chain

Responsiveness, No. 4. Pp. 37-48.

10. Bodemer O. (2023). Smart Contracts as a tool for small and mid-sized companies. DOI: <https://doi.org/10.36227/techrxiv.24005568.v1>.
11. Alqodsi E., Arenova L. (2024). Smart Contracts in Contract Law as an Auxiliary Tool or a Promising Substitute for Traditional Contracts. *Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction*, No. 16. DOI: <https://doi.org/10.1061/JLADAH.LADR-1132>.
12. Dewayanto T. (2024). NLP-Bert and Optimization of Efficiency-Security in Blockchain-Accounting Smart Contracts. *Fokus Ekonomi : Jurnal Ilmiah Ekonomi*, No. 19. Pp. 145-151. DOI: <https://doi.org/10.34152/fe.19.1.145-151>
13. Wang X. (2024). Research on the Application of Blockchain Technology and Smart Contracts in the Financial Industry. *Frontiers in Business, Economics and Management* No. 15. Pp. 392-395. DOI: <https://doi.org/10.1061/JLADAH.LADR-1132>.
14. Turjo M.D., Khan M., Kaur M., Zaguia A. (2021). Smart Supply Chain Management Using the Blockchain and Smart Contract. *Scientific Programming*, Pp. 1-12. DOI: <https://doi.org/10.34152/fe.19.1.145-151>.
15. Dash S., Dash K., Choudhury S. (2022). Evaluation and selection of large cardamom supply chain using fuzzy logic based decision-making model. *Journal of Food Process Engineering*, No. 46. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfpe.14266>.

### References

1. Obukhova, N., & Davidenko, O. (2024). Upravlinnia finansovo-kredytnykh systemamy ta sotsialno-humanitarna komponenta yikh rozvytku [Management of financial and credit systems and the socio-humanitarian component of their development]. *Finansovo-kredytni systemy: perspektyvy rozvytku*, No. 1(12). DOI: <https://doi.org/10.26565/2786-4995-2024-1-06>. [in Ukrainian].
2. Korytko, T., & Piletska, S. (2022). Model of the adaptive management system of an industrial enterprise in the conditions of Industry 4.0. *Ekonomichnyi visnyk Donbasu*, No. 4(70). Pp. 76–80. DOI: [https://doi.org/10.12958/1817-3772-2022-4\(70\)-76-80](https://doi.org/10.12958/1817-3772-2022-4(70)-76-80). [in English].
3. Yoo M. & Won Y. (2018). A study on the transparent price tracing system in supply chain management based on blockchain. *MDPI AG*, No. 11. 4037 p. [in English].
4. Kamran R., Khan N. & Sundarakani B. (2021). Blockchain technology development and implementation for global logistics operations: a reference model perspective. *Journal of Global Operations and Strategic Sourcing*, No. 4.4, Pp. 360–382. [in English].
5. Yuan H., Qiu H., Bi Y., Chang S.-H. & Lam A. (2020). Analysis of coordination mechanism of supply chain management information system from the perspective of block chain. *Information Systems and E-Business Management*, No. 18.4. Pp. 681–703. [in English].
6. Fu Y. & Zhu J. (2019). Big production enterprise supply chain endogenous risk management based on blockchain. *IEEE Access*. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2895327>. [in English].
7. Alfandi O., Otoum S. & Jaraweh Y. (2020). Blockchain solution for IoT based critical infrastructures: byzantine fault tolerance. *Proceedings of the 2020 IEEE Network Operations and Management and Symposium*, Pp. 1–4. [in English].
8. Alqahtani S., He X., Gamble R. & Papa M. (2020). Formal verification of functional requirements for smart contract compositions in supply chain management systems. *Proceedings of the Hawaii International Conference On System Sciences*, Pp. 5278–5287. [in English].
9. Omar A., Waweru P. & Rimiru R. (2024). Fuzzy Logic Framework for Qualitative Evaluation of Supply Chain Responsiveness, No. 4. Pp. 37-48. [in English].
10. Bodemer O. (2023). Smart Contracts as a tool for small and mid-sized companies. DOI: <https://doi.org/10.36227/techrxiv.24005568.v1>. [in English].
11. Alqodsi E. & Arenova L. (2024). Smart Contracts in Contract Law as an Auxiliary Tool or a Promising Substitute for Traditional Contracts. *Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction*, No. 16. DOI: <https://doi.org/10.1061/JLADAH.LADR-1132>. [in English].
12. Dewayanto T. (2024). NLP-Bert and Optimization of Efficiency-Security in Blockchain-Accounting Smart Contracts. *Fokus Ekonomi : Jurnal Ilmiah Ekonomi*, No. 19. Pp. 145-151. DOI: <https://doi.org/10.34152/fe.19.1.145-151>. [in English].
13. Wang X. (2024). Research on the Application of Blockchain Technology and Smart Contracts in the Financial Industry. *Frontiers in Business, Economics and Management* No. 15. Pp. 392-395. DOI: <https://doi.org/10.1061/JLADAH.LADR-1132>. [in English].
14. Turjo M.D., Khan M., Kaur M. & Zaguia A. (2021). Smart Supply Chain Management Using the Blockchain and Smart Contract. *Scientific Programming*, Pp. 1-12. DOI: <https://doi.org/10.34152/fe.19.1.145-151>. [in English].
15. Dash S., Dash K. & Choudhury S. (2022). Evaluation and selection of large cardamom supply chain using fuzzy logic based decision-making model. *Journal of Food Process Engineering*, No. 46. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfpe.14266>. [in English].