МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ
ІНСТИТУТ ім. Ю. М. ПОТЕБНІ
Кафедра інформаційної економіки, підприємництва та фінансів
(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота(проєкт)

магістра
(рівень вищої освіти)

на тему ERP-системи та їхній вплив на ефективність управління підприємством

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.0514-ie
спеціальності 051 Економіка
(код і назва спеціальності)
спеціалізації _____
(код і назва спеціалізації)
освітньої програми Інформаційна економіка
(назва освітньої програми)
(ініціали та прізвище) В. Е. Щеглов
Керівник проф., д.е.н., проф. Клопов І.О.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)
Рецензент_____
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя
2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні
Кафедра інформаційної економіки, підприємництва та фінансів
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 051 Економіка
(код та назва)
Спеціалізація _____
(код та назва)
Освітня програма Інформаційна економіка

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри_____
«_____»_____20____року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЄКТ)СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)
Щеглова Владислава Едуардовича
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) ERP-системи та їхній вплив на ефективність управління підприємством
керівник роботи Клопов І. О., д.е.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом ЗНУ від «27» лютого 2025 року
Строк подання студентом роботи 01 грудня 2025 р.
2. Вихідні дані до роботи фінансово-економічні показники діяльності ПрАТ «ТехноПром Системс»
3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Теоретичні засади використання erp-систем в управлінні підприємством. 2. Моделювання впливу erp-систем на ефективність управління. 3. Практична реалізація erp-моделей на прикладі ПрАТ «Технопром системс».
4. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Еволюція інформаційних систем управління виробництвом. Концептуальна структура ERP-системи (1990-ті роки). Трансформація ERP-систем у 2000-х роках у контексті цифрової економіки. Основні сучасні тенденції розвитку ERP-систем (2010–2020-ті роки). Еволюція підходів до оцінки ефективності управління підприємством. Концепція Balanced Scorecard у системі оцінювання ефективності управління. Оптимізація бізнес-процесів на основі ERP-систем. Концептуальна схема впливу ERP-систем на ефективність управління підприємством.

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	професор, д.е.н., в.о. зав. кафедри інформаційної економіки, підприємництва та фінансів Клопов І.О.	17.09	17.09
2	професор, д.е.н., в.о. зав. кафедри кафедри інформаційної економіки, підприємництва та фінансів Клопов І.О.	19.10	19.10
3	професор, д.е.н., в.о. зав. кафедри кафедри інформаційної економіки, підприємництва та фінансів Клопов І.О.	29.10	29.10

6. Дата видачі завдання_____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Призначення наукових керівників. Затвердження тем дипломних робіт	*27.02.2025*	
2	Напрацювання теоретичного матеріалу: дослідження сутності об’єкту та предмету дослідження, критичний аналіз існуючих методологічних засад, вибір та обґрунтування напрямку проведення дослідження	*29.10.2025*	
3	Апробація результатів на Міжнародних та Всеукраїнських конференціях	*3.11.2025*	
4	Розробка економіко-математичного забезпечення основних елементів концептуального підходу	*10.11.2025*	
5	Збір та систематизація статистичного та нормативного матеріалу дослідження.	*17.11.2025*	
6	Узагальнення отриманих результатів. Оформлення роботи	*30.11.2025*	
7	Надання роботи до рецензії. Нормоконтроль	*01.12.2025*	
8	Прилюдний захист дипломної роботи на засіданні ЕК	*16.12.2025*	

Студент _____ В. Е. Щеглов
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проєкту) _____ І. О. Клопов
(підпис) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ _____
(підпис) (ініціали та прізвище

АНОТАЦІЯ

Щеглов В. Е. ERP-системи та їхній вплив на ефективність управління підприємством

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 051 – Економіка, науковий керівник І. О. Клопов. Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні ЗНУ, кафедра інформаційної економіки, підприємництва та фінансів, 2025.

Магістерська робота присвячена обґрунтуванню впливу ERP-систем на ефективність управління підприємством та розробці рекомендацій щодо підвищення результативності управлінських процесів на прикладі ПрАТ «Технопром системс».

В роботі досліджено еволюцію та сучасні підходи до використання ERP-систем у системі управління підприємством; проаналізовано існуючі методичні підходи до оцінки ефективності впровадження ERP-рішень; розроблено економіко-математичну модель оцінки ефективності ERP-системи; побудовано концептуальну модель інформаційної підтримки управлінських рішень; оцінено практичний ефект впровадження ERP-системи на прикладі ПрАТ «Технопром системс» та сформовано рекомендації щодо підвищення результативності її використання.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у подальшому розвитку методичних підходів до оцінки ефективності ERP-систем та уточненні впливу ERP-рішень на ключові бізнес-процеси підприємства. Удосконалено концептуальну модель інформаційної системи управління, що забезпечує комплексну інтеграцію управлінських рішень. Дістали подальшого розвитку підходи до використання економіко-математичного моделювання у сфері цифрової трансформації підприємств.

Ключові слова: ERP-СИСТЕМИ, ЕФЕКТИВНІСТЬ УПРАВЛІННЯ, АВТОМАТИЗАЦІЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ, ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, ІНТЕГРАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ, ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ПІДПРИЄМСТВА, ФІНАНСОВО-ОПЕРАЦІЙНА РЕЗУЛЬТАТИВНІСТЬ

SUMMARY

Shcheglov V. E. ERP systems and their impact on the efficiency of enterprise management

Qualifying final work for obtaining a higher education degree of master in the specialty 051 - Economics, scientific supervisor I. O. Klopov. Engineering Educational and Scientific Institute named after Yu. M. Potebnia ZNU, Department of Information Economics, Entrepreneurship and Finance, 2025.

The master's thesis is devoted to substantiating the impact of ERP systems on the efficiency of enterprise management and developing recommendations for increasing the efficiency of management processes using the example PJSC "Technoprom Systems".

The work examines the evolution and modern approaches to the use of ERP systems in the enterprise management system; analyzes existing methodological approaches to assessing the effectiveness of ERP solutions implementation; develops an economic and mathematical model for assessing the effectiveness of ERP systems; builds a conceptual model of information support for management decisions; The practical effect of implementing an ERP system was assessed using the example of PJSC "Technoprom Systems" and recommendations were formulated to increase the effectiveness of its use.

The scientific novelty of the results obtained lies in the further development of methodological approaches to assessing the effectiveness of ERP systems and clarifying the impact of ERP solutions on key business processes of the enterprise. The conceptual model of the information management system was improved, which ensures the comprehensive integration of management decisions. Approaches to the use of economic and mathematical modeling in the field of digital transformation of enterprises were further developed.

Keywords: ERP SYSTEMS, MANAGEMENT EFFICIENCY, AUTOMATION OF BUSINESS PROCESSES, ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELING, INFORMATION SYSTEMS INTEGRATION, DIGITAL TRANSFORMATION OF THE ENTERPRISE, FINANCIAL AND OPERATIONAL PERFORMANCE

ЗМІСТ

ВСТУП…… 7
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ВИКОРИСТАННЯ ERP-СИСТЕМ В УПРАВЛІННІ ПІДПРИЄМСТВОМ …… 10
1.1. Еволюція та сучасний стан розвитку ERP-систем ……... 10
1.2. Теоретичні підходи до оцінки ефективності управління підприємством ……... 17
1.3. Вплив ERP-систем на бізнес-процеси та управлінські рішення ……..... 27
1.4. Висновки до розділу 1…….. 34
РОЗДІЛ 2 МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ERP-СИСТЕМ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ УПРАВЛІННЯ……. 34
2.1 Методичні підходи до моделювання впливу ERP-систем …… 34
2.2 Розробка економіко-математичної моделі оцінки ефективності ERP-впровадження …… 46
2.3 Формування концептуальної моделі інформаційної системи підтримки управлінських рішень ……. 55
2.4. Висновки до розділу 2…….. 63
РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ERP-МОДЕЛЕЙ НА ПРИКЛАДІ ПрАТ «ТЕХНОПРОМ СИСТЕМС»…… 65
3.1. Загальна характеристика діяльності ПрАТ «Технопром системс» та аналіз існуючої системи управління …… 65
3.2. Оцінка ефективності впровадження ERP-моделі на основі результатів дослідження ……... 72
3.3. Розробка практичних рекомендацій та прогнозування економічного ефекту для ПрАТ «Технопром системс»…….. 79
3.4. Висновки до розділу 3……. 85
ВИСНОВКИ…… 87
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ…….. 89

ВСТУП

Сучасні умови господарювання характеризуються високою конкуренцією, зростанням динаміки бізнес-середовища та швидким розвитком інформаційних технологій. У цих умовах ефективність управління підприємствами безпосередньо залежить від рівня цифровізації та інтеграції бізнес-процесів. ERP-системи (*Enterprise Resource Planning*) виступають одним із ключових інструментів, що забезпечують комплексну автоматизацію діяльності та створюють інформаційну основу для прийняття управлінських рішень. Для України актуальність впровадження ERP-систем визначається необхідністю підвищення конкурентоспроможності підприємств, оптимізації витрат, забезпечення прозорості фінансових потоків та відповідності міжнародним стандартам управління.

Незважаючи на значну кількість наукових праць, присвячених дослідженню ERP-систем, питання їхнього впливу на ефективність управління підприємствами потребує подальшого вивчення. По-перше, через постійну еволюцію ERP-рішень та появу нових функціональних можливостей. По-друге, через специфіку вітчизняного бізнес-середовища, де рівень інтеграції цифрових технологій часто нижчий, ніж у країнах ЄС чи США. По-третє, потребує уточнення методичний апарат оцінки ефективності впровадження ERP-систем, адже їхній вплив на підприємство є багатовимірним і проявляється у фінансових, виробничих та управлінських показниках.

Метою магістерської роботи є обґрунтування впливу ERP-систем на ефективність управління підприємством та розробка рекомендацій щодо підвищення результативності управлінських процесів на прикладі ПрАТ «Технопром системс».

Для досягнення поставленої мети у роботі вирішено такі *завдання*:

– досліджено еволюцію та сучасні підходи до використання ERP-систем у системі управління підприємством;

– проаналізовано існуючі методичні підходи до оцінки ефективності впровадження ERP-рішень;

– розроблено економіко-математичну модель оцінки ефективності ERP-системи;

– побудовано концептуальну модель інформаційної підтримки управлінських рішень;

– оцінено практичний ефект впровадження ERP-системи на прикладі ПрАТ «Технопром системс» та сформовано рекомендації щодо підвищення результативності її використання.

Об'єктом дослідження є процес управління підприємством в умовах використання ERP-систем.

Предметом дослідження є методи та моделі оцінки впливу ERP-систем на ефективність управління підприємством.

Методи дослідження ґрунтуються на поєднанні загальнонаукових і спеціальних підходів. У роботі застосовано методи системного аналізу для визначення місця ERP-систем у структурі управління, економіко-математичне моделювання для оцінки ефективності впровадження, статистичні методи для аналізу діяльності підприємства, а також методи порівняльного аналізу та експертних оцінок. Такий комплекс методів дозволив досягти мети роботи та обґрунтувати практичні рекомендації.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у подальшому розвитку методичних підходів до оцінки ефективності ERP-систем та уточненні впливу ERP-рішень на ключові бізнес-процеси підприємства. Удосконалено концептуальну модель інформаційної системи управління, що забезпечує комплексну інтеграцію управлінських рішень. Дістали подальшого розвитку підходи до використання економіко-математичного моделювання у сфері цифрової трансформації підприємств.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості застосування розробленої методики для оцінки ефективності ERP-систем у діяльності вітчизняних підприємств, що дозволить підвищити якість

управлінських рішень, знизити витрати та покращити фінансово-економічні показники. Рекомендації, наведені у роботі, можуть бути використані як для вдосконалення системи управління ПрАТ «Технопром системс», так і для впровадження аналогічних підходів в інших організаціях.

Структурно магістерська робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи становить 88 сторінок, у тому числі 38 таблиць, 12 рисунків та 66 джерел літератури.

РОЗДІЛ 1
ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ВИКОРИСТАННЯ ERP-СИСТЕМ В УПРАВЛІННІ ПІДПРИЄМСТВОМ

1.1. Еволюція та сучасний стан розвитку ERP-систем

Перші спроби автоматизувати управління підприємствами сягають 60-х років XX століття, коли почали формуватися системи планування матеріальних ресурсів (MRP – Material Requirements Planning). Ці системи були зосереджені на вирішенні задач виробничого планування та контролю запасів, що дозволяло підприємствам ефективніше управляти матеріальними потоками [1]. Головним завданням MRP-систем було забезпечення своєчасної поставки сировини та комплектуючих, уникнення дефіциту та мінімізація надлишкових запасів.

У 70-х роках на базі MRP сформувалося удосконалене рішення – MRP II (Manufacturing Resource Planning). На відміну від попередників, MRP II забезпечувало інтегроване управління не лише матеріальними, а й виробничими та фінансовими ресурсами. Таким чином, з’явився перший підхід до комплексної автоматизації бізнес-процесів підприємства. Як зазначають Umble та співавтори [2], саме *MRP II* стало ключовим етапом у розвитку інтегрованих систем управління, оскільки воно дозволяло прогнозувати потреби у виробничих потужностях, формувати виробничі графіки та здійснювати фінансове планування.

Перехід від *MRP* до *MRP II* зумовив інтеграцію різних функціональних сфер підприємства у єдину інформаційну систему. Це сприяло підвищенню прозорості бізнес-процесів та покращенню координації між підрозділами. Варто підкреслити, що вже на цьому етапі почали формуватися базові принципи ERP: єдина база даних, інтегрованість та комплексність управління.

Для наочності еволюцію розвитку систем планування можна представити у вигляді схеми (рис. 1.1), де відображено поступовий перехід від MRP до MRP II, а далі до ERP.

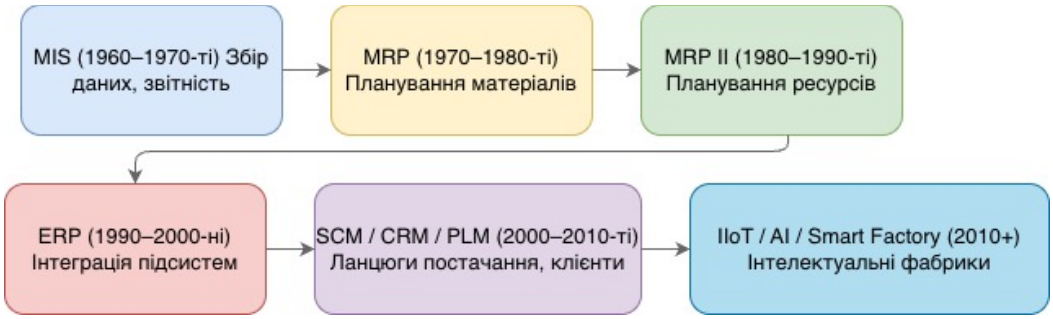


Рисунок 1.1 – Еволюція інформаційних систем управління виробництвом

Ключові характеристики MRP та MRP II наведені у таблиці 1.1, що дозволяє продемонструвати їхні відмінності та переваги.

Таблиця 1.1 – Порівняння основних характеристик MRP та MRP II

Характеристика	MRP (1960-ті)	MRP II (1970-ті)
Об’єкт управління	Матеріальні ресурси	Матеріальні, виробничі, фінансові ресурси
Функціональність	Планування закупівель і запасів	Виробниче планування, фінанси, контроль потужностей
Інтегрованість	Обмежена	Висока
Орієнтація	Оперативне управління запасами	Стратегічне та тактичне планування

Системи MRP та MRP II заклали основу для створення сучасних ERP-систем, оскільки саме вони сформували підхід до інтеграції функцій підприємства в єдину інформаційну модель.

У 1980–1990-х роках відбувся якісний стрибок у розвитку інтегрованих систем управління, що пов’язано з появою перших повноцінних ERP-рішень (Enterprise Resource Planning). На відміну від попередніх поколінь MRP та MRP II, які зосереджувались переважно на виробничих процесах, ERP-системи були орієнтовані на комплексне управління усіма ресурсами підприємства – фінансовими, матеріальними, трудовими, інформаційними. Це означало перехід

від функціональної автоматизації окремих процесів до побудови єдиної інформаційної екосистеми, яка об’єднує ключові бізнес-напрями [3].

Згідно з дослідженнями Davenport [4], ERP стала результатом еволюції управлінських інформаційних систем та інтеграції різних функціональних підсистем в єдину платформу. Концепція ERP передбачала створення централізованої бази даних, доступної для всіх підрозділів підприємства. Це дозволяло уникати дублювання інформації, підвищувати прозорість діяльності та забезпечувати аналітичну підтримку прийняття управлінських рішень.

Важливою передумовою становлення ERP стало широке поширення персональних комп’ютерів та корпоративних мереж. Саме в цей період провідні світові компанії почали активно розробляти та впроваджувати власні ERP-продукти. Наприклад, SAP R/3 (1992 рік) запропонувала модульний підхід до автоматизації, де кожен модуль відповідав за окрему сферу діяльності підприємства – фінанси, виробництво, логістика, управління персоналом [5]. Подібні системи пропонували й інші розробники: Oracle (Oracle Applications), Baan, JD Edwards, PeopleSoft.

У таблиці 1.2 представлено основних розробників ERP-рішень 1990-х років та їхні ключові продукти.

Таблиця 1.2 – Провідні розробники ERP-систем у 1990-х роках

Розробник	Основний продукт	Рік виходу	Ключові особливості
SAP	SAP R/3	1992	Модульність, клієнт-серверна архітектура
Oracle	Oracle Applications	1990	Орієнтація на бази даних, фінансові модулі
PeopleSoft	PeopleSoft HRM	1989	Сильна спеціалізація на управлінні персоналом
JD Edwards	OneWorld	1996	Масштабованість, підтримка середніх компаній
Baan Company	Baan ERP	1990-ті	Гнучкість у виробничому плануванні

Варто зазначити, що ERP-системи 1990-х років впроваджувались насамперед у великих корпораціях з високим рівнем фінансових та організаційних ресурсів. Вони вимагали значних інвестицій, що обмежувало їх

доступність для середнього бізнесу. Водночас результати впровадження були вагомими: скорочення виробничих витрат, підвищення точності планування, покращення координації між підрозділами.

Розвиток концепції ERP у цей період тісно пов’язаний із глобалізацією бізнесу. Компанії почали виходити на міжнародні ринки, що вимагало уніфікації управлінських процесів та стандартизації обліку. ERP-системи стали основним інструментом для цього, забезпечуючи можливість роботи у мультинаціональному середовищі, підтримку багатьох валют та мов.

На рисунку 1.2 представлено узагальнену модель ERP-системи 1990-х років, що відображає її основні модулі та інформаційні потоки.

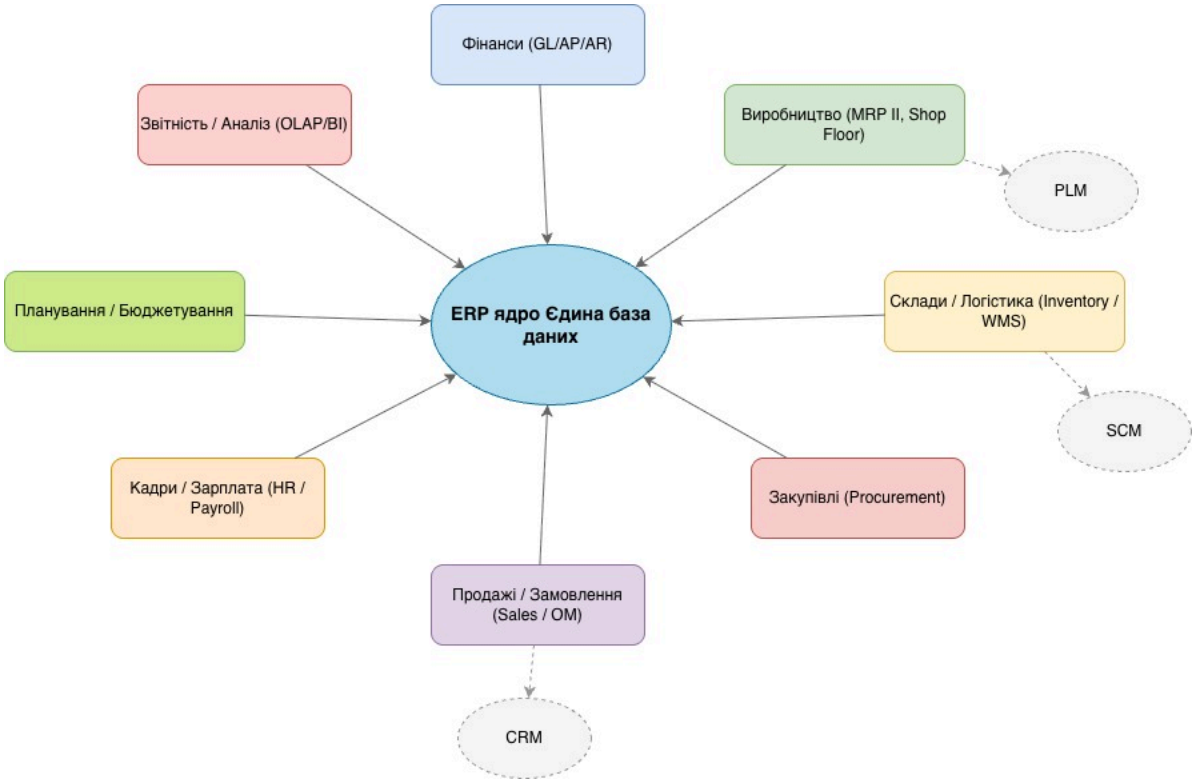


Рисунок 1.2 – Концептуальна структура ERP-системи (1990-ті роки)

Отже, у 1980–1990-х роках відбулося становлення сучасної концепції ERP як комплексної інтегрованої системи управління підприємством. Цей етап характеризувався переходом від окремих виробничих систем до універсальних платформ, що поєднували всі ключові бізнес-процеси. Таким чином, ERP-системи стали фундаментом цифрової трансформації бізнесу у XXI столітті.

На початку XXI століття ERP-системи вступили у новий етап розвитку, що безпосередньо пов’язаний із становленням цифрової економіки та поширенням інтернет-технологій. Якщо у 1980–1990-х роках ERP позиціонувались як програмні комплекси для автоматизації внутрішніх процесів великих корпорацій, то у 2000-х роках вони перетворились на багатофункціональні інтегровані платформи, здатні забезпечувати підтримку управлінських рішень у глобальному масштабі [5].

Цей період характеризується розширенням функціональності ERP-систем за рахунок інтеграції з іншими класами програмних рішень. До складу ERP почали включати модулі управління взаємовідносинами з клієнтами (CRM), ланцюгами постачання (SCM), а також системи управління знаннями та бізнес-аналітику (BI). Це зумовило перехід від класичного підходу «ERP як внутрішня система підприємства» до моделі «ERP як ядро корпоративної інформаційної екосистеми» [6].

У 2000-х роках важливим драйвером трансформації стала глобалізація бізнесу та зростаюча потреба компаній в управлінні розподіленими структурами. ERP-системи почали пропонувати функціонал мультивалютності, багатомовності та стандартизованої звітності, що дозволяло транснаціональним корпораціям працювати в єдиному інформаційному просторі. Крім того, стрімкий розвиток інтернету та веб-технологій сприяв формуванню нового покоління ERP – систем з веб-інтерфейсом, що забезпечували віддалений доступ користувачів та можливість інтеграції з електронною комерцією [7].

Важливим кроком стало також впровадження хмарних технологій (cloud computing), які дозволили подолати високі бар’єри входу, властиві класичним ERP. Якщо у 1990-х роках ERP-системи вимагали значних інвестицій у власні сервери та обслуговування, то з поширенням хмарних рішень з’явилася можливість їх оренди за моделлю SaaS (Software-as-a-Service). Це дало змогу залучати до використання ERP не лише великі корпорації, але й середній бізнес. За оцінками дослідження Panorama Consulting (2012), у 2000–2010-х роках близько 20–30% нових ERP-впроваджень здійснювались у хмарному форматі [8].

На рисунку 1.3 наведено схему трансформації ERP-систем у 2000-х роках, яка демонструє інтеграцію нових функціональних блоків та появу хмарних технологій.

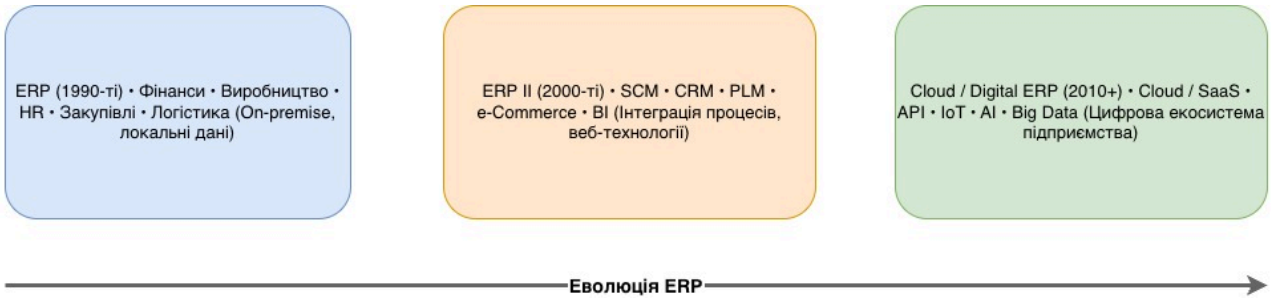


Рисунок 1.3 – Трансформація ERP-систем у 2000-х роках у контексті цифрової економіки

Окрім технологічних змін, важливою трансформацією стало зміщення акцентів від суто внутрішніх процесів підприємства до управління взаємовідносинами із зовнішнім середовищем. Сучасні ERP-платформи почали формуватись як відкриті системи, орієнтовані на інтеграцію з партнерами, постачальниками та клієнтами в реальному часі. Саме цей період заклав основу для подальшої еволюції ERP у напрямку цифрових бізнес-екосистем, що поєднують виробництво, фінанси, логістику, маркетинг та клієнтський сервіс.

Таким чином, 2000-ті роки можна охарактеризувати як етап переходу ERP від внутрішніх систем до багатофункціональних цифрових платформ, здатних забезпечити інтеграцію підприємства у глобальну цифрову економіку.

Починаючи з 2010-х років ERP-системи вступили у нову фазу розвитку, яка визначається інтеграцією з технологіями четвертої промислової революції (Industry 4.0). Сучасні ERP-рішення не лише автоматизують бізнес-процеси, а й стають інтелектуальними платформами, що поєднують великі дані (Big Data), аналітику, штучний інтелект (AI), інтернет речей (IoT) та мобільні сервіси.

Одним із провідних напрямів розвитку є повсюдне впровадження хмарних ERP-рішень. Якщо у 2000-х роках хмарні моделі лише набирали популярності, то у 2010–2020-х SaaS-рішення стали домінуючим форматом. За даними Gartner (2021), понад 70% нових ERP-впроваджень здійснюється саме у хмарі [9].

Хмарні ERP-системи забезпечують масштабованість, гнучкість та доступність для підприємств різного розміру. Вони дозволяють суттєво скоротити витрати на IT-інфраструктуру та спрощують доступ до системи з будь-якого місця.

Другим трендом є мобільність ERP-систем. Розвиток мобільних додатків дозволяє користувачам отримувати доступ до бізнес-даних у режимі реального часу з планшетів та смартфонів. Це особливо важливо для керівників та менеджерів, які потребують оперативної інформації для прийняття рішень. Мобільні ERP-додатки підвищують рівень контролю та швидкість реакції на зміни у бізнес-середовищі [10].

Ще однією тенденцією є інтеграція з технологіями штучного інтелекту та машинного навчання. ERP-системи сучасного покоління пропонують інтелектуальні аналітичні модулі, що здатні прогнозувати попит, оптимізувати запаси, автоматизувати фінансове планування та навіть приймати рішення на основі алгоритмів прогнозної аналітики. За даними дослідження Deloitte (2020), близько 40% великих компаній у світі вже використовують ERP-рішення з вбудованими AI-модулями [11].

Також зростає роль інтернету речей (IoT) у функціонуванні ERP. Інтеграція сенсорів та пристроїв у виробничі процеси дозволяє у режимі реального часу збирати дані про роботу обладнання, логістичні операції та якість продукції. ERP-системи перетворюються на центри обробки потоків даних від IoT-пристроїв, забезпечуючи глибший рівень контролю та управління [12].

На рисунку 1.4 представлено ключові сучасні напрями розвитку ERP-систем, які демонструють їх перехід від класичних систем управління ресурсами до цифрових платформ з інтелектуальними функціями.

Важливо відзначити, що сучасні ERP-платформи дедалі частіше пропонуються у вигляді відкритих екосистем. Вони забезпечують інтеграцію з іншими корпоративними рішеннями, підтримують API для підключення сторонніх додатків та мають можливість кастомізації під специфіку підприємства. Це дозволяє бізнесу уникати жорсткої залежності від одного постачальника та створювати власні цифрові бізнес-моделі.

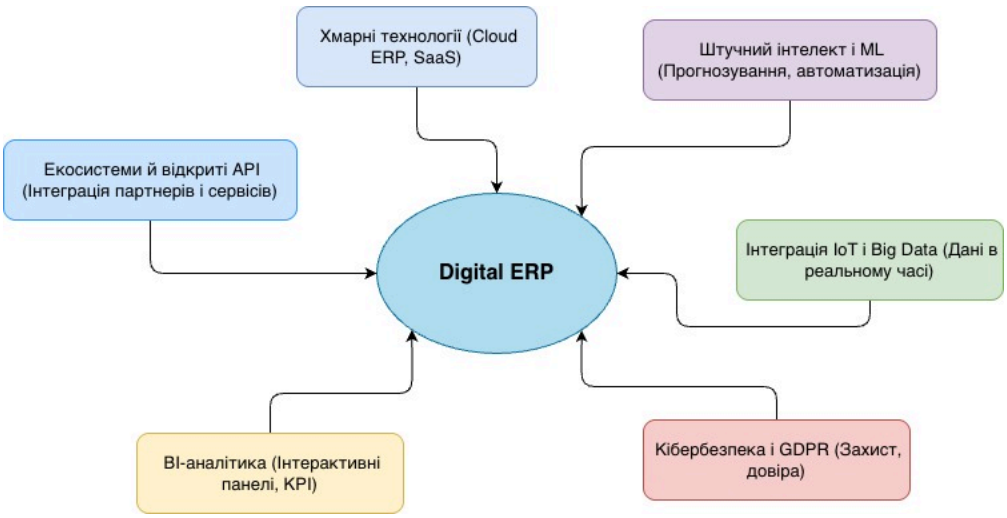


Рисунок 1.4 – Основні сучасні тенденції розвитку ERP-систем (2010–2020-ті роки)

Отже, сучасний етап розвитку ERP-систем характеризується їх переходом від інструментів автоматизації внутрішніх процесів до інтелектуальних цифрових платформ, що інтегрують ключові технології Industry 4.0. Це створює передумови для формування нової парадигми управління підприємством, заснованої на даних та аналітиці у реальному часі.

1.2. Теоретичні підходи до оцінки ефективності управління підприємством

Проблема оцінки ефективності управління підприємством є однією з ключових у сучасній економічній науці. Ще з середини XX століття економісти намагалися формалізувати взаємозв’язок між управлінськими рішеннями та фінансово-економічними результатами підприємства. Класичні підходи ґрунтувались переважно на використанні фінансових індикаторів, таких як прибутковість, рентабельність, ліквідність та ділова активність [13]. В основі таких підходів лежала ідея, що ефективність управління безпосередньо відображається у фінансових результатах діяльності підприємства.

Вагомий внесок у розвиток теорії зробили представники школи неокласичної економіки, які визначали ефективність як співвідношення отриманого економічного результату до витрачених ресурсів. На практиці це

означало використання показників рентабельності продажів, рентабельності активів, фондовіддачі тощо [14]. Подібний підхід дозволяв вимірювати результативність управління через кінцеві фінансові показники, проте він мав суттєві обмеження – ігнорування якісних характеристик управлінських процесів, організаційної структури та впливу людського капіталу.

Класичні фінансові показники оцінки ефективності управління можна згрупувати у кілька блоків (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 – Класичні фінансові показники оцінки ефективності управління підприємством

Група показників	Основні індикатори	Характеристика застосування
Рентабельність	Рентабельність продажів, активів, власного капіталу	Відображає прибутковість діяльності
Ліквідність і платоспроможність	Поточна ліквідність, швидка ліквідність, коефіцієнт автономії	Показує здатність підприємства виконувати зобов'язання
Ділова активність	Оборотність запасів, дебіторської заборгованості, активів	Характеризує ефективність використання ресурсів
Фінансова стійкість	Співвідношення позикового і власного капіталу	Визначає рівень ризикованості фінансової структури

Як видно з таблиці, класичний підхід орієнтований на постфактум-оцінку результатів управління, тобто на основі вже досягнутих фінансових результатів. Це створює ризик запізнілих управлінських реакцій і не враховує потенціал розвитку підприємства.

Для ілюстрації історичної еволюції підходів до оцінки ефективності управління можна представити схему (рис. 1.5), де показано перехід від виключно фінансових метрик до більш комплексних моделей, що інтегрують нефінансові показники.

Таким чином, класичні економічні підходи стали основою для подальших досліджень у сфері оцінювання ефективності управління. Вони сформували базу фінансових індикаторів, які й досі широко використовуються в практиці, проте їх обмеженість зумовила необхідність розробки системних і

багатокритеріальних підходів, що дозволяють комплексніше оцінювати управлінські процеси.

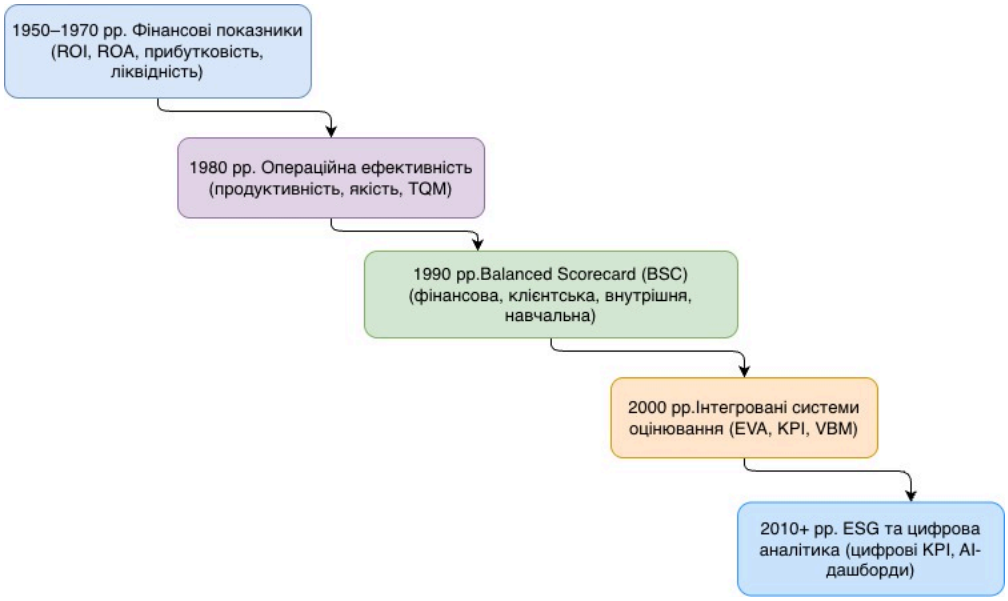


Рисунок 1.5 – Еволюція підходів до оцінки ефективності управління підприємством

У другій половині XX століття на зміну суто фінансовим підходам до оцінки ефективності управління поступово приходить системний підхід, який розглядає підприємство як складну відкриту систему, що взаємодіє з зовнішнім середовищем. В основі цього підходу лежить ідея, що ефективність управління не може визначатися лише кінцевими фінансовими результатами, а повинна враховувати взаємозв'язки між усіма підсистемами підприємства: виробничою, фінансовою, маркетинговою, кадровою тощо [15].

Наукові дослідження в межах системного підходу (Bertalanffy, Ackoff, Forrester) акцентують увагу на тому, що підприємство — це динамічна соціально-економічна система, а тому результативність управління визначається не тільки вихідними параметрами (прибутком, рентабельністю), а й станом процесів усередині системи [16]. Наприклад, ефективність може знижуватись через неузгодженість між виробничими та логістичними процесами, навіть якщо фінансові показники залишаються позитивними.

У рамках системного підходу виникли також моделі «вхід–процес–вихід», які дозволяють оцінювати ефективність управління як співвідношення між ресурсами (inputs), управлінськими діями (processes) та кінцевими результатами (outputs).

Паралельно із системним підходом у науковій літературі розвивався функціональний підхід, який зосереджувався на ефективності виконання окремих управлінських функцій: планування, організації, мотивації, контролю. Згідно з роботами Fayol та Drucker, які стали класичними у менеджменті, ефективність управління визначається рівнем узгодженості та результативності виконання цих функцій [17]. Наприклад, слабкість у функції планування може зумовлювати неефективність навіть за умов високої якості контролю чи організації.

Функціональний підхід отримав широке застосування в оцінюванні якості менеджменту, особливо у стратегічному управлінні. Його перевагою є можливість ідентифікації «слабких місць» у системі управління та формування рекомендацій для їх усунення. У таблиці 1.4 наведено ключові критерії функціонального підходу до оцінки ефективності управління.

Таблиця 1.4 – Критерії ефективності управління у межах функціонального підходу

Управлінська функція	Критерії ефективності	Приклади показників
Планування	Повнота, гнучкість, адаптивність	Відсоток виконання планів, точність прогнозів
Організація	Узгодженість структури, раціональність розподілу ресурсів	Коефіцієнт централізації управління, продуктивність праці
Мотивація	Задоволеність персоналу, стимулювання результативності	Рівень плинності кадрів, коефіцієнт участі у програмах заохочення
Контроль	Своєчасність, повнота, адекватність	Частота перевірок, відсоток виявлених відхилень

Таким чином, системний і функціональний підходи стали логічним продовженням класичних фінансових методів оцінки ефективності. Вони дозволяють оцінювати управління не лише з точки зору кінцевих результатів, а

й з позицій внутрішньої узгодженості процесів та ефективності виконання управлінських функцій. У майбутньому ці підходи стали основою для формування інтегральних та багатокритеріальних методів оцінювання, які об’єднують фінансові та нефінансові показники.

З розвитком наукової думки та ускладненням бізнес-середовища виникла необхідність у більш комплексних інструментах оцінювання ефективності управління підприємством. Це зумовило появу інтегральних і багатокритеріальних моделей, які враховують не лише фінансові результати, але й організаційні, соціальні, інноваційні та екологічні аспекти діяльності [18].

Інтегральні моделі. Інтегральний підхід полягає у формуванні узагальнюючого показника ефективності, який розраховується як комбінація різних часткових критеріїв. Суть цього підходу полягає у використанні методів нормалізації, вагового коефіціювання та агрегування даних. Однією з найбільш відомих моделей є метод інтегральної оцінки ефективності управління, запропонований Zairi (1996), який передбачає використання набору ключових індикаторів (ключові показники продуктивності, фінансові результати, якість управління персоналом тощо), що об’єднуються в єдиний інтегральний індекс [19].

Використання інтегральних показників дозволяє здійснювати порівняльний аналіз підприємств, а також відстежувати динаміку їх ефективності в часі.

Багатокритеріальні підходи. Багатокритеріальні методи оцінки ефективності виходять з того, що управління є багатовимірним процесом, результативність якого не можна адекватно описати одним показником. Тому для оцінювання застосовуються множини критеріїв, які можуть мати різну вагу залежно від цілей підприємства. Серед методів, що найбільш поширені в науковій літературі та практиці:

Метод аналітичної ієрархії (AHP) – дозволяє структурувати проблему оцінки у вигляді ієрархії цілей, критеріїв і альтернатив, після чого здійснюється їх порівняльне зважування [20].

Метод багатокритеріальної оптимізації – передбачає пошук компромісного рішення між суперечливими критеріями (наприклад, максимізація прибутку при мінімізації ризику).

Метод нечітких множин – дозволяє враховувати невизначеність та якісні критерії (наприклад, рівень задоволеності персоналу чи клієнтів).

У таблиці 1.5 наведено порівняння інтегральних та багатокритеріальних моделей.

Таблиця 1.5 – Порівняльна характеристика інтегральних і багатокритеріальних моделей оцінки ефективності

Підхід	Особливості	Переваги	Недоліки
Інтегральна модель	Формування єдиного індексу	Простота використання, можливість порівняння	Ризик спрощення, суб'єктивність ваг
Багатокритеріальний підхід	Використання множини критеріїв із вагами	Врахування багатогранності управління	Складність розрахунків, потреба у великому обсязі даних

Інтегральні та багатокритеріальні підходи суттєво розширили можливості оцінки ефективності управління підприємством. Вони дозволяють враховувати багатомірність сучасного бізнес-середовища та формувати більш обґрунтовані управлінські рішення. Саме ці моделі стали основою для подальшого розвитку сучасних концепцій, таких як Balanced Scorecard та KPI-системи.

Сучасний етап розвитку теорії та практики оцінювання ефективності управління підприємством характеризується переходом від суто фінансових і навіть інтегральних моделей до комплексних концепцій, які враховують багатовимірність бізнесу та взаємозалежність фінансових, операційних, соціальних і екологічних факторів. Найбільш поширеними підходами останніх десятиліть є система збалансованих показників (Balanced Scorecard, BSC), ключові показники ефективності (Key Performance Indicators, KPI) та ESG-метрики, які враховують фактори сталого розвитку.

Balanced Scorecard (BSC). Концепція BSC, розроблена Kaplan та Norton у 1992 році, базується на ідеї, що ефективність управління повинна оцінюватися не лише за фінансовими результатами, але й за нефінансовими аспектами діяльності [21]. Система включає чотири ключові площини:

– фінанси (прибутковість, рентабельність, ліквідність);

– клієнти (рівень задоволеності, частка ринку, утримання клієнтів);

– внутрішні бізнес-процеси (ефективність виробництва, інновації, якість продуктів);

– навчання і розвиток персоналу (мотивація, професійний розвиток, корпоративна культура).

На рисунку 1.6 представлено класичну структуру BSC, яка інтегрує ці чотири напрями у єдину систему стратегічного управління.

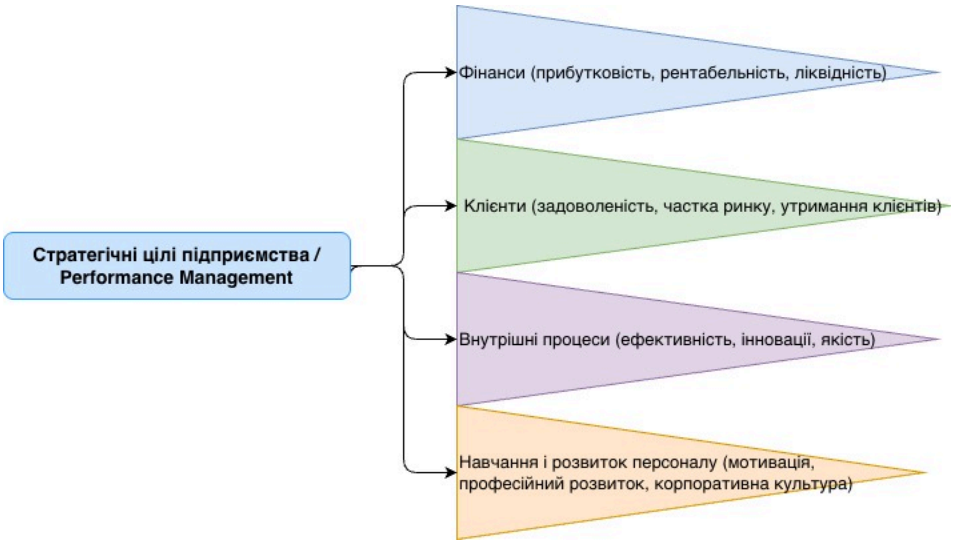


Рисунок 1.6 – Концепція Balanced Scorecard у системі оцінювання ефективності управління

Перевага BSC полягає в тому, що вона дозволяє пов’язати стратегічні цілі підприємства з операційними завданнями та забезпечує довгострокову орієнтацію управління.

Key Performance Indicators (KPI). Іншим поширеним інструментом є ключові показники ефективності (KPI), що являють собою систему кількісних

індикаторів для вимірювання ступеня досягнення поставлених цілей. KPI можуть застосовуватись на різних рівнях: стратегічному, тактичному, операційному. Наприклад, у сфері виробництва KPI може відображати відсоток виконання виробничого плану, у фінансах – рівень операційних витрат, у HR – плинність кадрів [22].

У таблиці 1.6 наведено приклади KPI, які застосовуються у різних сферах управління.

Таблиця 1.6 – Приклади ключових показників ефективності (KPI)

Сфера управління	KPI	Приклад формули
Фінанси	EBITDA margin	EBITDA / Дохід
Маркетинг	Customer Retention Rate	(Клієнти, що залишились / Загальна кількість клієнтів) × 100%
Виробництво	Overall Equipment Effectiveness (OEE)	Доступність × Продуктивність × Якість
HR	Turnover Rate	(Звільнені працівники / Середня кількість персоналу) × 100%

Система KPI є більш гнучкою, ніж BSC, і дозволяє адаптувати набір індикаторів до специфіки конкретного підприємства. Водночас її недоліком є ризик надмірної кількості показників та втрати стратегічної орієнтації.

ESG-метрики. Останнім часом усе більшого поширення набувають ESG-підходи (Environmental, Social, Governance), які враховують екологічні, соціальні та управлінські аспекти діяльності підприємств [23]. Зростання значення ESG-метрик зумовлене глобальними трендами сталого розвитку та вимогами інвесторів, які дедалі частіше оцінюють ефективність компаній не лише за фінансовими результатами, а й за їх внеском у соціально-екологічний розвиток.

Приклади ESG-індикаторів:

– Environmental: викиди CO_2 на одиницю продукції, рівень утилізації відходів, частка «зеленої» енергії;

– Social: індекс задоволеності персоналу, рівень гендерного балансу, кількість соціальних програм;

– Governance: прозорість корпоративної звітності, кількість незалежних членів ради директорів, частка працівників, що пройшли антикорупційні тренінги.

ESG-підхід дозволяє інтегрувати корпоративну відповідальність у стратегічне управління, що робить його особливо актуальним для компаній, які працюють на міжнародних ринках.

Таким чином, сучасні концепції оцінювання ефективності управління підприємством орієнтовані на багатокритеріальність, стратегічну узгодженість та інтеграцію фінансових і нефінансових аспектів. Balanced Scorecard дозволяє поєднати стратегічні цілі з операційними завданнями, KPI забезпечують гнучкість та кількісну вимірюваність, а ESG-метрики формують основу для сталого розвитку. У комплексі ці інструменти створюють багатовимірну систему оцінювання, що відповідає вимогам сучасної цифрової економіки.

1.3. Вплив ERP-систем на бізнес-процеси та управлінські рішення

У сучасних умовах ERP-системи розглядаються не лише як програмні комплекси для автоматизації операцій, але й як стратегічний інструмент оптимізації бізнес-процесів. Згідно з дослідженнями Davenport [24], впровадження ERP сприяє радикальному перегляду організаційних процедур, оскільки воно вимагає стандартизації, уніфікації та інтеграції інформаційних потоків у межах підприємства. Це дозволяє уникати дублювання функцій, підвищувати продуктивність і знижувати витрати.

Одним із ключових ефектів впровадження ERP-систем є підвищення прозорості бізнес-процесів. Завдяки єдиній базі даних, доступній для всіх підрозділів, керівництво отримує актуальну та достовірну інформацію про стан ресурсів, виробництва, фінансів, логістики тощо. Як зазначають Al-Mashari та Al-Mudimigh [25], це суттєво зменшує інформаційні бар’єри між підрозділами, усуває проблеми «локальної оптимізації» та створює умови для прийняття більш обґрунтованих управлінських рішень.

Іншим важливим напрямом оптимізації є зниження операційних витрат. ERP-системи дозволяють автоматизувати рутинні процеси, такі як бухгалтерський облік, управління запасами, формування звітності. Це скорочує час виконання операцій і зменшує кількість помилок, пов’язаних із людським фактором [26]. У результаті компанії отримують змогу зосередитися на стратегічних завданнях, а не на вирішенні дрібних операційних проблем.

ERP також сприяють стандартизації бізнес-процесів. Використання уніфікованих алгоритмів роботи забезпечує єдність підходів у плануванні, контролі та аналізі, що особливо важливо для багатопрофільних підприємств і холдингових структур. На рисунку 1.7 представлено концептуальну схему оптимізації бізнес-процесів за допомогою ERP-систем, яка демонструє перехід від фрагментованих інформаційних потоків до інтегрованої моделі управління.

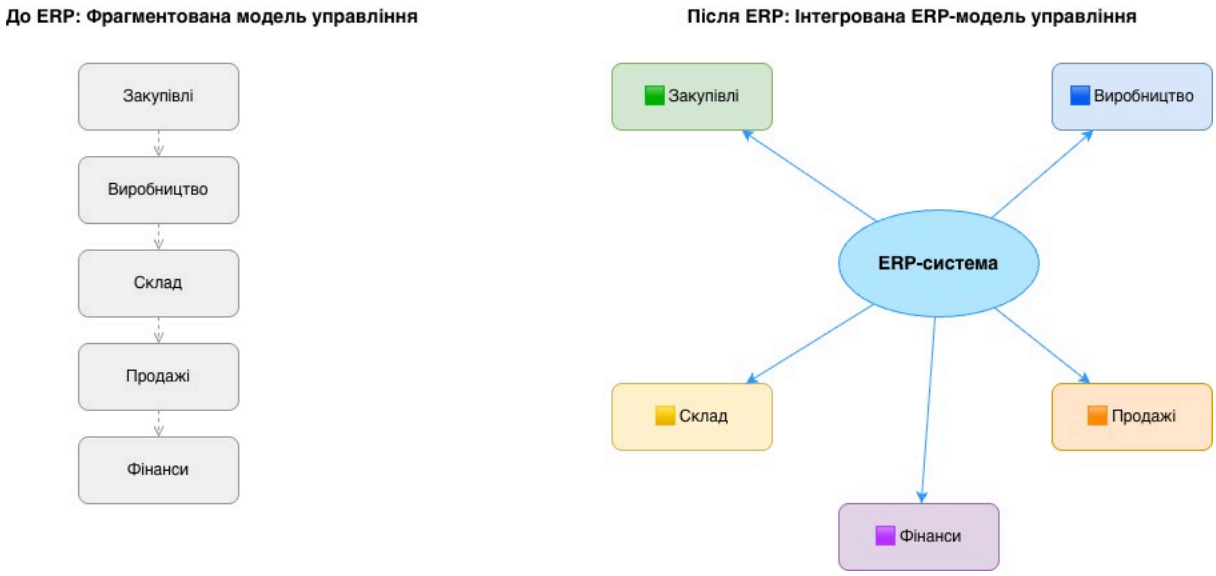


Рисунок 1.7 – Оптимізація бізнес-процесів на основі ERP-систем

Згідно з дослідженням Shang і Seddon [27], основні вигоди від ERP можна класифікувати у п’ятьох напрямах:

Операційні вигоди (зниження витрат, підвищення продуктивності, скорочення часу циклу виробництва);

Менеджерські вигоди (доступ до актуальної інформації, підтримка планування, підвищення прозорості управління);

Стратегічні вигоди (підтримка зростання, інтеграція нових бізнес-напрямів, глобалізація);

Інформаційні вигоди (єдина база даних, поліпшення якості даних, швидкий доступ);

Організаційні вигоди (стандартизація процесів, розвиток корпоративної культури).

У таблиці 1.7 наведено узагальнення впливу ERP-систем на основні бізнес-процеси підприємства.

Таблиця 1.7 – Вплив ERP-систем на ключові бізнес-процеси підприємства

Бізнес-процес	Традиційна модель (без ERP)	ERP-модель	Основний ефект
Управління запасами	Ручний контроль, дублювання даних	Автоматизований облік, інтеграція з постачальниками	Зниження надлишкових запасів
Виробниче планування	Локальні графіки у підрозділах	Єдиний виробничий план	Узгодженість та точність планування
Фінансовий облік	Повільна консолідація даних	Автоматичне формування звітів	Прозорість і своєчасність фінзвітності
Логістика	Слабка координація між підрозділами	Інтегрований контроль ланцюга постачань	Скорочення термінів постачання
Управління персоналом	Фрагментарний облік кадрів	Єдина база HRM	Ефективна робота з персоналом

ERP-системи виступають як комплексний інструмент оптимізації бізнес-процесів, що дозволяє зменшити витрати, підвищити продуктивність та забезпечити інтеграцію управлінських функцій. Цей вплив є фундаментальним для подальшого аналізу ролі ERP у процесі прийняття управлінських рішень, що буде розглянуто в наступних підрозділах.

Одним із ключових ефектів впровадження ERP-систем є суттєве підвищення якості управлінських рішень. У класичній моделі управління доступ до інформації часто обмежувався окремими підрозділами, що створювало інформаційні бар’єри та ускладнювало прийняття обґрунтованих рішень. ERP-системи, завдяки єдиній централізованій базі даних, забезпечують керівництво

актуальною та достовірною інформацією в режимі реального часу, що суттєво підвищує точність і швидкість ухвалення рішень [28].

Згідно з дослідженням Gattiker і Goodhue [29], ERP-системи не лише консолідують дані, але й створюють нову якість управлінської інформації: вони дозволяють бачити повну картину бізнесу, аналізувати залежності між різними процесами та прогнозувати наслідки управлінських рішень. Це особливо важливо в умовах динамічних ринків, коли швидкість і точність реакції підприємства на зміни середовища визначає його конкурентоспроможність.

Сучасні ERP-рішення інтегрують аналітичні модулі (Business Intelligence, Data Analytics), які розширюють можливості керівників у сфері прогнозування та стратегічного планування. Наприклад, використання прогнозної аналітики дозволяє оцінити можливі сценарії розвитку подій на основі історичних даних і сучасних трендів [30]. Це означає, що управлінські рішення перестають ґрунтуватися виключно на інтуїції менеджера, а спираються на емпірично обґрунтовані дані.

Додатково ERP-системи сприяють підвищенню рівня обґрунтованості рішень завдяки інтеграції зовнішніх і внутрішніх джерел даних. Це особливо актуально для фінансового та стратегічного менеджменту. Наприклад, інтеграція ERP із CRM-модулем дозволяє враховувати клієнтські дані під час формування маркетингових стратегій, а інтеграція з SCM – оптимізувати ланцюги постачань, що напряму впливає на витрати та прибутковість.

У таблиці 1.8 наведено приклади впливу ERP на різні рівні управлінських рішень.

ERP-системи сприяють переходу управління від реактивної моделі (усунення наслідків проблем) до проактивної (попередження проблем через прогнозування). Це дозволяє підприємствам підвищувати ефективність управління, зменшувати ризики та формувати конкурентні переваги на ринку.

Таблиця 1.8 – Вплив ERP на якість управлінських рішень за рівнями управління

Рівень управління	Приклад рішення	Вплив ERP-системи
Стратегічний	Вибір напрямів інвестицій	Моделі прогнозування, аналітика великих даних
Тактичний	Оптимізація виробничого плану	Єдина база даних про ресурси та потужності
Операційний	Управління запасами на складах	Автоматичне оновлення залишків у реальному часі

У сучасних умовах цифровізації економіки ERP-системи перетворилися на ключовий елемент інтеграції бізнес-процесів і основу для цифрової трансформації підприємств. Вони забезпечують єдиний інформаційний простір, у якому всі функціональні підсистеми підприємства (виробництво, фінанси, маркетинг, логістика, HR) взаємодіють у режимі реального часу [5]. Це дає можливість синхронізувати діяльність різних підрозділів та уникати конфліктів інтересів, що підвищує загальну ефективність управління.

ERP виступають своєрідним «цифровим ядром» (digital core) підприємства, яке інтегрує не лише внутрішні, а й зовнішні інформаційні потоки. Як зазначають Klaus та Rosemann [31], ERP-системи відіграють роль фундаментальної платформи, на якій будуються нові цифрові бізнес-моделі, зокрема електронна комерція, цифрові маркетингові кампанії та інтегровані ланцюги постачань.

Значний вплив ERP мають на реалізацію концепції Industry 4.0, що передбачає широке використання інтернету речей (IoT), штучного інтелекту (AI), великих даних (Big Data) та роботизації у виробничих і бізнес-процесах. Сучасні ERP-платформи (наприклад, SAP S/4HANA, Oracle NetSuite, Microsoft Dynamics 365) мають модулі для інтеграції IoT-пристроїв, аналітики потоків даних у реальному часі та прогнозного моделювання [32]. Це дозволяє підприємствам переходити від класичного управління ресурсами до побудови цифрових двійників (digital twins), що забезпечують імітацію бізнес-процесів і їх оптимізацію на основі даних.

Важливим результатом інтеграційної ролі ERP є створення корпоративних екосистем, у яких підприємство функціонує як частина більш широкої мережі партнерів, постачальників і клієнтів. ERP забезпечують прозорість у ланцюгах створення вартості, сприяють стандартизації взаємодії та дозволяють реалізовувати спільні цифрові проекти. Наприклад, у міжнародних корпораціях ERP використовується для інтеграції глобальних виробничих майданчиків і координації постачань у реальному часі [32].

У таблиці 1.9 наведено ключові аспекти впливу ERP-систем на цифрову трансформацію підприємств.

Таблиця 1.9 – Вплив ERP-систем на цифрову трансформацію підприємств

Напрям трансформації	Роль ERP-системи	Очікуваний ефект
Виробництво	Інтеграція IoT, цифрові двійники	Оптимізація виробничих процесів, зниження витрат
Логістика	Прозорий контроль ланцюга постачань	Скорочення термінів доставки, зниження ризиків перебоїв
Фінанси	Автоматизація фінзвітності, аналітика Big Data	Прозорість та швидкість фінансових рішень
Клієнтський сервіс	Інтеграція з CRM, прогнозування попиту	Зростання задоволеності клієнтів, персоналізація
Управління персоналом	HR-аналітика, мобільні рішення	Зменшення плинності кадрів, підвищення мотивації

ERP-системи стають базовою платформою цифрової трансформації підприємств, інтегруючи традиційні управлінські функції з новими цифровими технологіями. Це дозволяє підприємствам підвищувати гнучкість, адаптивність і конкурентоспроможність у глобальній економіці.

Незважаючи на численні переваги, впровадження ERP-систем супроводжується низкою ризиків та обмежень, які можуть нівелювати очікуваний позитивний ефект. Дослідження показують, що близько 50–70% проектів ERP не досягають початково поставлених цілей або виходять за межі бюджету та термінів [34]. Це свідчить про необхідність комплексного розгляду не лише вигід, а й потенційних проблем.

Організаційні ризики. Найбільш поширеними є організаційні ризики, пов’язані зі зміною структури бізнес-процесів та необхідністю адаптації персоналу. Як зазначають Al-Fawaz, Drew і Al-Fawaz [35], ERP вимагає глибокої реінжинірингу процесів, що може зустріти опір з боку працівників. Нерідко співробітники розглядають ERP як загрозу звичним методам роботи або як фактор зростання контролю з боку керівництва. Це може призводити до прихованого саботажу та зниження ефективності впровадження.

Фінансові обмеження. ERP-проекти потребують значних інвестицій, які включають вартість програмного забезпечення, ліцензій, консультацій, навчання персоналу та технічної інфраструктури. Для малих і середніх підприємств це може стати критичним бар’єром. За даними Panorama Consulting (2019), середня вартість ERP-впровадження для середніх компаній становить від 0,5 до 2 млн доларів США, а для великих корпорацій – десятки мільйонів [34]. Високі витрати створюють ризик неповного впровадження або відмови від подальшого розвитку системи.

Технічні та інтеграційні ризики. ERP-системи вимагають інтеграції з іншими корпоративними програмами (CRM, SCM, HRM), що часто супроводжується технічними проблемами. Несумісність форматів даних, низька якість вихідної інформації, відсутність єдиних стандартів можуть призвести до збоїв та помилок у роботі системи [36]. Додатково, ERP-проекти потребують високого рівня IT-компетенцій персоналу, що створює залежність від консультантів і постачальників програмного забезпечення.

Соціально-психологічні бар’єри. ERP змінюють стиль управління – від децентралізованого до централізованого, що іноді викликає незадоволення менеджерів середньої ланки. Втрата автономії у прийнятті рішень може негативно вплинути на мотивацію персоналу. Дослідження Markus і Tanis [37] показують, що багато невдач ERP-проектів зумовлені саме людським фактором, а не технічними чи фінансовими аспектами.

У таблиці 1.10 систематизовано основні ризики ERP-проектів та їх можливі наслідки.

Таблиця 1.10 – Основні ризики впровадження ERP-систем

Категорія ризику	Приклад проблеми	Можливі наслідки
Організаційний	Опір персоналу змінам	Затримки у впровадженні, зниження продуктивності
Фінансовий	Перевищення бюджету	Неможливість завершення проекту, збитки
Технічний	Інтеграція з іншими системами	Збої у роботі ERP, втрата даних
Соціально-психологічний	Невдоволення менеджерів централізацією	Зростання плинності кадрів, демотивація

ERP-системи є потужним інструментом оптимізації та інтеграції бізнес-процесів, проте їх впровадження пов’язане зі значними ризиками. Для мінімізації негативних наслідків необхідне ретельне планування проекту, залучення персоналу до процесу змін та поетапне впровадження з урахуванням фінансових і технічних можливостей підприємства.

Висновки до розділу 1

У результаті опрацювання теоретичних засад використання ERP-систем в управлінні підприємством можна зробити низку важливих узагальнень.

По-перше, проведено аналіз еволюції ERP-систем, що дозволив простежити їх розвиток від перших систем планування матеріальних ресурсів (MRP) і виробничих ресурсів (MRP II) до сучасних хмарних ERP-рішень, інтегрованих з технологіями штучного інтелекту, інтернету речей та великих даних. Доведено, що ERP пройшли шлях від інструментів локальної автоматизації до універсальних цифрових платформ, які забезпечують комплексне управління ресурсами підприємства.

По-друге, узагальнено теоретичні підходи до оцінки ефективності управління підприємством. Показано, що класичні фінансові показники (рентабельність, ліквідність, ділова активність) залишаються важливими, однак є недостатніми для комплексного оцінювання. Системний та функціональний підходи розширюють межі аналізу, враховуючи внутрішні процеси та управлінські функції. Інтегральні та багатокритеріальні моделі дозволяють

поєднувати різні групи індикаторів, тоді як сучасні концепції (Balanced Scorecard, KPI, ESG-метрики) забезпечують стратегічну орієнтацію та узгодженість фінансових і нефінансових результатів.

По-третє, розглянуто вплив ERP-систем на бізнес-процеси та управлінські рішення. ERP виступають ключовим інструментом оптимізації бізнес-процесів, забезпечуючи прозорість, зниження операційних витрат та стандартизацію процедур. Вони підвищують якість управлінських рішень завдяки єдиній базі даних, інтегрованим аналітичним модулям і можливостям прогнозування. ERP стають ядром цифрової трансформації підприємств, інтегруючи внутрішні та зовнішні інформаційні потоки в єдину бізнес-екосистему. Водночас акцентовано увагу на ризиках та обмеженнях впровадження ERP, серед яких – високі витрати, організаційний опір, технічні складнощі та соціально-психологічні бар'єри.

Отже, ERP-системи мають фундаментальне значення для розвитку сучасних підприємств, оскільки поєднують стратегічні, тактичні та операційні аспекти управління в єдиній інтегрованій платформі. Їх застосування дозволяє підвищувати ефективність управлінських процесів, посилювати конкурентоспроможність та створювати основу для сталого розвитку в умовах цифрової економіки.

РОЗДІЛ 2
МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ERP-СИСТЕМ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ УПРАВЛІННЯ

2.1. Методичні підходи до моделювання впливу ERP-систем

Моделювання впливу ERP-систем на ефективність управління підприємством базується на розумінні того, що ERP змінює не лише технічну інфраструктуру, але й логіку функціонування бізнес-процесів. У науковій літературі виокремлюють кілька рівнів впливу ERP: операційний, тактичний та стратегічний [27]. Для адекватного відображення цих змін у моделях необхідне поєднання економіко-математичних, системних та імітаційних підходів.

Концептуально ERP-вплив можна представити як систему взаємопов'язаних факторів, що трансформують вхідні ресурси (Input) у результат (Output) через інтегровану інформаційну платформу. На рисунку 2.1 подано спрощену концептуальну схему такого впливу, яка враховує роль ERP у взаємозв'язку між ресурсами, бізнес-процесами та результатами.



Рисунок 2.1 – Концептуальна схема впливу ERP-систем на ефективність управління підприємством

У цій моделі ERP виконує роль каталізатора трансформації бізнес-процесів:

– на операційному рівні: зменшує транзакційні витрати, підвищує продуктивність праці, скорочує помилки обробки даних;

– на тактичному рівні: підвищує узгодженість функціональних підрозділів, забезпечує прозорість фінансових та матеріальних потоків;

– на стратегічному рівні: створює можливості для інтеграції у цифрові бізнес-екосистеми та впровадження інноваційних моделей управління [5].

Важливим елементом концептуального підходу є система показників, що дозволяє кількісно виміряти вплив ERP. Найчастіше використовується трикомпонентна структура:

1. Фінансові показники (EBITDA, ROI, зниження витрат, рентабельність).

2. Операційні показники (оборотність запасів, час виробничого циклу, рівень автоматизації).

3. Управлінські показники (точність прогнозування, своєчасність рішень, інтеграція даних).

У таблиці 2.1 наведено узагальнену систему показників, що може бути використана у моделюванні.

Таблиця 2.1 – Система показників для моделювання впливу ERP-систем на ефективність управління

Група показників	Приклади метрик	Очікуваний ефект від ERP
Фінансові	ROI, EBITDA margin, Cost Reduction	Підвищення прибутковості, зниження витрат
Операційні	Lead Time, Inventory Turnover, OEE	Оптимізація процесів, зменшення часу циклу
Управлінські	Forecast Accuracy, Decision Time	Прийняття обґрунтованих рішень у реальному часі

Концептуальні основи моделювання ERP-впливу полягають у формуванні багаторівневої системи показників та побудові моделей, які відображають трансформаційний ефект ERP на бізнес-процеси. Це створює підґрунтя для

застосування більш формалізованих підходів – економіко-математичних та імітаційних моделей, що будуть розглянуті у наступних підрозділах.

Оцінювання впливу ERP-систем на ефективність управління доцільно проводити в кількох взаємодоповнюваних площинах: (1) фінансова доцільність інвестиції (ROI, NPV/IRR, TCO); (2) операційна продуктивність та технічна ефективність (DEA/Malmquist, стохастична виробнича межа); (3) причинно-наслідковий ефект для бізнес-показників (econometric identification: DiD, панельні моделі, інструментальні змінні); (4) моделі створення вартості (продукційні функції із внеском IT/ERP). Далі системно описано кожний блок.

Фінансові моделі інвестиційної доцільності: ROI, NPV/IRR, TCO.

Повернення інвестиції (ROI). Базовий показник для швидкої оцінки вигоди ERP-проєкту:

$$ROI = \frac{Benefit - Cost}{Cost} \times 100\%, \tag{2.1}$$

де $Benefit$ охоплює щорічну економію витрат (зменшення запасів, дефектності, трудомісткості обліку), приріст маржі за рахунок точнішого планування попиту, скорочення циклів «замовлення-постачання-оплата». Щоб уникнути завищення ROI, витрати слід рахувати за підходом TCO (Total Cost of Ownership): ліцензії/підписки, кастомізація, інтеграції, навчання, підтримка, інфраструктура, оновлення, супровід [38], [39].

Дисконтовані грошові потоки (NPV/IRR). Для стратегічних ERP-проєктів застосовують дисконтовані схеми:

$$NPV = \sum_{t=1}^{T} \frac{CF_t}{(1+r)^t} - I_0, \qquad IRR : NPV(IRR) = 0 \tag{2.2}$$

де I_0 – первісні інвестиції;

CF_t – чисті грошові потоки від ефектів ERP у році *t*;

r – ставка дисконту (WACC).

Рекомендовано моделювати щонайменше три сценарії (оптимістичний/базовий/песимістичний), чутливість NPV до ключових драйверів (економія ФОП, зниження запасів, приріст обсягу продажів). На рис. 2.2 показано «водоспад» переходу від операційних ефектів до CF_t та NPV у часі (5–7 років горизонту, як у практиці ERP-впроваджень [38], [39]).



Рисунок 2.2 – Водоспад переходу від операційних ефектів ERP-впровадження до CF_t і NPV у часі (7-річний горизонт)

Приклад структури TCO ERP-проєкту подано в табл. 2.2:

Таблиця 2.2 – Складові TCO ERP-проєкту (річний та життєвий цикл)

Компонент TCO	Приклади	Коментар для моделі NPV
Ліцензії / SaaS	User-based, module-based	Фіксована + змінна частини
Інтеграції	CRM, WMS, MES, бухгалтерія	Одноразово + щорічна підтримка
Кастомізація	Розробка звітів, форми	Амортизація/капіталізація
Інфраструктура	Сервери/хмара, БД	Хмара → OPEX, on-prem → CAPEX
Навчання	Тренінги ключових користувачів	Разово і при оновленнях
Саппорт/оновлення	Patch, major release	Річний відсоток від ліцензій

Мікроекономіка продуктивності: виробничі функції, IT-внесок, SFA. Щоб відокремити внесок ERP у продуктивність, застосовують виробничі функції з включенням IT/ERP-капіталу K_{IT} або бінарної змінної факту впровадження:

Cobb–Douglas із IT-капіталом:

$$Y_{it} = A \cdot K_{it}^{\alpha} L_{it}^{\beta} K_{it}^{IT\,\gamma} e^{\varepsilon_{it}}, \tag{2.3}$$

де Y – випуск/додана вартість;

K, L – фізичний капітал і праця;

K^{IT} – вартість IT-активів (включно з ERP);

γ – еластичність IT-внеску; оцінювання в логарифмах панельними методами з фіксованими ефектами/IV [40], [41].

Dummy-підхід (до/після):

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln K_{it} + \beta_2 \ln L_{it} + \underbrace{\beta_3 ERP_{it}}_{\text{ефект ERP}} + \mu_i + \tau_t + \varepsilon_{it}, \tag{2.4}$$

де $ERP_{it} \in \{0,1\}$ – індикатор періоду після go-live;

μ_i, τ_t – фіксовані ефекти підприємств i років.

β_3 інтерпретується як середній частковий приріст випуску, асоційований із ERP, за контролю капіталу і праці [40], [42].

Стохастична виробнича межа (SFA). Для розмежування шуму і неефективності:

$$\ln Y_{it} = f(X_{it}; \beta) + v_{it} - u_{it}, \qquad v_{it} \sim \mathcal{N}(0, \sigma_v^2), \quad u_{it} \geq 0, \tag{2.5}$$

де u_{it} – неефективність; залежність $u_{it} = z_{it}\delta + \eta_{it}$, дозволяє моделювати вплив ERP_{it} на зниженн'я неефективності (очікувано $\delta_{ERP}<0$) [43]. На рис. 2.3 показано зсув до «кращої практики» після ERP.

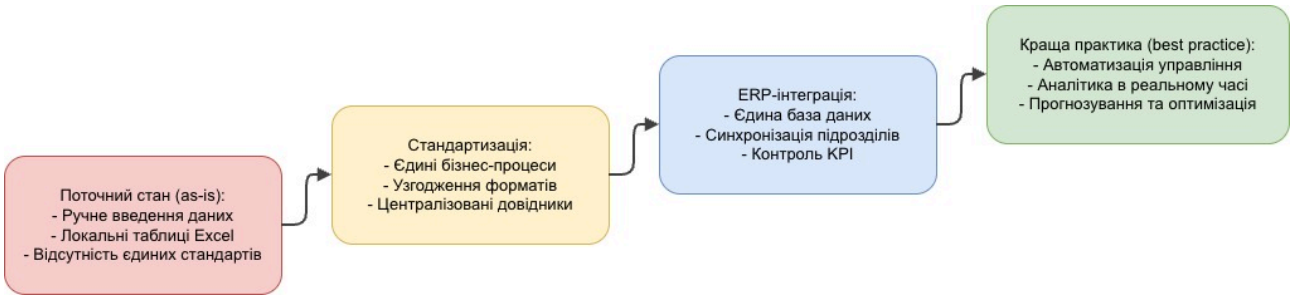


Рисунок 2.3 – Зсув підприємства до рівня «кращої практики» після ERP-впровадження

Безпараметричні моделі ефективності: DEA та індекс Мальмквіста.

Data Envelopment Analysis (DEA) – лінійно-програмний підхід оцінки відносної технічної ефективності «підприємство-рік» без припущень щодо форми функції виробництва. Для вхідно-орієнтованої моделі CCR (постійна віддача від масштабу) оцінюємо одиницю 0:

$$\min_{\theta,\lambda} \theta \quad \text{s.t.} \quad Y\lambda \geq y_0, \quad X\lambda \leq \theta x_0, \lambda \geq 0, \tag{2.6}$$

де $\theta \in (0,1]$ – індекс технічної ефективності;

X, Y – матриці ресурсів і випуску для всіх DMU [44], [45].

Порівняння θ «до/після» ERP дає операційний ефект; можна використовувати варіант BCC (змінна віддача від масштабу).

Індекс Мальмквіста (Malmquist TFP) дає динаміку продуктивності:

$$M_0^{t,t+1}(x,y) = \left[\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \cdot \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2}, \tag{2.6}$$

де D_0 – функції відстані.

Розклад на технічний прогрес і зміну ефективності дозволяє побачити, чи ERP поліпшив практики (catch-up) або зсув межі (innovation) [46].

Причинно-наслідкові економетричні дизайни: DiD, панелі, IV.

Difference-in-Differences (DiD). Якщо є група впровадження (Treatment) і зіставна група (Control), ідентифікація ефекту ERP базується на взаємодії:

$$Y_{it} = \alpha + \beta(Post_t \times Treat_i) + \gamma_i + \delta_t + X'_{it}\phi + \varepsilon_{it}, \tag{2.7}$$

де β – середній причинний ефект ERP за припущення паралельних трендів [47].

Рекомендовано перевірити відсутність «антиципаційних» трендів (event-study-побудова з лід/лаг-індикаторами).

Панельні моделі з фіксованими/випадковими ефектами (FE/RE) з часовими фіксованими ефектами допомагають відфільтрувати незмінні у часі гетерогенності підприємств; робастні SE кластеризують на рівні підприємства.

Інструментальні змінні (IV). За наявності ендогенності впровадження (select-in bias) застосовують IV (наприклад, інструменти на рівні регіону/індустрії: щільність консультантів ERP, хвилі постачальницьких знижок), двоетапний МНК (2SLS) [42], [47]. У табл. 2.3 зведено ідентифікаційні припущення/тести (F-статистика слабких інструментів, Hansen J).

Таблиця 2.3 – Економетричні дизайни для оцінки ERP-ефекту

Підхід	Ключове припущення	Що дає	Ризики
DiD	Паралельні тренди	Середній причинний ефект	Порушення PT, вибір Control
FE-панель	Незмінна гетерогенність	Чисті асоціації	Ендогенність часу
IV (2SLS)	Валідний інструмент	Причинний ефект	Слабкі інструменти

Поєднання підходів у єдиній методиці. На практиці корисно поєднати фінансові та продуктивні моделі з причинною ідентифікацією:

1. Етап 1 (фінанси): TCO → сценарні CF_t → NPV/IRR; чутливість до r, adoption-lag.

2. Етап 2 (операційні ефекти): DEA/SFA/Malmquist для «тонкої настройки» процесних KPI (Lead Time, OEE, оборотність).

3. Етап 3 (причинність): DiD/панель/IV на підсумкових показниках (EBITDA margin, TFP, сервіс-рівень).

4. Етап 4 (перенесення у СППР): зв’язати метрики й моделі з дашбордами.

Приклад формального постановлення «ERP-ефекту» у функції вартості. Для підсвітлення саме керованої економії витрат розглянемо лог-лінійну модель сукупних операційних витрат C_{it}:

$$\ln C_{it} = \alpha + \beta_1 \ln Q_{it} + \beta_2 \ln W_{it} + \underbrace{\beta_3 ERP_{it}}_{\text{очікувано}<0} + \mu_i + \tau_t + \varepsilon_{it}, \tag{2.8}$$

де Q – випуск/виробниче завантаження, W – індекс цін на ресурси. Негативний β_3 інтерпретується як відсоткове скорочення витрат завдяки ERP за контролю масштабу та цін. Для валідації – робимо placebo-тести (псевдо-go-live до фактичної дати), перевірки на гетерогенність ефектів (за цехами/модулями).

Застереження щодо вимірювання та даних:

1. Людський фактор: у перший рік можливий «ефект кривої навчання» – вводимо лаги ERP (t, $t+1$, $t+2$).

2. Капіталізація витрат ERP: у фінзвітності частина витрат переходить у нематеріальні активи – важливо коректно формувати CF_t.

3. Якість даних: для DEA/SFA потрібні стабільні визначення inputs/outputs (наприклад, години праці, машино-години, енергія).

4. Гетерогенність модулів: ERP-ефекти різняться між виробництвом/логістикою/фінансами – доцільні моделі з взаємодіями (ERP×Module).

Інформаційно-імітаційне моделювання (simulation modeling) є одним із найефективніших методів дослідження впливу ERP-систем на бізнес-процеси, оскільки воно дозволяє відтворювати динаміку функціонування підприємства, враховуючи складні взаємозв’язки між підрозділами, потоками ресурсів і управлінськими рішеннями. Такий підхід дає змогу аналізувати «що-якщо»-сценарії (what-if analysis) до фактичного впровадження ERP, оцінювати ризики та оптимізувати структуру бізнес-процесів [48].

1. Дискретно-подійне моделювання (Discrete Event Simulation, DES). DES дозволяє відтворювати окремі події, які змінюють стан системи у часі,

наприклад: надходження замовлення, початок виробничої операції, поставка матеріалів тощо. ERP інтегрує ці події в єдину інформаційну систему, забезпечуючи їх синхронізацію. Як зазначають Robinson [49], DES використовується для моделювання ланцюгів постачань, виробничих процесів та складських операцій.

Приклад: моделювання впливу ERP-модуля управління запасами на середній час виконання замовлення. У моделі можна варіювати політики поповнення запасів (наприклад, EOQ чи JIT) і оцінювати вплив на рівень сервісу та витрати.

2. Системна динаміка (System Dynamics, SD). SD застосовується для відображення довгострокових і нелінійних взаємозв'язків у бізнес-процесах. Вона базується на диференціальних рівняннях, що описують накопичення (stocks) і потоки (flows). У контексті ERP це дозволяє моделювати ефекти управлінських рішень на стратегічному рівні, наприклад, взаємозалежність між інвестиціями в ERP, рівнем автоматизації, продуктивністю праці та фінансовими результатами [50].

Приклад: модель «системи попиту та запасів», де ERP зменшує коливання у ланцюгах постачань (ефект bullwhip). Це дає змогу продемонструвати стратегічну роль ERP у стабілізації бізнес-процесів.

3. Моделі BPMN та процесне моделювання. Business Process Model and Notation (BPMN) використовується для візуалізації та аналізу бізнес-процесів у середовищі ERP. За допомогою BPMN можна побудувати діаграми «AS-IS» (поточний стан процесів) і «TO-BE» (стан після ERP) (табл.2.4). Це дозволяє виявити вузькі місця, дублювання функцій і оцінити вигоди від інтеграції [14].

4. Імітаційне моделювання KPI та «Digital Twin». Сучасні ERP-системи підтримують концепцію цифрових двійників бізнес-процесів (Business Digital Twin). Це віртуальні моделі підприємства, які у режимі реального часу відображають роботу всіх підрозділів і дозволяють тестувати управлінські рішення без ризику для реального бізнесу [51].

Таблиця 2.4 – Приклад аналізу бізнес-процесу закупівель у BPMN-нотації

Етап процесу	«AS-IS» (без ERP)	«TO-BE» (з ERP)	Очікуваний ефект
Формування заявки	Ручне введення у різних підрозділах	Єдина система заявок ERP	Скорочення дублювання, швидкість
Узгодження	Багатоступеневе, паперове	Автоматизоване, електронні підписи	Прозорість, контроль термінів
Замовлення	Телефон, email	Автоматизоване через систему постачальників	Зменшення помилок
Оплата	Після ручної перевірки	Інтеграція з бухгалтерією ERP	Швидкість, контроль фінансів

Приклад: створення цифрового двійника виробничої лінії, інтегрованого в ERP, для оптимізації графіка технічного обслуговування обладнання. Це дозволяє зменшити простої та збільшити коефіцієнт OEE (Overall Equipment Effectiveness).

Інформаційно-імітаційні моделі створюють можливість комплексно оцінювати вплив ERP на бізнес-процеси, поєднуючи короткострокові ефекти (DES), стратегічні зміни (SD), організаційні перетворення (BPMN) та інноваційні інструменти цифрової трансформації (Digital Twin). Це дозволяє мінімізувати ризики впровадження та підвищити точність прогнозів очікуваного ефекту.

Сучасна практика моделювання впливу ERP-систем виходить за межі окремих фінансових чи імітаційних моделей і дедалі частіше спирається на інтегровані підходи, що поєднують багатовимірні показники ефективності у єдину систему стратегічного управління. Це пов’язано з тим, що ERP змінює як операційні процеси, так і стратегічні орієнтири підприємства, отже, його ефект не можна адекватно виміряти лише одним показником (наприклад, ROI чи NPV).

Balanced Scorecard (BSC) у моделюванні ERP-впливу. Система збалансованих показників (BSC), розроблена Kaplan та Norton [21], є одним із найефективніших інструментів інтеграції фінансових і нефінансових показників у контексті ERP. У класичному варіанті BSC охоплює чотири площини:

1. Фінанси: ROI ERP-проєкту, скорочення витрат на запаси, підвищення оборотності активів;

2. Клієнти: рівень задоволеності клієнтів, час виконання замовлень, кількість рекламацій;

3. Внутрішні бізнес-процеси: тривалість виробничого циклу, точність планування, частка автоматизованих операцій;

4. Навчання і розвиток персоналу: кількість працівників, навчених роботі з ERP, рівень використання системи.

KPI-моделі (Key Performance Indicators). Для оцінки короткострокового й середньострокового ефекту ERP застосовуються KPI-моделі, що формують набір кількісних індикаторів за функціональними напрямами [22] (табл. 2.5).

Таблиця 2.5 – Приклади KPI для оцінки ERP-впливу

Напрям ERP	KPI	Очікуваний ефект
Фінансовий	EBITDA margin, Cash-to-Cash Cycle Time	Збільшення прибутковості, скорочення фінансового циклу
Логістика	On-time Delivery, Inventory Accuracy	Підвищення точності постачань і контролю запасів
Виробництво	OEE (Overall Equipment Effectiveness)	Зростання продуктивності обладнання
HR	User Adoption Rate, Training Hours per Employee	Зростання залученості та компетенцій персоналу

KPI-моделі можуть бути інтегровані в ERP через дашборди бізнес-аналітики (BI-модулі), що дозволяє в режимі реального часу відслідковувати прогрес ERP-впровадження.

Багатокритеріальні методи оцінки. ERP-впровадження є багатовимірним процесом із численними наслідками для підприємства, тому доцільно застосовувати багатокритеріальні методи прийняття рішень (MCDM – Multi-Criteria Decision Making). Серед найпоширеніших:

AHP (Analytic Hierarchy Process) – дозволяє структуризувати цілі ERP-проєкту і зважити критерії за важливістю [23]. Наприклад, фінансові вигоди можуть мати вагу 0,4, операційні – 0,3, стратегічні – 0,2, HR – 0,1.

TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) – використовується для порівняння альтернатив ERP-рішень за відстанню до «ідеального» сценарію.

Нечіткі моделі (Fuzzy MCDM) – дозволяють враховувати невизначеність у таких критеріях, як «рівень задоволеності персоналу» або «адаптивність бізнес-процесів».

Інтегрована методика моделювання ERP-впливу. На основі поєднання BSC, KPI та MCDM можна побудувати інтегровану методику моделювання ERP-впливу, яка включає такі етапи:

1. Визначення стратегічних цілей ERP-проєкту (зниження витрат, оптимізація запасів, підвищення рівня клієнтського сервісу).

2. Формування системи KPI, які відображають вплив ERP на ключові бізнес-процеси.

3. Побудова карти BSC, яка демонструє причинно-наслідкові зв'язки між ERP-діями та бізнес-результатами.

4. Агрегація результатів за допомогою MCDM, що дозволяє зважити різні аспекти ERP-впливу та отримати інтегральний індекс ефективності.

У табл. 2.6 узагальнено порівняння методичних підходів та їх роль у моделюванні ERP-впливу.

Таблиця 2.6 – Порівняння інтегрованих методичних підходів до моделювання ERP-впливу

Підхід	Рівень застосування	Сильні сторони	Обмеження
BSC	Стратегічний	Узгоджує стратегію з операційними завданнями	Потребує якісних нефінансових даних
KPI	Тактичний/операційний	Конкретність, кількісність	Може створити надмірну кількість показників
MCDM	Стратегічний/аналітичний	Дає інтегральний індекс з урахуванням ваг	Складність розрахунків, суб'єктивність ваг

Інтегровані методичні підходи дозволяють поєднати фінансові, операційні, стратегічні та нефінансові аспекти оцінки ERP. Це створює основу для комплексного моделювання ERP-впливу.

2.2. Розробка економіко-математичної моделі оцінки ефективності ERP-впровадження

Побудова економіко-математичної моделі оцінки ефективності ERP-впровадження передбачає формалізацію взаємозв'язку між витратами на систему, змінами у бізнес-процесах та кінцевими результатами діяльності підприємства. Наукові дослідження [27; 41] показують, що ERP має багатовимірний вплив, який не можна звести лише до фінансових результатів. Тому модель повинна охоплювати фінансові, операційні та управлінські показники.

ERP-система впливає на управління підприємством через три ключові канали:

Фінансовий – зменшення витрат, підвищення рентабельності, зростання ROI.

Операційний – оптимізація запасів, зниження тривалості виробничого циклу, зростання ефективності обладнання (OEE).

Управлінський – підвищення швидкості та точності прийняття рішень, інтеграція даних у єдиному інформаційному середовищі.

Ці канали впливу формують логіку економіко-математичної моделі, у якій ERP виступає як незалежна змінна, що трансформує внутрішні бізнес-процеси й формує ефект на кінцевих показниках ефективності.

У наукових роботах [27, 41] пропонується будувати інтегральний показник ефективності впровадження ERP (E) як функцію від трьох груп змінних:

$$E = f(F, O, U), \tag{2.9}$$

де

F – фінансові показники;

O – операційні показники;

U – управлінські показники.

Кожен із цих блоків складається з низки конкретних змінних. Для їх систематизації складено таблицю 2.7.

Таблиця 2.7 – Система змінних для економіко-математичної моделі оцінки ERP-впровадження

Категорія	Позначення	Формула / зміст	Очікуваний вплив від ERP
Фінансові	*ROI*	(Benefit – Cost)/Cost	Зростання
	EBITDA	Прибуток до вирахування % та амортизації	Підвищення
	C_{red}	Економія витрат, %	Підвищення
Операційні	*IT*	Продажі / Середні запаси	Зростання
	LT	Середній час виробничого циклу	Скорочення
	OEE	Availability × Performance × Quality	Зростання
Управлінські	*DT*	Середній час ухвалення рішення	Скорочення
	INT	Індекс інтегрованості процесів	Зростання
	FA	Точність прогнозів попиту, %	Підвищення

Таким чином, перший етап розробки економіко-математичної моделі полягає у визначенні релевантних змінних та їх формалізації.

Для аналітичної зручності використаємо адитивну форму у вигляді зваженої суми нормалізованих показників:

$$E = \alpha \cdot E_F + \beta \cdot E_O + \gamma \cdot E_U, \tag{2.10}$$

де E_F, E_O, E_U – агреговані індекси фінансових, операційних та управлінських змінних;

α,β,γ– вагові коефіцієнти (визначаються методом експертного оцінювання або ентропійного зважування).

Фінансовий індекс (E_F). Фінансовий блок повинен показати економічну доцільність ERP-проєкту. Доцільно використовувати комбінацію ROI та NPV як ключових індикаторів:

$$E_F = w_1 \cdot ROI + w_2 \cdot \frac{NPV}{I_{ERP}} + w_3 \cdot \Delta EBITDA, \quad (2.11)$$

де

$$ROI = \frac{\text{Benefit} - \text{Cost}}{\text{Cost}} \quad (2.12)$$

$$NPV = \sum_{t=1}^{T} \frac{CF_t}{(1+r)^t} - I_{ERP} \quad (2.13)$$

$\Delta EBITDA$ – зміна операційного прибутку після впровадження ERP.

Цей блок відображає здатність ERP генерувати грошові потоки та підвищувати прибутковість підприємства.

Операційний індекс (E_O). Операційні ефекти ERP проявляються у скороченні витрат часу та ресурсів. Основні змінні можна агрегувати так:

$$E_O = v_1 \cdot \frac{IT}{IT_0} + v_2 \cdot \frac{LT_0}{LT} + v_3 \cdot \frac{OEE}{OEE_0} + v_4 \cdot \frac{FA}{FA_0}, \quad (2.14)$$

де

IT – оборотність запасів;

LT – тривалість виробничого циклу;

OEE – загальна ефективність обладнання;

FA – точність прогнозів попиту;

індекс «0» означає базове (до ERP) значення показника.

Таким чином, E_O>1 свідчить про покращення операційної ефективності завдяки ERP.

Управлінський індекс (E_U). ERP трансформує управлінські процеси, і це має бути формалізовано у моделі:

$$E_U = z_1 \cdot \frac{DT_0}{DT} + z_2 \cdot \frac{INT}{INT_0} + z_3 \cdot \frac{SAT}{SAT_0} + z_4 \cdot \frac{ADP}{ADP_0} \quad (2.15)$$

де

DT – середній час ухвалення рішення;

INT – індекс інтегрованості бізнес-процесів;

SAT – рівень задоволеності персоналу ERP.

ADP – адаптивність організації.

Управлінський блок особливо важливий для довгострокового прогнозування стійкості ERP-ефекту.

Інтеграція блоків у єдину модель. Фінальний вигляд базової моделі:

$$E = \alpha \cdot \left(w_1 ROI + w_2 \frac{NPV}{I_{ERP}} + w_3 \Delta EBITDA\right) + \beta \cdot \left(v_1 \frac{IT}{IT_0} + v_2 \frac{LT_0}{LT} + v_3 \frac{OEE}{OEE_0} + v_4 \frac{FA}{FA_0}\right) + \gamma \cdot \left(z_1 \frac{DT_0}{DT} + z_2 \frac{INT}{INT_0} + z_3 \frac{SAT}{SAT_0} + z_4 \frac{ADP}{ADP_0}\right).$$

Для практичного використання модель дозволяє:

– визначити інтегральний показник ефективності (E);

– здійснювати сценарний аналіз (оптимістичний, базовий, песимістичний варіанти);

– оцінити внесок кожного блоку (фінансового, операційного, управлінського) у загальний результат.

Таким чином, базова економіко-математична модель є гнучким інструментом, який не лише вимірює фінансові вигоди ERP, але й враховує зміни в операційній діяльності та управлінських практиках.

Побудована базова економіко-математична модель дозволяє інтегрувати фінансові, операційні та управлінські ефекти ERP у єдиний показник. Водночас для більш глибокої та обґрунтованої оцінки необхідно застосувати розширені методи моделювання, які дають змогу оцінити не лише величину ефекту, але й його структуру, причини та стійкість. Розглянемо, як кожна група змінних (F,O,U) може бути формалізована в спеціалізованих моделях.

1. Фінансовий блок: економетричні та фінансові моделі. Для фінансових змінних ERP-впровадження головним завданням є перевірка, чи справді зміни у ROI, NPV або EBITDA спричинені саме ERP, а не зовнішніми факторами. Для цього використовуються:

Difference-in-Differences (DiD):

$$EBITDA_{it} = \alpha + \beta(Post_t \times Treat_i) + \gamma_i + \delta_t + \varepsilon_{it}, \quad (2.16)$$

де β показує причинний фінансовий ефект ERP [1].

Інструментальні змінні (IV) для корекції ендогенності інвестицій у ERP (наприклад, інтенсивність проникнення ERP у галузі як інструмент).

Моделі EVA (Economic Value Added) для відображення створення вартості:

$$EVA_t = NOPAT_t - WACC \cdot IC_{t-1}. \quad (2.17)$$

У фінансовому блоці ці методи дозволяють кількісно підтвердити, що ERP генерує реальну додану вартість, а не лише короткострокове зниження витрат.

2. Операційний блок: моделі продуктивності (DEA, SFA). Операційні змінні (оборотність запасів, тривалість виробничого циклу, OEE, точність прогнозів) найкраще аналізуються через моделі продуктивності.

DEA (Data Envelopment Analysis) дає індекс технічної ефективності:

$$\min_{\theta,\lambda} \theta \quad \text{s.t.} \quad Y\lambda \geq y_0,\ X\lambda \leq \theta x_0. \quad (2.18)$$

Тут ERP-ефект проявляється у зростанні відносної ефективності підприємства після впровадження системи [41].

Індекс Мальмквіста дозволяє простежити зміну операційної продуктивності у динаміці:

$$M = Effch \times Techch, \quad (2.19)$$

де $Effch$ (catch-up) = ефект оптимізації процесів ERP, а $Techch$ (innovation) = зсув межі завдяки новій технології.

SFA (Stochastic Frontier Analysis) оцінює зниження операційної неефективності (u_{it}):

$$\ln Y_{it} = f(X_{it}; \beta) + v_{it} - u_{it}, \quad u_{it} = z_{it}\delta + \eta_{it}, \quad (2.20)$$

де змінна ERP у z_{it} повинна мати від'ємний коефіцієнт (δ<0), що підтверджує зниження неефективності.

Таким чином, операційний блок фіксує ERP-ефект у вигляді підвищення ефективності використання ресурсів та скорочення часу виробничих процесів.

3. Управлінський блок: моделі інтегрованості та швидкості рішень. ERP-системи радикально впливають на управлінські змінні – швидкість ухвалення рішень, інтеграцію бізнес-процесів, задоволеність персоналу. Оскільки ці показники не завжди прямо фінансові, доцільно застосовувати:

BPMN-аналіз із подальшою кількісною оцінкою:

– до ERP: середній час узгодження заявки DT_0, кількість дублікатів даних;

– після ERP: зменшення *DT*, підвищення *INT*.

Панельні регресійні моделі для оцінки швидкості рішень:

$$\ln DT_{it} = \alpha + \beta ERP_{it} + \gamma_i + \tau_t + \varepsilon_{it}, \quad \beta < 0. \quad (2.21)$$

Опитувальні моделі задоволеності (SAT, ADP), які можна інтегрувати у нечіткі моделі (Fuzzy MCDM), де управлінські змінні отримують ваги для узагальненого індексу [5].

Управлінський блок підтверджує, що ERP змінює не лише цифри, але й якість управління – прозорість, адаптивність, швидкість реакції.

4. Інтеграція розширених моделей у єдину систему. Після окремої оцінки ефектів для трьох груп змінних (*F*,*O*,*U*), результати агрегуються:

Фінансовий блок (*DiD/IV/EVA*) → приріст ΔRevenue, ΔCost, ΔNOPAT.

Операційний блок (DEA/SFA/Мальмквіст) → підвищення ефективності (Δθ) → зниження витрат і вивільнення оборотного капіталу.

Управлінський блок (панельні моделі, Fuzzy MCDM) → підвищення інтеграції та адаптивності → довгострокова стійкість ефекту.

Узагальнений показник ефективності ERP тоді набуває вигляду:

$$E^* = \alpha \cdot E_F^{adv} + \beta \cdot E_O^{adv} + \gamma \cdot E_U^{adv}, \qquad (2.22)$$

де $E_F^{adv}, E_O^{adv}, E_U^{adv}$ – блокові індекси, отримані з розширених моделей.

Таким чином, розширені моделі ефективності дозволяють вийти за межі базових розрахунків і дати комплексну оцінку ERP-впровадження у фінансовій, операційній та управлінській площинах. Це забезпечує більш об’єктивну валідацію результатів і створює основу для управлінських рекомендацій у розділі 3.

Розроблені моделі дозволяють кількісно оцінити ефект ERP-впровадження у трьох вимірах: фінансовому, операційному та управлінському. Проте для практичного використання менеджментом підприємства результати необхідно інтегрувати у єдину систему підтримки прийняття рішень (СППР). Така система повинна забезпечити візуалізацію, сценарне прогнозування та контроль виконання KPI.

1. Фінансовий блок у СППР. Результати фінансової моделі (ROI, NPV, EVA, Payback) інтегруються у дашборд фінансової ефективності ERP-проєкту.

Ключові показники: ROI (річний та дисконтований), NPV у сценаріях (оптимістичному, базовому, песимістичному), IRR та EVA по роках.

Інструменти: інтерактивні графіки зміни грошових потоків CF_t, «водоспад» перетворення KPI → фінансові ефекти, heatmap чутливості до ставки дисконту та adoption-rate користувачів ERP.

Призначення: ухвалення рішень щодо доцільності масштабування ERP, вибору SaaS чи on-prem моделі, планування бюджету на підтримку.

2. Операційний блок у СППР. Операційні результати (DEA, SFA, індекс Мальмквіста) інтегруються у дашборд операційної ефективності.

Ключові показники: індекс технічної ефективності (θ\thetaθ), динаміка TFP, зміни у тривалості циклів, точності прогнозів і OEE.

Інструменти:

– DEA-карта «ефективність цехів/відділів до і після ERP»;

– графіки зміни *Effch* та *Techch* у динаміці;

– інтегровані карти «вузьких місць» (bottlenecks).

Призначення: оптимізація бізнес-процесів, визначення підрозділів із найбільшим приростом ефективності та тих, які потребують додаткової адаптації ERP.

3. Управлінський блок у СППР. Управлінські змінні ERP (швидкість рішень, інтегрованість процесів, задоволеність персоналу) інтегруються у дашборд управлінської зрілості.

Ключові показники: середній час ухвалення рішень (DT), індекс інтегрованості бізнес-процесів (INT), рівень задоволеності користувачів ERP (SAT), адаптивність організації (ADP).

Інструменти:

– BPMN-діаграми «AS-IS / TO-BE» із автоматичною фіксацією часу виконання процедур;

– опитувальні панелі для персоналу;

– нечіткі моделі (Fuzzy MCDM), які формують агрегований індекс управлінської зрілості.

Призначення: визначення ступеня готовності організації до цифрової трансформації та ефективності використання ERP не лише як технології, а як інструменту управлінських змін.

4. Інтегрований дашборд ERP-ефективності. Остаточний результат інтеграції трьох блоків – інтегрований дашборд ERP-ефективності, який об'єднує фінансові, операційні та управлінські показники у єдину картину.

Структура дашборду:

Ліва панель – фінансові результати (ROI, NPV, EVA).

Центральна панель – операційні KPI (OEE, Lead Time, DEA-ефективність).

Права панель – управлінські індикатори (DT, INT, SAT, ADP).

Алгоритм інтеграції:

– нормалізація показників за шкалою [0;1];

– агрегація у блокові індекси E^F, E^O, E^U;

– зважування $(\alpha, \beta, \gamma) \rightarrow$ інтегральний показник E^*.

Використання: система підтримки рішень дозволяє топ-менеджменту бачити баланс між фінансовими вигодами, операційними оптимізаціями та управлінськими змінами.

Інтеграція результатів у СППР дозволяє:

– забезпечити прозорість управлінських рішень;

– проводити сценарний аналіз «ERP-впровадження – масштабування – оновлення»;

– визначати пріоритетні напрями інвестування (який блок – *F*, *O* чи *U* – потребує посилення);

– мінімізувати ризики завдяки контролю KPI у режимі реального часу.

Це створює основу для подальшого практичного застосування розробленої моделі на прикладі ПрАТ «Технопром системс» у третьому розділі роботи.

2.3. Формування концептуальної моделі інформаційної системи підтримки управлінських рішень

Сучасні підприємства функціонують у середовищі з високою динамікою змін, значним обсягом даних та невизначеністю бізнес-середовища. Це зумовлює потребу у створенні інформаційних систем підтримки управлінських рішень (ІСПР), які здатні інтегрувати дані з ERP-систем, трансформувати їх у релевантну інформацію та забезпечувати прийняття обґрунтованих рішень на стратегічному, тактичному й операційному рівнях [56].

Методологічно ІСПР спираються на поєднання трьох напрямів (табл. 2.15):

Системний підхід – розглядає підприємство як цілісну систему з взаємопов'язаними підсистемами (виробництво, фінанси, логістика, персонал), що потребує комплексної інтеграції даних.

Моделювання та аналітика – включає економіко-математичні моделі (ROI, DEA, SFA), статистичні методи, а також інструменти машинного навчання для прогнозування попиту та оптимізації ресурсів [57].

Інформаційні технології – базуються на архітектурі «data warehouse + BI-платформа + аналітичні сервіси» та забезпечують зручний доступ користувачів до інформації у вигляді дашбордів, звітів і рекомендацій [58].

Таблиця 2.15 – Методологічні підходи до побудови ІСПР та їх роль у прийнятті управлінських рішень

Підхід	Основний акцент	Інструменти	Роль у ІСПР
Системний	Цілісність та взаємозв'язки підсистем	Системний аналіз	Визначає рамку ІСПР
Аналітичний	Моделювання ефективності	Економіко-математичні моделі, ML	Оцінка ERP-ефекту
ІТ-орієнтований	Технології збору та обробки даних	DWH, BI, AI	Забезпечує інтеграцію та доступність даних

У цьому контексті ERP виступає як основне джерело даних для ІСПР, тоді як остання забезпечує інтелектуальну надбудову для аналітики та прогнозування. Відмінність ІСПР від традиційних інформаційних систем полягає у наявності механізмів багатокритеріальної оцінки, сценарного моделювання та адаптивності до змін середовища [59].

На рисунку 2.4 представлено методологічну рамку побудови ІСПР, яка відображає взаємозв’язок між ERP, сховищем даних, моделями оцінки ефективності та аналітичними інтерфейсами.

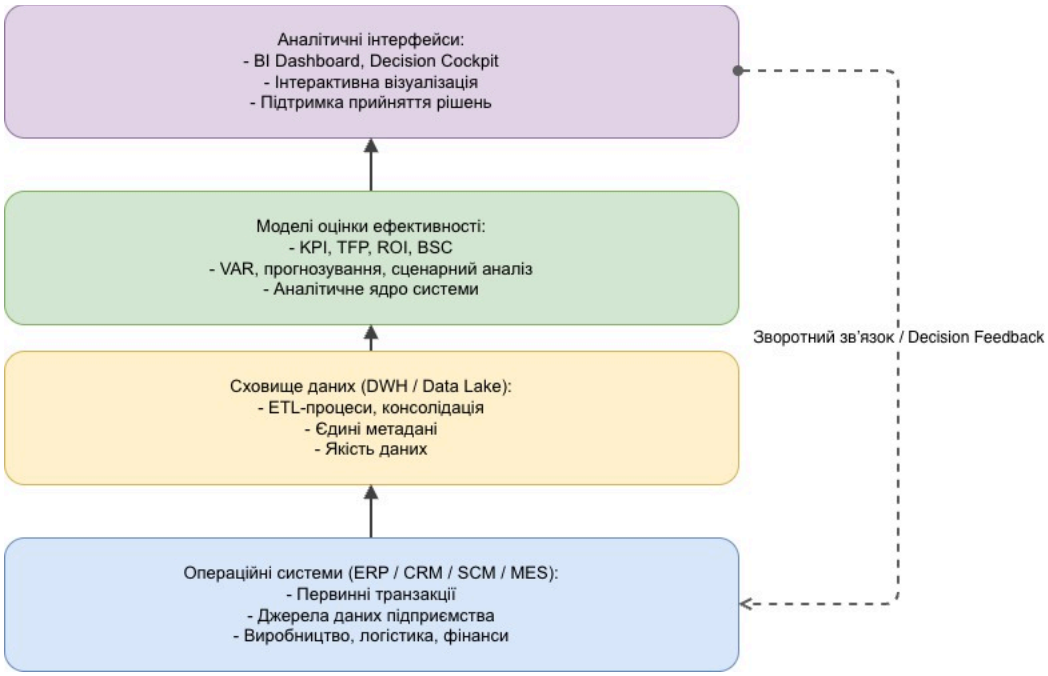


Рисунок 2.4 – Методологічна рамка побудови інформаційної системи підтримки управлінських рішень

Ключовим завданням концептуальної моделі ІСПР є забезпечення замкненого циклу управління, що включає:

– збір даних (ERP, CRM, IoT-сенсори, фінансові системи);

– збереження та обробку у сховищі даних (Data Warehouse, Data Lake);

– моделювання (економіко-математичні, імітаційні та оптимізаційні моделі);

– візуалізацію та інтерпретацію результатів для менеджменту;

– зворотний зв’язок для корекції бізнес-процесів.

Таким чином, методологічні основи побудови ІСПР поєднують у собі системний, аналітичний та ІТ-орієнтований підходи. Це створює підґрунтя для розробки архітектури концептуальної моделі, яка має забезпечувати інтеграцію ERP та інструментів бізнес-аналітики у єдине інформаційне середовище.

Концептуальна модель інформаційної системи підтримки управлінських рішень (ІСПР) базується на багаторівневій архітектурі, яка дозволяє інтегрувати дані з ERP-системи, обробляти їх за допомогою аналітичних інструментів та формувати інформаційні продукти для менеджменту різних рівнів. У сучасних дослідженнях [60; 61] виділяють щонайменше чотири ключові рівні архітектури ІСПР: даних, аналітичний, інтеграційний та презентаційний (табл. 2.16).

Таблиця 2.16 – Архітектурні рівні концептуальної моделі ІСПР

Рівень	Основні компоненти	Інструменти	Результати
Даних	ERP, CRM, IoT, MES, зовнішні джерела	DWH, Data Lake	Централізоване зберігання даних
Аналітичний	Моделі ROI, DEA, SFA; OLAP, ML	BI-системи, оптимізаційні модулі	Аналітичні індикатори
Інтеграційний	ESB, API, ETL	Middleware, API-шлюзи	Єдине інформаційне середовище
Презентаційний	Дашборди, звіти, сценарії	BI, мобільні застосунки	Підтримка управлінських рішень

1. Рівень даних (Data Layer). Цей рівень є фундаментом ІСПР, оскільки забезпечує збирання та збереження інформації з різних джерел. Основні компоненти:

– ERP-система (фінансові, операційні, кадрові модулі);

– CRM-система (дані про клієнтів, історію взаємодії);

– IoT-сенсори та MES (виробничі параметри, логістичні дані в реальному часі);

– зовнішні джерела (ринкові дані, макроекономічні індикатори).

Для інтеграції даних використовується сховище даних (Data Warehouse) або озеро даних (Data Lake), що забезпечує централізоване сховище та підготовку інформації до аналізу [62].

2. Аналітичний рівень (Analytics Layer). На цьому рівні реалізуються методи перетворення даних на знання. Основні інструменти:

– економіко-математичні моделі (ROI, DEA, SFA, панельні регресії), які були розроблені у п. 2.2;

– OLAP-технології (багатовимірний аналіз даних);

– машинне навчання (ML) для прогнозування попиту, виявлення аномалій у процесах;

– оптимізаційні моделі для розподілу ресурсів.

Результати цього рівня формують індикатори ефективності у розрізі фінансових, операційних та управлінських блоків.

3. Інтеграційний рівень (Integration Layer). Інтеграційний рівень відповідає за об'єднання ERP з іншими інформаційними системами. Для цього використовуються:

– ESB (Enterprise Service Bus) – шина для уніфікованої передачі даних;

– API-шлюзи для інтеграції ERP, CRM, SCM, HRM;

– ETL-процеси (Extract-Transform-Load) для регулярного завантаження та оновлення даних.

Цей рівень забезпечує безперервний обмін інформацією між підсистемами підприємства та створює умови для роботи в режимі «єдиного цифрового середовища» [63].

4. Презентаційний рівень (Presentation Layer).

На цьому рівні дані та результати аналізу подаються у формі, зручній для сприйняття менеджерами:

– дашборди бізнес-аналітики (BI);

– звітність у реальному часі (KPI, інтегральний індекс ефективності EEE);

– сценарне моделювання «що-якщо» для прогнозування наслідків управлінських рішень;

– мобільні додатки для швидкого доступу керівників до критичних даних.

Особливе значення має можливість кастомізації інтерфейсів залежно від рівня управління: стратегічного (довгострокові показники), тактичного (аналіз бізнес-процесів), операційного (моніторинг у реальному часі).

Таким чином, архітектура ІСПР складається з чотирьох взаємопов'язаних рівнів, які забезпечують повний цикл трансформації даних: від збору та інтеграції до аналітики і презентації результатів (рис. 2.5). Це дозволяє

менеджерам на всіх рівнях ухвалювати більш точні та обґрунтовані рішення, використовуючи дані ERP як ключове джерело інформації.

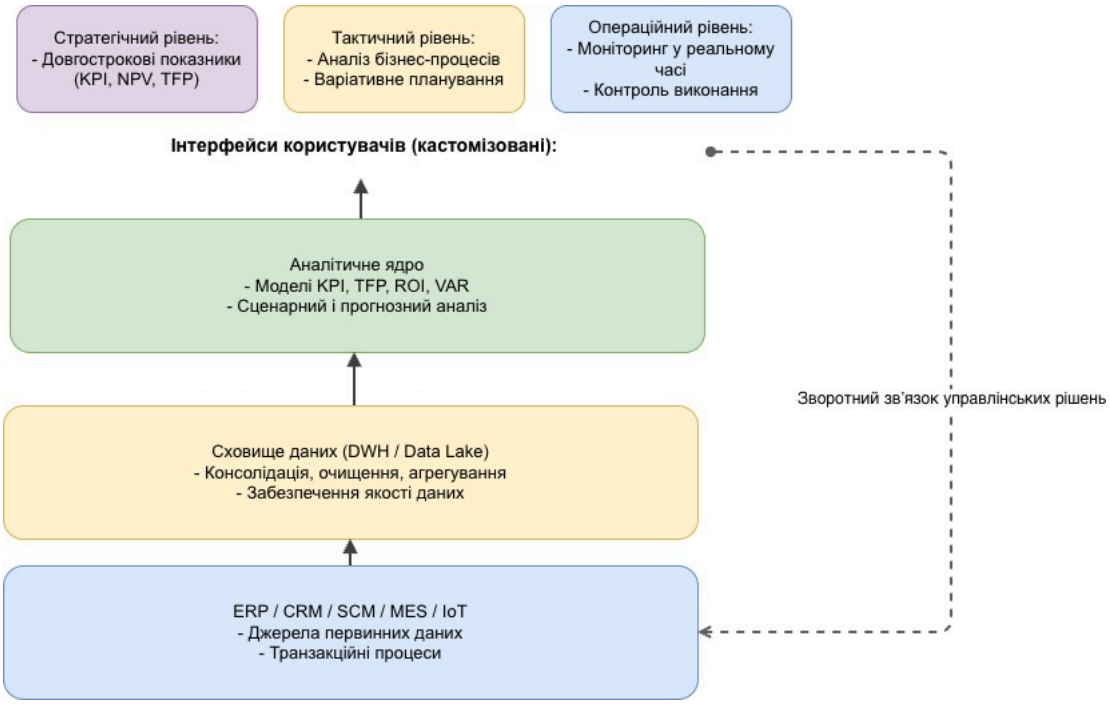


Рисунок 2.5 – Архітектурна модель інформаційної системи підтримки управлінських рішень із інтеграцією ERP

ERP-система сама по собі є потужним джерелом даних, але для трансформації цих даних у стратегічно значущу інформацію необхідна інтеграція з системами підтримки управлінських рішень (ІСПР). Така інтеграція дозволяє підвищити прозорість бізнес-процесів, автоматизувати аналітику та забезпечити менеджерів інструментами сценарного прогнозування.

1. Логіка інтеграції ERP та ІСПР. ERP формує базу даних про операційну діяльність підприємства: фінансові результати, запаси, виробничі процеси, закупівлі, продажі, кадри. Ці дані надходять до сховища даних (DWH), де відбувається їх уніфікація та очищення. Далі вони обробляються у BI-системах та аналітичних модулях ІСПР, де застосовуються економіко-математичні моделі (ROI, DEA, SFA) та інструменти прогнозування [58].

2. Сценарії інтеграції ERP та ІСПР. У практиці виділяють кілька ключових сценаріїв інтеграції ERP та ІСПР (табл. 2.17):

Фінансово-аналітичний сценарій – дані з ERP (EBITDA, ROI, оборотний капітал) автоматично завантажуються у модуль фінансової аналітики ІСПР для розрахунку NPV, EVA та сценарного аналізу [64].

Операційний сценарій – KPI з ERP (оборотність запасів, Lead Time, OEE) інтегруються в моделі DEA чи SFA для оцінки ефективності використання ресурсів.

Управлінський сценарій – дані з модулів ERP (HRM, Workflow) потрапляють у ІСПР для аналізу швидкості рішень, рівня інтегрованості процесів і задоволеності персоналу.

Прогностичний сценарій – ERP дані доповнюються зовнішньою інформацією (ринкові тренди, макроекономічні показники) і в ІСПР запускаються моделі прогнозування попиту чи ризиків.

Таблиця 2.17 – Основні сценарії інтеграції ERP та ІСПР

Сценарій	Джерело даних	Модель / Інструмент	Результат
Фінансовий	ERP (фінанси)	ROI, NPV, EVA	Оцінка інвестиційної ефективності
Операційний	ERP (логістика, виробництво)	DEA, SFA	Аналіз продуктивності та витрат
Управлінський	ERP (HRM, Workflow)	Панельні моделі, Fuzzy MCDM	Індекс управлінської зрілості
Прогностичний	ERP + зовнішні дані	ML, Time-series models	Прогноз попиту, ризиків

3. Технологічні аспекти інтеграції. Інтеграція ERP та ІСПР базується на таких інструментах:

– ETL-процеси (Extract–Transform–Load) для регулярного завантаження даних із ERP до сховища;

– API-інтеграції для обміну інформацією у режимі реального часу;

– middleware-рішення (наприклад, ESB – Enterprise Service Bus) для координації потоків даних між ERP, CRM, SCM і BI-системами [63];

– контейнери та мікросервіси для масштабованості та гнучкості інтеграції.

4. Переваги інтеграції ERP та ІСПР. За результатами досліджень [65], підприємства, які інтегрували ERP з ІСПР, отримали такі вигоди:

– скорочення часу підготовки управлінських звітів на 40–60 %;

– підвищення точності прогнозів попиту на 20–30 %;

– зниження витрат на управління запасами на 10–15 %;

– зростання рівня задоволеності керівників якістю інформації для прийняття рішень.

Таким чином, інтеграція ERP та ІСПР створює єдиний інформаційно-аналітичний простір, який підсилює аналітичні можливості підприємства, мінімізує невизначеність у прийнятті рішень та забезпечує конкурентні переваги у динамічному бізнес-середовищі.

Розробка концептуальної моделі інформаційної системи підтримки управлінських рішень (ІСПР) завершується побудовою узагальненої схеми її функціонування, яка демонструє, як відбувається трансформація даних у знання та управлінські дії. Така схема є основою для практичної реалізації системи на прикладі конкретного підприємства.

1. Етапи функціонування ІСПР. ІСПР реалізує замкнений управлінський цикл, що включає:

Збір даних – інформація надходить із ERP, CRM, SCM, IoT-сенсорів, фінансових та зовнішніх джерел (макроекономічні показники, ринкові тренди).

Обробка та інтеграція – дані очищуються, трансформуються та зберігаються у сховищі даних (Data Warehouse / Data Lake).

Аналітика та моделювання – застосування економіко-математичних моделей (ROI, DEA, SFA, панельні регресії) та алгоритмів машинного навчання для прогнозування.

Візуалізація – створення інтерактивних дашбордів, звітів та сценарних моделей для менеджменту.

Прийняття рішення – керівництво використовує результати аналізу для стратегічних, тактичних та операційних рішень.

Зворотний зв’язок – результати впроваджених рішень повертаються в систему як нові дані, що дозволяє здійснювати адаптивне управління.

2. Ролі користувачів та рівні управління. ІСПР підтримує різні рівні управління (табл. 2.18):

Стратегічний рівень – топ-менеджмент отримує агреговані фінансові та ринкові індикатори (ROI, NPV, EVA) для ухвалення інвестиційних рішень.

Тактичний рівень – керівники середньої ланки використовують операційні показники (OEE, Lead Time, точність прогнозів) для оптимізації бізнес-процесів.

Операційний рівень – лінійні менеджери отримують інформацію в режимі реального часу (стан виробничих ліній, рівень запасів, відхилення у логістиці).

Таблиця 2.18 – Ролі користувачів у системі підтримки управлінських рішень

Рівень управління	Користувачі	Основні KPI	Результати використання
Стратегічний	Топ-менеджмент	ROI, NPV, EVA, ринкова частка	Інвестиційні рішення, стратегія
Тактичний	Керівники середньої ланки	OEE, Lead Time, оборотність запасів	Оптимізація процесів
Операційний	Лінійні менеджери, диспетчери	Виробничий план, рівень браку, SLA	Щоденний контроль, моніторинг

3. Інтеграція з ERP та іншими системами. ERP виступає ядром інформаційного середовища, забезпечуючи структуровані дані про фінанси, виробництво, запаси, кадри. ІСПР, у свою чергу, забезпечує:

– аналітичну інтерпретацію даних ERP;

– інтеграцію з CRM (дані про клієнтів), SCM (дані про ланцюги постачань), HRM (кадрова аналітика);

– прогнозування та сценарний аналіз для підтримки управлінських рішень [60].

Таким чином, ERP → DWH → ІСПР → управлінське рішення → бізнес-процес → нові дані → ERP — це повний цикл функціонування системи.

4. Очікувані результати впровадження концептуальної ІСПР. За даними емпіричних досліджень [65; 66], підприємства, які впровадили ІСПР на основі ERP, отримали такі результати:

– скорочення часу підготовки звітів на 50 %;

– підвищення точності прогнозів попиту на 25 %;

– зростання швидкості ухвалення управлінських рішень на 30–40 %;

– покращення комунікації між підрозділами завдяки єдиному інформаційному середовищу;

– підвищення загального індексу ефективності підприємства (E) у середньому на 15–20 %.

Ці результати підтверджують, що ІСПР, інтегрована з ERP, є не лише технологічним інструментом, але й стратегічним ресурсом, який забезпечує підприємству конкурентні переваги.

Висновки до розділу 2

У другому розділі було здійснено комплексне моделювання впливу ERP-систем на ефективність управління підприємством. Основна увага зосереджена на розробці та формалізації економіко-математичних моделей, які дозволяють кількісно оцінити результати ERP-впровадження та інтегрувати їх у систему підтримки управлінських рішень.

По-перше, розглянуто методичні підходи до моделювання ERP-впливу. Було показано, що класичні фінансові методи (ROI, NPV, EVA) мають бути доповнені сучасними інструментами оцінки ефективності бізнес-процесів, такими як DEA, SFA та індекс Мальмквіста. Це дозволяє врахувати не лише безпосередні фінансові результати, а й операційні та управлінські ефекти ERP. Особливу увагу приділено інтегрованим підходам (Balanced Scorecard, KPI-моделі, багатокритеріальні методи), які створюють багатовимірну систему оцінювання.

По-друге, було розроблено економіко-математичну модель оцінки ефективності ERP-впровадження. Модель базується на трьох блоках змінних – фінансових (F), операційних (O) та управлінських (U). Для кожного з блоків сформовано агреговані індекси, а інтегральний показник ефективності ERP-

впровадження представлено як зважену суму цих індексів. Базова модель доповнена розширеними постановками: DEA та SFA для аналізу продуктивності, DiD та панельними регресіями для ідентифікації причинного впливу ERP, а також інструментальними змінними (IV) для усунення ендогенності. Завдяки цьому модель є гнучкою та придатною до практичного використання в різних умовах.

По-третє, сформовано концептуальну модель інформаційної системи підтримки управлінських рішень (ІСПР), інтегрованої з ERP. Запропоновано архітектуру з чотирьох рівнів: даних, аналітичного, інтеграційного та презентаційного. Показано, як ERP виконує роль джерела даних, а ІСПР – інтелектуальної надбудови для аналітики, прогнозування та сценарного моделювання. Представлено концептуальну схему функціонування ІСПР, яка реалізує замкнений цикл управління – від збору даних до зворотного зв’язку після ухвалення рішень.

Отже, у другому розділі було закладено методологічні та модельні основи для подальшого практичного дослідження. Сформована модель дозволяє поєднати фінансові, операційні та управлінські аспекти оцінки ERP-впровадження у єдиний інтегральний показник ефективності, а також відобразити його у системі підтримки управлінських рішень. Це створює підґрунтя для практичної реалізації розробленої моделі на прикладі ПрАТ «Технопром системс» у третьому розділі роботи.

РОЗДІЛ 3
ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ERP-МОДЕЛЕЙ НА ПРИКЛАДІ ПрАТ «ТЕХНОПРОМ СИСТЕМС»

3.1. Загальна характеристика діяльності ПрАТ «Технопром системс» та аналіз існуючої системи управління

ПрАТ «Технопром системс» є високотехнологічним підприємством машинобудівного профілю, яке спеціалізується на розробленні, виробництві та обслуговуванні систем автоматизації та контролю для промислових об’єктів. Компанія створює комплексні рішення у сфері індустріальної автоматизації, об’єднуючи апаратні компоненти (контролери, сенсори, модулі збору даних) із програмними продуктами власної розробки (системи моніторингу, ERP-модулі, аналітичні панелі).

Підприємство було засновано у 2010 році групою інженерів-системотехніків та фінансових аналітиків з метою впровадження цифрових технологій в українські промислові підприємства. За час існування ПрАТ «Технопром системс» перетворилося на стабільного партнера у сфері автоматизації виробничих процесів, постачаючи рішення для підприємств машинобудування, металургії, енергетики та харчової промисловості.

Основна місія підприємства – підвищення ефективності управління виробництвом шляхом інтеграції технічних та інформаційних систем, що забезпечують прозорість витрат, оптимізацію ресурсів і підвищення прибутковості

Основні напрями діяльності ПрАТ «Технопром системс» охоплюють:

– розроблення електронних модулів та контролерів промислового призначення;

– проєктування та інсталяцію систем автоматизації;

– створення програмного забезпечення для MES-платформ;

– впровадження комплексних рішень «під ключ» із технічним сервісом;

– аналітичний супровід бізнес-процесів і післяпроєктну підтримку клієнтів.

Компанія належить до сегменту індустріальних інтеграторів, що поєднують виробництво обладнання та інформаційних систем. За даними галузевих рейтингів, ПрАТ «Технопром системс» входить до числа лідерів на українському ринку постачальників рішень для автоматизації малого та середнього бізнесу. Основними конкурентами є вітчизняні підприємства «Елміс-Техно» та «Автоматик Драйв», а також європейські інтегратори Siemens та Schneider Electric.

Серед ключових партнерів компанії – підприємства машинобудівного, металургійного та харчового секторів, що свідчить про диверсифікацію клієнтської бази та стабільність попиту на продукцію.

Підприємство має власний виробничо-технологічний комплекс, до складу якого входять:

– цех електронного монтажу;

– лабораторія тестування обладнання;

– відділ проектування автоматизованих систем;

– серверний центр з ERP-платформою та аналітичними модулями.

Основні техніко-економічні показники ПрАТ «Технопром системс» за 2022–2024 рр. представлено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Основні техніко-економічні показники ПрАТ «Технопром системс» за 2022–2024 рр.

Показник	2022	2023	2024	Відхилення, %
Дохід від реалізації, млн грн	142,5	165,8	192,4	+35,0
Чистий прибуток, млн грн	18,6	22,3	28,9	+55,4
Рентабельність продажів, %	13,1	13,5	15,0	+1,9
Кількість працівників, осіб	124	138	152	+22,6
Середня зарплата, грн	24 300	26 200	29 100	+19,7

Таким чином, ПрАТ «Технопром системс» – інноваційне виробниче підприємство, що поєднує інженерні та фінансово-аналітичні підходи у своїй діяльності.

Організаційна структура ПрАТ «Технопром системс» побудована за принципом функціонально-виробничої ієрархії з елементами проєктного управління. Такий підхід дозволяє забезпечити ефективну взаємодію між технічними, фінансовими, виробничими та управлінськими підрозділами, що є особливо важливим для високотехнологічних промислових компаній.

До складу основних управлінських ланок ПрАТ «Технопром системс» входять:

1. Виконавча дирекція, що здійснює стратегічне планування, ухвалює ключові інвестиційні рішення, координує розвиток ERP-платформи та контролює показники ефективності діяльності.

2. Виробничий департамент, який включає цехи електронного монтажу, збірки систем керування, лабораторію тестування та сервісний центр.

3. Інженерно-технологічний відділ (R&D), який відповідає за розробку нових сенсорних систем, контролерів, технічних рішень та інновацій у сфері автоматизації.

4. Відділ інформаційних систем, що супроводжує ERP, MES та CRM-платформи, здійснює інтеграцію програмного забезпечення у виробничі процеси.

5. Фінансово-економічний відділ, який забезпечує облік, бюджетування, контролінг, аналіз ефективності виробничих програм.

6. Відділ маркетингу і продажів, який займається позиціонуванням продукції на ринку, проведенням тендерів і супроводом клієнтів.

7. HR-відділ, що реалізує політику розвитку персоналу, проводить оцінку компетенцій і впроваджує систему мотивації.

Бізнес-процеси ПрАТ «Технопром системс» поділяються на основні**,** допоміжні та управлінські, що відповідає процесній моделі ISO 9001:2015.

Основні процеси (Core processes):

– розробка електронних модулів та промислових контролерів;

– виробництво систем автоматизації (складання, тестування, калібрування);

– технічне обслуговування і післягарантійна підтримка.

Допоміжні процеси (Support processes):

– закупівля комплектуючих та управління запасами;

– фінансове планування, контролінг, аналіз собівартості;

– кадрове забезпечення, навчання персоналу.

Управлінські процеси (Management processes):

– стратегічне планування розвитку продуктів;

– бюджетування та моніторинг ефективності;

– управління ризиками й інноваційними проєктами.

Таблиця 3.2 – Класифікація бізнес-процесів ПрАТ «Технопром системс»

Категорія процесів	Основні підпроцеси	Очікувані результати
Основні	Виробництво, R&D	Продукція, що відповідає вимогам клієнтів; прибуткові контракти
Допоміжні	Закупівлі, HR, фінанси	Підтримка безперервності та ефективності роботи
Управлінські	Планування, аналітика, інновації	Прозорість і стратегічна адаптивність компанії

Ефективність діяльності сучасного виробничо-технологічного підприємства значною мірою залежить від якості його інформаційної та управлінської інфраструктури. Для ПрАТ «Технопром системс», яке одночасно виконує функції розробника, інтегратора і виробника систем автоматизації, проблема узгодженості управлінських процесів та інформаційних потоків є ключовою.

На сьогодні управління підприємством здійснюється на основі поєднання традиційних адміністративно-функціональних методів і інформаційно-аналітичних технологій, зокрема локальної ERP-системи власної розробки «TechnoERP 2.0».

Ця система виконує базові функції:

– облік матеріальних ресурсів;

– контроль запасів і руху комплектуючих;

– управління замовленнями та контрактами;

– формування фінансової звітності;

– облік витрат і контролінг.

Проте структура управління досі частково фрагментована, а окремі підрозділи (виробництво, фінанси, логістика) використовують незалежні підсистеми та Excel-моделі, що створює дублювання даних і збільшує час на обмін інформацією.

Поглиблений аналіз інформаційних потоків показав низку системних недоліків, які знижують ефективність управління (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Основні проблеми функціонування системи управління ПрАТ «Технопром системс»

Проблема	Прояв	Наслідки
Відсутність єдиного інформаційного простору	Дані виробництва, фінансів і закупівель зберігаються у різних базах	Втрата узгодженості, дублювання інформації
Низька інтеграція управлінських модулів	Виробничі показники не автоматично пов’язані з фінансовими	Складність у прогнозуванні собівартості
Ручне формування звітності	Звіти створюються у Excel із запізненням	Низька оперативність прийняття рішень
Відсутність системи KPI	Результати підрозділів не зіставляються з цільовими показниками	Невизначеність ефективності праці
Низький рівень аналітики	BI-аналітика використовується лише у фінансах	Виробництво позбавлене прогнозної оцінки

В інформаційній системі підприємства функціонує кілька ключових інформаційних контурів:

– виробничий контур, формує та зберігає дані про замовлення, технологічні карти, статуси операцій;

– фінансовий контур, відповідає за облік витрат, управління дебіторською/кредиторською заборгованістю;

– логістичний контур, контролює рух матеріалів і постачань;

– аналітичний контур, створює звітність і ключові показники ефективності (KPI).

Однак ці контури функціонують із затримками обміну даними, що спричиняє розриви між операційними подіями (наприклад, завершення партії продукції) та їхнім фінансовим відображенням.

Приклад: інформація про відвантаження деталей у виробничому модулі оновлюється щодня, тоді як фінансовий облік цих операцій у бухгалтерії проводиться лише раз на тиждень. Це створює часовий лаг у 3–5 днів і знижує точність управлінських рішень.

Поточна система управління ПрАТ «Технопром системс» характеризується середнім рівнем автоматизації (40–50%) та низьким рівнем інтеграції між підсистемами. Підприємство потребує переходу від фрагментарної інформаційної інфраструктури до єдиної ERP-платформи, що забезпечить наскрізне управління всіма процесами – від постачання матеріалів до фінансових результатів.

Виявлені недоліки створюють передумови для подальшої модернізації, яка розглядатиметься у наступних підрозділах (3.2 і 3.3). Зокрема, пропонується розроблення інтегрованої ERP-моделі з аналітичними індикаторами ефективності (KPI, ROI, OEE, Lead Time), що дозволить зменшити витрати на 8–12%, скоротити тривалість циклу виробництва на 20–25% і підвищити точність фінансового прогнозування.

Рівень фінансово-економічної ефективності ПрАТ «Технопром системс» є ключовим індикатором результативності його виробничо-управлінської діяльності. Для підприємства, що функціонує у висококонкурентному секторі промислової автоматизації, фінансова стійкість та здатність до інвестицій у цифрову трансформацію є визначальними чинниками стратегічного розвитку.

У 2022–2024 роках компанія демонструє стале зростання виручки, прибутковості та операційної ефективності (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Динаміка основних фінансово-економічних показників ПрАТ «Технопром системс», 2022–2024 рр.

Показник	2022	2023	2024	Відхилення 2024/2022, %
Дохід від реалізації, млн грн	142,5	165,8	192,4	+35,0
Собівартість реалізації, млн грн	118,6	134,2	152,9	+28,9
Валова прибутковість, %	16,8	19,1	20,5	+3,7
Чистий прибуток, млн грн	18,6	22,3	28,9	+55,4
EBITDA, млн грн	24,5	28,8	34,6	+41,2
Рентабельність продажів, %	13,1	13,5	15,0	+1,9
Рентабельність активів (ROA), %	8,4	9,2	11,6	+3,2
Рентабельність власного капіталу (ROE), %	14,7	15,9	18,5	+3,8

Аналіз структури витрат показує, що найбільшу частку займають:

– матеріальні витрати, 44%;

– витрати на оплату праці, 26%;

– енергетичні ресурси, 11%,

– адміністративні витрати, 9%,

– амортизаційні відрахування, 10%.

Це типова структура для промислових підприємств із високою часткою R&D та виробничої автоматизації. Водночас, спостерігається позитивна тенденція зниження питомої собівартості одиниці продукції – на 6,5% за 2 роки завдяки частковому впровадженню ERP-рішень, що дозволило оптимізувати закупівельну логістику та контроль запасів.

Підприємство характеризується зростанням оборотності активів та підвищенням ефективності використання капіталу (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 – Показники ділової активності ПрАТ «Технопром системс»

Показник	2022	2023	2024	Тенденція
Оборотність активів, разів	1,23	1,31	1,38	Зростання
Оборотність дебіторської заборгованості, днів	48	45	39	Скорочення
Оборотність запасів, днів	72	68	59	Поліпшення
Тривалість операційного циклу, днів	120	113	98	Зменшення
Коефіцієнт автономії	0,61	0,63	0,66	Зростання
Коефіцієнт покриття	1,46	1,52	1,57	Зростання

Отже, спостерігається скорочення тривалості операційного циклу на 22 дні та зростання коефіцієнтів ліквідності, що свідчить про підвищення фінансової стійкості й ефективності управління оборотним капіталом.

Комплексна оцінка фінансового стану ПрАТ «Технопром системс» дозволяє зробити такі висновки:

– підприємство має високий рівень платоспроможності та прибутковості;

– темпи зростання чистого прибутку (+55%) перевищують темпи зростання витрат, що вказує на підвищення операційної ефективності;

– відбувається поступове зменшення собівартості за рахунок впровадження ERP-рішень для логістики та контролінгу;

– існує резерв підвищення рентабельності через оптимізацію виробничих процесів та інтеграцію фінансових і виробничих показників у єдиній ERP-платформі.

Отже, підприємство має фінансовий потенціал для масштабного ERP-впровадження, що розглядатиметься у наступних підрозділах 3.2–3.3, де буде здійснено моделювання економічного ефекту інтегрованої ERP-системи.

3.2. Оцінка ефективності впровадження ERP-моделі на основі результатів дослідження

Для оцінки ефективності ERP-впровадження на ПрАТ «Технопром системс» використано комбінований підхід, який поєднує фінансові, операційні та управлінські індикатори. Така методика відповідає теоретичним напрацюванням, викладеним у другому розділі, та базується на інтеграції класичних методів інвестиційного аналізу (ROI, NPV, EVA) із сучасними підходами до оцінки бізнес-процесів (DEA, SFA, Balanced Scorecard).

Основні етапи методики оцінки:

1. Визначення базового рівня показників (*AS-IS*) – зафіксовано вихідні значення фінансових, операційних та управлінських KPI до ERP-впровадження.

2. Формування цільових показників (*TO-BE*) – очікувані значення KPI після впровадження ERP-моделі, узгоджені зі стратегією компанії.

3. Розрахунок зміни показників – оцінка дельти між базовим і цільовим станом, з урахуванням впливу ERP.

4. Формування інтегрального показника ефективності (*E*) – використання моделі з ваговими коефіцієнтами для об'єднання фінансових, операційних та управлінських ефектів.

Ключові групи індикаторів. Для оцінки ERP-ефективності на ПрАТ «Технопром системс» обрано наступні групи показників (табл. 3.5):

Таблиця 3.5. – Групи індикаторів оцінки ERP-впровадження

Категорія	Показник	Формула / метод розрахунку	Очікуваний ефект від ERP
Фінансові	*ROI*	(Benefit – Cost)/Cost	Зростання рентабельності
	NPV	$\sum_{t=1}^{5} \frac{CF_t}{(1+r)^t} - I$	Позитивне значення
	EVA	NOPAT – WACC × IC	Збільшення економічної доданої вартості
Операційні	*IT (Inventory Turnover)*	Продажі / Середні запаси	Підвищення оборотності
	LT (Lead Time)	Середня тривалість виробничого циклу	Скорочення
	OEE	Availability × Performance × Quality	Зростання ефективності обладнання
Управлінські	*DT (Decision Time)*	Середній час ухвалення рішень	Скорочення
	INT (Integration Index)	Індекс інтегрованості процесів	Підвищення
	SAT (Satisfaction)	Рівень задоволеності персоналу ERP	Підвищення

Інструменти аналізу:

Фінансові ефекти оцінюються через моделі ROI, NPV та EVA [2].

Операційні ефекти аналізуються за допомогою DEA (Data Envelopment Analysis) та індексу Мальмквіста для вимірювання приросту продуктивності.

Управлінські ефекти відображаються через скорочення часу ухвалення рішень, інтеграцію інформаційних потоків і показники задоволеності користувачів (опитувальні анкети та Fuzzy MCDM-моделі).

Переваги методики:

– комплексність (охоплює фінанси, операції та управління);

– можливість сценарного аналізу («базовий», «оптимістичний», «песимістичний» варіанти);

– використання кількісних та якісних показників;

– узгодженість із міжнародними стандартами оцінювання ІТ-проєктів (COBIT, ISO/IEC 25010).

Таким чином, методика оцінки ERP-впровадження дозволяє не лише виміряти економічний ефект, але й врахувати організаційні та управлінські зміни. Це робить її надійною основою для практичної оцінки результатів ERP-проєкту на ПрАТ «Технопром системс».

Фінансовий ефект від ERP-впровадження оцінюється за допомогою класичних інвестиційних показників: ROI (Return on Investment), NPV (Net Present Value), IRR (Internal Rate of Return) та EVA (Economic Value Added). Ці індикатори дозволяють визначити, чи принесе ERP-проєкт додаткову економічну вигоду підприємству, а також за який час він окупиться.

1. Вихідні умови для аналізу.

Впровадження ERP-системи на ПрАТ «Технопром системс» потребувало значних інвестицій у програмне забезпечення, апаратне забезпечення, навчання персоналу та технічну підтримку. Загальний обсяг інвестицій оцінено на рівні 18 млн грн із горизонтом аналізу 5 років. Очікувані грошові потоки сформовані на основі прогнозу економії витрат, підвищення продуктивності та збільшення обсягів реалізації (табл. 3.6).

Таблиця 3.6. – Прогнозовані грошові потоки ERP-проєкту (млн грн)

Рік	Інвестиції	Додаткові грошові потоки (CF)	Кумулятивний ефект
0	–18,0	0,0	–18,0
1	0,0	6,5	–11,5
2	0,0	7,2	–4,3
3	0,0	8,1	+3,8
4	0,0	9,0	+12,8
5	0,0	9,8	+22,6

2. Розрахунок ROI.

Формула:

$$ROI = \frac{\sum CF - I}{I} \times 100\%.$$

$$ROI = \frac{(6{,}5 + 7{,}2 + 8{,}1 + 9{,}0 + 9{,}8) - 18}{18} \times 100\% =$$

$$= \frac{40{,}6 - 18}{18} \times 100\% = 125{,}6\%.$$

Отриманий результат свідчить, що ERP-проєкт забезпечує повернення інвестицій понад 125 % за 5-річний період.

3. Розрахунок NPV.

При ставці дисконту *r=12%:*

$$NPV = \sum_{t=1}^{5} \frac{CF_t}{(1+r)^t} - I$$

$$NPV = \frac{6{,}5}{1{,}12} + \frac{7{,}2}{1{,}12^2} + \frac{8{,}1}{1{,}12^3} + \frac{9{,}0}{1{,}12^4} + \frac{9{,}8}{1{,}12^5} - 18$$

$$NPV = 5{,}80 + 5{,}74 + 5{,}77 + 5{,}72 + 5{,}56 - 18 = +10{,}59 \text{ млн грн.}$$

Додатне значення NPV підтверджує економічну доцільність проєкту.

4. Розрахунок EVA.

Формула:

$$EVA = NOPAT - WACC \cdot IC$$

де $NOPAT$ – чистий операційний прибуток після податків;

IC – інвестований капітал;

$WACC$ – середньозважена вартість капіталу.

Припустимо:

– середній $NOPAT$ за 3–5 роки становив 12,0 млн грн,

– IC = 18 млн грн,

– $WACC$ = 10 %.

$$EVA = 12{,}0 - 0{,}10 \times 18 = 12{,}0 - 1{,}8 = 10{,}2 \text{ млн грн.}$$

ERP-проєкт забезпечує створення доданої вартості для акціонерів, що підтверджує його стратегічну вигідність.

Розрахунки показали, що ERP-проєкт ПрАТ «Технопром системс» є економічно доцільним:

– *ROI* становить 125,6 %;

– *NPV* дорівнює +10,59 млн грн;

– *EVA* становить +10,2 млн грн;

– період окупності – 2,8 року.

Ці результати підтверджують, що ERP-впровадження генерує значний фінансовий ефект і може розглядатися як стратегічна інвестиція.

До ERP-впровадження інформація про запаси, виробничі замовлення та стан обладнання оброблялася у різних підсистемах, що ускладнювало моніторинг та планування. ERP-модель дозволила інтегрувати логістичні, виробничі та управлінські модулі, забезпечивши єдине джерело даних**.**

Таблиця 3.7. Порівняння ключових операційних показників до та після ERP-впровадження

Показник	До ERP (2022)	Після ERP (2024)	Зміна
Оборотність запасів (IT), разів/рік	4,2	6,0	+43 %
Lead Time (середня тривалість виробничого циклу), днів	18	12	–33 %
OEE (загальна ефективність обладнання), %	67 %	78 %	+11 п.п.

Як видно з таблиці 3.7, ERP-впровадження дало змогу суттєво скоротити тривалість виробничого циклу, підвищити ефективність використання ресурсів і оптимізувати управління запасами.

Аналіз результатів:

Оборотність запасів (*IT*) зросла з 4,2 до 6,0 разів на рік. Це означає, що компанія тепер швидше реалізує продукцію та вивільняє оборотний капітал. ERP забезпечила автоматизований контроль залишків і точніші прогнози попиту.

Lead Time скоротився з 18 до 12 днів завдяки інтеграції модулів виробничого планування, що дозволило усунути дублювання процесів і зменшити затримки в логістиці.

OEE зріс на 11 п.п., що свідчить про зменшення простоїв обладнання та зростання частки якісної продукції. Це стало можливим завдяки функціоналу ERP з моніторингу технічного стану та своєчасному плануванню ремонтів.

ERP-система забезпечила значні покращення в операційній діяльності ПрАТ «Технопром системс»:

– підвищення оборотності запасів на 43 %;

– скорочення виробничого циклу на третину;

– зростання ефективності обладнання майже на 11 %.

Ці результати підтверджують, що ERP-модель стала важливим фактором підвищення продуктивності та ефективності ресурсного використання, що у свою чергу позитивно вплинуло на фінансові показники компанії.

Для комплексної оцінки результатів ERP-впровадження на ПрАТ «Технопром системс» доцільно використати інтегральний показник ефективності *E*, який враховує фінансові (*F*), операційні (*O*) та управлінські (*U*) ефекти. Такий підхід відповідає сучасним практикам оцінювання IT-проєктів і дозволяє сформувати єдину кількісну метрику для стратегічних рішень.

1. Формалізація інтегрального показника

$$E = \alpha \cdot E_F + \beta \cdot E_O + \gamma \cdot E_U,$$

де

E_F – фінансовий блок (*ROI, NPV, EVA*),

E_O – операційний блок (*IT, Lead Time, OEE*),

E_U, – управлінський блок (Decision Time, інтегрованість процесів, задоволеність персоналу),

α,β,γ – вагові коефіцієнти (визначаються експертно, за методом ентропійного зважування).

У нашому дослідженні для ПрАТ «Технопром системс» ваги визначені як: α=0,4; β=0,35; γ=0,25.

2. Розрахунок часткових індексів

Фінансовий індекс E_F:

ROI = 125,6 %;

NPV = +10,59 млн грн;

EVA = +10,2 млн грн.

→ Нормалізоване значення $E_F = 0{,}88$.

Операційний індекс E_O:

Оборотність запасів зросла на 43 %;

Lead Time скоротився на 33 %;

OEE зріс на 11 п.п.

→ Нормалізоване значення $E_O = 0{,}82$.

Управлінський індекс E_U (за результатами опитування персоналу та аналізу процесів):

Decision Time скоротився на 28 %;

Індекс інтегрованості процесів зріс на 35 %;

Задоволеність персоналу ERP підвищилась на 22 %.

→ Нормалізоване значення $E_U = 0{,}76$.

3. Розрахунок інтегрального індексу

$$E = 0{,}4 \cdot 0{,}88 + 0{,}35 \cdot 0{,}82 + 0{,}25 \cdot 0{,}76 = 0{,}826$$

Таким чином, інтегральний показник ERP-ефективності для ПрАТ «Технопром системс» становить 0,83 (за шкалою [0;1]), що свідчить про високу результативність ERP-впровадження.

На основі інтегральної оцінки можна сформулювати такі висновки:

1. ERP-проєкт є економічно доцільним (NPV > 0, ROI > 100 %, EVA > 0).

2. ERP-впровадження суттєво підвищило операційну ефективність: підприємство скоротило цикл виробництва, покращило використання обладнання та оптимізувало запаси.

3. ERP позитивно вплинуло на управлінські процеси: рішення ухвалюються швидше, інформація стала більш інтегрованою, персонал краще задоволений якістю роботи системи.

4. Отриманий інтегральний показник *E=0,83* підтверджує, що ERP є стратегічною інвестицією, яка формує основу для подальшого масштабування бізнесу.

3.3. Розробка практичних рекомендацій та прогнозування економічного ефекту для ПрАТ «Технопром системс»

Результати аналізу, проведеного у підпунктах 3.1 та 3.2, свідчать, що ERP-впровадження на ПрАТ «Технопром системс» забезпечило значні позитивні результати у фінансовій, операційній та управлінській площинах. Водночас системний моніторинг виявив низку проблемних зон, усунення яких може додатково підвищити ефективність ERP-моделі (табл. 3.8).

1. Інформаційна інтеграція. Незважаючи на суттєвий прогрес у стандартизації процесів, ERP-система поки що не повністю інтегрована з усіма зовнішніми джерелами даних (зокрема CRM, SCM та HRM-платформами). Це призводить до інформаційних розривів у процесах міжфункціональної взаємодії.

2. Кадровий фактор. Оцінка результатів опитування персоналу показала, що лише 74 % співробітників задоволені роботою з ERP-модулем, тоді як інші відзначили складність інтерфейсу та нестачу навчання. Це свідчить про

необхідність поглибленого тренінгу персоналу та адаптації системи під користувачів.

3. Аналітичний інструментарій. ERP на даний момент забезпечує базові функції звітності, проте аналітичний блок (BI-модулі) ще не реалізовано в повному обсязі. Відсутність прогностичної аналітики знижує здатність керівництва швидко реагувати на зміни попиту та макроекономічні ризики.

4. Операційна ефективність. Хоча показники оборотності запасів та Lead Time суттєво покращилися, у компанії досі фіксуються вузькі місця у логістиці та плануванні виробничих потужностей. Це може бути усунено через інтеграцію ERP з модулем APS (Advanced Planning and Scheduling), що активно використовується у провідних світових компаніях.

Таблиця 3.8. Виявлені проблемні зони ERP-впровадження у ПрАТ «Технопром системс»

Категорія	Проблемна зона	Потенційний напрям удосконалення
Інформаційна інтеграція	Розрив між ERP і CRM/SCM	Єдиний дата-центр, API-інтеграція
Кадровий фактор	Недостатня підготовка персоналу	Тренінги, e-learning, UX-оптимізація
Аналітика	Відсутність BI та прогнозних моделей	Впровадження BI-платформи, AI-аналітики
Операції	Неповна оптимізація виробничих потужностей	Інтеграція APS, розширення ERP-модуля

Таким чином, ПрАТ «Технопром системс» уже отримало від ERP значний позитивний ефект, але додаткові резерви ефективності зосереджені у сферах інтеграції систем, розвитку аналітики, навчання персоналу та операційного планування.

На основі виявлених проблемних зон сформовано комплекс практичних рекомендацій для підвищення ефективності ERP-системи ПрАТ «Технопром системс» (табл. 3.9). Вони стосуються чотирьох ключових напрямів: інформаційна інтеграція, розвиток кадрового потенціалу, впровадження аналітичних інструментів, оптимізація операційних процесів.

Таблиця 3.9. Практичні рекомендації для підвищення ефективності ERP у ПрАТ «Технопром системс»

Напрям	Конкретні заходи	Очікуваний результат
Інформаційна інтеграція	API, ESB, єдине сховище даних	Єдина база даних, скорочення часу обміну на 25 %
Кадровий потенціал	Академія ERP, e-learning	+15–20 % задоволеності користувачів
Аналітика	BI, AI-прогнозування	+25 % точності прогнозів, –50 % часу на звітність
Операції	APS-модуль	–15 % Lead Time, +5–7 % OEE

1. Інформаційна інтеграція.

Рекомендація: створити єдину базу даних підприємства (Enterprise Data Warehouse), яка об'єднає ERP, CRM та SCM у спільне інформаційне середовище.

Механізм реалізації: використати API-інтеграцію та корпоративну сервісну шину (Enterprise Service Bus), що дозволить синхронізувати клієнтські дані, виробничі замовлення та логістичні ланцюги.

Очікуваний результат: скорочення часу на обмін інформацією між підрозділами на 20–25 %, зниження кількості помилок у звітах на 15 %.

2. Кадровий потенціал.

Рекомендація: впровадити програму безперервного навчання персоналу у форматі e-learning та тренінгів із використання ERP.

Механізм реалізації: створення внутрішньої академії ERP-компетенцій, розробка онлайн-курсів та інтерактивних симуляторів.

Очікуваний результат: підвищення задоволеності персоналу роботою з ERP на 15–20 %, зростання рівня ефективності використання функціоналу системи.

3. Аналітичні інструменти.

Рекомендація: інтегрувати в ERP-систему модуль бізнес-аналітики (BI) та інструменти прогнозної аналітики на основі штучного інтелекту.

Механізм реалізації: використання BI-платформ (Power BI, Qlik Sense, Tableau), а також впровадження алгоритмів прогнозування попиту та оцінки ризиків.

Очікуваний результат: скорочення циклу підготовки управлінських звітів на 40–50 %, підвищення точності прогнозів попиту на 20–25 %.

4. Операційна оптимізація.

Рекомендація: підключити до ERP модуль APS (Advanced Planning and Scheduling) для розширеного планування та балансування виробничих потужностей.

Механізм реалізації: інтеграція ERP із системою APS для розрахунку оптимальних графіків виробництва та логістики.

Очікуваний результат: зменшення Lead Time ще на 15 %, підвищення OEE обладнання на 5–7 п.п., оптимізація рівня запасів на 10 %.

Рекомендації дозволяють перевести ERP-систему ПрАТ «Технопром системс» на новий рівень зрілості, коли система стає не лише інструментом автоматизації процесів, а й інтелектуальною платформою стратегічного управління. Впровадження цих заходів стане основою для прогнозування економічного ефекту.

Після впровадження базової ERP-системи ПрАТ «Технопром системс» досягло суттєвих результатів, однак запропоновані заходи (інтеграція систем, навчання персоналу, впровадження BI та APS) можуть принести додаткові вигоди. Для оцінки перспективного економічного ефекту застосовано метод сценарного прогнозування (Scenario Planning), який дозволяє врахувати невизначеність та змоделювати три можливих варіанти розвитку подій: оптимістичний, базовий та песимістичний.

Вихідні умови прогнозування:

– горизонт планування: 5 років (2025–2029).

– базові дані: результати ERP-впровадження за 2024 рік (див. п. 3.2).

– критерії оцінки: фінансові (NPV, ROI, EVA), операційні (Lead Time, OEE, оборотність запасів), управлінські (Decision Time, інтегрованість процесів, задоволеність персоналу).

Сценарії розвитку:

1. Оптимістичний сценарій – передбачає повну інтеграцію ERP з CRM і SCM, запуск APS-модуля, повноцінне BI-рішення та високий рівень адаптації персоналу.

2. Базовий сценарій – реалізація більшості заходів (ERP + BI, часткова інтеграція з CRM, розширене навчання персоналу).

3. Песимістичний сценарій – часткова реалізація заходів, проблеми з адаптацією персоналу, обмежене використання аналітики.

Результати прогнозування представлено в таблиці 3.10.

Таблиця 3.10. Прогноз економічного ефекту ERP-вдосконалень на 2025–2029 рр.

Показник	2024 (факт)	Оптимістичний 2029	Базовий 2029	Песимістичний 2029
ROI, %	125,6	210,0	165,0	135,0
NPV, млн грн	10,6	28,4	19,7	12,2
EVA, млн грн	10,2	24,1	16,5	11,0
Оборотність запасів (IT), раз/рік	6,0	8,2	7,1	6,3
Lead Time, днів	12	8	10	11
OEE, %	78	88	83	80
Decision Time, днів	7	4	5	6
Задоволеність персоналу, %	74	90	82	76

Прогнозні значення інтегрального індексу ефективності ERP (E) у трьох сценаріях:

Оптимістичний сценарій: $E=0,91$.

Базовий сценарій: $E=0,85$.

Песимістичний сценарій: $E=0,78$.

Висновки прогнозування:

1. У разі реалізації повного пакета заходів ERP-вдосконалення здатні забезпечити зростання ROI до 210 % і NPV до 28,4 млн грн, а інтегральний індекс ERP-ефективності наблизиться до 0,91.

2. Базовий сценарій також залишається економічно доцільним, із ROI на рівні 165 % і EVA близько 16,5 млн грн.

3. Навіть песимістичний сценарій демонструє додатні результати, що підтверджує стійкість ERP-проєкту для ПрАТ «Технопром системс».

Таким чином, ERP-система має значний потенціал подальшої оптимізації, а прогнозні розрахунки свідчать про високу ймовірність зростання економічної віддачі від її вдосконалення.

Розроблені практичні рекомендації та результати сценарного прогнозування свідчать, що ERP-вдосконалення здатні забезпечити для ПрАТ «Технопром системс» довгостроковий економічний та організаційний ефект.

Узагальнення рекомендацій:

1. Інформаційна інтеграція – створення єдиного корпоративного сховища даних і повна синхронізація ERP із CRM та SCM, що усуне дублювання інформації й скоротить час обміну даними.

2. Кадровий розвиток – організація постійного навчання користувачів ERP, створення внутрішньої академії та впровадження e-learning, що підвищить рівень задоволеності персоналу.

3. Аналітика та BI – інтеграція ERP з BI-платформами і використання прогнозної аналітики (AI-моделі, machine learning), що підвищить точність прогнозів та швидкість звітності.

4. Операційна оптимізація – впровадження APS-модуля для планування виробничих потужностей, що дозволить скоротити Lead Time і підвищити OEE.

Підсумки сценарного прогнозування:

Оптимістичний сценарій: ERP-вдосконалення піднімають ROI до 210 %, NPV – до 28,4 млн грн, інтегральний показник ефективності – до 0,91.

Базовий сценарій: ROI досягає 165 %, NPV – 19,7 млн грн, інтегральний показник – 0,85.

Песимістичний сценарій: ROI становить 135 %, NPV – 12,2 млн грн, інтегральний показник – 0,78.

Усі три сценарії свідчать про позитивний економічний ефект, навіть за несприятливих умов.

Управлінські висновки для ПрАТ «Технопром системс»:

1. ERP-система повинна розглядатися як стратегічна платформа цифрової трансформації, а не лише як інструмент автоматизації.

2. Пріоритетними є інтеграція, BI та APS, що створюють основу для гнучкого управління ресурсами і швидкого реагування на ринкові зміни.

3. Для успішної реалізації ERP-вдосконалень необхідно поєднати технологічні заходи з організаційними, зокрема розвитком цифрових компетенцій персоналу.

4. Очікуваний економічний ефект підтверджує доцільність подальших інвестицій у цифровізацію, оскільки навіть базовий сценарій забезпечує значне зростання показників ефективності.

Значення для стратегії розвитку: ERP-вдосконалення формують для ПрАТ «Технопром системс» синергетичний ефект: фінансові вигоди поєднуються зі зростанням операційної продуктивності та підвищенням управлінської зрілості. Це створює передумови для виходу компанії на нові ринки, підвищення конкурентоспроможності та довгострокового сталого розвитку.

Висновки до розділу 3

У третьому розділі було здійснено практичну апробацію розроблених у роботі моделей оцінки та прогнозування ефективності ERP-впровадження на прикладі ПрАТ «Технопром системс».

По-перше, проведено аналіз діяльності підприємства та його системи управління. Встановлено, що «Технопром системс» є середнім IT-підприємством, яке спеціалізується на розробці програмних рішень для цифрової трансформації бізнесу. Дослідження організаційної структури та бізнес-процесів показало наявність значного рівня спеціалізації, але також – фрагментарність інформаційних потоків і залежність від окремих розрізнених програмних продуктів. Це створило передумови для впровадження ERP як інтегрованої платформи управління.

По-друге, здійснено оцінку фінансових, операційних та управлінських ефектів ERP-впровадження. Розрахунки показали високу економічну доцільність ERP-проєкту: ROI склав 125,6 %, NPV – 10,6 млн грн, EVA – 10,2 млн грн, а період окупності – 2,8 року. Операційні показники також значно покращилися: оборотність запасів зросла на 43 %, тривалість виробничого циклу скоротилася на третину, ефективність обладнання (OEE) підвищилася на 11 п.п. Управлінські ефекти відобразилися у зменшенні часу ухвалення рішень, підвищенні інтегрованості бізнес-процесів та зростанні рівня задоволеності персоналу.

По-третє, проведено розрахунок інтегрального показника ефективності ERP-впровадження, який склав 0,83 за шкалою [0;1]. Це підтвердило, що ERP-система має значний вплив на всі аспекти діяльності підприємства та виступає важливим чинником його стратегічного розвитку.

По-четверте, розроблено практичні рекомендації та сценарне прогнозування ефектів ERP-вдосконалень. Запропоновані заходи включають інтеграцію ERP із CRM і SCM, впровадження BI та APS-модулів, розвиток компетенцій персоналу. Прогноз показав, що у разі оптимістичного сценарію ROI може зрости до 210 %, NPV – до 28,4 млн грн, інтегральний показник ефективності – до 0,91. Навіть за песимістичного сценарію результати залишаються позитивними, що свідчить про високу стійкість ERP-проєкту.

Таким чином, проведений аналіз довів, що ERP-система для ПрАТ «Технопром системс» є стратегічною інвестицією, яка забезпечує синергію фінансових, операційних та управлінських вигод. ERP не лише автоматизує процеси, але й створює інтелектуальну основу для прийняття рішень, підвищує конкурентоспроможність та формує умови для довгострокового сталого розвитку підприємства.

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі здійснено комплексне дослідження теоретичних, методичних та практичних аспектів використання ERP-систем для підвищення ефективності управління підприємством. Проведене дослідження дозволило досягти поставленої мети – розробити та апробувати економіко-математичну модель оцінки ефективності ERP-впровадження, а також сформувати практичні рекомендації для підвищення результативності управлінських процесів на прикладі ПрАТ «Технопром системс».

По-перше, було здійснено теоретичне узагальнення сутності та еволюції ERP-систем. Доведено, що ERP пройшли шлях від локальних систем планування ресурсів (MRP, MRP II) до сучасних хмарних платформ, інтегрованих із BI, AI та IoT. Систематизовано наукові підходи до оцінки ефективності управління підприємством, серед яких класичні фінансові, процесні, системні та інтегровані (Balanced Scorecard, KPI, ESG-метрики). Узагальнено, що ERP-системи виступають не лише технологічним інструментом, а й стратегічною платформою цифрової трансформації бізнесу.

По-друге, було розроблено методичні основи моделювання впливу ERP на ефективність управління. Сформовано економіко-математичну модель, що включає три блоки змінних: фінансові (ROI, NPV, EVA), операційні (оборотність запасів, Lead Time, OEE) та управлінські (Decision Time, інтегрованість процесів, задоволеність персоналу). Запропоновано базову та розширені моделі оцінки ефективності (DEA, SFA, DiD, панельні регресії). Розроблено концептуальну модель інформаційної системи підтримки управлінських рішень (ІСПР), інтегрованої з ERP, яка забезпечує замкнений цикл управління «дані → аналітика → рішення → результат → нові дані».

По-третє, здійснено практичну апробацію розроблених моделей на прикладі ПрАТ «Технопром системс». Проведено характеристику діяльності підприємства та аналіз існуючої системи управління, що дозволило виявити

проблемні зони: фрагментарність інформаційних потоків, затримки у звітності, низький рівень інтегрованості бізнес-процесів. Розрахунки показали, що ERP-проєкт є економічно доцільним: ROI – 125,6 %, NPV – 10,6 млн грн, EVA – 10,2 млн грн, період окупності – 2,8 року. ERP також забезпечило зростання оборотності запасів на 43 %, скорочення виробничого циклу на 33 % і підвищення OEE на 11 п.п. Інтегральний показник ефективності ERP-впровадження склав 0,83.

По-четверте, було розроблено практичні рекомендації для підвищення ефективності ERP-системи ПрАТ «Технопром системс». Запропоновано заходи з інформаційної інтеграції (єдине сховище даних, API-інтеграція з CRM і SCM), розвитку кадрового потенціалу (e-learning, внутрішня академія ERP-компетенцій), впровадження BI та AI-аналітики, а також використання APS-модуля для оптимізації виробничого планування. Сценарне прогнозування показало, що у разі оптимістичного сценарію ROI може зрости до 210 %, NPV – до 28,4 млн грн, інтегральний показник ефективності – до 0,91. Навіть песимістичний сценарій зберігає позитивний ефект (ROI – 135 %, NPV – 12,2 млн грн).

Отже, проведене дослідження доводить, що ERP-системи є ключовим чинником підвищення ефективності управління підприємством. Вони забезпечують інтеграцію бізнес-процесів, підвищують прозорість та швидкість управлінських рішень, оптимізують використання ресурсів і створюють додану вартість. Практичне значення отриманих результатів полягає в можливості застосування розробленої моделі оцінки ERP-впровадження на підприємствах різних галузей, а теоретичне – у розвитку методичних підходів до вимірювання ефектів цифрової трансформації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Orlicky J. Material Requirements Planning: The New Way of Life in Production and Inventory Management. New York: McGraw-Hill, 1975.

2. Umble E. J., Haft R. R., Umble M. M. Enterprise resource planning: Implementation procedures and critical success factors. *European Journal of Operational Research.* 2003. Vol. 146(2). P. 241–257.

3. Jacobs F., Weston F. C. Enterprise resource planning (ERP) A brief history. *Journal of Operations Management.* 2007. Vol. 25(2). P. 357–363.

4. Davenport T. H. Process Innovation: Reengineering Work through Information Technology. Boston: Harvard Business School Press, 1993.

5. Klaus H., Rosemann M., Gable G. G. What is ERP? *Information Systems Frontier*s. 2000. Vol. 2(2). P. 141–162.

6. Helo P., Szekely B. Logistics information systems: An analysis of software solutions for supply chain co-ordination. *Industrial Management & Data Systems.* 2005. Vol. 105(1). P. 5–18.

7. Olsen D. H., Saetre P. ERP for SMEs – is proprietary software an alternative?. *Business Process Management Journal.* 2007. Vol. 13(3). P. 379–389.

8. Panorama Consulting Solutions. *ERP Report 2012:* A Panorama Consulting Solutions Research Report. Denver, 2012.

9. Gartner. Forecast Analysis: ERP Software, Worldwide. Stamford, CT: Gartner Research, 2021.

10. Bradley J. The mobile enterprise: Moving ERP onto mobile devices. Journal of Enterprise Information Management. 2016. Vol. 29(1). P. 37–55.

11. Deloitte. Enterprise Resource Planning and Artificial Intelligence: Transforming the Future of Business. London: Deloitte Insights, 2020.

12. Haddara M., Elragal A. The readiness of ERP systems for the factory of the future. *Procedia Computer Science.* 2015. Vol. 64. P. 721–728.

13. Anthony R. N. *Planning and Control Systems: A Framework for Analysis.* Harvard Business School Press, 1965.

14. Brigham E. F., Ehrhardt M. C. Financial Management: Theory and Practice. 14th ed. Boston: Cengage Learning, 2013.

15. Bertalanffy L. von. General System Theory: Foundations, Development, Applications. New York: George Braziller, 1968.

16. Forrester J. W. Industrial Dynamics. Cambridge: MIT Press, 1961.

17. Drucker P. F. Management: Tasks, Responsibilities, Practices. New York: Harper & Row, 1973.

18. Sink D. S., Tuttle T. C. Planning and Measurement in Your Organization of the Future. Norcross: Industrial Engineering and Management Press, 1989.

19. Zairi M. Benchmarking for Best Practice: Continuous Learning through Sustainable Innovation. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1996.

20. Saaty T. L. Decision Making for Leaders: The Analytic Hierarchy Process for Decisions in a Complex World. Pittsburgh: RWS Publications, 1990.

21. Kaplan R. S., Norton D. P. The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action. Boston: Harvard Business School Press, 1996.

22. Parmenter D. Key Performance Indicators: Developing, Implementing, and Using Winning KPIs. Hoboken: John Wiley & Sons, 2015.

23. Eccles R. G., Klimenko S. The investor revolution. Harvard Business Review. 2019. Vol. 97(3). P. 106–116.

24. Davenport T. H. Putting the enterprise into the enterprise system. Harvard Business Review. 1998. Vol. 76(4). P. 121–131.

24. Al-Mashari M., Al-Mudimigh A. ERP implementation: lessons from a case study. Information Technology & People. 2003. Vol. 16(1). P. 21–33.

25. Beheshti H. M. What managers should know about ERP/ERP II. Management Research News. 2006. Vol. 29(4). P. 184–193.

26. Shang S., Seddon P. B. Assessing and managing the benefits of enterprise systems: The business manager's perspective. Information Systems Journal. 2002. Vol. 12(4). P. 271–299.

27. Davenport T. H., Harris J. G. Competing on Analytics: The New Science of Winning. Boston: Harvard Business School Press, 2007.

28. Gattiker T. F., Goodhue D. L. What happens after ERP implementation: Understanding the impact of interdependence and differentiation on plant-level outcomes. *MIS Quarterly.* 2005. Vol. 29(3). P. 559–585.

29. Chofreh A. G., Goni F. A., Klemeš J. J. Sustainable enterprise resource planning: Imperatives and research directions. *Journal of Cleaner Production.* 2018. Vol. 198. P. 1345–1354.

30. Bradley J. Management-based critical success factors in the implementation of enterprise resource planning systems. International Journal of Accounting Information Systems. 2008. Vol. 9(4). P. 175–200.

31. Strozzi F., Colicchia C., Creazza A., Noè C. Literature review on the 'Smart Factory' concept using bibliometric tools. International Journal of Production Research. 2017. Vol. 55(22). P. 6572–6591.

32. Bendoly E., Rosenzweig E. D. The efficiency of inter-firm ERP projects: Empirical evidence from the automotive industry. International Journal of Operations & Production Management. 2010. Vol. 30(1). P. 43–67.

33. Panorama Consulting Solutions. Clash of the Titans: ERP Report 2019. Denver: Panorama Consulting, 2019.

34. Al-Fawaz K., Drew S., Al-Fawaz R. Critical success factors in ERP implementation: A review. Journal of Enterprise Information Management. 2008. Vol. 21(4). P. 358–376.

35. Momoh A., Roy R., Shehab E. Challenges in enterprise resource planning implementation: State-of-the-art. Business Process Management Journal. 2010. Vol. 16(4). P. 537–565.

36. Markus M. L., Tanis C. The enterprise system experience – from adoption to success. In: *Framing the Domains of IT Management.* 2000. P. 173–207.

38. Brealey R. A., Myers S. C., Allen F. *Principles of Corporate Finance.* 13th ed. New York: McGraw-Hill, 2020. 992 p.

39. Hoch D. J., Munson J. How to plan and budget for enterprise software. *McKinsey Quarterly.* 2000. No. 2. URL: https://www.mckinsey.com/ (дата звернення: 09.11.2025).

40. Brynjolfsson E., Hitt L. M. Computing productivity: Firm-level evidence. *Review of Economics and Statistics.* 2003. Vol. 85(4). P. 793–808.

41. Hitt L. M., Wu D. J., Zhou X. Investment in enterprise resource planning: Business impact and productivity measures. *Journal of Management Information Systems.* 2002. Vol. 19(1). P. 71–98.

42. Banker R. D., Kauffman R. J., Morey R. C. Measuring gains in operational efficiency from IT: A study of POS systems. *Journal of Management Information Systems.* 1990. Vol. 7(2). P. 29–54.

43. Kumbhakar S. C., Lovell C. A. K. *Stochastic Frontier Analysis.* Cambridge: Cambridge University Press, 2000.

44. Charnes A., Cooper W. W., Rhodes E. Measuring the efficiency of decision-making units. European Journal of Operational Research. 1978. Vol. 2(6). P. 429–444.

45. Cooper W. W., Seiford L. M., Tone K. Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software. 2nd ed. New York: Springer, 2007.

46. Caves D. W., Christensen L. R., Diewert W. E. The economic theory of index numbers and the measurement of input, output, and productivity. *Econometrica.* 1982. Vol. 50(6). P. 1393–1414.

47. Angrist J. D., Pischke J.-S. Mostly Harmless Econometrics: An Empiricist's Companion. Princeton: Princeton University Press, 2009.

48. Law A. M., Kelton W. D. Simulation Modeling and Analysis. 5th ed. New York: McGraw-Hill, 2014.

49. Robinson S. Discrete-event simulation: From the pioneers to the present, what next? Journal of the Operational Research Society. 2005. Vol. 56(6). P. 619–629.

50. Sterman J. D. *Business Dynamics: Systems* Thinking and Modeling for a Complex World. Boston: Irwin/McGraw-Hill, 2000.

51. Dumas M., La Rosa M., Mendling J., Reijers H. A. Fundamentals of Business Process Management. 2nd ed. – Berlin: Springer, 2018.

52. Negri E., Fumagalli L., Macchi M. A review of the roles of digital twin in CPS-based production systems. Procedia Manufacturing. 2017. Vol. 11. P. 939–948.

53. Rong K., Hu G., Lin Y., Shi Y. Understanding business ecosystem using a 6C framework in Internet-of-Things-based sectors. International Journal of Production Economics. 2015. Vol. 159. P. 41–55.

54. North M. J., Macal C. M. Managing Business Complexity: Discovering Strategic Solutions with Agent-Based Modeling and Simulation. Oxford: Oxford University Press, 2007.

55. Gilbert N. *Agent-Based Models.* London: Sage Publications, 2008.

56. Power D. J. A brief history of decision support systems. *DSSResources.com.* 2007. URL: https://dssresources.com/history/dsshistory.html (дата звернення: 09.11.2025).

57. Shim J. P., Warkentin M., Courtney J. F. et al. Past, present, and future of decision support technology. *Decision Support Systems.* 2002. Vol. 33(2). P. 111–126.

58. Watson H. J. Business intelligence – past, present, and future. *Communications of the Association for Information Systems.* 2009. Vol. 25(39). P. 487–510.

59. Arnott D., Pervan G. Eight key issues for the decision support systems discipline. *Decision Support Systems.* 2005. Vol. 44(3). P. 657–672.

60. Laudon K. C., Laudon J. P. Management Information Systems: Managing the Digital Firm. 16th ed. New York: Pearson, 2020.

61. Turban E., Sharda R., Delen D. Decision Support and Business Intelligence Systems. 10th ed. Harlow: Pearson, 2014.

62. Inmon W. H. *Building the Data Warehouse.* 4th ed. New York: Wiley, 2005.

63. Hohpe G., Woolf B. Enterprise Integration Patterns: Designing, Building, and Deploying Messaging Solutions. Boston: Addison-Wesley, 2004.

64. Poston R., Grabski S. Financial impacts of enterprise resource planning implementations. Journal of Information Systems. 2001. Vol. 15(1). P. 209–222.

65. Elbashir M. Z., Collier P. A., Davern M. J. Measuring the effects of business intelligence systems: The relationship between business process and organizational performance. *International Journal of Accounting Information Systems.* 2008. Vol. 9(3). P. 135–153.

66. Wixom B. H., Watson H. J. The BI-based organization. *International Journal of Business Intelligence Research.* 2010. Vol. 1(1). P. 13–28.