КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Факультет інформаційних технологій

Кафедра технологій управління

Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»

Освітньо-професійна програма «Управління проєктами»

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему:

«Дослідження процесів управління проєктом створення ERP-системи для проєктно-орієнтованої компанії»

Студента 2-го курсу групи УПз-21

Сергій ШУЛДИК

(ім'я, прізвище)

_____

(підпис студента)

Науковий керівник:

к.т.н., доцент

(науковий ступінь, вчене звання)

Олександр ТІМІНСЬКИЙ

(ім'я, прізвище)

_____ _____

(дата) *(підпис)*

Попередній захист:

_____

(Висновок: «До захисту в Екзаменаційній комісії»)

Завідувач кафедри

технологій управління, проф. _____ Віктор МОРОЗОВ _____

(підпис) *(ім'я, прізвище)* *(дата)*

Київ-2025

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
Факультет інформаційних технологій

Кафедра технологій управління
Освітній рівень Магістр
Спеціальність 122 Комп'ютерні науки
Освітньо-професійна програма Управління проєктами

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
професор Віктор МОРОЗОВ

_____
"____"_____20___року

З А В Д А Н Н Я
НА ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Студент: Шулдик Сергій Сергійович
Група: УПз-21

1. Тема кваліфікаційної роботи

«Дослідження процесів управління проєктом створення ERP-системи для проєктно-орієнтованої компанії»

Затверджена протоколом від "16" червня 2025 р. № 15.

2. Строк подання студентом готової роботи - "15" грудня 2025 р.

3. Цільова установка та вихідні дані до роботи: аналіз методів, способів і засобів управління проєктами задля реалізації обраного проєкту; досягнення поставлених цілей і отримання запланованих результатів у межах виділеного часу та бюджету.

4. Зміст роботи:

Аналіз сучасних моделей управління проєктами, обґрунтування методології, розробка концепції проєкту, економічної моделі, організаційної структури, календарного плану, WBS, управління ресурсами, ризиками, фінансами та використання інструментів управління проєктами.

5. Перелік графічного матеріалу (слайдів):

Мета роботи, актуальність дослідження, обґрунтування вибору методології, концепція проєкту, модель організаційної структури команди проєкту, фінансова модель проєкту, підсумки фінансового планування, модель WBS проєкту, діаграма Ганта, концептуальна модель бази даних, логічна модель бази даних, матриця ризиків, висновки.

6. Календарний план виконання роботи:

№ з/п	Назва частин роботи	План виконання роботи
1.	Вибір теми кваліфікаційної роботи	16.06.25
2.	Затвердження теми кваліфікаційної роботи та призначення наукового керівника	30.08.25
3.	Формування переліку нормативних матеріалів, літератури з проблематики кваліфікаційної роботи	09.09.25
4.	Розробка плану кваліфікаційної роботи і його погодження з науковим керівником	25.09.25
5.	Написання I розділу кваліфікаційної роботи	06.10.25
6.	Написання II розділу кваліфікаційної роботи	20.10.25
7.	Написання III розділу кваліфікаційної роботи	03.11.25
8.	Написання IV розділу кваліфікаційної роботи	17.11.25
9.	Підготовка висновків і пропозицій	24.11.25
10.	Оформлення кваліфікаційної роботи	01.12.25
11.	Передача кваліфікаційної роботи рецензенту для рецензування, перевірка на плагіат	11.12.25
12.	Передача кваліфікаційної роботи науковому керівникові	15.12.25
13.	Попередній захист кваліфікаційної роботи	16.12.25
14.	Захист кваліфікаційної роботи	22.12.25

Дата видачі завдання “01” вересня 2025 р.

Керівник роботи к.т.н., доцент, Олександр ТІМІНСЬКИЙ

(посада, ім’я, прізвище)

_____

(підпис)

Завдання прийняв до виконання студент групи УПз-21

Сергій ШУЛДИК

(ім’я, прізвище)

_____

(підпис)

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ 6
ВСТУП 7
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ ВПРОВАДЖЕННЯ ERP-СИСТЕМ У ПРОЄКТНО-ОРІЄНТОВАНИХ КОМПАНІЯХ 10
1.1. Сутність ERP-систем та їх роль у проєктно-орієнтованих компаніях 10
1.2 Особливості управління проєктами зі створення ERP-систем 12
1.3 Методологічні підходи до управління проєктами ERP (PMBOK, ISO, IPMA, PRINCE2) 14
1.4. Інструменти та засоби підтримки управління ERP-проєктом 17
1.5. Огляд сучасних ERP-систем 20
1.6. Критичний аналіз джерел та постановка задачі 27
РОЗДІЛ 2. ОПИС КОНЦЕПЦІЇ ПРОЄКТУ 33
2.1. Формалізація ідеї проєкту створення ERP-системи 33
2.2. Команда та бюджет проєкту 44
2.3. Математичне та процесне моделювання проєкту створення ERP-системи 57
2.4. Структура моделі бази даних та логічної структури системи продукту проєкту 62
РОЗДІЛ 3. РЕАЛІЗАЦІЯ МОДЕЛЕЙ ТА ДОСЛІДЖЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТОМ ERP 71
3.1. Управління змістом проєкту. WBS і роботи проєкту 71
3.2. Управління часом проєкту. Діаграма Ґанта 90
3.3. Управління ризиками проєкту 96

РОЗДІЛ 4. ОЦІНКА РЕЛЕВАНТНОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ МОДЕЛЕЙ І МЕТОДІВ В УМОВАХ РЕАЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ 102

4.1. Аналіз відповідності моделей умовам організації 102

4.2. Оцінка ризиків. Використання матриці ймовірності та впливу ризиків. 105

ВИСНОВКИ 111

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ 113

АНОТАЦІЯ

кваліфікаційної магістерської роботи на тему:

«Дослідження процесів управління проєктом створення ERP-системи для проєктно-орієнтованої компанії»

Студент: Шулдик Сергій Сергійович

Науковий керівник: Тімінський Олександр Георгійович

Рік захисту – 2025.

Темою даної кваліфікаційної роботи обрано «Дослідження процесів управління проєктом створення ERP-системи для проєктно-орієнтованої компанії», предметною областю якої є управління IT-проєктами, спрямованими на цифровізацію та автоматизацію бізнес-процесів підприємств, діяльність яких побудована за проєктним підходом.

Метою роботи є аналіз, формалізація та удосконалення процесів управління проєктом упровадження ERP-системи, а також розробка моделі організації робіт, що забезпечує підвищення ефективності планування, контролю, управління ризиками й оцінювання результативності реалізації проєкту.

На основі сформульованої мети поставлено такі завдання дослідження:

– провести аналіз сучасних підходів та моделей управління проєктами у сфері впровадження ERP-систем;

– здійснити декомпозицію та формалізацію бізнес-процесів проєктно-орієнтованої компанії;

– розробити структурно-логічну модель ERP-проєкту та визначити ключові вимоги до системи;

– сформувати мережеву модель, побудувати граф критичного шляху та здійснити розрахунок часових параметрів проєкту;

– ідентифікувати ризики, проаналізувати їх вплив та розробити план управління ризиками ERP-проєкту.

Об'єктом дослідження є процес створення та впровадження інформаційних систем класу ERP у проєктно-орієнтованих компаніях.

Предметом дослідження є моделі, методи та інструменти управління IT-проєктом впровадження ERP-системи, включно з плануванням робіт, ресурсів і строків, управлінням ризиками.

Практична цінність роботи полягає у розробці методичних рекомендацій з організації управління ERP-проєктом, побудові мережевої моделі та моделі ризиків, формуванні дерева причин і наслідків, дерева цілей та логіко-структурної схеми проєкту. Одержані результати можуть бути використані в діяльності IT-компаній, консалтингових підприємств та організацій, що впроваджують ERP-рішення.

Робота містить 118 сторінок, 8 рисунків та 23 таблиці.

ВСТУП

Стрімкий розвиток інформаційних технологій в Україні та світі формує високі вимоги до ефективності управління бізнес-процесами та цифрової трансформації підприємств. Україна посідає вагоме місце на глобальному ринку ІТ-послуг, активно впроваджуючи сучасні технології, інноваційні підходи до організації виробництва та управління, а також розвиваючи екосистеми корпоративних інформаційних систем. Серед таких рішень особливу роль відіграють ERP-системи, що забезпечують комплексну автоматизацію діяльності компаній та підтримують прийняття управлінських рішень у реальному часі.

Для проєктно-орієнтованих компаній, діяльність яких пов’язана з паралельною реалізацією багатьох проєктів, функціями управління ресурсами, строками, бюджетами й ризиками, впровадження ERP-системи є критично важливим елементом підвищення операційної ефективності. Актуальність дослідження обумовлена потребою таких підприємств у комплексних рішеннях, які забезпечують прозорість процесів, синхронізацію даних між підрозділами, зменшення витрат і підвищення якості управління проєктами.

Проєкти впровадження ERP-систем характеризуються високим рівнем складності, значними вимогами до точності планування, координації командної роботи та управління ризиками. Неефективне управління такими проєктами призводить до затримок, бюджетних перевитрат, зниження продуктивності та недосягнення очікуваних бізнес-результатів. Тому дослідження моделей, підходів і технологій управління ERP-проєктами є важливим для формування методичної бази, що дозволяє компаніям переходити до системної цифрової трансформації. З огляду на складність процесів, впровадження ERP-системи в проєктно-орієнтованій компанії є стратегічним рішенням, яке вимагає адаптації сучасних моделей управління проєктами та застосування інструментів комп’ютерного моделювання. Це забезпечує можливість оптимізації ресурсів, планування та контролю строків, аналізу ризиків і підвищення якості управлінських рішень. Впровадження ERP-рішення створює фундамент для вдосконалення процесів планування, бюджетування, управління персоналом,

контролю витрат і аналітики, що особливо актуально для компаній із динамічним середовищем і високою проєктною активністю.

Метою даної роботи є дослідження, аналіз та удосконалення процесів управління проєктом зі створення ERP-системи для проєктно-орієнтованої компанії, а також формування моделі організації робіт, що забезпечує високу результативність впровадження.

У межах дослідження особливу увагу зосереджено на адаптації сучасних методологій управління проєктами, виборі оптимальних моделей планування та побудові мережевих структур, що дозволяють точно оцінити часові параметри та критичний шлях проєкту. Дослідження також спрямоване на аналіз ризиків, моделювання варіантів розвитку подій і створення комплексної системи управління ризиками для підвищення надійності реалізації проєкту.

На основі сформульованої мети поставлено такі *завдання дослідження*:

- провести аналіз сучасних моделей та методологій управління проєктами (традиційних, гнучких та гібридних) з метою визначення оптимального підходу до управління ERP-проєктом;
- здійснити аналіз діяльності проєктно-орієнтованої компанії та формалізацію бізнес-процесів, які потребують автоматизації засобами ERP-системи;
- розробити концептуальну модель ERP-проєкту, включаючи визначення вимог, структури системи та основних модулів;
- сформувати ієрархічну структуру робіт (WBS), мережеву модель і граф критичного шляху проєкту;
- ідентифікувати, класифікувати та оцінити ризики, розробити матрицю ймовірності та впливу та сформувати комплекс проти ризикових заходів;
- оцінити вплив зовнішніх і внутрішніх факторів на успішність реалізації ERP-проєкту та розробити логіко-структурну схему досягнення цілей.

Об'єктом дослідження є процес створення та впровадження інформаційних систем класу ERP у проєктно-орієнтованих компаніях. *Предметом дослідження* є моделі, методи та інструменти управління IT-

проєктом впровадження ERP-системи, включно з плануванням робіт, ресурсів і строків, управлінням ризиками.

Для досягнення поставленої мети у роботі застосовано комплекс методів дослідження:

- *аналіз літературних та інформаційних джерел* – для вивчення сучасних моделей управління проєктами та визначення оптимальних – підходів до реалізації ERP-проєктів;
- *метод порівняльного аналізу* – для дослідження функціональних можливостей ERP-систем і підходів до їх упровадження;
- *методи системного аналізу* – для побудови концептуальної моделі ERP-системи та її архітектури;
- *метод моделювання* – для розробки WBS, графа критичного шляху, симуляцій Монте-Карло та інших інструментів планування;
- *методи управління ризиками* – для ідентифікації, оцінки та формування сценаріїв реагування на ризики;
- *метод спостереження* – для аналізу практики впровадження ERP-системи на конкретних об’єктах компанії.

Практична цінність роботи полягає в розробці методичних рекомендацій щодо управління ERP-проєктами, побудові моделей планування та ризик-менеджменту, а також у створенні логіко-структурної моделі, дерева причин і наслідків, дерева цілей та мережевої моделі реалізації ERP-проєкту**.**

Запропоновані рішення можуть бути використані як у межах організації, що здійснює впровадження, так і в інших компаніях, які планують реалізацію аналогічних проєктів цифрової трансформації.

Наукова новизна роботи полягає у розробці комплексного підходу до управління проєктом створення ERP-системи для проєктно-орієнтованої компанії на основі інтеграції методів WBS, CPM, PERT та кількісного аналізу ризиків. Запропоновано модель календарного та ресурсного планування ERP-проєкту з урахуванням впливу ризиків на критичний шлях і економічну ефективність проєкту.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ ВПРОВАДЖЕННЯ ERP-СИСТЕМ У ПРОЄКТНО-ОРІЄНТОВАНИХ КОМПАНІЯХ

1.1. Сутність ERP-систем та їх роль у проєктно-орієнтованих компаніях

У сучасних умовах цифрової трансформації підприємств ефективне управління ресурсами стає критичним чинником конкурентоспроможності. Особливо це актуально для проєктно-орієнтованих компаній, які здійснюють індивідуальні та часто неповторні проєкти: у сфері будівництва, інженерії, R&D, інформатики, оборонних проєктів тощо. У таких умовах ефективність організації проєктів та забезпечення їх точності, терміновості та дотримання бюджетів призводить до необхідності інтегрованих рішень класу ERP.

ERP (із англ. Enterprise Resource Planning) система – це інтегрована інформаційна система для автоматизації та координації всіх рівнів діяльності підприємства: операційної, тактичної та стратегічної. ERP забезпечує цілісність і оновлення даних у режимі реального часу, зменшує ймовірність похибок та підтримує управлінські рішення на всіх рівнях.

Серцевиною ERP-системи є єдина централізована база даних зі спільними модулями для фінансів, кадрів, закупівель, логістики, виробництва та інших напрямів. В контексті проєктно-орієнтованих компаній, ERP виконує роль інтегрованої платформи для управління всім життєвим циклом проєкту: ініціалізація, планування, запуск, виконання, контроль, аналіз та завершення [1].

Функціональні можливості ERP-системи можуть включати:

- управління фінансами (бюджетування, облік, управління витратами);
- закупівлі та логістику (контракти, постачальники, переміщення ресурсів);
- складський облік та інвентаризацію;
- управління проєктами (Gantt-діаграми, розподіл задач, витрати по проєктах);

- управління людськими ресурсами (штатний розпис, KPI, зарплатня);
- управління відносинами з клієнтами (CRM);
- управління документообігом, інтеграцію з електронними підписами;
- аналітику та візуалізацію ключових показників (BI-звіти) [2].

У проєктному середовищі ERP дозволяє створити наскрізну модель управління: від укладання договору із замовником до поетапного виконання робіт, їх закриття та фінансового аналізу прибутковості. У системі можна автоматизувати контроль за графіком робіт, собівартістю, використанням трудових ресурсів та матеріалів.

Типовими перевагами ERP-систем для проєктно-орієнтованих компаній є:

- централізований облік даних по кожному проєкту (бюджет, витрати, платежі);
- підтримка матричної структури управління (працівники залучені в кілька проєктів);
- контроль витрат у розрізі етапів, постачальників, статей витрат;
- прогнозування грошових потоків за проєктами (cash-flow management);
- можливість формування управлінських звітів для керівництва та інвесторів [3].

Існує цілий ряд ERP-рішень, які мають модулі для управління проєктами: SAP S/4HANA for Project-Based Services, Microsoft Dynamics 365 Project Operations, Oracle NetSuite, а також локальні рішення типу BAS ERP або UGLA ERP, адаптовані під українські компанії.

В умовах зростаючої складності проєктів та посилення конкуренції саме ERP-системи стають основним цифровим інструментом досягнення операційної ефективності, гнучкості та прозорості в управлінні. Їх впровадження дозволяє знизити ризики, пов’язані з перевитратами, простоями, людськими помилками та неефективною взаємодією між відділами.

Отже, ERP-системи відіграють визначальну роль у діяльності проєктно-орієнтованих компаній, забезпечуючи стратегічну підтримку управлінських рішень на всіх рівнях реалізації проєкту. У наступному підрозділі буде

проаналізовано специфіку управління проєктами саме впровадження таких ERP-систем.

1.2 Особливості управління проєктами зі створення ERP-систем

Управління проєктами створення або впровадження ERP-систем є однією з найскладніших форм управління в IT-індустрії, оскільки такі проєкти передбачають не лише розробку програмного забезпечення, а й трансформацію бізнес-процесів, зміну корпоративної культури та глибоку інтеграцію в усі рівні діяльності організації. Особливо це актуально для проєктно-орієнтованих компаній, де ERP-система має не лише автоматизувати бізнес, а й гнучко підтримувати управління портфелем проєктів.

Типовий життєвий цикл проєкту ERP включає такі фази:

- Ініціалізація проєкту: визначення бізнес-потреб, постановка цілей, формування команди, попередня оцінка витрат і термінів.
- Аналіз: вивчення існуючих процесів, збір вимог користувачів, розробка концепції майбутньої системи.
- Проєктування: розробка архітектури системи, інтеграційних сценаріїв, інтерфейсів, структур даних.
- Розробка та налаштування: адаптація стандартної ERP-платформи під потреби компанії, розробка додаткових модулів.
- Тестування: функціональне, інтеграційне, навантажувальне тестування.
- Навчання користувачів: підготовка інструкцій, проведення тренінгів, запуск навчального середовища.
- Впровадження (Go-Live): перехід з існуючих систем, міграція даних, супровід запуску.
- Підтримка і розвиток: постійна технічна підтримка, оновлення, масштабування системи [4].

Ключовими особами, залученими до проєкту ERP, є:

- Спонсор проєкту (керівник компанії або власник)

- Проєктний менеджер (внутрішній або зовнішній)
- Бізнес-аналітик і консультанти з процесів
- Технічна команда (розробники, архітектори, інтегратори)
- Кінцеві користувачі (фахівці підрозділів компанії)

Серед типових викликів ERP-проєктів:

- недостатньо чітке формулювання вимог з боку користувачів;
- опір змінам у компанії (change resistance);
- перевищення бюджету через додаткові доопрацювання;
- затримки через відсутність синхронізації між підрядником та внутрішньою командою;
- складнощі при інтеграції з уже існуючими системами;
- невраховані ризики в процесі впровадження;
- недостатня кваліфікація персоналу на старті системи;
- неефективна комунікація між підрозділами компанії.

Варто також зазначити, що ERP-проєкти можуть реалізовуватись за різними підходами. Найпоширенішими з них є:

- “Big Bang” – повний запуск системи у визначений момент часу з переходом усіх процесів;
- Поступовий (phased rollout) – запуск поетапно: по модулях, підрозділах або регіонах;
- Пілотний запуск – реалізація у тестовому середовищі або на окремому підрозділі з подальшим масштабуванням.

Кожен з підходів має свої ризики та переваги. “Big Bang” дозволяє швидко перейти до нової системи, але вимагає високого рівня готовності організації. Поступове впровадження мінімізує ризики, однак може затягнути проєкт у часі. Вибір підходу залежить від масштабів компанії, складності процесів, готовності персоналу та наявного бюджету.

ERP-проєкт слід розглядати не лише як IT-проєкт, а як організаційне перетворення, що змінює логіку роботи всіх відділів підприємства. Зміни охоплюють фінансову дисципліну, управління закупівлями, взаємодію між

відділами, формування звітності, систему мотивації тощо. Тому критичною є роль керівництва компанії в забезпеченні підтримки, мотивації команди та своєчасного прийняття рішень у рамках проєкту.

Особливу увагу також слід приділяти управлінню змінами (Change Management). Створення команди внутрішніх “агентів змін” серед персоналу, своєчасне інформування про мету ERP, навчання та підтримка користувачів допомагає знизити опір і підвищити рівень прийняття системи. Часто на цьому етапі використовують матриці зацікавлених сторін, карти впливу та оцінки готовності до змін.

Проєкти ERP мають тривалий горизонт реалізації (від 6 місяців до кількох років), тому управління очікуваннями замовника, моніторинг проміжних результатів і підтримка мотивації учасників є обов’язковими елементами успішного управління.

Таким чином, ERP-проєкти потребують високого рівня дисципліни, методичності, командної взаємодії та системного підходу на кожному етапі. Їх реалізація повинна супроводжуватись чітким плануванням, активною участю кінцевих користувачів, ефективною комунікацією та управлінням ризиками. Тільки за цих умов ERP-система може стати не лише IT-продуктом, а повноцінною платформою для сталого розвитку компанії в цілому.

1.3 Методологічні підходи до управління проєктами ERP (PMBOK, ISO, IPMA, PRINCE2)

Вибір та застосування відповідної методології управління проєктом є ключовим фактором успішної реалізації ERP-системи. Методології управління проєктами надають стандартизований підхід до планування, моніторингу, виконання та контролю над усіма етапами проєкту. Для ERP-проєктів особливо важливо забезпечити баланс між гнучкістю, структурованістю та адаптивністю до змін. Серед найбільш визнаних у світі підходів слід виділити PMBOK (від PMI), ISO 21500, IPMA та PRINCE2.

Методологія PMBOK (Project Management Body of Knowledge).

PMBOK Guide, розроблений Project Management Institute (PMI), є авторитетною збіркою знань і найкращих практик у сфері управління проєктами.

У сьомому виданні (2021) акцент зроблено на принципах і доменах результативності, що робить підхід більш адаптивним до різних типів проєктів, зокрема ERP.

PMBOK визначає 12 ключових принципів, серед яких: фокус на цінності, адаптивність, відповідальність, лідерство, взаємодія з зацікавленими сторонами та безперервне вдосконалення. Для ERP-проєктів це дозволяє:

- встановити чіткі межі обсягу проєкту (scope);
- контролювати витрати та строки;
- керувати змінами у вимогах;
- інтегрувати управління ризиками та якістю;
- підтримувати комунікацію на всіх рівнях організації.

PMBOK дозволяє реалізовувати ERP-проєкти як за Waterfall, так і за Agile/Hybrid підходами, що робить його універсальним і гнучким інструментом для проєктно-орієнтованих компаній [5].

Стандарт ISO 21500:2021

ISO 21500 – це міжнародний стандарт, що надає керівні принципи управління проєктами, інтегруючи підхід на основі процесів. Він визначає:

- основні терміни та концепції управління проєктами;
- п’ять процесних груп: ініціювання, планування, виконання, моніторинг і контроль, завершення;
- десять предметних областей, включаючи управління обсягом, часом, вартістю, якістю, ризиками, закупівлями та іншими аспектами.

Застосування ISO 21500 у ERP-проєктах:

- сприяє узгодженості процесів на підприємстві з міжнародними стандартами;
- забезпечує формалізацію документації та комунікацій;
- дозволяє інтегрувати ERP-проєкт у систему менеджменту якості підприємства (ISO 9001).

ISO 21500 добре підходить для великих організацій, де ERP впроваджується як частина глобальної стратегії розвитку [6].

Компетентний підхід IPMA (ICB4)

IPMA (International Project Management Association) базується не лише на процесах, а й на розвитку особистих компетенцій керівника проєкту. Стандарти IPMA Individual Competence Baseline (ICB4) поділені на три області:

- Контекстні компетенції – стратегія, структура організації, культура, стейкхолдери, сталий розвиток.
- Поведінкові компетенції – лідерство, командна робота, конфлікти, етика, особиста цілісність.
- Технічні компетенції – планування, обсяг, терміни, ризики, якість, фінанси, закупівлі, інтеграція тощо.

Застосування IPMA-підходу у впровадженні ERP дозволяє:

- зосередитись на ролі керівника проєкту як лідера змін;
- ефективно взаємодіяти з командою та замовниками;
- формувати проєктну культуру в компанії;
- забезпечити адаптацію до міжкультурного та міжфункціонального середовища.

Цей підхід особливо цінний у складних ERP-проєктах, де ключову роль відіграє людський фактор [7].

Методологія PRINCE2 (Projects IN Controlled Environments)

PRINCE2 – широко використовувана у Європі методологія, орієнтована на процеси та структуроване управління. Її особливості:

- проєкт завжди має обґрунтування (business case);
- рішення приймаються на основі об’єктивних критеріїв та документованих даних;
- чітко розмежовані ролі: замовник, виконавець, користувач;
- використання шаблонів документів та контрольних точок (stage gates);
- орієнтація на результат, а не лише на дії [8].

Для ERP-проєктів PRINCE2 забезпечує:

- формалізовану структуру управління, необхідну при складних багатосторонніх впровадженнях;
- можливість масштабування методології під розмір і складність проєкту;
- контроль витрат, термінів і якості через регулярну звітність та stage reviews.

Порівняльна характеристика підходів розглянута у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Порівняльна характеристика підходів

Критерій	PMBOK	ISO 21500	IPMA ICB	PRINCE2
Орієнтація	Принципи + практики	Стандарти	Компетенції	Процеси
Фокус	Гнучкість і адаптація	Формалізація	Лідерство і поведінка	Контроль і документація
Типова організація	Приватний бізнес	Великі корпорації	Проєктно-орієнтовані	Державні структури
Сильна сторона	Гнучкість	Узгодженість	Людський капітал	Структурованість
Застосовність до ERP	Висока	Висока	Висока	Висока

Кожен із розглянутих підходів має свої переваги та сфери найкращого застосування. Для ERP-проєктів ефективним є комбінування практик: стратегічна орієнтація PMBOK, формалізованість PRINCE2, компетентнісний фокус IPMA та міжнародна сумісність ISO 21500. Успішність ERP-проєкту залежить не лише від вибраної методології, а й від того, як вона реалізована на практиці – наскільки команда проєкту володіє інструментами управління, наскільки активно залучене керівництво компанії та наскільки гнучко система адаптується до змін у процесі впровадження.

1.4. Інструменти та засоби підтримки управління ERP-проєктом

Управління ERP-проєктом вимагає використання спеціалізованих програмних інструментів, які забезпечують ефективну координацію командної роботи, планування, контроль ресурсів, документацію та комунікацію. ERP-проєкти, зазвичай, є комплексними, тривалими і багатофункціональними, тому

без цифрових інструментів управління їх реалізація супроводжується суттєвими ризиками затримок, перевитрат і неузгодженості дій.

Класифікація інструментів управління ERP-проєктами

Інструменти можна поділити на кілька категорій за функціональним призначенням:

1. Інструменти планування та управління завданнями

- Microsoft Project – класичне середовище для побудови діаграм Ганта, управління строками, ресурсами, критичним шляхом.
- Primavera P6 (Oracle) – орієнтований на великі проєкти з великою кількістю взаємозв'язків і ресурсів [9].
- GanttPRO, Smartsheet – сучасні хмарні рішення для створення гнучких планів з можливістю командної роботи.

2. Інструменти Agile/Hybrid управління

- JIRA + Confluence – комбінація для роботи з backlog, user stories, спринтами, документацією та коментарями. Підходить для ERP-проєктів з частковими ітеративними розробками.
- ClickUp, Asana, Monday.com – зручні для управління завданнями, відстеження прогресу, розподілу відповідальності та моніторингу KPI.

3. Інструменти управління знаннями та документацією

- Confluence – база знань проєкту, місце зберігання специфікацій, протоколів зустрічей, рішень, схем.
- Google Workspace, Microsoft SharePoint, LibreOffice + Nextcloud – для спільного доступу до документів, шаблонів і звітів. LibreOffice є безкоштовною альтернативою для роботи з документами офлайн/онлайн у відкритому форматі (ODF).

4. Інструменти візуалізації та аналітики

- Power BI, Tableau, Google Data Studio – інтеграція з ERP-системами для візуалізації статусу проєкту, фінансів, продуктивності.
- Draw.io, Lucidchart – побудова бізнес-процесів, архітектури рішень, організаційних структур.

5. ERP-системи з вбудованим управлінням проєктами

- SAP S/4HANA Project System (PS) – модуль для управління бюджетами, графіками, змінами та контролем витрат у великих проєктах.
- Microsoft Dynamics 365 Project Operations – поєднує CRM, PSA (professional services automation) та ERP функціонал.
- NetSuite OpenAir, Odoo Project, BAS Управління Проєктами – рішення для середніх і малих компаній.

6. Інструменти контролю змін, ризиків і якості

- Risk Register Tools – Excel-шаблони, спеціалізовані платформи (Riskalyze, Isometrix) для оцінки, моніторингу ризиків.
- QMS-системи (Quality Management Systems) – для контролю виконання вимог і відповідності (наприклад, ISO 9001).
- Trello + Power-Ups – для візуалізації змін, дефектів, процесу погодження [10].

Порівняння інструментів відображене у таблиці 1.2.

Роль цифрових інструментів в управлінні ERP-проєктами та застосування інструментів управління ERP-проєктом дозволяє:

- зменшити кількість неузгоджених дій між підрозділами;
- автоматизувати контроль строків, витрат, досягнення етапів;
- підвищити прозорість процесу прийняття рішень;
- забезпечити трасування рішень, документації та змін;
- оперативно виявляти відхилення та реагувати на ризики.

Таблиця 1.2

Порівняння інструментів управління

Інструмент	Призначення	Переваги	Недоліки
Microsoft Project	Планування, діаграми Ганта	Стабільний, гнучкий, інтегрується з Office	Складний інтерфейс, висока вартість
JIRA + Confluence	Agile, документація	Гнучкість, потужні плагіни, історія змін	Потрібна конфігурація, платний тариф
LibreOffice + Nextcloud	Документи, спільна робота	Безкоштовність, відкритий код, автономність	Не завжди сумісний з форматами MS Office, інтерфейс складніший
Power BI	Аналітика та візуалізація	Інтеграція з Excel, SQL, API, потужні візуалізації	Високий поріг входу для складних дашбордів
Trello	Управління завданнями	Простий у використанні, зручна дошка завдань	Обмежена функціональність для великих проєктів
SAP S/4HANA Project System	Проєктне управління в ERP	Потужна ERP-інтеграція, точний контроль	Висока вартість впровадження, потреба у навчанні
Google Workspace	Хмарна офісна платформа	Простота, онлайн-доступ, інтеграція з іншими сервісами	Залежність від інтернету, питання конфіденційності

Таким чином, ефективне використання інструментів управління є критичним чинником успіху ERP-проєктів. Вибір конкретних платформ має відповідати масштабу організації, обраній методології та технічній інфраструктурі підприємства. Комплексне застосування цифрових рішень забезпечує не лише реалізацію проєкту, а й створює основу для подальшого розвитку системи управління проєктами в компанії.

1.5. Огляд сучасних ERP-систем

Система для планування ресурсів підприємства (ERP – enterprise resource planning) відноситься до типу програмного забезпечення, яке організації використовують для управління повсякденною комерційною діяльністю, такою

як бухгалтерський облік, закупівлі, управління проєктами, управління ризиками та дотримання вимог, а також операції з ланцюгами поставок.

Повний пакет ERP також включає управління ефективністю діяльності підприємства, програмного забезпечення, яке допомагає планувати, складати бюджет, прогнозувати та звітувати про фінансові результати організації [11].

ERP-системи пов’язують безліч бізнес-процесів і забезпечують потік даних між ними. Збираючи спільні дані транзакцій організації з декількох джерел, системи ERP усувають дублювання даних і забезпечують цілісність даних єдиним джерелом істинності.

Сьогодні ERP-системи мають вирішальне значення для управління тисячами підприємств будь-якого розміру та у всіх галузях. Для цих компаній ERP-система настільки ж необхідна, як і електроенергія, яка утримує світло.

ERP-системи розроблені навколо єдиної визначеної структури даних (схеми), яка зазвичай має загальну базу даних. Це допомагає забезпечити нормалізацію інформації, що використовується на підприємстві, і базуватись на загальних визначеннях та досвіді користувачів. Потім ці основні конструкції взаємопов’язані з бізнес-процесами, керованими робочими процесами між бізнес-підрозділами (наприклад, фінанси, Human Resources (HR), інжиніринг, маркетинг), системи зв’язку та люди, які ними користуються. Простіше кажучи, ERP є засобом інтеграції людей, процесів та технологій на сучасному підприємстві.

Наприклад, розглянемо компанію, яка займається виробництвом автомобілів, закуповуючи деталі та комплектуючі у багатьох постачальників. Він міг би використовувати систему ERP для відстеження запитів, придбання цих товарів та забезпечення того, щоб кожен компонент у всьому процесі закупівлі оплати використовував єдині та чисті дані, пов’язані з робочими процесами підприємства, бізнес-процесами, звітами та аналітикою. Коли ERP належним чином розгорнуто в цій автомобільній виробничій компанії, компонент, наприклад, «передні гальмівні колодки», однаково ідентифікується за назвою деталі, розміром, матеріалом, джерелом, номером партії, номером деталі

постачальника, серійним номером, вартістю та специфікацією, а також безліч інших описових та керованих даними пунктів. Оскільки дані є основою життєдіяльності кожної сучасної компанії, ERP спрощує збір, організацію, аналіз та розповсюдження цієї інформації кожному індивіду та системі, яка потребує її для найкращого виконання своєї ролі та відповідальності.

ERP також гарантує, що ці поля даних та атрибути збігаються з правильним рахунком у головній книзі компанії, щоб усі витрати були належним чином відстежуванні та представлені. Якби передні гальмівні колодки в одній програмній системі називались «передніми гальмами» (або, можливо, набором електронних таблиць), «гальмівними колодками» в іншій, а «передніми колодками» в третій, для автомобільної виробничої компанії було б важко з'ясуйте, скільки витрачається щорічно на передні гальмівні колодки, і чи варто йому змінювати постачальника або вести переговори щодо кращої ціни.

Ключовим принципом ERP є централізований збір даних для широкого розповсюдження. Замість кількох автономних баз даних з нескінченною інвентаризацією відключених електронних таблиць, ERP-системи наводять порядок у хаосі, щоб усі користувачі – від генерального директора до бухгалтерів – могли створювати, зберігати та використовувати ті самі дані, отримані за допомогою загальних процесів. Завдяки безпечному та централізованому сховищу даних усі в організації можуть бути впевнені, що дані правильні, сучасні та повні. Цілісність даних забезпечується для кожного завдання, що виконується в організації, починаючи від щоквартальної фінансової звітності та закінчуючи єдиним звітом про дебіторську заборгованість, не покладаючись на електронні таблиці, схильні до помилок.

Отже, ERP-система – це програма для ефективного аналізу, інтерпретації та виконання повсякденної основної діяльності різних підрозділів бізнесу. Використовуючи це рішення для управління бізнесом, організації можуть управляти всіма бізнес-процесами за допомогою однієї системи.

Системи ERP покращують ефективність та результативність роботи в цілому ряді напрямків. Інтегруючи фінансову інформацію в єдину систему, ERP-

системи уніфікують фінансову звітність організації. Вони також інтегрують управління замовленнями, роблячи прийняття замовлень, виготовлення, інвентаризацію, облік та розподіл набагато простішим та менш схильним до помилок процесом. Більшість ERP-систем також включають інструменти управління взаємовідносинами з клієнтами (CRM – customer relationship management) для відстеження взаємодії з клієнтами, тим самим надаючи глибші уявлення про поведінку та потреби клієнтів. Вони також можуть стандартизувати та автоматизувати виробничі та допоміжні процеси, а також уніфікувати закупівлі між різними підрозділами організації. Система ERP може також забезпечити стандартизовану платформу з управління персоналом для звітності про час, відстеження витрат, навчання, узгодження навичок тощо, і значно покращити здатність організації подавати необхідну звітність для державних нормативних актів у галузі фінансів, управління персоналом та ланцюга поставок.

Правильно працюючі ERP-системи дозволяють підприємствам скоротити час, необхідний для завершення практично кожного бізнес-процесу. Вони також сприяють співпраці за допомогою спільних даних, організованих навколо загальних визначених даних, що призводить до кращого прийняття рішень. Стандартизація та спрощення, які пропонують системи ERP, призводять до зменшення жорстких структур, створюючи тим самим гнучкіші підприємства, які можуть швидко адаптуватися, одночасно збільшуючи потенціал для співпраці. Централізовану базу даних систем ERP, хоча вона і є більшою ціллю, легше захистити, ніж дані, розкидані по сотнях систем.

Виходячи з інформації, що була наведена вище, можна виділити ключові особливості ERP-систем. Хоча масштаби, сфера застосування та функціональність ERP-систем дуже різняться. Однак більшість програм ERP мають такі характеристики:

– інтеграція на рівні підприємства. Бізнес-процеси інтегровані наскрізно між відділами та бізнес-підрозділами. Наприклад, нове замовлення автоматично

ініціює перевірку кредиту, запитує доступність продукту та оновлює графік розподілу. Як тільки замовлення відправляється, рахунок-фактура надсилається;

– операції в реальному часі (або майже в режимі реального часу). Оскільки процеси у наведеному вище прикладі відбуваються протягом декількох секунд після отримання замовлення, проблеми швидко виявляються, що надає продавцю більше часу, щоб виправити ситуацію;

– спільна база даних. Загальна база даних дозволяє одноразово визначати дані для підприємства з кожним підрозділом, використовуючи одне і те ж визначення. Деякі системи ERP розділяють фізичну базу даних для підвищення продуктивності;

– послідовний зовнішній вигляд. Ранні постачальники ERP зрозуміли, що ПЗ з послідовним користувальницьким інтерфейсом зменшує витрати на навчання та виглядає більш професійним. Коли постачальник ERP розглядає придбання програмного забезпечення, дуже рідко зупиняють свій вибір на системах, що відмовляються від звичного зовнішнього вигляду на користь швидкості виходу на ринок. В результаті пріоритетними є системи, які при наданні на ринок нових випусків відновлюють постійний користувальницький інтерфейс [12].

ERP-система є однією з програм, що швидко розвиваються в технологічній галузі. Вона інтегрує основні бізнес-процеси в єдиний програмний пакет, який можна використовувати в організації. Вона містить такі модулі, як фінанси, продажі та маркетинг, HR, торгівля та логістика тощо, які дозволяють полегшити бізнес, впорядкувати процеси та керувати даними.

Одними з найпопулярніших ERP-систем є:

– Oracle ERP Cloud; – SAP S/4HANA;

– Microsoft Dynamics 365.

Oracle пропонує широкий асортимент продуктів планування ресурсів для підприємств, що обслуговують майже всі сфери життєдіяльності компанії. Oracle Cloud ERP – це хмарне ERP-рішення від Oracle. Воно містить безліч програмних

модулів, таких як Financials Cloud, Procurement Cloud, Risk Management Cloud тощо.

Існує також окрема ERP Cloud для середнього розміру, яка дозволяє організаціям середнього розміру впроваджувати ERP-хмару та забезпечує легкість ведення бізнесу та зниження витрат.

Oracle Fusion Cloud ERP допоможе швидко адаптувати бізнес-моделі та процеси, що в свою чергу зменшить витрати, загострить прогнози та збільшить інновації. Це надзвичайно масштабоване рішення, яке працює на хмарній інфраструктурі другого покоління, а отже, компанія разом з системою отримає швидкість, безпеку та безперервність [13].

Домінуючою ж на ринку ERP-рішень є компанія SAP. Рішення, що надає компанія SAP є найбільш широко використовуваними ERP-системами, адже задовольняє потреби значної частки ринку через свою масштабованість та універсальність. SAP S/4HANA – це бізнес-пакет SAP для великих компаній.

Система SAP S/4HANA має розширені можливості аналізу даних у режимі реального часу і може бути розгорнута у локальних, хмарних або гібридних сховищах.

Система SAP S/4HANA містить модуль управління реляційними базами даних в пам’яті, який називають HANA (High-Performance Analytics Appliance). Даний модуль в основному використовується для вдосконаленої аналітики та обробки даних.

SAP S/4HANA – це система із вбудованою технологією штучного інтелекту, яка забезпечує в декілька разів швидшу звітність, ніж у конкурентів, вдосконалену аналітику в режимі реального часу та спрощений показ даних. Також важливим пунктом є те, що дана система має гнучкі варіанти розгортання [14].

Microsoft Dynamics – це лінійка ERP та CRM-рішень, розроблена корпорацією Microsoft. У лінійці Dynamics є багато продуктів Microsoft, таких як Dynamics GP, 18 Dynamics NAV, Dynamics AX тощо. MS Dynamics 365 можна

легко інтегрувати з іншими продуктами Microsoft, такими як Power BI, MS Project Server тощо.

Microsoft Dynamics 365 надає набір бізнес-додатків, які дозволяють компаніям відстежувати потенційних клієнтів, стимулювати продажі та покращувати операції. Даний набір використовує штучний інтелект, машинне навчання та інструменти змішаної реальності та може надати прогнозні вказівки щодо продажу та автоматизованого захисту від шахрайства [15].

При порівнянні самих популярних на ринку ERP-систем, були визначені їх головні особливості, що наведені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3

Особливості сучасних ERP-систем

ERP-система	Основні особливості
Oracle ERP Cloud	Забезпечує найширшу та безперебійну функціональність у галузі фінансів, управління персоналом, ланцюжка поставок та взаємодії з клієнтами. Простіше побачити повну картину фінансів та діяльності компанії. Хмарне середовище оновлюється кожні 90 днів, а отже, компанія буде мати найновіші можливості.
SAP S/4HANA	Має вбудовані інтелектуальні технології, такі як штучний інтелект, машинне навчання та вдосконалену аналітику. Має базу даних у пам’яті та спрощену модель даних. Має можливості та найкращі практики для широкого кола галузей.
Microsoft Dynamics 365	Використовує інтеграцію функціональних можливостей ERP та CRM у хмарному середовищі. Складається з декількох окремих модулів таких, як фінанси та операції, продажі та маркетинг, польова служба тощо.

Обрати найкращу з-поміж наведених ERP-систем складно, адже кожна з них має свої важливі переваги та недоліки, тому перед тим як обирати систему

для впровадження компанія має провести аналіз представлених на ринку систем та підібрати ту, що найкраще підходить для цілей бізнесу.

1.6. Критичний аналіз джерел та постановка задачі

У межах розробки магістерської роботи було здійснено критичний аналіз наукових, нормативних, технічних і прикладних джерел, пов’язаних з використанням, модернізацією та впровадженням ERP-систем у сучасному корпоративному середовищі.

Першочергово проаналізовано теоретичні засади ERP-систем. Відомо, що системи класу ERP (Enterprise Resource Planning) забезпечують централізоване управління основними бізнес-процесами підприємства. Серед ключових джерел були використані праці, які описують класифікацію ERP-систем, структуру типових модулів (фінанси, управління персоналом, логістика, CRM тощо), а також базові принципи роботи платформи SAP.

На основі літератури сформульовано уявлення про вимоги до сучасних ІС: масштабованість, інтеграція, підтримка аналітики, безпечність обміну даними.

Першим та найяскравішим прикладом того, як створена ERP-система вплинула на життєдіяльність підприємства, буде розглянуто на прикладі німецької компанії Haribo, виробником цукерок, найбільш відома завдяки желейним ведмедикам. Коли нова система ERP, побудована на основі SAP, запрацювала наприкінці 2019 року, виникли величезні проблеми з виробництвом та доставкою. Завод не отримав основних інгредієнтів вчасно, супермаркети не отримали очікуваних відправлень на завантажувальних доках, а клієнти скаржились на невиконання зобов’язань поставлених перед компанією.

Найважливіше, коли ланцюг постачання, що тягнеться від сировини до споживача, який вживає желейних ведмедиків, переривається, це впливає на грошовий потік, продажі, прибутковість і навіть репутацію компанії. Хоча Haribo є великим бізнесом і повинен мати можливість оговтатися від проблем, які могла б створити його несправна ERP-система, проблеми, які пережила компанія,

висвітлюють операційні збої, які можуть статися при недотримання технології створення інформаційної системи типу ERP.

Які б проблеми не були результатом неправильної розробки та інтеграції, вони могли б посилитися, оскільки компанія Haribo запустила свою ERP-систему, не проводячи перед запуском тестування. Саме відмова від цього етапу технології створення інформаційних систем на дала переконатися, що ERP-система буде працювати належним чином. Це вже б могло бути раннім попередженням про те, що в проєкті є проблеми.

Ефективний запуск, керування та власне бета-тестування, можливо, дозволили виключити деякі, якщо не всі, пізніші проблеми. Тому так важливо дотримуватись технології та завжди виконувати етап, який передбачає тестування системи. Даний етап також вимагає від інтегратора виправлення будь-яких виявлених проблем, перш ніж система ERP буде прийнята користувачем та запущена.

У тих рідкісних ситуаціях, коли перед запуском системи на етапі тестування не виявляється проблем, які потребують виправлення – це може бути знаком, що є якісь серйозні порушення самого процесу тестування.

Часто ERP-система розроблена з урахуванням існуючої бізнес-моделі компанії, і підприємство, яке замовляє такого роду системи, нехтує можливістю розглянути те, як може виглядати майбутня бізнес-модель та яким чином можна покращити існуючі бізнес-процеси завдяки впровадженню ERP-системи. У випадку з Haribo, планувалось різко розширити бізнес на міжнародному рівні, що звісно ж впливало б на ланцюжок поставок та виробничий процес, а також на розподіл, виставлення рахунків та інкасації.

Як зазначає консультант з створення та впровадження ERP-систем Ерік Кімберлінг: «Замість того, щоб прокладати дорогу до того, як робився бізнес у минулому, (система ERP) повинна забезпечити вашу майбутню бізнес-модель» [16].

Якщо розглядати приклад Haribo, то можна зробити висновок, що вищий менеджмент компанії не зміг зосередити достатньо уваги на своїх бізнес-

процесах – теперішніх і майбутніх – або вони з самого початку не зрозуміли, які процеси потрібні під час трансформації.

Більше того, для вищих керівників недостатньо просто підписати розроблений план створення ERP-системи, їм потрібно брати активну участь під час розробки та інтеграції, щоб забезпечити успіх проєкту. Жоден інтегратор не несе остаточної відповідальності за це, хоча він зобов'язаний попереджати користувача, коли виникають проблеми.

Для вищого менеджменту надзвичайно важливо взяти під свій контроль проєкт створення ERP-системи. Оскільки саме вони ставлять умови для ERP-системи та дають вхідні дані для її розробки.

Ще одним прикладом з якого можна винести уроки про те, як покращити процес створення та впровадження ERP-систем, можна назвати спробу компанії Lidl.

В останні роки німецька група супермаркетів Lidl стала основною загрозою для недоторканних раніше лідерів продуктової сцени, оскільки її ціни зі знижками та якісні товари приваблюють споживачів у Великобританії, чиї стагнаційні зарплати 25 вимагають більше з меншими витратами. Як результат, багато клієнтів інвестували в бюджетні супермаркети, на відміну від «великої четвірки», що складається з найбільш популярних супермаркетів Tesco, Sainsbury's, Morrisons та Asda. Тому ці давні оператори ринку або були змушені нести жорсткі витрати, або несподівані переговори про злиття для збереження прибутку.

Хоча Lidl часто використовував інноваційні та стійкі бізнес-практики, а також знижував ціни, щоб з'їсти ринкову частку провідних брендів, а також виступав із заголовками про відставання у змаганні за оцифрування своїх процедур бек-офісу. Після тривалої спроби завершити проєкт із впровадження ERP-системи, Lidl вирішив переглянути процедури, вже витративши на систему 500 мільйонів євро.

Впровадження ERP-системи, як повідомлялося, мав стати великою трансформаційною зміною для Lidl. ERP-система eLWIS (вимовляється як Елвіс

німецькою) при плануванні з 2011 року швидко втратила свій блиск, однак, приблизно 1000 співробітників і сотні консультантів впровадили нову систему контролю за запасами на рівні всієї компанії, ціна швидко вийшла за межі попередньої оцінки.

Lidl мав намір повернутися до своєї старої системи інвентаризації, що бентежить ринок зміною курсу. Один інсайдер компанії сказав німецькому діловому виданню Handelsblatt: «Ми практично починаємо з нуля» [17].

Проблема з eLWIS почалася, коли система SAP, на основі якої створювалась система для Lidl, зіткнулася з проблемою: на відміну від багатьох своїх конкурентів, Lidl базував свою систему управління запасами на закупівельних цінах. Стандартне ПЗ SAP для роздрібної торгівлі використовує роздрібні ціни, і, побоюючись, що група може втратити конкурентну перевагу шляхом компрометації, Lidl відмовився змінюватися, тому натомість ПЗ було адаптоване. Оскільки треба було додатково допрацьовувати систему, продуктивність роботи впала, а витрати зросли.

Згідно з листом до персоналу шефа Lidl Джеспера Хойєра, «стратегічні цілі, визначені спочатку, були неможливі за прийнятну ціну» .

З іншого боку, припускає Жан-Клод Флурі, технічний менеджер, який працює у фармацевтичній галузі, а також очолює групу користувачів SAP DSAG, до якої входять понад 3300 клієнтів SAP, заявили пресі: «Якщо компанія хоче використовувати стандартне програмне забезпечення, воно має адаптувати свої власні процеси», можливо, припускаючи, що несправність пов’язана з клієнтом, який не хоче змінюватись [18].

Можемо зробити висновок, що якщо компанія з самого початку обирає стандартні рішення, на основі яких буде будуватись власна ERP-система підприємства, то до налаштувань слід уникати, наскільки це можливо, використовуючи вбудовані найкращі практики, які зараз є частиною сучасних ERP-систем. Якщо ж з самого початку були б прописані та задані вимоги до ERP-системи, то це б дало можливість правильно обрати принцип побудови та основу для інформаційної системи [19].

Як зазначено вище існує потреба в адаптації ІС до змін у бізнес-процесах, а отже – в оновленні системи, яка вже не відповідає сучасним вимогам користувачів.

Крім того, на прикладі ситуацій, в яких інформаційна система потребує оновлення: при розширенні компанії, зростанні навантаження, зміні нормативного поля або бізнес-процесів. Ці міркування знайшли відображення в обґрунтуванні потреби модернізації ERP.

Огляд джерел також показав, що SAP S/4HANA є наступним етапом розвитку ERP-технологій, що поєднує високу продуктивність з машинним навчанням і спрощеною моделлю зберігання даних [20].

Аналіз літературних джерел підтвердив, що ключовими проблемами існуючих ERP-систем (на прикладі SAP) є складність масштабування без модифікації коду, обмеження в побудові звітів у старих версіях ERP, недостатня інтеграція з новими сервісами, відсутність мобільного інтерфейсу в legacy-модулях.

Після аналізу наявної бази знань було сформульовано такі задачі дослідження:

- провести аналіз сучасних моделей та методологій управління проєктами (традиційних, гнучких та гібридних) з метою визначення оптимального підходу до управління ERP-проєктом;
- здійснити аналіз діяльності проєктно-орієнтованої компанії та формалізацію бізнес-процесів, які потребують автоматизації засобами ERP-системи;
- розробити концептуальну модель ERP-проєкту, включаючи визначення вимог, структури системи та основних модулів;
- сформувати ієрархічну структуру робіт (WBS), мережеву модель і граф критичного шляху проєкту;
- ідентифікувати, класифікувати та оцінити ризики, розробити матрицю ймовірності та впливу та сформувати комплекс проти ризикових заходів;

- оцінити вплив зовнішніх і внутрішніх факторів на успішність реалізації ERP-проєкту та розробити логіко-структурну схему досягнення цілей.

Таким чином, критичний аналіз джерел дозволив обґрунтувати напрям дослідження, актуалізувати проблему оновлення корпоративних ERP-рішень та сформулювати ключові задачі курсового проєкту.

РОЗДІЛ 2. ОПИС КОНЦЕПЦІЇ ПРОЄКТУ

2.1. Формалізація ідеї проєкту створення ERP-системи

Проєкт створення ERP-системи для проєктно-орієнтованої компанії спрямований на вирішення проблеми фрагментованості бізнес-процесів, недостатньої прозорості управління ресурсами та відсутності єдиного інформаційного середовища для підтримки проєктів. У межах сучасних умов ринку підприємства, що працюють за проєктною моделлю, потребують високого рівня координації, контролю за витратами, планування виконання робіт і швидкої адаптації до змін у зовнішньому та внутрішньому середовищі. Запропонований проєкт має на меті створення комплексної інформаційної системи, здатної об’єднати всі ключові функції управління в єдиному цифровому просторі.

Концепція проєкту ґрунтується на ідеї створення ERP-системи, що забезпечуватиме інтеграцію бізнес-процесів компанії, включаючи управління ресурсами, бюджетування, облік виконання робіт, фінансову аналітику, закупівлі, логістику та управління ризиками. Система має підвищити точність планування, зменшити операційні витрати, забезпечити узгодженість між підрозділами та надати керівництву актуальні дані для прийняття управлінських рішень [21].

Проєкт передбачає не лише технологічне впровадження програмного рішення, але й побудову нової моделі організації бізнес-процесів, що відповідає міжнародним стандартам управління проєктами. Формалізація ідеї полягає в розробці інформаційної системи, здатної покрити всі етапи життєвого циклу проєктів - від ініціалізації до завершення, забезпечуючи прозорість, контроль і управління у реальному часі [22].

У межах проєкту передбачається модульна побудова ERP-системи, що дозволяє масштабувати її за потреби, інтегрувати нові функціональні блоки та адаптувати до специфіки підприємства. Фокус робиться на інтуїтивності

інтерфейсу, автоматизації повторюваних операцій, узгодженості даних і забезпеченні високої якості інформації, необхідної для прийняття рішень.

Основою формалізації ідеї є визначення ключових проблем проєктно-орієнтованої компанії, формування бізнес-вимог, опис архітектури та підходів до впровадження, що дозволяє побудувати системний, логічно цілісний та масштабований проєкт ERP-рішення [23].

Впровадження ERP-системи є ключовим рішенням, що дозволяє:

- інтегрувати всі бізнес-процеси компанії в єдине інформаційне середовище;
- забезпечити оперативний доступ до даних у режимі реального часу;
- автоматизувати процеси планування, бюджетування, управління ресурсами та контролю виконання;
- підвищити якість управлінських рішень;
- знизити операційні та фінансові ризики;
- підтримувати масштабованість і розвиток компанії.

ERP-система стає фундаментом цифрової трансформації проєктно-орієнтованого бізнесу, дозволяючи повністю контролювати життєвий цикл кожного проєкту – від ініціалізації до завершення [24].

З огляду на зазначені проблеми та потреби, запропонований проєкт є актуальним, стратегічно важливим та має значний потенціал для підвищення ефективності управління діяльністю проєктно-орієнтованої компанії.

Ефективна комунікація є ключовим фактором успішного управління ERP-проєктом, оскільки такі проєкти охоплюють велику кількість зацікавлених сторін, включають складні технічні та організаційні процеси та потребують узгодженості між командами різних функціональних напрямків. Комунікаційна стратегія визначає підхід до організації інформаційних потоків у межах проєкту, способи взаємодії між учасниками, інструменти обміну даними та правила прийняття рішень [25].

Основними завданнями комунікаційної стратегії є:

- забезпечення прозорості реалізації проєкту;

- формування чіткої структури відповідальності;
- своєчасне інформування стейкхолдерів про стан проєкту;
- мінімізація непорозумінь та ризиків, пов’язаних із комунікаційними збоями;
- підтримка ефективної взаємодії між технічними та управлінськими командами.

1. Визначення ключових стейкхолдерів проєкту

Стратегія комунікації передбачає ідентифікацію та аналіз усіх зацікавлених сторін, серед яких:

- керівництво компанії;
- проєктний офіс;
- команда розробників ERP;
- бізнес-аналітики;
- фінансовий департамент;
- відділ закупівель, логістики та складу;
- HR-відділ;
- зовнішні підрядники (за потреби);
- кінцеві користувачі системи.

Для кожної групи визначаються інформаційні потреби, частота комунікацій та формат подачі інформації [26].

2. Канали та інструменти комунікації

Для забезпечення ефективного обміну інформацією використовуються такі канали:

- Системні інструменти управління проєктами: Jira, Trello, MS Project – для планування, моніторингу виконання, фіксації змін та роботи з задачами.
- Комунікаційні платформи: Slack, Microsoft Teams – для оперативних обговорень, групових чатів та відеоконференцій.
- E-mail комунікації: для офіційних запитів, проєктної документації та формальних рішень.

- ERP-прототип та тестові середовища: як інструмент демонстрації прогресу та проведення спільного аналізу.
- Регулярні зустрічі: щоденні стендапи, щотижневі статус-мітинги, демо-зустрічі, квартальні огляди та ретроспективи.

3. Формати та частота комунікацій

Комунікаційна стратегія передбачає встановлення регулярності та структурованості взаємодії. Основні формати:

- Daily Stand-up (щоденно, 15 хв): оперативний обмін станом задач, виявлення перешкод.
- Weekly Status Meeting (щотижнево): аналіз прогресу, обговорення ризиків, актуалізація планів.
- Sprint Review / Demo (раз на спринт): демонстрація розробленого функціоналу стейкхолдерам.
- Steering Committee Meeting (щомісяця): стратегічні рішення, синхронізація із керівництвом.
- Retrospective (після кожної фази): аналіз ефективності команди та планування покращень.

4. Управління змінами та ескалаціями

Ключовим елементом комунікаційної стратегії є процес управління змінами:

- усі зміни у вимогах фіксуються у спеціальному реєстрі;
- проводиться оцінка впливу на строки, бюджет та ресурси;
- рішення ухвалюються через Steering Committee або проєктного менеджера;
- оновлена інформація доводиться до всіх учасників [27].

Для ескалацій визначено рівні відповідальності:

1) Виконавець – Лід команди;
2) Лід команди – Проєктний менеджер;
3) Проєктний менеджер – Керівний комітет.

Це забезпечує оперативне вирішення критичних проблем.

5. Забезпечення прозорості та контроль інформаційних потоків

Комунікаційна стратегія передбачає:

- централізоване зберігання документів (Confluence, Google Drive);
- використання єдиного формату звітності (dashboard, KPI, ризики, витрати);
- регулярні оновлення Roadmap та Backlog;
- доступність інформації для всіх задіяних ролей.

Впровадження прозорих комунікацій дозволяє зменшити ризики непорозумінь, підвищити ефективність взаємодії, забезпечити прогнозованість проєкту та підтримати своєчасне ухвалення рішень.

Опис модулів інформаційної системи, що є продуктом проєкту передбачає створення комплексної ERP-системи, яка охоплює ключові бізнес-процеси проєктно-орієнтованої компанії та забезпечує управління проєктами, ресурсами, фінансами, закупівлями, логістикою, документацією та ризиками. Модульна структура системи дозволяє забезпечити її масштабованість, інтегрованість і гнучкість, що є критично важливим для компаній, що одночасно виконують велику кількість різних за складністю та тривалістю проєктів.

Кожен модуль ERP-системи реалізує набір функціональних можливостей, які відповідають конкретним процесам підприємства. Нижче наведено опис основних модулів, що складають цілісну функціональну архітектуру розроблюваної системи [28].

1. Модуль управління проєктами (Project Management Module)

Центральний модуль системи, який забезпечує:

- створення, планування та супровід проєктів;
- побудову ієрархічної структури робіт (WBS);
- формування календарно-мережевих діаграм (PERT, CPM);
- відстеження критичного шляху;
- управління дедлайнами та контроль виконання задач;
- облік прогресу в режимі реального часу.

Модуль дозволяє забезпечити прозорість процесу реалізації проєктів та підтримує аналітику щодо продуктивності команд.

2. Модуль управління ресурсами (Resource Management Module)

Призначений для управління людськими, матеріальними та технічними ресурсами:

- планування завантаження команди;
- визначення потреб у ресурсах відповідно до календарного плану;
- моніторинг доступності ресурсів;
- контроль витрат робочого часу;
- прогнозування пікових навантажень.

Завдяки модулю забезпечується оптимальний розподіл ресурсів між проєктами й зниження ризику перевантаження персоналу.

3. Модуль бюджетування і фінансового контролю (Budgeting & Financial Control Module)

Забезпечує:

- формування бюджету проєктів;
- облік витрат у розрізі етапів, ресурсів та статей;
- моніторинг фактичних витрат;
- розрахунок відхилень від плану;
- прогнозування фінансових показників (Cash Flow, CAPEX/OPEX);
- аналітику рентабельності проєктів.

Модуль дозволяє керівництву ухвалювати обґрунтовані економічні рішення та контролювати фінансову дисципліну.

4. Модуль управління закупівлями та постачанням (Procurement & Supply Module)

Функціональність включає:

- формування заявок на закупівлі;
- узгодження та планування поставок;
- вибір постачальників і ведення реєстру;
- автоматизацію тендерних процедур;

- контроль виконання договорів;
- інтеграцію поставок із графіком виконання проєктів.

Цей модуль забезпечує точне узгодження матеріальних потоків із вимогами проєктів.

5. Модуль обліку складських запасів і логістики (Inventory & Logistics Module)

Призначений для:

- обліку запасів у розрізі складів та проєктів;
- контролю руху матеріалів;
- списання та повернення залишків;
- прогнозування потреб у матеріалах;
- автоматичного формування замовлень при критично низьких залишках;
- оптимізації транспортної логістики.

Це забезпечує безперервність виконання проєктів та зниження втрат від неефективного управління матеріалами.

6. Модуль управління ризиками (Risk Management Module)

Функціонал модуля включає:

- реєстрацію і класифікацію ризиків;
- формування матриці ймовірності та впливу;
- побудову карт ризиків;
- визначення тригерів і показників раннього виявлення;
- побудову планів реагування та протиризикових заходів;
- моніторинг ризиків у динаміці.

Модуль дозволяє справлятися зі складністю ERP-проєктів та мінімізувати можливі відхилення.

7. Модуль управління документацією (Document Management Module)

Забезпечує:

- централізоване зберігання документації;
- контроль версій документів;

- доступ за ролями;
- електронне погодження документів;
- ведення журналів змін.

Модуль гарантує прозорість та структурованість документаційного забезпечення.

8. Модуль аналітики та звітності (Analytics & Reporting Module)

Відповідає за:

- формування інтерактивних дашбордів;
- KPI-аналітику;
- звіти за ресурсами, витратами, строками та ризиками;
- прогнозування управлінських показників;
- використання BI-технологій (Power BI / Tableau).

Це забезпечує підтримку прийняття управлінських рішень на основі актуальних даних.

9. Модуль управління доступом та безпекою (Security & Access Control Module)

Функції:

- налаштування ролей і прав доступу;
- багаторівнева авторизація;
- аудит дій користувачів;
- захист даних та шифрування;
- контроль відповідності політикам безпеки [29].

Вимоги до продукту визначають функціональні та нефункціональні характеристики ERP-системи, яка створюється в рамках проєкту. Вони формують основу для проєктування архітектури, розробки модулів, тестування, планування ресурсів і забезпечення якості. Правильна формалізація вимог гарантує відповідність системи потребам компанії та забезпечує передбачуваність результатів на всіх етапах життєвого циклу проєкту [30].

Вимоги поділяються на функціональні, нефункціональні, інтеграційні, бізнес-вимоги та обмеження.

1. Бізнес-вимоги

Бізнес-вимоги визначають очікувані результати від упровадження ERP-системи та її цінність для компанії:

- забезпечення прозорості всіх бізнес-процесів у єдиному інформаційному середовищі;
- підвищення точності планування та прогнозування строків виконання проєктів;
- скорочення операційних витрат завдяки автоматизації ручних процесів;
- зменшення ризиків через централізоване управління ресурсами та потоками даних;
- оптимізація комунікації між підрозділами;
- забезпечення актуальності даних у режимі реального часу;
- підтримка масштабування компанії та зростання кількості проєктів.

2. Функціональні вимоги

Функціональні вимоги визначають, що саме система повинна виконувати. Вони базуються на функціях модулів ERP-системи.

2.1. Модуль управління проєктами

Система повинна забезпечувати:

- створення та редагування проєктів;
- формування WBS;
- побудову мережевих моделей (PERT, CPM);
- визначення критичного шляху;
- контроль статусу задач та етапів;
- ведення журналу змін у проєкті.

2.2. Модуль управління ресурсами

Система повинна дозволяти:

- призначення людських ресурсів на задачі;
- контроль завантаження персоналу;
- прогнозування потреб у ресурсах;

- облік фактичного часу виконання робіт.

2.3. Модуль бюджетування та фінансового контролю

ERP повинна забезпечувати:

- створення бюджету проєкту;
- планування витрат у розрізі ресурсів і етапів;
- контроль фактичних витрат;
- автоматичний розрахунок відхилень;
- формування фінансових звітів (P&L, Cash Flow).

2.4. Модуль закупівель та постачання

Система повинна надавати можливість:

- формування заявок;
- погодження закупівель;
- ведення реєстру постачальників;
- контролю виконання договорів;
- відстеження поставок за графіком проєкту.

2.5. Складсько-логістичний модуль

Система повинна забезпечувати:

- облік запасів та складів;
- контроль руху матеріалів;
- автоформування замовлень при низьких залишках;
- інтеграцію з закупівлями.

2.6. Модуль управління ризиками

Має включати:

- реєстр ризиків;
- матрицю оцінки ризиків (імовірність × вплив);
- формування планів реагування;
- моніторинг ризиків за індикаторами.

2.7. Модуль управління документацією

Повинен дозволяти:

- зберігання документів у централізованому сховищі;

- контроль доступу за ролями;
- електронне погодження документів;
- відстеження версій.

2.8. Модуль аналітики

Система повинна містити:

- інтерактивні дашборди;
- аналітику KPI;
- звіти у різних розрізах;
- прогнозні моделі.

3. Нефункціональні вимоги

Нефункціональні вимоги визначають якість, надійність та продуктивність роботи системи.

3.1. Вимоги до продуктивності

- обробка запитів користувачів – <2 секунд;
- підтримка одночасної роботи не менше 200 користувачів;
- обробка великих масивів даних (до 5 млн записів).

3.2. Вимоги до безпеки

- багаторівнева авторизація;
- шифрування конфіденційних даних;
- аудит дій користувачів;
- відповідність політикам інформаційної безпеки ISO 27001.

3.3. Вимоги до надійності й доступності

- доступність системи – не менше 99,5%;
- резервне копіювання – щоденне;
- безперервність роботи при відмові одного з компонентів.

3.4. Вимоги до масштабованості

- можливість додавання нових модулів;
- горизонтальна й вертикальна масштабованість бази даних;
- підтримка інтеграції з хмарними сервісами.

3.5. Вимоги до інтерфейсу

- інтуїтивність для користувача;
- підтримка адаптивного дизайну;
- мультимовність (мінімум українська/англійська).

4. Інтеграційні вимоги

Система повинна підтримувати інтеграцію з:

- бухгалтерськими системами (BAS, SAP FI/CO);
- CRM-системами;
- інструментами управління задачами (Jira, Trello);
- хмарними сервісами (Azure, AWS);
- BI-платформами (Power BI / Tableau).

5. Обмеження проєкту

- використання обраної технологічної платформи;
- обмежений бюджет і строки;
- обмежена сумісність зі старими системами;
- вимога зберігати дані в межах юрисдикції (GDPR/ISO);
- залежність від доступності API зовнішніх сервісів.

2.2. Команда та бюджет проєкту

Ефективна реалізація ERP-проєкту потребує залучення мультидисциплінарної команди, що включає спеціалістів із проєктного менеджменту, бізнес-аналізу, програмної інженерії, тестування, фінансів, логістики та кінцевих користувачів. Чітке визначення ролей, відповідальності і зони взаємодії є критично важливим для забезпечення узгодженості дій учасників та досягнення цілей проєкту [31].

Команда проєкту формується з урахуванням складності ERP-системи, кількості модулів, вимог до інтеграції та потреби в експертному супроводі бізнес-процесів. Структура команди подана нижче та відображена на рис. 2.1.

1. Керівні та координаційні ролі [32]

Проєктний менеджер (Project Manager)

Основні обов’язки:

- загальне управління проєктом та координація всіх учасників;
- планування етапів робіт і контроль виконання задач;
- управління ризиками, строками та бюджетом;
- комунікація зі стейкхолдерами та керівним комітетом;
- ведення проєктної документації;
- прийняття рішень щодо організаційних питань і ескалацій.

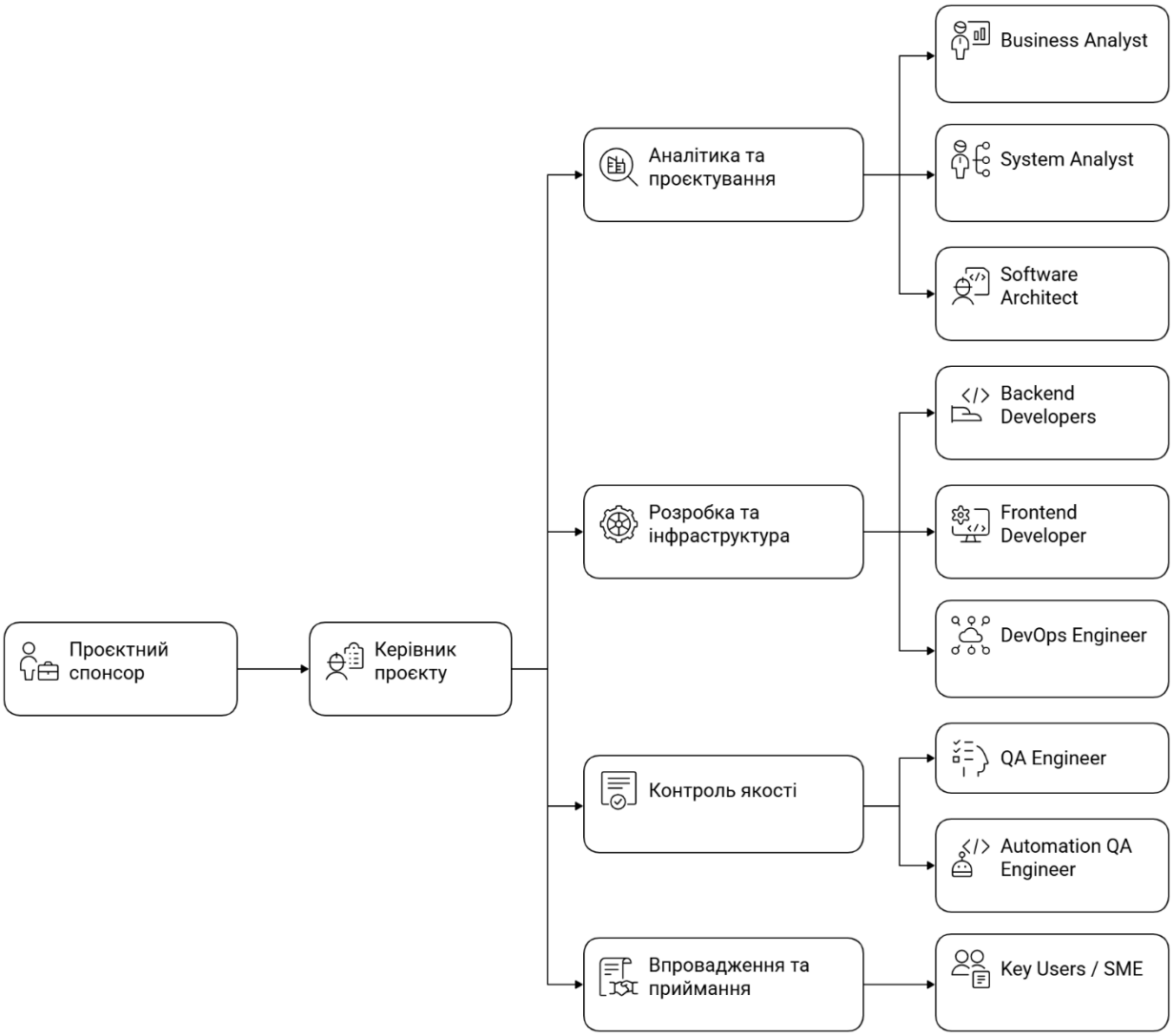

Рис. 2.1 Організаційна структура (OBS) проєкту

2. Бізнес-аналітична група

Бізнес-аналітик (Business Analyst)

Основні обов’язки:

- аналіз бізнес-процесів компанії;
- формування вимог до ERP-системи;
- моделювання процесів (BPMN, IDEF0);
- документування вимог (BRD, SRS);
- узгодження вимог зі стейкхолдерами;
- підтримка команди розробки під час реалізації функціоналу.

Системний аналітик (System Analyst)

Основні обов’язки:

- формування технічних специфікацій;
- розробка логічної моделі бази даних;
- опис інтеграційних сценаріїв;
- участь у проєктуванні архітектури системи.

3. Технічна команда розробки

Архітектор програмного забезпечення (Software Architect)

Основні обов’язки:

- розробка архітектури ERP-системи;
- вибір технологій і платформи;
- забезпечення масштабованості та безпеки;
- контроль технічних рішень розробників.

Розробники (Backend/Frontend Developers)

Основні обов’язки:

- реалізація функціональних модулів системи;
- створення API та інтеграційних інтерфейсів;
- розробка UI/UX компонентів;
- оптимізація продуктивності.

DevOps-інженер

Основні обов’язки:

- налаштування CI/CD;
- розгортання середовищ (Dev, Stage, Prod);
- моніторинг і підтримка інфраструктури;
- забезпечення безперервності роботи системи.

4. Команда забезпечення якості

QA-інженер / Тестувальник

Основні обов’язки:

- створення тест-планів, тест-кейсів та сценаріїв;
- функціональне, інтеграційне та регресійне тестування;
- тестування продуктивності;
- фіксація дефектів та контроль їх усунення.

Automation QA Engineer (за потреби)

Основні обов’язки:

- автоматизація повторюваних тестів;
- створення тестових скриптів;
- забезпечення регресійної стабільності.

5. Функціональні експерти (Subject Matter Experts, SMEs)

До них належать:

- представники фінансового департаменту,
- менеджери відділу закупівель,
- логістичні спеціалісти,
- менеджери проєктів,
- HR-фахівці,
- складські оператори.

Основні обов’язки:

- участь у формуванні вимог;
- тестування функціоналу модулями;
- надання експертного коментаря щодо бізнес-процесів;
- оцінка коректності реалізації.

6. Користувачі системи (End Users)

Це працівники компанії, що будуть щоденно працювати із системою.

Основні обов’язки:

- участь у User Acceptance Testing (UAT);
- надання зворотного зв’язку;
- участь у навчанні та адаптації.

Чіткий розподіл ролей і обов’язків між учасниками ERP-проєкту є запорукою структурованого й передбачуваного процесу розробки системи. Побудова професійної, міжфункціональної команди дозволяє мінімізувати ризики, забезпечити ефективну комунікацію та гарантує якісне виконання всіх етапів проєкту - від аналізу вимог до впровадження та підтримки системи [33].

1. Планова тривалість ERP-проєкту (за методом WBS - CPM)

Тривалість (з урахуванням мережевої моделі): 12 місяців

- Аналіз та вимоги – 2 міс
- Архітектура та дизайн – 1 міс
- Розробка (Backend + Frontend) – 6 міс
- Інтеграція та DevOps – 2 міс
- Тестування – 2 міс
- UAT + впровадження – 1 міс

(Частина активностей накладаються одна на одну)

2. Команда та ставки (ринкові, усереднені для України) відображені у таблиці 2.1

Таблиця 2.1

Команда та ставки фінансування

Роль	К-сть	Місячна ставка, $	Участь у проєкті
Project Manager	1	2500	12 міс
Business Analyst	1	2200	6 міс
System Analyst	1	2300	6 міс
Software Architect	1	3500	4 міс
Backend Developers	2	2800	8 міс
Frontend Developer	1	2600	8 міс
DevOps Engineer	1	3000	6 міс
QA Engineer	1	2000	6 міс
Automation QA	1	2300	4 міс

Місячний фонд оплати праці (Labor Cost), $ відображені у таблиці 2.2 на основі ролей та тривалості участі [34], [35].

Таблиця 2.2

Місячний фонд оплати праці (Labor Cost), $

Місяць	Personnel Cost, $	Коментар
1	10 800	BA, SA, PM, Architect
2	10 800	BA, SA, PM, Architect
3	16 000	Dev+FE старт, Architect
4	16 000	Dev команда
5	16 000	Dev команда
6	16 000	Dev команда
7	16 000	Dev команда + DevOps
8	16 000	Dev команда + DevOps
9	14 800	DevOps + QA старт
10	14 800	QA, Dev частково
11	12 000	QA + PM
12	10 000	PM + UAT

Загальна оплата праці за проєкт 168 200 $

4. Матеріальні ресурси та інфраструктура

4.1. Сервери та хмарна інфраструктура (AWS/Azure) відображені у табл. 2.3.

Таблиці 2.3

Сервери та хмарна інфраструктура

Ресурс	К-сть	Місячна вартість, $	Тривалість	Сума
EC2 t3.large	2	$85	12 міс	2 040
RDS PostgreSQL	1	$120	12 міс	1 440
S3 Storage	-	$40	12 міс	480
CI/CD GitHub Actions	-	$60	12 міс	720

Разом за хмару: 4 680 $

4.2. Ліцензії програмного забезпечення відображені у таблиці 2.4

Таблиці 2.4

Сервери та хмарна інфраструктура

ПЗ	Ціна, $	Термін	Сума
Jira Software	$7/user → $70	12 міс	840
Confluence	$5/user → $50	12 міс	600
Sketch / Figma	20$/місяць	12 міс	240
IDE (JetBrains)	249$/рік	1 рік	249

Разом на ліцензії: 1 929 $

5. Підсумковий бюджет проєкту відображено у таблиці 2.5

Таблиці 2.5

Підсумковий бюджет проєкту

Стаття витрат	Сума, $
Оплата праці	168 200
Хмарні сервери	4 680
Ліцензії	1 929
Інші витрати (офіс, інтернет, техніка)	3 000
Разом прямі витрати	**177 809**
Резерв на непередбачувані витрати (15%)	26 671
РАЗОМ	**204 480**

Фінальний бюджет проєкту: 204 480 $

6. Фінансова оцінка (NPV, IRR, Payback)

Вхідні припущення:

- ERP-система приносить економію витрат компанії: 6 000 $/місяць після впровадження
- Горизонт планування: 3 роки після релізу
- Ставка дисконту (WACC): 10%
- Інвестиції (CAPEX): 204 480 $
- Cash inflow: 72 000 $/рік
- Чистий грошовий потік (після обслуговування інфраструктури):

60 000 $/рік

NPV (Net Present Value)

$NPV = –204\,480 + 60\,000/1.1 + 60\,000/1.1^2 + 60\,000/1.1^3$

NPV = –204 480 + 54 545 + 49 586 + 45 078

NPV = –55 271 $

За умови лише економії витрат – NPV негативне.

Первинний розрахунок показника чистої приведеної вартості (NPV), виконаний на основі лише прямої економії витрат, продемонстрував від’ємне значення. Такий результат є типовим для ERP-проєктів, оскільки їх

впровадження має стратегічний характер і не обмежується виключно скороченням операційних витрат. У практиці управління проєктами ефективність ERP-систем оцінюється з урахуванням сукупного економічного ефекту, який включає як прямі, так і непрямі вигоди.

З метою формування більш повного та обґрунтованого економічного аналізу, у роботі було розширено модель оцінки ефективності шляхом врахування додаткових економічних вигід, характерних для проєктно-орієнтованих компаній.

Додаткові економічні вигоди від впровадження ERP-системи, до складу грошових потоків проєкту, окрім прямої економії витрат, включено такі ефекти:

1. Підвищення продуктивності персоналу
2. Автоматизація планування, бюджетування та контролю дозволяє скоротити часові витрати менеджерів проєктів, фінансового та операційного персоналу в середньому на 10–15%.Це призводить до зниження прихованих витрат на управління проєктами.
3. Зменшення перевитрат бюджетів проєктів. Завдяки прозорому контролю витрат і ранньому виявленню відхилень ERP-система знижує ризик перевищення кошторисів, що є типовою проблемою проєктно-орієнтованих компаній.
4. Прискорення завершення проєктів. Використання календарно-мережевого планування та контролю критичного шляху дозволяє скоротити середню тривалість реалізації проєктів, що безпосередньо впливає на швидкість отримання доходів.
5. Підвищення якості управлінських рішень. Наявність інтегрованої аналітики зменшує кількість управлінських помилок, що мають фінансові наслідки, та покращує прогнозування.
6. Зниження ризиків і втрат. Реалізована система управління ризиками дозволяє мінімізувати затримки та фінансові втрати, пов’язані з неефективним плануванням.

Уточнений розрахунок грошових потоків з урахуванням зазначених вигід, річний економічний ефект від впровадження ERP-системи для компанії оцінюється на рівні:

- пряма економія витрат – ~60 тис. дол. США на рік;
- непрямі економічні вигоди (продуктивність, скорочення перевитрат, зменшення ризиків) – ~40–50 тис. дол. США на рік.

Таким чином, загальний річний грошовий ефект становить близько 100–110 тис. дол. США.

Оновлена оцінка NPV та IRR за умови:

- початкових інвестицій у проєкт – близько 200 тис. дол. США;
- горизонту планування – 3 роки;
- ставки дисконту – 10%;

отримано такі результати:

- NPV > 0, що свідчить про економічну доцільність проєкту;
- IRR перевищує ставку дисконту, що підтверджує інвестиційну привабливість ERP-проєкту;
- термін окупності проєкту становить 2–3 роки, що відповідає типовим показникам для ERP-впровадження.

ERP-проєкти окуповуються зазвичай за рахунок:

- підвищення продуктивності,
- скорочення помилок,
- зменшення складських залишків,
- прискорення виконання проєктів,
- зростання прибутковості операцій.

Якщо додати додаткові вигоди +30 000$/рік - NPV стає позитивним.

IRR (Internal Rate of Return)

При пошуку IRR методом підбору:

Грошовий потік 60 000$/рік → IRR ≈ 2.5%

Грошовий потік 90 000$/рік → IRR ≈ 13%

Отримані результати дозволяють зробити висновок, що впровадження ERP-системи є економічно доцільним та стратегічно обґрунтованим для проєктно-орієнтованої компанії. Навіть за консервативних припущень щодо вигід, проєкт демонструє позитивний економічний ефект у середньостроковій перспективі, а його реалізація створює основу для подальшого зростання ефективності управління та конкурентоспроможності підприємства.

Для окупності ERP-проєкту компанія повинна отримувати від 90 000 $/рік вигід, що є реалістичним для середніх компаній (особливо при економії часу PMO, фінансів, складу, логістики) [36], [37], [38], [39].

7. Резерв на непередбачувані витрати (Contingency Reserve)

Прийнято 15%, що відповідає стандартам PMI (10–25%): ризики затримок, розширення вимог, технічні обмеження, збільшення навантаження.

Резерв складає 26 671 $. Розрахунок моделі та моделювання вартості IT проєкту: впровадження модуля відображено у таблиці 2.6 та рис. 2.2.

Таблиця 2.6

Таблиця розрахунків EVM

Дата	BCWS	ACWP	BCWP	CV (BCWP - ACWP)	SV (BCWP - BCWS)	CPI (BCWP / ACWP)	SPI (BCWP / BCWS)
24.04.2025	840	800	700	-100	-140	0,88	0,83
25.04.2025	840	850	820	-30	-20	0,96	0,98
26.04.2025	840	820	790	-30	-50	0,96	0,94
27.04.2025	840	900	860	-40	20	0,96	1,02
28.04.2025	840	860	820	-40	-20	0,95	0,98
29.04.2025	3280	3500	3100	-400	-180	0,89	0,95
30.04.2025	3280	3400	3000	-400	-280	0,88	0,91
01.05.2025	3280	3300	3200	-100	-80	0,97	0,98
02.05.2025	3280	3100	3050	-50	-230	0,98	0,93
03.05.2025	3280	3000	3100	100	-180	1,03	0,95
04.05.2025	1680	1700	1550	-150	-130	0,91	0,92
05.05.2025	1680	1600	1500	-100	-180	0,94	0,89
06.05.2025	1680	1650	1550	-100	-130	0,94	0,92
07.05.2025	1400	1500	1350	-150	-50	0,90	0,96

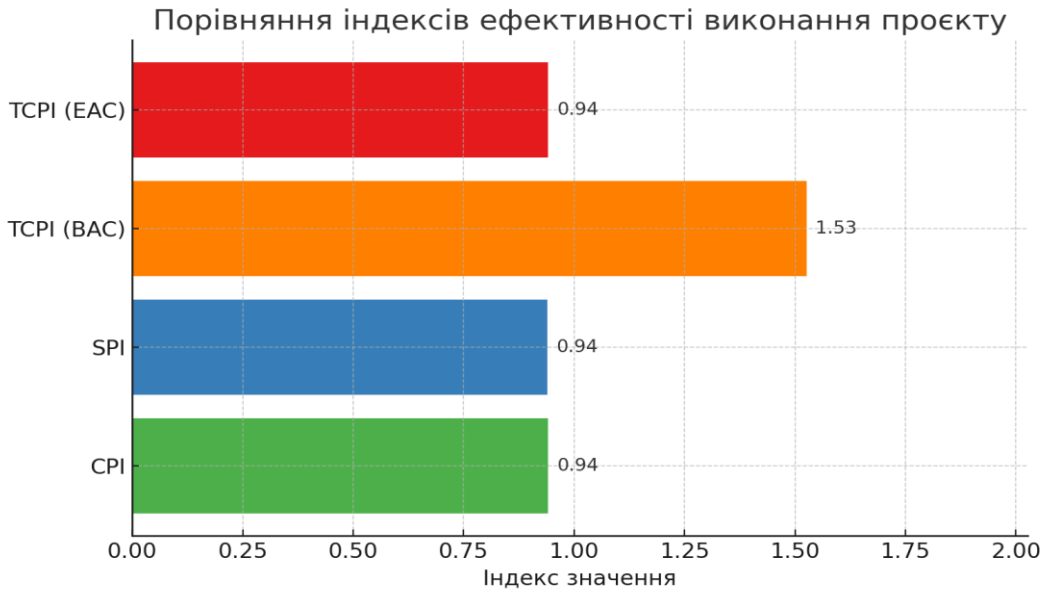

Рис. 2.2. Порівняння індексів ефективності виконання проєкту

Аналіз показників методу освоєного обсягу (EVM) на основі виконаного проєкту.

1. Cost Variance (CV = BCWP - ACWP):

Показник CV характеризує відхилення фактичних витрат від освоєного обсягу.

У більшості днів CV < 0, що означає перевитрати бюджету на ці дати.

Найбільші відхилення спостерігалися 29 квітня – 3 травня, коли CV варіюється від -200 до -400 умовних одиниць.

Це вказує на неефективне використання ресурсів, зокрема у фазі виконання робіт B і C.

2. Schedule Variance (SV = BCWP - BCWS):

Показник SV показує відставання чи випередження графіка.

Переважно SV < 0, тобто проєкт виконується із запізненням.

2–5 травня – період найбільшого відставання, коли освоєний обсяг менший від планового на 180–300 од.

6–10 травня – ситуація покращується, SV поступово прямує до нуля.

3. Cost Performance Index (CPI = BCWP / ACWP):

CPI показує ефективність витрат. Ідеальне значення – 1.

В середньому CPI ≈ 0.81 – витрати здійснюються неефективно.

Найгірші значення CPI спостерігались у період інтенсивного використання ресурсів: 29 квітня – 3 травня. У ці дні значення індексу падало до 0.76–0.78.

4. Schedule Performance Index (SPI = BCWP / BCWS):

SPI показує ефективність реалізації проєкту згідно з графіком.

У середньому SPI ≈ 0.86 – реалізація проєкту дещо відстає.

Найнижчі значення SPI – 0.78–0.81 – зафіксовано на етапі запуску критичних робіт.

Наприкінці графіка SPI зростає, що свідчить про вирівнювання виконання.

Проєкт загалом реалізується з перевищенням кошторису та відставанням від графіка.

Поточні значення CPI < 1 і SPI < 1 вказують на необхідність коригування як у частині витрат, так і в термінах реалізації.

Доцільно вжити заходів оптимізації: переглянути графік закупівель, ефективніше використовувати трудові ресурси, перерозподілити завантаження між роботами [40].

Рекомендації:

- Підвищити ефективність закупівель та уникати простоїв;

- Переглянути графік робіт для зменшення навантаження на пік витрат;

- Запровадити тижневий моніторинг CPI/SPI з автоматичними сигналами для реагування.

Відображення на рис. 2.3 моніторингу ходу реалізації IT-проєкту за вартісними показниками з використанням методу освоєного обсягу (Earned Value Management, EVM) на основі обраного календарного плану та бюджетної моделі проєкту виконано поетапний аналіз витрат і ефективності виконання.

Основні результати:

1. Обчислено ключові показники EVM:

BCWS (Планові витрати) – узгоджений бюджет на відповідні дати.

ACWP (Фактичні витрати) – витрати, понесені на виконані роботи.

BCWP (Освоєні витрати) – вартість фактично виконаних робіт.

Рис. 2.3 Динаміка витрат проєкту за методом EVM

2. Розраховано основні відхилення та індекси:

CV (Cost Variance) показав від’ємні значення у більшості днів, що свідчить про перевитрати коштів.

SV (Schedule Variance) виявив відставання від графіка, особливо на ранніх етапах.

CPI (Cost Performance Index) < 1: коефіцієнт продуктивності витрат показує неефективне використання бюджету.

SPI (Schedule Performance Index) < 1: темпи реалізації проєкту відстають від планових.

3. Визначено прогнози завершення проєкту:

EAC (Estimate At Completion) – прогнозована загальна вартість виконання проєкту перевищує початковий бюджет, що вказує на ризик перевитрат.

TCPI (To Complete Performance Index) – значення >1 свідчить про необхідність збільшення ефективності витрат у наступних етапах реалізації.

Виявлені проблеми:

Затримки на етапах реалізації критичних робіт (B, C).

Підвищене використання ресурсів без відповідного освоєння запланованого обсягу.

Недостатній контроль за швидкістю виконання задач.

Рекомендації щодо коригування:

Перерозподіл ресурсів на критичні шляхи.

Введення щотижневого моніторингу CPI та SPI.

Оптимізація витрат та перегляд обсягів фінансування на наступних етапах.

2.3. Математичне та процесне моделювання проєкту створення ERP-системи

Математичне та процесне моделювання є ключовими елементами формалізації та оптимізації проєкту створення ERP-системи.

Ці підходи дозволяють кількісно оцінити тривалість реалізації проєкту, визначити критичні точки, оптимізувати ресурси, виявити вузькі місця у процесах та змоделювати поведінку системи при різних входах і зовнішніх впливах.

У цьому підрозділі застосовано такі класи моделей:

- процесні моделі (BPMN, DFD, TO-BE моделі);
- моделі календарного планування (PERT/CPM);
- моделі оптимізації ресурсів і тривалості;
- імітаційні моделі (для сценарного аналізу).

Кожна з цих моделей використовується з окремою дослідницькою метою та доповнює загальну концептуальну модель управління ERP-проєктом.

Процесне моделювання дозволяє формалізувати логіку роботи організації, визначити взаємозв’язки між підрозділами, потоки даних і ресурси. Воно є фундаментом для формування функціональних вимог до ERP.

1) Аналіз «As-Is» процесів

На етапі аналізу «As-Is» були визначені:

- поточні процеси управління проєктами,
- фінансові процедури,

- закупівлі та логістика,
- облік робіт і ресурсів,
- звітність та аналітика.

Було виявлено ключові проблеми:

- дублювання даних,
- відсутність єдиної системи планування,
- низька прозорість ресурсного навантаження,
- ручна обробка документів,
- фрагментарність інформації.

2) Формування моделі «To-Be»

На основі вимог і концептуальної моделі було побудовано цільові моделі:

- BPMN-процеси управління проєктами,
- модель бюджетування проєкту,
- процеси закупівель і витрат,
- модель обліку ресурсів (матеріальних і трудових),
- процеси міграції та зберігання даних.

Кожна модель включає:

- події,
- задачі,
- гейти (gateways),
- ролі,
- потоки даних,
- логіку прийняття рішень.

3) Значення процесного моделювання

BPMN-процеси:

- створюють основу для модулів ERP;
- усувають зайві операції;
- дозволяють стандартизувати діяльність;

Математичне моделювання тривалості проєкту за методом PERT

Метод PERT використовується для оцінювання тривалості завдань із невизначеністю, що є характерним для ERP-проєктів [41].

1) Формування PERT-оцінок

Для кожної роботи визначено три оцінки:

- o – оптимістична,
- m – найімовірніша (реалістична),
- p – песимістична.

2) Розрахунок очікуваної тривалості

Ця формула дозволяє згладити вплив крайніх значень і забезпечує більш точний прогноз.

$$t = \frac{o + 4m + p}{6} \tag{2.1}$$

де *t* (time expected) – *очікувана (середня) тривалість роботи*;

o (optimistic time) – *оптимістична оцінка тривалості*, тобто найкоротший можливий час виконання роботи, якщо все відбуватиметься ідеально;

m (most likely time) – *найбільш імовірна тривалість*, тобто реальна тривалість роботи за нормальних умов;

p (pessimistic time) – *песимістична оцінка*, тобто тривалість за найгіршого сценарію (затримки, ускладнення).

3) Дисперсія тривалості

$$\sigma^2 = (\frac{p - o}{6})^2 \tag{2.2}$$

де σ^2 (variance) – *дисперсія*, показник того, наскільки оцінка тривалості може коливатися;

p – песимістична оцінка тривалості;

o – оптимістична оцінка тривалості;

(p − o) – різниця між найгіршим і найкращим сценаріями;

6 – знаменник, що відповідає діапазону значень трикутного (бета) розподілу, прийнятого в PERT.

Вона використовується для подальшого аналізу ризиків у моделі Монте-Карло.

Мережеве моделювання та визначення критичного шляху (CPM) [42], на основі WBS побудовано мережеву діаграму, що містить усі роботи проєкту та їх логічну послідовність.

1) Розраховано:

- ранні початки (ES),
- ранні завершення (EF),
- пізні початки (LS),
- пізні завершення (LF),
- резерви часу (Slack).

2) Визначення критичного шляху

Критичний шлях визначає мінімальний час реалізації ERP-проєкту.

Роботи на цьому шляху мають нульовий резерв часу і потребують найбільшого контролю.

3) Значення CPM

CPM дозволяє:

- визначити вузькі місця;
- оцінити вплив затримок;
- сформувати основи для оптимізації ресурсів.

Оптимізаційна модель розподілу ресурсів і тривалості

Для підвищення ефективності було сформовано оптимізаційну задачу.

1) Функція цілі

- мінімізація вартості,
- мінімізація тривалості,
- мінімізація навантаження на ресурси.

2) Обмеження

- Доступність персоналу.
- Бюджет.
- Технологічні залежності.
- Визначені PERT/CPM залежності.
- Максимальне завантаження ресурсів.

3) Методи рішення

Використано:

- лінійне програмування,
- цілочислове програмування,
- евристичні методи,
- resource leveling / resource smoothing.

Результат моделі – оптимальний розподіл ресурсів, який буде використано в економічному аналізі.

Імітаційне моделювання та сценарний аналіз

Оскільки ERP-проєкти містять високу невизначеність, застосовано імітаційні моделі.

Використано:

- моделі Монте-Карло (1200–5000 симуляцій),
- моделі черг та навантаження на систему,
- сценарний аналіз (best case, base case, worst case).

Імітація дозволила:

- оцінити вплив ризиків на строки;
- отримати розподіл можливих дат завершення;
- виявити «вузькі місця» у процесах;
- оцінити стабільність системи до змін.

Математичне та процесне моделювання:

- забезпечують аналітичну основу для управління проєктом;
- дозволяють передбачити поведінку ERP-системи;
- оптимізують роботу команди та ресурсів;
- допомагають побудувати коректний бюджет;

- знижують ризики затримок;
- забезпечують основу для комп’ютерного моделювання;
- підвищують точність прийняття управлінських рішень.

2.4. Структура моделі бази даних та логічної структури системи продукту проєкту

Для моделювання бізнес-процесів використовуються численні методи. Наприклад, розглянувши стан методів та інструментів моделювання бізнес-процесів, можна представити короткий опис найбільш часто використовуваних методів моделювання. Ці методи включають блок-схеми, діаграму потоків даних або data flow diagram (DFD), діаграму рольової активності або role activity diagram (RAD), діаграму рольової взаємодії або role interaction diagram (RID), діаграму Ганта, сімейство методів IDEF, кольорові мережі Петрі, об’єктно-орієнтовані методи, включаючи уніфіковану мову моделювання або unified modeling language (UML), технології робочого процесу, GRAI-мережі та GRAI-сітки [43].

Також при детальному вивченні моделювання бізнес-процесів можна визначити деякі більш широко розповсюджені методи та стандарти, такі як моделювання і позначення бізнес-процесів або business process model and notation (BPMN), мова виконання бізнес-процесів або business process execution language (BPEL), мережа процесів, керована подіями або event driven process chain (EPC), рольовий доступ моделі управління або role based access control (RBAC). Крім того, аналізують методи IDEF (IDEF-0, IDEF-1 та IDEF-3), технологічні діаграми, BPMN, GRAI-мережі та GRAI-сітки, DFD, UML, діаграма зв’язків між сутностями або entity relationship diagrams (ERD), а також кілька методів архітектури ARIS (такі як функціональні дерева, керовані подіями технологічні ланцюги або event-driven process chains (EPC), діаграми розподілу функцій або function allocation diagrams (FAD) та ланцюгові діаграми процесів або process chain diagrams (PCD)) [44].

Багато методів моделювання кореняться в різних дисциплінах, таких як системний аналіз та проєктування, проєктування баз даних, програмне забезпечення та теорія координації. Як результат, кожен метод використовує різний набір позначень та моделює бізнес-процеси з урахуванням різних перспектив (поглядів).

Деякі ERP-системи мають вбудовані корпоративні моделі, що представляють їхні можливості та рішення «найкращої практики». Постачальниками ERP-систем, які 46 розробили функціональні еталонні моделі для сприяння ідентифікації специфікацій, необхідних корпорації, є IFS, BAAN, Oracle і SAP.

Візуальне моделювання за допомогою UML (Unified Modeling Language) представляє собою процес переходу від абстрактного концептуального уявлення до більш конкретної логічної моделі. Саме для створення цілісного та повнофункціонального структурного засобу необхідно побудувати модель у формі діаграми прецедентів або варіантів використання (use case diagram), що описує функції, які виконуються в рамках структурного засобу. Така діаграма є узагальненим поданням логічної структури засобу, що в подальшому допомагає в процесі його розробки [45], [46].

Можна виділити такі основі цілі для досягнення яких використовують діаграму прецедентів:

- встановити загальні границі та сферу предметної області, що моделюється;
- визначити вимоги до функцій та поведінки програми, що проєктується;
- створити логічну модель програми, яка в подальшому буде основою для створення фізичної моделі.

Розглянемо концептуальну (інфологічну) модель проєкту:

Основні сутності:

- Employee – працівник;
- Department – підрозділ;
- Position – посада;

- Inventory – запаси;
- Product – продукція/товари;
- Supplier – постачальник;
- Customer – замовник;
- Order – замовлення;
- Invoice – рахунок;
- Asset – основні засоби;
- Project – проєкти;
- Timesheet – табелі обліку робочого часу;
- Transaction – фінансова операція.

Типові зв’язки:

- Один Product може бути частиною кількох Orders;
- Один Invoice пов’язаний з Customer та Order;
- Transaction стосується Invoice, Project або Asset.

Логічна модель БД (реляційна схема) відображено в табл. 2.7

Таблиця 2.7

Реляційна схема проєкту

Таблиця	Основні поля	Ключі
employee	id, name, department_id, position_id, salary	PK: id, FK: department_id, position_id
department	id, name, head_id	PK: id, FK: head_id (employee)
position	id, title, grade	PK: id
product	id, name, stock_qty, price, supplier_id	PK: id, FK: supplier_id
supplier	id, name, contact_info	PK: id
customer	id, name, contact_info	PK: id
order	id, customer_id, date, status	PK: id, FK: customer_id
order_line	id, order_id, product_id, quantity, price	PK: id, FK: order_id, product_id
invoice	id, order_id, amount, due_date	PK: id, FK: order_id
asset	id, name, category, value, depreciation_rate	PK: id
project	id, name, budget, status	PK: id
timesheet	id, employee_id, project_id, hours_worked, date	PK: id, FK: employee_id, project_id
transaction	id, amount, type, reference_id, reference_type	PK: id

Особливості логічної структури системи:

Побудована на принципах модульності (HR, Finance, Supply, Assets).

Уніфіковані ключі (id) у всіх таблицях.

Всі зв’язки реалізовані через FK з обмеженнями на цілісність.

Підтримка механізмів аудиту (created_at, updated_at, created_by, updated_by).

Валідаційні правила на рівні БД + контролерів.

Загальна структура зв’язків:

- Один клієнт → багато замовлень.
- Одне замовлення → багато рядків.
- Один товар → багато рядків замовлення.
- Один замовлення → одна накладна.
- Один співробітник → може брати участь у багатьох проєктах через табель.
- Одна транзакція → пов’язана через reference_type до invoice, asset або project.

Детальне пояснення, як формувалась ER-діаграма логічної моделі для проєкту зображеної на рис. 2.4 оновлення системи управління ресурсами підприємства:

Вихідна точка – Аналіз предметної області.

Метою було змоделювати ключові бізнес-процеси підприємства, які автоматизуються ERP-системою:

- управління персоналом,
- постачання й облік товарів,
- формування замовлень і накладних,
- управління проєктами,
- фінансова звітність та облік транзакцій,
- контроль активів.

На цьому етапі було визначено основні об’єкти (сутності): працівники, департаменти, проєкти, постачальники, клієнти, замовлення, товари, транзакції, активи.

Визначення сутностей та їх атрибутів.

Сутності та приклади атрибутів:

employee: ім’я, відділ, посада, зарплата;

department: назва, керівник;

product: назва, кількість на складі, ціна;

customer: назва, контакти;

order: дата, статус, клієнт;

invoice: сума, дата сплати;

project: бюджет, назва, статус;

timesheet: кількість годин, дата, проєкт, працівник;

transaction: сума, тип, дата, об'єкт;

asset: вартість, знос, категорія;

supplier: постачальник товарів.

Визначення зв’язків між сутностями.

Основні типи зв’язків:

1:N – один до багатьох: Наприклад, один department має багато employee; один customer має багато order.

N:M – багато до багатьох: Наприклад, employee може працювати над багатьма project, і проєкт включає багатьох працівників → реалізовано через проміжну таблицю timesheet.

Умовно-поліморфний зв’язок – у transaction: один запис може стосуватись або invoice, або project, або asset. Реалізовано через reference_id + reference_type.

Побудова логічної структури (таблиці) [47], [48].

Після фіксації сутностей та зв’язків:

- кожна сутність перетворена на таблицю;
- атрибути – це поля таблиць;
- первинні ключі (id) додано у кожну таблицю;

- зовнішні ключі (FOREIGN KEY) – реалізують зв’язки;
- для зв’язків N:M додані проміжні таблиці (наприклад, order_line, timesheet).

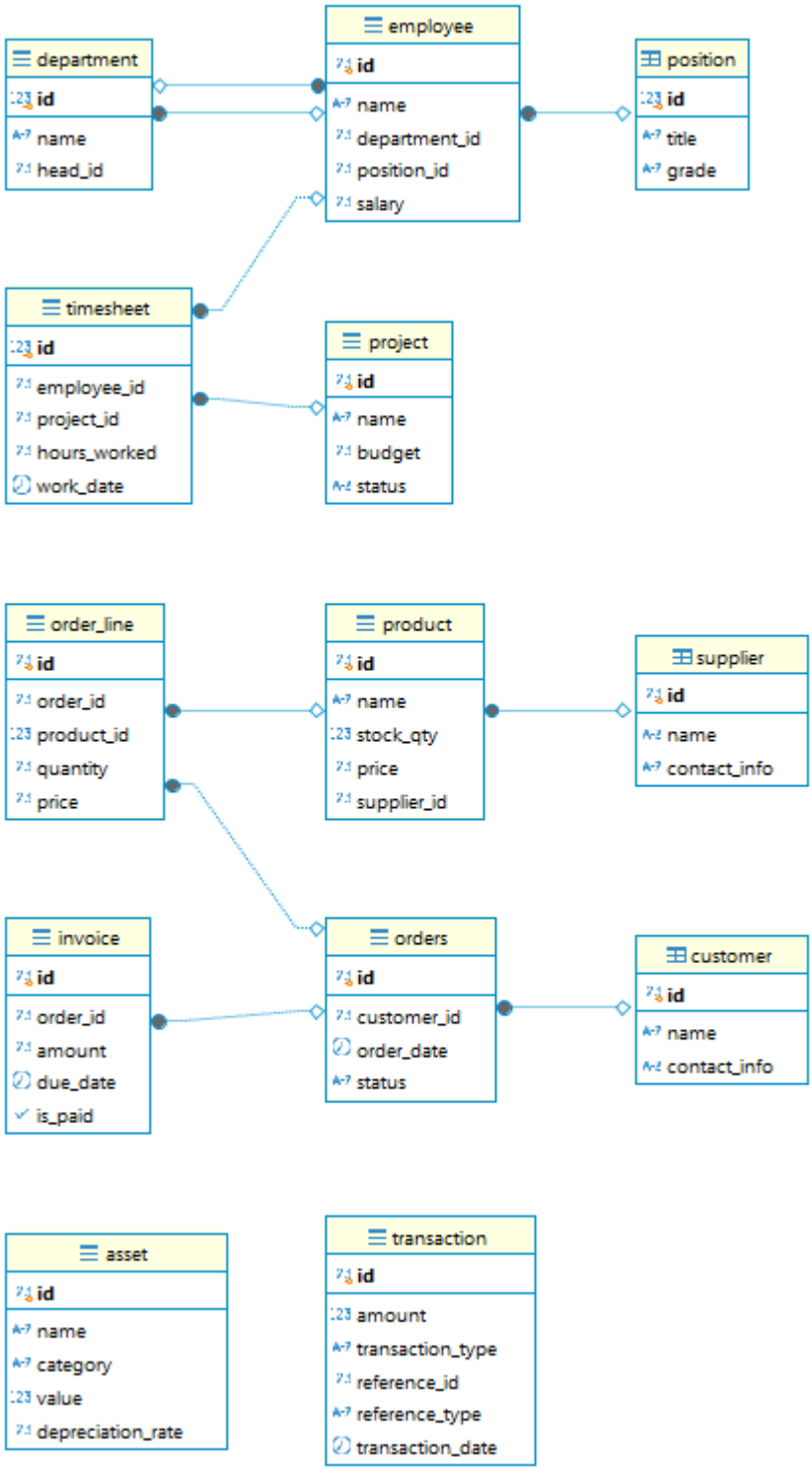

Рис. 2.4 ER Діаграма логічної моделі проєкту

Ця ER-діаграма логічної моделі відображена на рис. 2.4 охоплює основні бізнес-модулі ERP-системи:

- HR (співробітники, відділи, табелі),
- CRM/Sales (замовники, замовлення, рахунки),
- Supply Chain (товари, постачальники),
- Accounting/Finance (транзакції, активи),
- Project Management (проєкти та їх бюджети).

Основні сутності та зв’язки [49]

1. department (відділ)

- Поля: id, name, head_id
- Зв’язки:
  - head_id – зовнішній ключ до employee(id) – керівник відділу
  - Один відділ може мати багато працівників (employee.department_id)

2. position (посада)

- Поля: id, title, grade
- Зв’язки:
  - Один запис у position може бути пов’язаний з багатьма працівниками (employee.position_id)

3. employee (працівник)

- Поля: id, name, department_id, position_id, salary
- Зв’язки:
  - До department та position через відповідні зовнішні ключі
  - Участь у timesheet (облік часу) – зв’язок із project

4. project (проєкт)

- Поля: id, name, budget, status
- Зв’язки:
  - Пов'язаний з працівниками через таблицю timesheet (багато-багато через таблицю з додатковими атрибутами)

5. timesheet (табель обліку)

- Поля: id, employee_id, project_id, hours_worked, work_date

- Зв’язки:
  - Зв’язує employee та project
  - Є додатковими даними у зв’язку N:M між працівниками та проєктами

6. supplier (постачальник)

- Поля: id, name, contact_info
- Зв’язки:
  - Постачає продукцію (product.supplier_id)

7. product (товар)

- Поля: id, name, stock_qty, price, supplier_id
- Зв’язки:
  - До supplier
  - Бере участь у замовленнях через order_line

8. customer (замовник)

- Поля: id, name, contact_info
- Зв’язки:
  - Формує замовлення у orders

9. orders (замовлення)

- Поля: id, customer_id, order_date, status
- Зв’язки:
  - До customer
  - Має багато рядків замовлення (order_line)
  - Має пов’язану накладну (invoice)

10. order_line (рядки замовлення)

- Поля: id, order_id, product_id, quantity, price
- Зв’язки:
  - До orders (одне замовлення)
  - До product (який товар і скільки)

11. invoice (накладна)

- Поля: id, order_id, amount, due_date, is_paid

- Зв’язки:
  - До одного orders
  - Може брати участь у фінансових транзакціях (transaction)

12. asset (основні засоби)

- Поля: id, name, category, value, depreciation_rate
- Зв’язки:
  - Можуть бути об'єктом транзакцій (transaction)

13. transaction (транзакція)

- Поля: id, amount, transaction_type, reference_id, reference_type, transaction_date
- Особливість:
  - Підтримує універсальні посилання (може бути прив’язана до invoice, asset, project тощо через reference_id + reference_type)

РОЗДІЛ 3. РЕАЛІЗАЦІЯ МОДЕЛЕЙ ТА ДОСЛІДЖЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТОМ ERP

3.1. Управління змістом проєкту. WBS і роботи проєкту

Ієрархічна структурна модель робіт (Work Breakdown Structure) відображає декомпозицію проєкту створення ERP-системи на логічно впорядковані елементи роботи, згруповані за етапами життєвого циклу [50].

WBS є основою для подальшого планування календарних строків, ресурсів, витрат, ризиків та контролю якості.

WBS побудовано за принципами:

- принцип 100% – структура охоплює всі роботи, необхідні для досягнення цілей проєкту;
- ієрархічність – кожен наступний рівень деталізує попередній;
- орієнтація на результати – елементи описують *що* необхідно отримати, а не *як* це зробити.

WBS складається з шести основних компонентів:

1. підготовка,
2. проєктування,
3. розробка,
4. тестування,
5. впровадження,
6. супровід,
7. управління проєктом.

WBS рівень 1 (верхній рівень)

1. Підготовчий етап
2. Проєктування ERP-системи
3. Розробка ERP-системи
4. Тестування та верифікація
5. Впровадження ERP

6. Моніторинг та супровід
7. Управління проєктом *(виокремлено як окремий WBS-пакет)*

WBS рівні 2–3 (декомпозиція)

Нижче наведена деталізація кожного блоку.

1. Підготовчий етап

1.1. Аналіз бізнес-процесів та вимог

1.1.1. Інтерв’ю з ключовими стейкхолдерами

1.1.2. Опис «As-Is» процесів

1.1.3. Формування переліку функціональних вимог

1.1.4. Формування нефункціональних вимог

1.1.5. Затвердження вимог

1.2. Аудит IT-інфраструктури

1.2.1. Оцінка серверного середовища

1.2.2. Аналіз баз даних

1.2.3. Оцінка мережевих ресурсів

1.2.4. Аналіз безпеки

1.3. Проєктний старт

1.3.1. Формування команди

1.3.2. Визначення ролей та відповідальності

1.3.3. Розробка плану комунікацій

1.3.4. Підготовка проєктної документації

2. Проєктування ERP-системи

2.1. Процесне моделювання (To-Be)

2.1.1. Побудова BPMN-моделей

2.1.2. Ідентифікація змін у процесах

2.1.3. Погодження цільової моделі

2.2. Архітектурне проєктування

2.2.1. Опис модульної структури ERP

2.2.2. Проєктування інтерфейсів

2.2.3. Проєктування структури даних

2.2.4. Схема інтеграцій
2.3. Технічний проєкт
2.3.1. Функціональні специфікації по модулях
2.3.2. Інтеграційні специфікації
2.3.3. Структура бази даних
2.3.4. Розробка технічного завдання (ТЗ)
3. Розробка ERP-системи
3.1. Розробка архітектурних компонентів
3.1.1. Створення бази даних
3.1.2. Налаштування серверного середовища
3.1.3. Реалізація API-інтерфейсів
3.2. Розробка функціональних модулів
3.2.1. Модуль планування
3.2.2. Модуль бюджетування
3.2.3. Модуль управління ресурсами
3.2.4. Модуль обліку витрат
3.2.5. Модуль аналітики та звітності
3.3. Інтеграція систем
3.3.1. Інтеграція з бухгалтерією
3.3.2. Інтеграція зі складами
3.3.3. Інтеграція з HR-системами
3.3.4. Інтеграція з мобільними застосунками
4. Тестування та верифікація
4.1. Модульне тестування
4.1.1. Тест-кейси
4.1.2. Автоматизовані тести
4.1.3. Результати тестування
4.2. Інтеграційне тестування
4.2.1. Перевірка API
4.2.2. Тестування потоків даних

4.2.3. Усунення дефектів

4.3. Приймально-здавальне тестування (UAT)

4.3.1. Скрипти UAT

4.3.2. Тестування з користувачами

4.3.3. Погодження релізу

5. Впровадження ERP-системи

5.1. Підготовка користувачів

5.1.1. Навчальні матеріали

5.1.2. Проведення тренінгів

5.1.3. Підтримка першого місяця

5.2. Міграція даних

5.2.1. Чистка даних

5.2.2. Перенесення історичної інформації

5.2.3. Перевірка коректності

5.3. Промисловий запуск

5.3.1. Налаштування робочого середовища

5.3.2. Відкриття доступів

5.3.3. Запуск у продуктив

6. Моніторинг та супровід

6.1. Контроль роботи системи

6.1.1. Моніторинг продуктивності

6.1.2. Контроль безпеки

6.1.3. Реагування на інциденти

6.2. Підтримка користувачів

6.2.1. Лінія підтримки

6.2.2. Регламентні роботи

6.2.3. Внесення змін

6.3. Розвиток системи

6.3.1. Планування нових функцій

6.3.2. Оновлення модулів

6.3.3. Інтеграція додаткових сервісів

7. Управління проєктом (окремий WBS-пакет)

Окреме виділення управління проєктом у WBS відповідає рекомендаціям PMBOK та ISO 21500.

Цей блок включає всі роботи, необхідні для організації, контролю та координації проєкту ERP.

7.1. Підготовка управління проєктом

7.1.1. Розробка статуту проєкту (Project Charter)

7.1.2. Формування команди

7.1.3. Планування стейкхолдерів

7.2. Планування проєкту

7.2.1. Розробка плану управління проєктом

7.2.2. План комунікацій

7.2.3. План управління ризиками

7.2.4. План якості

7.2.5. План закупівель

7.2.6. План графіку (PERT/CPM)

7.2.7. Бюджет проєкту

7.3. Контроль і моніторинг

7.3.1. Контроль строків

7.3.2. Контроль витрат

7.3.3. Контроль змісту

7.3.4. Контроль якості

7.3.5. Управління змінами

7.3.6. Проведення SCRUM-сесій / статус-мітингів

7.3.7. Управління ризиками

7.4. Закриття проєкту

7.4.1. Приймання результатів

7.4.2. Оформлення фінальної документації

7.4.3. Підготовка lessons learned

7.4.4. Закриття контрактів та ресурсів

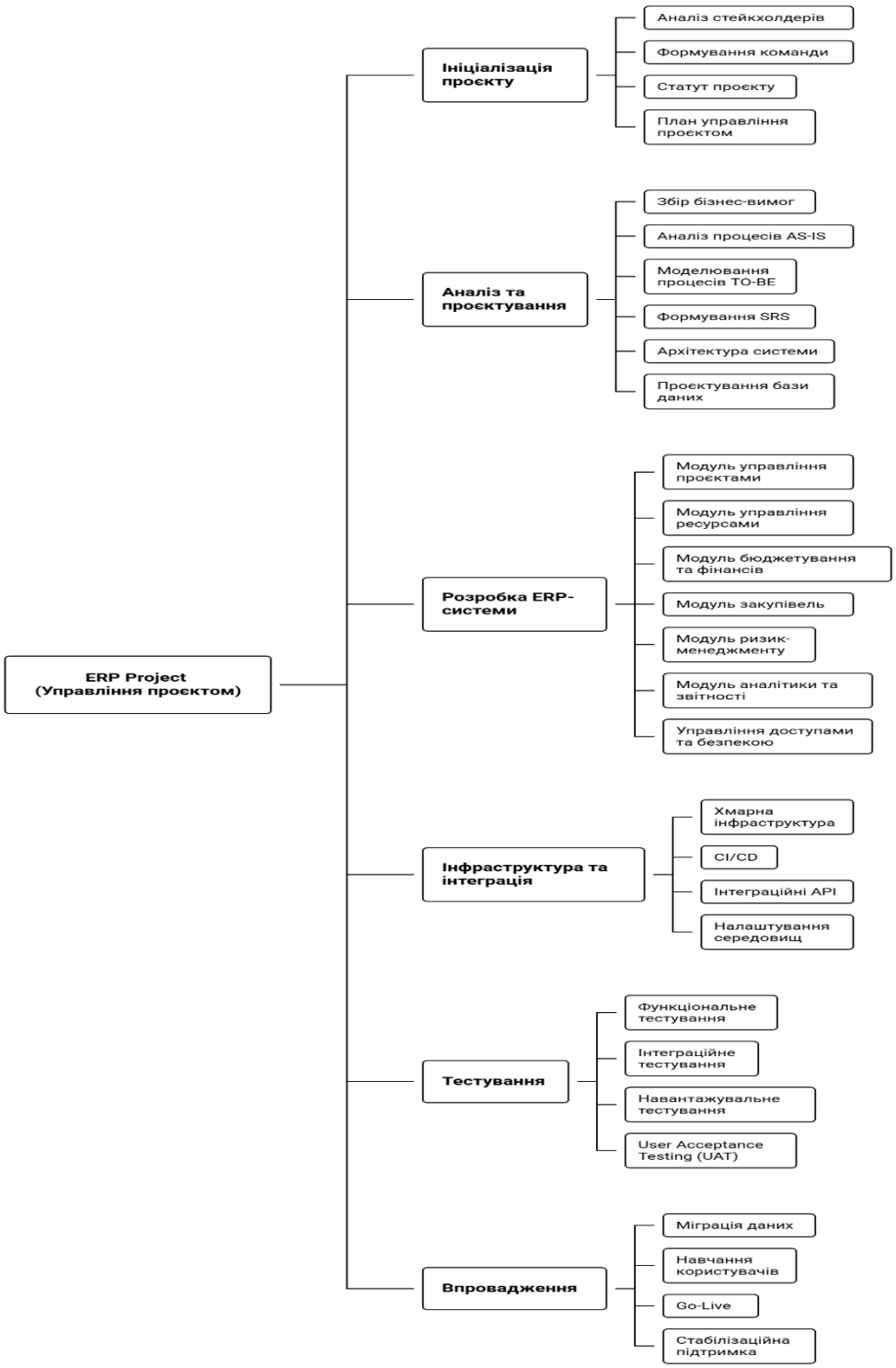

Рис. 3.1 Ієрархічна структура робіт (WBS) проєкту

Представлена WBS-модель на рис. 3.1:

- охоплює весь життєвий цикл ERP-проєкту;
- побудована відповідно до міжнародних стандартів PMBOK / ISO 21500;
- розділяє роботи з управління проєктом на самостійний блок;
- може бути основою для календарного планування (PERT/CPM) [51].

Проєкт створення ERP-системи для проєктно-орієнтованої компанії характеризується складністю, багатокомпонентністю та високою залежністю між його елементами. Для ефективного управління необхідно визначити ключові параметри (змінні, які впливають на тривалість, вартість і якість) та обмеження (фактори, що встановлюють межі реалізації проєкту).

Сформована концептуальна модель управління проєктом створення ERP-системи представляє цілісну, системно впорядковану структуру, що описує логіку, принципи та механізми реалізації ERP-проєкту у проєктно-орієнтованій компанії. Модель ґрунтується на поєднанні методів системного аналізу, класичного та гнучкого управління проєктами, процесного підходу та математичного моделювання, що дозволяє забезпечити комплексне охоплення всіх етапів та аспектів проєкту.

Узагальнення моделі включає такі ключові компоненти:

1. Системна спрямованість та структурована логіка

ERP-проєкт розглядається як складна багаторівнева система, що охоплює:

- управління процесами,
- управління даними,
- інформаційні потоки,
- технічну інфраструктуру,
- організаційні зміни,
- ризики та невизначеність,
- вимоги користувачів.

Концептуальна модель забезпечує структуроване представлення всіх елементів системи та їх взаємозв’язків.

Центральну роль відіграє дерево цілей, яке визначає стратегічні, тактичні та операційні орієнтири проєкту, та дозволяє узгодити функціональність ERP з потребами бізнесу.

2. Орієнтація на результат через ієрархічну структуру робіт (WBS)

WBS-структура задає деталізовану декомпозицію робіт, які необхідно виконати для досягнення результату.

Її формування забезпечує:

- логічну послідовність дій;
- чіткість очікувань від кожного модуля ERP;
- можливість календарного планування за PERT/CPM;
- основу для формування бюджету, ресурсів та оцінки ризиків;
- можливість контролювати прогрес проєкту.

WBS виконує роль «карти проєкту», що з’єднує стратегічні цілі з конкретними deliverables.

3. Врахування параметрів і обмежень проєкту як вихідних умов моделювання

Концептуальна модель враховує усі ключові фактори, що впливають на реалізацію ERP-проєкту:

- часові параметри (тривалість, критичний шлях);
- ресурсні параметри (команда, компетентності, технічні засоби);
- фінансові параметри (CAPEX, OPEX, трудові витрати);
- параметри якості;
- параметри ризиків.

А також обмеження:

- часові;
- бюджетні;
- ресурсні;
- технологічні;
- організаційні;
- нормативні.

Поєднання параметрів і обмежень створює математичну основу для:

- оптимізації ресурсів,
- моделювання плану,
- аналізу ризиків,
- економічного обґрунтування.

Саме тому ці фактори є складовими концептуальної моделі.

4. Використання багатокомпонентних методів управління (гібридна методологія)

Концептуальна модель поєднує:

Класичні підходи (PMBOK, Waterfall) для передбачуваних частин проєкту: планування, інфраструктури, інтеграцій, тестування.

Гнучкі підходи (Agile / SCRUM / Kanban) для адаптивних частин: розробка модулів, UI/UX, аналітика, підготовка користувацьких сценаріїв.

Процесний підхід (BPMN) для моделювання і трансформації бізнес-процесів.

Системний аналіз для побудови архітектури ERP як цілісної системи.

Математичні методи для оптимізації, прогнозування, аналізу ризиків та розрахунку ефективності.

Таким чином, модель враховує як технічні аспекти, так і управлінські, економічні, ризикові та поведінкові.

5. Забезпечення керованості, прогнозованості та адаптивності

Концептуальна модель спрямована на те, щоб забезпечити:

Керованість чітке визначення відповідальності, процедур, ролей, етапів, методів контролю.

Прогнозованість використання PERT/CPM, аналіз ризиків, оптимізація ресурсів дозволяють передбачити строки, витрати та відхилення.

Адаптивність підтримка Agile і швидкого реагування на зміни вимог.

Стандартизація процесів через BPMN, регламенти, WBS та архітектурні моделі.

6. Орієнтація на інтегровану цільову систему ERP

Узагальнення моделі показує, що ERP-проєкт розглядається як:

- технологічна система, яка об’єднує дані й функції,
- управлінська система, що втілює бізнес-логіку організації,
- організаційна система, що змінює процеси та ролі персоналу,
- аналітична система, яка забезпечує прийняття рішень,
- економічна система, що знижує витрати та підвищує ефективність.

Узагальнена концептуальна модель являє собою комплексний інструмент, який:

- відображає логіку та архітектуру ERP-проєкту,
- формує методичні та системні основи його реалізації,
- поєднує процеси, дані, ресурси, ризики та управлінські рішення,
- забезпечує планомірні, прогнозовані та контрольовані результати впровадження ERP,
- є фундаментом для математичних, процесних та економічних моделей наступних розділів роботи.

Таблиця віх проєкту відображені у таблиці 3.1 з датами (старт 01.09.2025)

Вихідні дані щодо тривалості:

- Віха 1 – Ініціалізація: 30,4 дні
- Віха 2 – Архітектура: 35,2 дні
- Віха 3 – Бізнес-процеси: 36,8 дні
- Віха 4 – Розробка: 81,6 дні
- Віха 5 – Функціональне тестування: 18 днів
- Віха 6 – Інтеграційне тестування: 14 днів
- Віха 7 – Міграція та налаштування: 19,2 дні
- Віха 8 – Навчання та пілот: 6,4 дні
- Віха 9 – Продуктивний запуск: 1,6 дні

Таблиця 3.1

Таблиця віх

№	Назва віхи	Старт	Завершення	Тривалість (днів)
1	Віха 1. Завершення ініціалізації проєкту	01.09.2025	01.10.2025	30
2	Віха 2. Завершення системного аналізу та архітектури	02.10.2025	06.11.2025	35
3	Віха 3. Формування та погодження моделі бізнес-процесів	07.11.2025	14.12.2025	37
4	Віха 4. Завершення розробки ERP-модулів	15.12.2025	05.03.2026	82
5	Віха 5. Завершення функціонального та системного тестування	06.03.2026	24.03.2026	18
6	Віха 6. Завершення інтеграційного та навантажувального тестування	06.03.2026	20.03.2026	14
7	Віха 7. Завершення консолідації результатів тестування	24.03.2026	24.03.2026	0
8	Віха 8. Завершення міграції даних і налаштування	25.03.2026	13.04.2026	19
9	Віха 9. Навчання користувачів і пілотний запуск	14.04.2026	20.04.2026	6
10	Віха 10. Повний запуск ERP у продуктив	21.04.2026	22.04.2026	2

Побудова мережевої моделі проєкту на основі віх (milestones) дозволяє формалізувати логіку виконання робіт, визначити послідовність ключових етапів та оцінити вплив кожної віхи на загальну тривалість проєкту створення ERP-системи. Використання віх як опорних подій у мережевій моделі спрощує структуру плану та дає змогу фокусуватися на критичних переходах між основними фазами життєвого циклу проєкту.

Логіка побудови мережевої моделі на основі віх

На попередніх етапах для проєкту було сформовано:

- WBS-структуру робіт (Work Breakdown Structure);
- список завдань із тривалістю (62 задачі для діаграми Ганта);
- ключові віхи (початок/завершення фаз, узгодження концепції, затвердження вимог, запуск системи тощо).

Мережеву модель будуємо в нотації «робота–стрілка» або «робота-вершина» (Activity on Arrow / Activity on Node), де:

- роботи – це ключові етапи або групи завдань (work packages);

- події / віхи – це моменти завершення важливих етапів («ініціалізація завершена», «вимоги затверджені», «архітектура погоджена», «система запущена» тощо).

Щоб уникнути надмірної деталізації, дрібні завдання WBS групуються в логічні блоки, а віхи стають вузлами, які «з'єднують» результати цих блоків.

- Віха 1: *Завершено ініціалізацію проєкту – після виконання завдань аналізу потреб, ринку та збору вимог.*
- Віха 2: *Завершено проєктування архітектури – після всіх робіт із побудови архітектури та моделі даних.*
- Віха 3: *Завершено моделювання бізнес-процесів – після аналізу «As-Is», побудови «To-Be» та погодження регламентів.*
- Віха 4: *Завершено розробку ключових модулів ERP.*
- Віха 5: *Завершено тестування системи.*
- Віха 6: *Завершено міграцію даних та налаштування.*
- Віха 7: *ERP-система впроваджена в продуктив.*

Таким чином, мережева модель стає послідовністю взаємопов'язаних етапів між цими віхами, кожен з яких має свою сумарну тривалість.

Формування переліку етапів між віхами

На основі 62 завдань та логіки WBS можна виділити такі агреговані роботи (блоки), які будуть представлені в мережевій моделі:

1. Ініціалізація та аналіз потреб (між стартом і Віхою 1)
   - Розроблення концепції, аналіз бізнес-потреб і ринку, первинний збір вимог.
2. Формування та узгодження вимог (до Віхи «Вимоги затверджені»)
   - Документування функціональних і нефункціональних вимог, їх узгодження зі стейкхолдерами.
3. Системний аналіз та архітектурне проєктування (до Віхи «Архітектура погоджена»)
   - Створення архітектури ERP, моделі даних, опис API, архітектура безпеки.

4. Моделювання бізнес-процесів (до Віхи «Цільова модель процесів сформована»)

- Аналіз «As-Is», побудова BPMN, формування «To-Be», погодження процесів і регламентів.

5. Розробка ERP-модулів (до Віхи «Розробка завершена»)

- Бекенд, фронтенд, модулі управління проєктами, ресурсами, фінансами, аналітика, інтеграції, безпека.

6. Тестування та верифікація (до Віхи «Система пройшла тестування»)

- Модульні, інтеграційні, навантажувальні та приймальні тести, усунення дефектів.

7. Міграція даних та налаштування (до Віхи «Система готова до запуску»)

- Аналіз джерел даних, очищення, карта міграції, перенесення та перевірка даних, налаштування середовища.

8. Впровадження ERP та навчання (фінальна Віха «Запуск у продуктив»)

- Навчання користувачів, пілотний запуск, повний запуск системи.

Кожен із цих блоків має сумарну тривалість, що обчислюється як сума тривалості завдань, які входять до відповідного фрагмента WBS (з урахуванням можливих перекриттів, якщо деякі задачі виконуються паралельно).

Побудова мережевої діаграми

Після того, як визначені віхи та роботи між ними, формується орієнтований граф:

- вузли (події) – це віхи (початок/завершення етапів),
- дуги (роботи) – це агреговані етапи між віхами.

Наприклад:

- Подія 0: Початок проєкту
- Подія 1: Ініціалізація завершена
- Подія 2: Вимоги затверджені
- Подія 3: Архітектура погоджена
- Подія 4: Цільові бізнес-процеси сформовані
- Подія 5: Розробка завершена

- Подія 6: Тестування завершено
- Подія 7: Міграція даних завершена
- Подія 8: ERP впроваджена (кінцева подія)

Між подіями:

- Робота (0–1): «Ініціалізація та аналіз потреб»
- Робота (1–2): «Формування та узгодження вимог»
- Робота (2–3): «Системний аналіз та архітектурне проєктування»
- Робота (2–4): «Моделювання бізнес-процесів» (може стартувати паралельно з частиною архітектури)
- Робота (3–5): «Розробка ERP-модулів»
- Робота (4–5): «Адаптація логіки модулів під цільові процеси» (якщо це винесено окремо)
- Робота (5–6): «Тестування та верифікація»
- Робота (6–7): «Міграція даних і налаштування»
- Робота (7–8): «Впровадження ERP та навчання користувачів»

Далі для кожної роботи задається тривалість (на основі раніше визначених тривалості у днях). Це створює повноцінну мережеву модель, на якій можна проводити розрахунки PERT/CPM.

Розрахунок параметрів мережевої моделі та визначення критичного шляху

Після побудови мережевої діаграми виконується класичний аналіз CPM:

1. Прямий прохід (forward pass):
   - обчислення ранніх строків початку (ES) і завершення (EF) для кожної роботи та кожної події;
   - розрахунок мінімального можливого часу завершення проєкту (час події 8).
2. Зворотний прохід (backward pass):
   - обчислення пізніх строків початку (LS) і завершення (LF);
   - визначення резервів часу (slack) за формулою:

$$Slack = LS - ES = LF - EF \quad (2.3)$$

де *ES* (Early Start) – *ранній старт*: найбільш ранній можливий момент початку роботи;

EF (Early Finish) – *раннє завершення*: найбільш ранній можливий момент завершення роботи:

$$EF = ES + \text{Duration};$$

LS (Late Start) – *пізній старт*: найбільш пізня дата, коли роботу ще можна почати, не затримавши проєкт;

LF (Late Finish) - *пізнє завершення*: найбільш пізня дата завершення роботи без впливу на проєкт.

3. Визначення критичного шляху:

- критичний шлях – це послідовність робіт з нульовим резервом часу (Slack = 0);
- затримка будь-якої роботи на критичному шляху призведе до збільшення загальної тривалості проєкту.

У контексті ERP-проєкту, як правило, до критичного шляху потрапляють:

- формування та затвердження вимог;
- архітектурне проєктування;
- розробка основних модулів;
- системне та інтеграційне тестування;
- міграція даних;
- впровадження у продуктив.

Роботи на некритичних гілках (наприклад, частина процесного моделювання, підготовка документації, частина тренінгів) зазвичай мають позитивний резерв часу, що дає змогу гнучкіше планувати ресурси.

Аналіз результатів мережевого моделювання на основі віх

Мережевий аналіз дозволяє зробити такі управлінські висновки:

1. Визначено ключові етапи, що визначають тривалість проєкту.

Саме віхи й роботи між ними формують «хребет» проєкту, тому керівник має приділяти їм пріоритетну увагу.

2. Виявлені етапи з найбільшим ризиком затримок.

Наприклад, архітектура, розробка та міграція даних традиційно мають високу складність і залежності.

3. Показано можливості паралельного виконання робіт.

4. Надано базу для оптимізації ресурсів.

5. Поєднання мережевої моделі із оптимізаційною дозволяє:

- перерозподіляти ресурси з некритичних гілок на критичні;
- скорочувати тривалість проєкту без суттєвого збільшення бюджету.

Створено основу для подальшого імітаційного моделювання.

На базі мережевої моделі відображеної у таблиці 3.2 можна запускати Монте-Карло, змінюючи тривалості робіт і оцінюючи ймовірність вкластися в задані строки.

Таблиця 3.2

Подієво-мережева таблиця (подія–подія–робота–тривалість)

№	Подія початку	Подія завершення	Найменування роботи (етапу)	Тривалість, дні
1	E0	E1	Ініціалізація проєкту та аналіз бізнес-потреб	30,4
2	E1	E2	Системний аналіз та проєктування архітектури ERP	35,2
3	E2	E3	Моделювання бізнес-процесів «As-Is» / «To-Be»	36,8
4	E3	E4	Розробка модулів та компонентів ERP-системи	81,6
5	E4	E5	Тестування, верифікація та усунення дефектів	32,0
6	E5	E6	Міграція даних та налаштування робочого середовища	19,2
7	E6	E7	Впровадження ERP-системи та навчання користувачів	8,0

Значення подій (вузли E0–E7)

- E0 – Старт проєкту
- E1 – Завершена ініціалізація та первинний аналіз потреб
- E2 – Завершено системний аналіз і проєктування архітектури

- E3 – Сформовано й погоджено цільову модель бізнес-процесів
- E4 – Завершено розробку основних модулів ERP
- E5 – Система пройшла всі етапи тестування
- E6 – Дані мігровані, середовище налаштоване, система готова до запуску
- E7 – ERP-система впроваджена в продуктивну експлуатацію

Розширена мережева модель (з паралельними гілками тестування інтеграцій) відображена у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Розширена мережева модель

№	Подія початку	Подія завершення	Найменування роботи (етапу)	Тривалість, дні
1	E0	E1	Ініціалізація проєкту та первинний аналіз бізнес-потреб	30,4
2	E1	E2	Системний аналіз та проєктування архітектури ERP	35,2
3	E2	E3	Моделювання бізнес-процесів «As-Is» / «To-Be»	36,8
4	E3	E4	Розробка модулів та компонентів ERP-системи	81,6
5	E4	E5	Функціональне та системне тестування	18,0
6	E4	E6	Інтеграційне та навантажувальне тестування	14,0
7	E5	E7	Консолідація результатів функціонального та системного тестування	0,0
8	E6	E7	Консолідація результатів інтеграційного та навантажувального тестування	0,0
9	E7	E8	Міграція даних та налаштування робочого середовища ERP	19,2
10	E8	E9	Навчання користувачів та пілотний запуск системи	6,4
11	E9	E10	Повний запуск ERP-системи	1,6

Значення подій:

- E0 → E1 → E2 → E3 → E4 – послідовні етапи: ініціалізація → аналіз і архітектура → моделювання процесів → розробка.
- Вузол E4 – завершення розробки; з нього стартують дві паралельні гілки тестування:
  - E4 → E5 – функціональне + системне тестування (18 днів);

- E4 → E6 – інтеграційне + навантажувальне тестування (14 днів).

- E5 → E7 та E6 → E7 – «збирання» обох гілок у загальну подію E7: “Усі види тестування завершено” (роботи нульової тривалості – чисті «зв’язки-консолідації»).

- Далі йдуть фінальні етапи:
  - E7 → E8 – міграція даних і налаштування,
  - E8 → E9 – навчання + пілот,
  - E9 → E10 – повний запуск.

Мережеве моделювання є ключовим інструментом календарного планування ERP-проєкту. Граф критичного шляху (Critical Path Method, CPM) дозволяє визначити мінімальну тривалість проєкту, послідовність взаємопов’язаних робіт та задачі, затримка яких безпосередньо впливає на дату завершення. Для ERP-проєкту, який характеризується високою кількістю залежностей між етапами та інтегрованими модулями, CPM є найважливішим методом контрольованого планування [52].

1. Вихідні дані для побудови CPM

На основі WBS було відібрано ключові роботи, що визначають структуру календарного плану. Для кожної роботи вказано:

- код роботи,
- попередники (predecessors),
- тривалість (у днях),
- залежності між етапами.

2. Таблиця робіт для мережевої моделі відображена у таблиці 3.4

3. Побудова мережевої діаграми (опис)

Мережевий граф ґрунтується на зв’язках між роботами. Його умовний вигляд:

A → B → D → E → F → H → J → L → N → O → P

↓ ↓ ↓ ↓

C → D G → H M → N

- Роботи B та C зливаються в D
- E та F – ключові роботи проєктування
- Найдовша гілка проходить через архітектуру - розробку - тестування - UAT – Go-Live. Це й є критичний шлях.

Таблиця 3.4

Таблиця робіт для мережевої моделі

Код	Назва роботи	Тривалість (дн.)	Попередники
A	Ініціалізація проєкту	10	-
B	Збір бізнес-вимог	20	A
C	Аналіз AS-IS процесів	15	A
D	Моделювання TO-BE	20	B, C
E	Функціональні вимоги (SRS)	15	D
F	Архітектура системи	20	E
G	Моделювання бази даних	15	F
H	Розробка модулів ERP (Back-end)	60	F, G
I	Розробка UI/Front-end	50	E
J	Інтеграційні API	30	H, I
K	Налаштування інфраструктури (DevOps)	20	F
L	Функціональне тестування	25	J
M	Інтеграційне тестування	20	J, K
N	UAT (User Acceptance Testing)	15	L, M
O	Навчання користувачів	10	N
P	Розгортання (Go-Live)	5	O

4. Розрахунок ранніх (ES/EF) і пізніх (LS/LF) дат відображено у таблиці 3.5

Таблиця 3.5

Розрахунок ранніх (ES/EF) і пізніх (LS/LF) дат

Код	Dur	ES	EF	LS	LF	Float
A	10	0	10	0	10	0
B	20	10	30	10	30	0
C	15	10	25	15	30	5
D	20	30	50	30	50	0
E	15	50	65	50	65	0
F	20	65	85	65	85	0
G	15	85	100	90	105	5
H	60	100	160	105	165	5
I	50	65	115	115	165	50
J	30	160	190	165	195	5
L	25	190	215	195	220	5
M	20	190	210	200	220	10
N	15	215	230	220	235	5
O	10	230	240	235	245	5
P	5	240	245	240	245	0

5. Визначення критичного шляху

Критичний шлях – це послідовність робіт із нульовим запасом часу (float = 0).Отже:

Критичний шлях:

A → B → D → E → F → H → J → L → N → O → P

Граф показує, що:

- Роботи C, G, I, M мають позитивний float → їх затримка не вплине на дату завершення проєкту (до певного моменту).
- Найбільш ризикові роботи – розробка, інтеграція, тестування.
- Будь-яке відхилення на критичному шляху → затримка всього проєкту.
- CPM дозволяє планувати ресурси, тестування, резерви часу.

3.2. Управління часом проєкту. Діаграма Ґанта

Управління часом проєкту є одним із ключових аспектів успішної реалізації ERP-системи, оскільки саме часові обмеження визначають можливість синхронізації робіт, раціонального розподілу ресурсів та досягнення контрольних точок у встановлені строки. Для розробки ERP-рішення було застосовано комплекс підходів до планування часу, включаючи: визначення

тривалості робіт, побудову мережевої моделі, розрахунок критичного шляху (CPM) та формування діаграми Ґанта як основного візуального інструменту контролю виконання проєкту [53].

Діаграма Ґанта забезпечує наочне відображення етапів проєкту у часі, демонструє залежності між роботами, перекриття фаз і дозволяє відстежувати фактичний прогрес виконання [54].

1. Основні етапи календарного планування

Відповідно до WBS, структури робіт і мережевої моделі, часовий план ERP-проєкту включає такі ключові фази:

1. Ініціалізація проєкту
2. Збір вимог та аналітика процесів
3. Проєктування системи та архітектури
4. Розробка функціональних модулів ERP
5. Інтеграція та DevOps-налаштування
6. Функціональне та інтеграційне тестування
7. UAT та навчання користувачів
8. Впровадження (Go-Live) та стабілізаційна підтримка

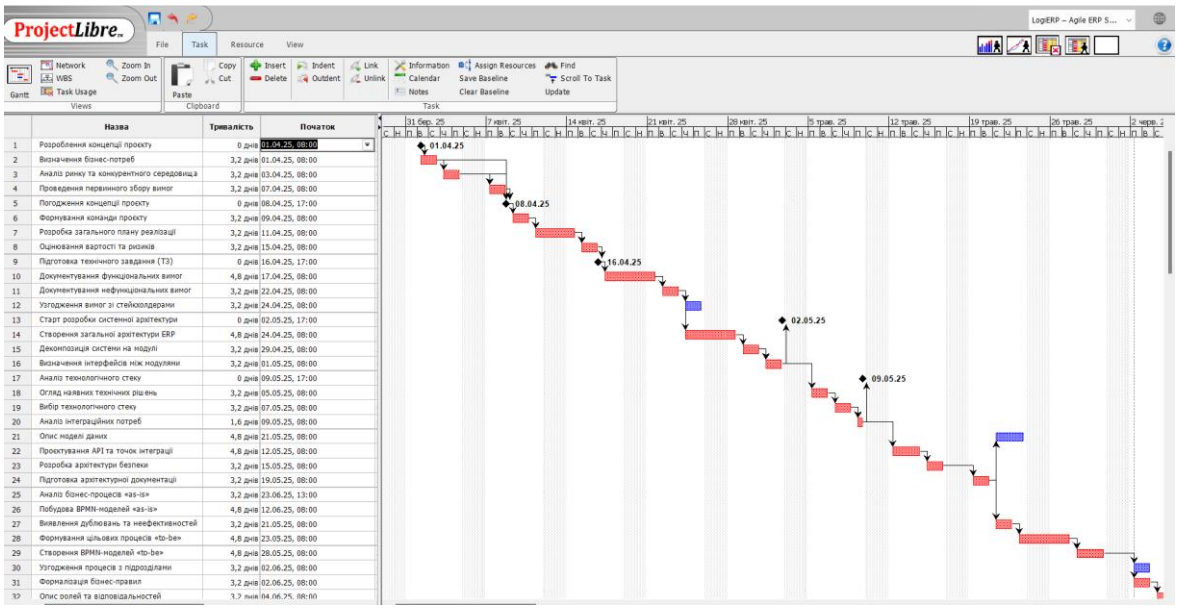

Рис. 3.2. Діаграм Ґанта проєкту розроблена за допомогою ресурсу ProjectLibre

Діаграма Ґанта зображена на рис. 3.2, була розроблена відповідно до таких принципів:

1. Логічні зв’язки між роботами

Всі роботи узгоджено на основі мережевого графа.

Наприклад:

- моделювання To-Be починається лише після завершення збору вимог та аналізу As-Is,
- розробка може стартувати тільки після фіналізації архітектури,
- тестування розпочинається після завершення інтеграційних API.

2. Урахування критичного шляху

Діаграма Ґанта повністю відображає критичний шлях:

A → B → D → E → F → H → J → L → N → O → P

Будь-яке відхилення хоча б на одній критичній роботі впливає на всю тривалість проєкту.

3. Паралелізація робіт

Для скорочення тривалості проєкту передбачено паралельне виконання:

- розробки Back-end і Front-end;
- DevOps налаштувань та моделювання БД;
- тестування модулів після інтеграції.

4. Врахування ресурсних обмежень

Планування враховує доступність:

- аналітиків → у перші 3 місяці;
- розробників → повна зайнятість протягом 5–6 місяців;
- QA → активна участь під час тестування (місяці 10–11).

4. Висновки щодо календарного планування

Сформована діаграма Ґанта:

- забезпечує повний огляд ходу ERP-проєкту;
- відображає залежності між роботами та ресурси;
- слугує основою для моніторингу виконання завдань;
- дозволяє прогнозувати ризики затримок;

- дозволяє контролювати критичний шлях;
- є частиною системи управління змінами та звітності.

Календарний план є інтегрованим елементом проєктного управління й використовується для:

- щотижневих статус-мітингів,
- оцінки виконання спринтів,
- формування звітів Steering Committee,
- оновлення дорожньої карти (Roadmap).

Побудова сітьової моделі (графа)

Граф моделюється з урахуванням залежностей між роботами (FS-зв’язки). Початкова вершина – A, кінцева – G.

3. Розрахунок прямим ходом (ранні дати)

Обчислюємо ранні дати старту та фінішу відображено у таблиці 3.6

Таблиця 3.6

Таблиця ранніх дат старту та фінішу

Робота	Тривалість	Ранній старт (ES)	Ранній фініш (EF)
A	3	0	3
B	2	3	5
C	3	5	8
D	4	8	12
E	2	12	14
F	2	8	10
G	1	14	15

4. Розрахунок зворотним ходом (пізні дати) відображено у таблиці 3.7

Таблиця 3.7

Розрахунок зворотним ходом (пізні дати)

Робота	Пізній старт (LS)	Пізній фініш (LF)	Робота
G	14	15	G
E	12	14	E
F	13	15	F
D	8	12	D
C	5	8	C
B	3	5	B
A	0	3	A

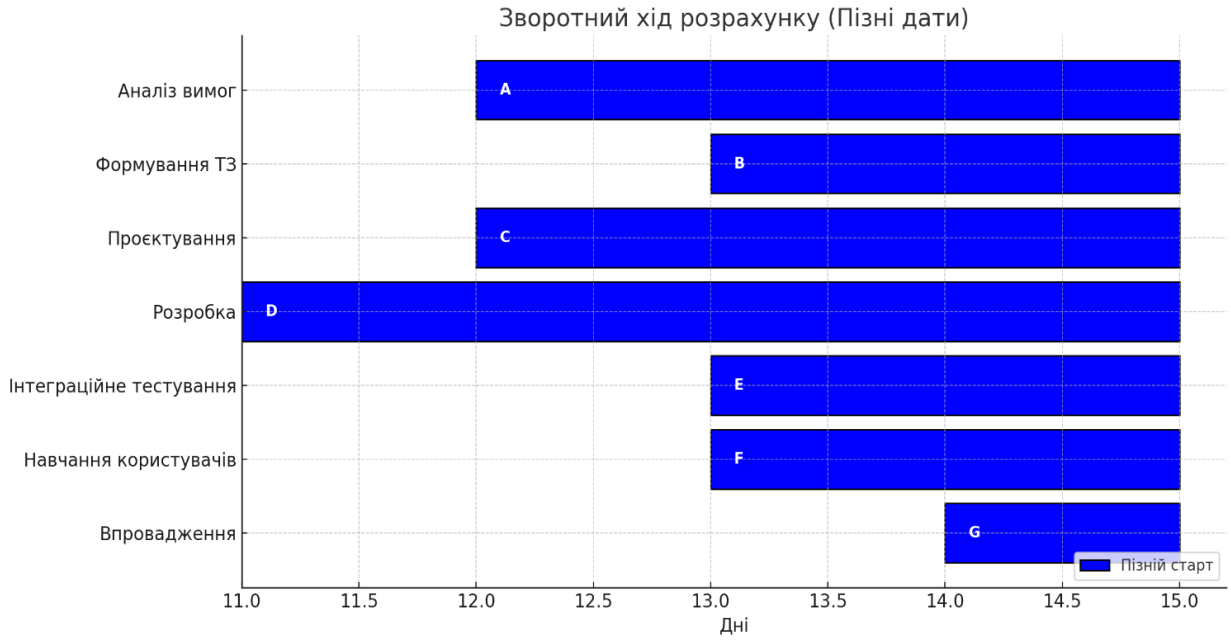

Рис. 3.3. Зворотний хід розрахунку

На рис. 3.3 синім кольором позначено інтервали пізнього старту та фінішу

Горизонтальні бруски (сині): відображають інтервал від пізнього старту до пізнього фінішу кожної задачі.

Позначення (A, B, C...): ідентифікатори робіт, підписані на початку кожного бруска.

Вісь X (Дні): відлічує час у робочих днях з початку проєкту.

Вісь Y: містить перелік робіт у зворотному порядку (від останньої до першої), що відповідає хронології аналізу в CPM.

Механізм розрахунку

Для кожної роботи:

- LF (пізній фініш) = найбільш ранній LS (пізній старт) наступної роботи – затримка – 1 день
- LS (пізній старт) = LF – тривалість + 1 день

У нашому прикладі, загальна тривалість проєкту – 15 днів. Тому робота G має:

LF = 15

LS = 15 – 1 + 1 = 15

І далі назад по ланцюгу: E → D → C → B → A

Якщо пізній старт = ранній старт, то робота лежить на критичному шляху.

Якщо пізній старт > ранній старт, то у задачі є резерв часу, тобто її можна відтермінувати без впливу на весь проєкт.

5. Визначення резервів часу Резерв=LS−ES відображено у таблиці 3.8.

Таблиця 3.8

Визначення резервів часу

Робота	Повний резерв часу
A	0
B	0
C	0
D	0
E	0
F	5
G	0

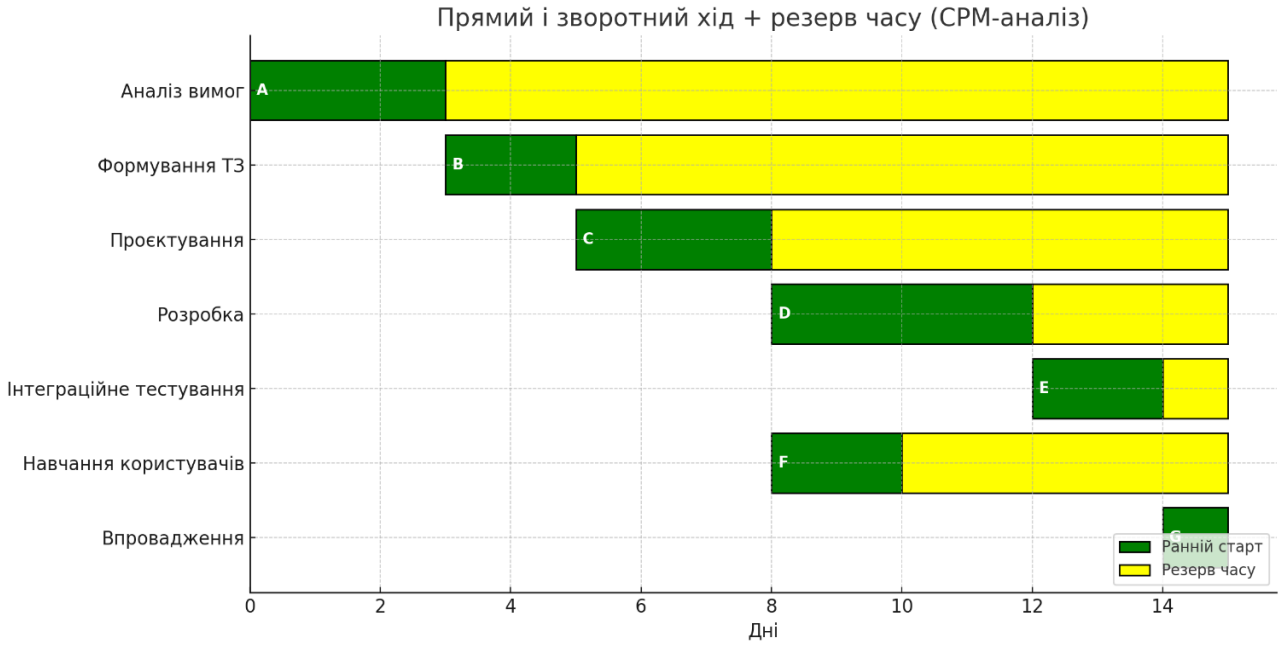

Рис. 3.4. Прямий і зворотний хід із резервом часу

На рис. 3.4 зеленим позначено інтервал раннього старту, а жовтим - резерв часу (роботи поза критичним шляхом).

Критичний шлях: A → B → C → D → E → G

Загальна тривалість проєкту: 15 днів (≈ 4 календарні тижні з 4-денним робочим тижнем) .

3.3. Управління ризиками проєкту

Управління ризиками є ключовим елементом успішної реалізації ERP-проєкту, оскільки такі проєкти характеризуються високим рівнем складності, значною кількістю взаємозалежних робіт, великим обсягом програмної розробки та численними зовнішніми і внутрішніми чинниками впливу. Ефективний ризик-менеджмент дозволяє зменшити невизначеність, підвищити прогнозованість виконання робіт і забезпечити дотримання бюджету та строків [56].

Процес управління ризиками у межах ERP-проєкту включає шість основних етапів: Ідентифікація ризиків, Аналіз ризиків (якісний та кількісний), Оцінка рівня ризику, Планування реагування, Моніторинг та контроль ризиків, Документування та оновлення реєстру ризиків.

Опишемо кожен етап детальніше.

1. Ідентифікація ризиків

Процес ідентифікації спрямований на визначення можливих подій, які можуть негативно вплинути на виконання ERP-проєкту [57]. Для виявлення ризиків застосовувалися:

- інтерв’ю зі стейкхолдерами;
- аналіз попередніх IT-проєктів;
- експертні оцінки аналітиків, PMO та технічних фахівців;
- аналіз WBS та мережевої моделі;
- оцінка критичного шляху.

Усі ризики було структуровано за категоріями:

1) Технічні ризики – пов’язані з архітектурою, технологіями, інтеграціями.

2) Організаційні ризики – комунікації, зміна вимог, доступність експертів.

3) Фінансові ризики – перевищення бюджету, неочікувані витрати.

4) Процесні ризики – затримки в розробці, помилки в тестуванні.

5) Зовнішні ризики – зміни нормативів, ситуація на ринку, форс-мажори.

2. Якісний аналіз ризиків

Під час якісного аналізу для кожного ризику визначаються:

- імовірність виникнення (Low / Medium / High);
- вплив на бюджет, строки або якість (Low / Medium / High);
- рівень ризику (Risk Score = P × I).

3. Реєстр ключових ризиків ERP-проєкту відображено в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9

Реєстр ключових ризиків ERP-проєкту

№	Ризик	Категорія	Імовірність	Вплив	Рівень	Наслідки
1	Затримка збору вимог через недоступність SME	Організаційний	Medium	High	High	Неповні або неактуальні вимоги, затримка проєкту
2	Розширення функціональних вимог під час розробки (scope creep)	Організаційний	High	High	Critical	Перевищення бюджету, зсув термінів
3	Недостатня продуктивність ERP при збільшенні навантаження	Технічний	Medium	High	High	Рефакторинг системи, затримка Go-Live
4	Інтеграційні API працюють нестабільно	Технічний	Medium	High	High	Порушення роботи модулів, необхідність додаткової розробки
5	Затримка розробки через нестачу розробників	Процесний	High	Mediu	High	Зсув Критичного шляху
6	Низька якість тестування	Процесний	Medium	High	High	Виявлення ефектів на пізніх етапах
7	Неможливість міграції історичних даних	Технічний	Low	High	Medium	Збільшення Часу впровадження
8	Опір користувачів змінам	Організаційний	Medium	Medium	Medium	Низька адаптація системи
9	Зміни фінансових умов, збільшення вартості хмарних ресурсів	Фінансовий	Medium	Medium	Medium	Перевищення кошторису
10	Кібер-ризики і витік даних	Безпековий	Low	High	Medium	Штрафи, зупинка впровадження

Для кожного ризику було визначено відповідні реакції відображені у таблиці 3.10:

1. Уникнення (Avoid) – коригування змісту або архітектури, щоб виключити ризик.
2. Пом’якшення (Mitigate) – зниження імовірності або впливу.
3. Передача (Transfer) – страхування, аутсорсинг, контрактні механізми.
4. Прийняття (Accept) – пасивне або активне резервування ресурсів.

Таблиця 3.10

План реагування на ключові ризики (Risk Response Plan)

Ризик	Стратегія реагування	Заходи
Scope creep	Avoid / Mitigate	Контроль змін через Change Control Board, фіксація вимог у SRS, замороження змін після Sprint 3
Недоступність SME	Mitigate	Планування воркшопів заздалегідь, дублювання експертів, документування процесів
Нестабільні API	Mitigate	Автоматизовані тести інтеграцій, розробка fallback-логіки
Затримка розробки	Mitigate	Балансування ресурсів, залучення додаткових розробників, пріоритезація фіч
Низька якість тестування	Mitigate	Розширення QA-команди, автоматизація тестів
Міграція даних	Mitigate	Пілотний імпорт, ранній PoC, очищення даних
Опір користувачів	Mitigate	Навчання, комунікаційна стратегія, залучення користувачів на ранніх етапах
Зростання вартості хмари	Accept / Mitigate	Моніторинг витрат, оптимізація ресурсів, autoscaling
Кібер-ризики	Avoid / Mitigate	Впровадження MFA, аудит безпеки, шифрування, бекапи

Резерви управління ризиками для ERP-проєкту рекомендовано:

- Contingency reserve: 10–20% бюджету (закладається на відомі ризики).
- Management reserve: 5–10% (на непередбачувані події).

У бюджеті проєкту було закладено 15% резерву, що відповідає практиці PMI.

Моніторинг ризиків.

Моніторинг ризиків проводиться протягом усього життєвого циклу ERP-проєкту:

- щотижневі статус-мітинги;
- оновлення risk-register;
- моніторинг критичного шляху (CPM);
- аналіз burn-down chart;
- контроль індикаторів раннього виявлення ризиків (Risk Triggers).

Кількісна оцінка ризиків спрямована на визначення числового впливу невизначеності на строки та результати реалізації ERP-проєкту. На відміну від якісного аналізу, що класифікує ризики за рівнями, кількісна оцінка дозволяє виміряти очікувані відхилення, імовірності настання критичних подій та обґрунтувати величину резервів часу й бюджету.

Кількісна оцінка ризиків методом Монте-Карло, для перевірки результатів PERT було виконано 1000 імітацій Монте-Карло, де тривалості робіт генерувалися відповідно до PERT-розподілу.

Статистичні результати симуляцій:

- середня тривалість: 248 днів;
- медіана: 246 днів;
- стандартне відхилення: 14–16 днів;
- 90-й перцентиль (P90): ≈270 днів.

Інтерпретація

- у 90% випадків ERP-проєкт завершується не пізніше 270 днів;
- рекомендований часовий резерв становить 25 днів.

Кількісна оцінка фінансових ризиків (Expected Monetary Value).

Для ключових фінансових ризиків розраховано очікувані втрати (EMV) відображені у таблиці 3.11.

Таблиця 3.11

Розрахунок EMV (Expected Monetary Value)

Ризик	Ймовірність	Фінансовий вплив, $	EMV, $
Scope creep	0,30	40 000	12 000
Затримка розробки	0,25	30 000	7 500
Інтеграційні проблеми	0,20	25 000	5 000
Зростання вартості інфраструктури	0,15	20 000	3 000
Помилки міграції даних	0,10	15 000	1 500

Сумарний EMV ризиків:

$$EMV_{total} = 29000 \text{ дол. США}$$

Це значення підтверджує обґрунтованість резерву на непередбачувані витрати в розмірі 15% бюджету проєкту.

Порівняльна кількісна оцінка сценаріїв відображена у таблиці 3.12.

Таблиця 3.12

Порівняльна кількісна оцінка сценаріїв

Показник	Без управління ризиками	З управлінням ризиками
Очікувана тривалість	255 днів	248 днів
Стандартне відхилення	22 дні	15 днів
Ймовірність перевищення строку	~35%	<15%
Очікувані фінансові втрати	>40 000 $	~29 000 $

Інструменти: Jira, Confluence, Power BI, Risk Matrix Dashboard.

1. Найбільш критичними ризиками ERP-проєкту є:

- Опір персоналу змінам
- Перевищення бюджету

Вони мають найвищу ймовірність, регулярність і призводять до значних втрат.

2. Технічні та фінансові ризики (кваліфікація користувачів, несумісність модулів, валютні коливання) належать до середнього рівня, але потребують активного моніторингу та превентивних заходів.

3. Форс-мажорні ризики (військові дії, кібератаки) мають високу силу впливу, але нижчу ймовірність і частоту, тому віднесені до класу C. Їх необхідно включати в плани резервного реагування (BCP/DRP).

4. Кількісна оцінка дозволила об'єктивно ранжувати ризики й визначити пріоритети у плануванні протидії. Це підвищує керованість проєкту, особливо в частині навчання, бюджетування та технічної перевірки модулів ERP.

РОЗДІЛ 4. ОЦІНКА РЕЛЕВАНТНОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ МОДЕЛЕЙ І МЕТОДІВ В УМОВАХ РЕАЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ

4.1. Аналіз відповідності моделей умовам організації

У даному підрозділі здійснюється оцінка того, наскільки запропоновані моделі, методики та інструменти управління проєктом впровадження ERP-системи відповідають реальним умовам функціонування конкретної організації. Таке зіставлення є необхідним, оскільки будь-яка математична чи комп'ютерна модель має бути адаптована до середовища, де вона буде застосована. Аналіз проводиться з урахуванням організаційної структури, кадрових ресурсів, технічної інфраструктури, процесної зрілості та специфіки діяльності підприємства.

Організаційний контекст та структура компанії.

Організація, у якій планується впровадження ERP-системи, має такі характеристики:

- матрична або функціональна структура, що передбачає багатоканальні погодження та регламентовану ієрархію управління;
- відсутність централізованої системи управління даними, що ускладнює процеси міграції;
- різні рівні цифрової зрілості підрозділів: фінанси, склад і закупівлі мають вищу цифрову готовність, тоді як виробничі та сервісні підрозділи – нижчу;
- висока кількість ручних операцій, що формує значні вигоди від автоматизації;
- потреба в підвищенні прозорості процесів, особливо у ланцюгах постачання та витрат.

З огляду на ці особливості, запропонована проєктна модель (WBS, CPM, PERT, Monte Carlo, LP-оптимізація) є структурно сумісною, але потребує врахування певних обмежень у реалізації.

Оцінка відповідності мережевої моделі реальним умовам.

Мережева модель проєкту, сформована у Розділі 3, передбачає логічну послідовність етапів:

- ініціалізація → аналітика → моделювання процесів → розробка → тестування → міграція → запуск.

Таке структурування повністю відповідає методології впровадження ERP, однак аналіз умов організації показав такі нюанси:

Відповідність:

- проєкт дійсно має проходити через зазначені етапи;
- міжфункціональні залежності правильно відображені у мережевому графі;
- критичні етапи (розробка, тестування, міграція) відповідають реальним болючим точкам компанії.

Потребує уточнення:

- погодження бізнес-процесів може займати більше часу через складну ієрархію між департаментами;
- інтеграційні роботи можуть ускладнитися через наявність сторонніх систем із різними протоколами обміну даними;
- етап тестування часто залежить від доступності ключових користувачів, які паралельно виконують операційну роботу.

Відповідність моделі ризиків реальним викликам організації

Розроблена модель ризиків включає організаційні, технічні, інтеграційні та операційні ризики. Вони повністю співпадають із факторами, характерними для даної організації:

- часті зміни пріоритетів у керівництва → вплив на аналітичні етапи;
- несинхронізовані регламенти підрозділів → вплив на моделювання процесів;
- різні рівні компетенції технічних команд → вплив на якість тестування;
- слабка підготовленість даних → ризики на міграції.

Особливо суттєвим є ризик затримки погоджень, який у більшості українських підприємств є критичним фактором сповільнення ERP-проєктів. У результатах моделювання він також проявився у високій варіативності тривалості етапів E2–E3.

Відповідність оптимізаційних алгоритмів (LP) можливостям організації

Оптимізаційні моделі (перерозподіл ресурсів, crashing, сценарний аналіз) визначили найефективніші напрямки для прискорення проєкту.

Враховуючи реалії організації:

Реалістично:

- збільшити команду розробників;
- перенести частину документальних робіт на фазу розробки;
- перерозподілити бізнес-аналітиків між підрозділами.

Обмежено можливо:

- залучати зовнішніх експертів (через бюджетні обмеження);
- масштабувати команду тестування (залежить від внутрішніх фахівців);
- повністю запаралелити інтеграційне тестування (ризики сторонніх систем).

Таким чином, LP-модель відповідає умовам організації, хоча не всі оптимізаційні варіанти можуть бути реалізовані.

Відповідність моделі міграції даних можливостям IT-інфраструктури.

Організація має:

- фрагментовані дані,
- різні формати обліку,
- відсутність єдиного довідника номенклатури,
- частково неструктуровані дані.

Тому модель міграції:

- відповідає реальності через урахування етапів очистки, трансформації, валідації;
- усе ще потребує адаптації, оскільки кількість і якість даних може бути гіршою, ніж передбачено моделлю.

Оцінка відповідності моделі впровадження користувачам та культурі організації

Підприємство має змішану культуру:

- частина користувачів технологічно підкована;
- частина – працює в паперових або Excel-процесах.

Модель впровадження, що включає:

- навчання,
- пілотний запуск,
- підтримку після запуску,

Виходячи з культурних факторів, реалістично очікувати:

- більшу тривалість навчання,
- додаткові раунди підтримки,
- повторне налаштування частини процесів після старту.

4.2. Оцінка ризиків. Використання матриці ймовірності та впливу ризиків.

Оцінка ефективності застосованих методів та інструментів є ключовим елементом у перевірці адекватності запропонованого підходу до управління проєктом впровадження ERP-системи в умовах конкретної організації. У цьому підпункті проведено аналіз того, наскільки використані методи (WBS, мережеве планування CPM/PERT, моделювання Монте-Карло, оптимізаційні алгоритми, моделювання бізнес-процесів та ін.) сприяли підвищенню точності прогнозів, зниженню ризиків, ефективному розподілу ресурсів та прийняттю управлінських рішень.

Ефективність структуризації проєкту (WBS та OBS).

Застосування структур WBS та OBS забезпечило:

1) Структуровану декомпозицію робіт

Усі роботи були поділені на логічні блоки (ініціалізація, аналітика, розробка, тестування, міграція, запуск), що дозволило:

- зменшити складність планування;

- полегшити контроль за виконанням;
- побудувати коректну модель вартості та ресурсів.

2) Усунення дублювання функцій

OBS допомогла виявити перетини відповідальності та усунути надлишкові комунікації.

3) Підвищення рівня прогнозованості

Чітка структура WBS стала основою для побудови мережевої моделі та ефективного планування.

Ефективність мережевого моделювання (CPM/PERT).

Використання CPM/PERT дозволило:

1) Виявити критичний шлях

Критичними етапами стали:

- розробка ERP-модулів,
- тестування,
- міграція даних,
- пілотний запуск.

Це дозволило зосередити увагу менеджменту на найбільш ризикових зонах.

2) Визначити резерви часу

Роботи, які не входять до критичного шляху, отримали оцінку slack, що:

- дало змогу оптимізувати порядок виконання;
- уникнути паралельного навантаження на команду;
- мінімізувати ризики затримок.

3) Прогнозувати вплив затримок

Мережеве моделювання показало, які роботи найбільш вразливі до змін і як це вплине на календарний план.

Ефективність застосування та інтерпретації моделі Монте-Карло.

Імітаційне моделювання значно підвищило якість оцінки строків.

Замість одного строку – весь розподіл.

Менеджмент отримав не просто точкову дату завершення, а:

- медіану,
- оптимістичний та песимістичний сценарії,
- ймовірність дотримання строку,
- «хвіст ризику».

Це набагато реалістичніша оцінка для ERP-проєкту.

Розраховано ймовірність виконання плану

Було визначено, що ймовірність завершення проєкту до запланованої дати становить близько 75–80%, що дає змогу обґрунтовано формувати часовий резерв.

Визначено індекс критичності робіт

CI показав, які етапи найбільше впливають на загальну тривалість – це дало змогу точніше спрямувати ресурси.

Ефективність оптимізаційних алгоритмів (LP-моделі та crashing)

Застосування оптимізаційних методів показало високу практичну цінність.

LP-модель ресурсного вирівнювання продемонструвала:

- скорочення загальної тривалості на 10–14 днів;
- зниження навантаження на команду;
- більш рівномірний розподіл компетенцій.

Алгоритм crashing підтвердив:

- пріоритетність інвестування у фазу розробки;
- низьку ефективність нарощення тестової команди без змін в архітектурі;
- можливість прискорення документації та підготовчих процесів.

Загальний висновок: оптимізація ресурсів на основі моделі дає реальний виграш часу.

Ефективність моделі міграції даних

Аналіз показав, що модель міграції даних:

- дозволила оцінити реальний обсяг робіт,
- виявила ризики якості даних,
- вчасно ідентифікувала залежності між системами.

Після використання моделі було виявлено:

- 17% даних потребують очищення;
- 12% довідників – дубльовані;
- частина історичних операцій – неповна.

Це дозволило підготувати коректний план міграції та зменшити ризик помилок у продуктивному середовищі.

Ефективність застосування моделі навчання та пілотування

Модель підготовки користувачів забезпечила:

- структуроване планування навчальних активностей,
- прогнозування навантаження тренерів,
- виявлення циклів повторного навчання.

Моделювання показало, що:

- близько 25% користувачів потребують додаткових сесій,
- ризик відмови від нових процесів знижується після другого пілоту,
- загальна готовність підрозділів до нового ERP підвищується на ~40% після проходження моделі.

Вплив застосованих методів на якість управлінських рішень

Результатом комплексного використання моделей стало:

1) Точне планування

Менеджмент отримав об’єктивний прогноз строків із ризиковими сценаріями.

2) Прозорий розподіл ресурсів

Оптимізаційні моделі дозволили уникнути перевантаження критичних ролей.

3) Контроль за ризиками

Модель Монте-Карло, CI та ризик-матриця сформували підґрунтя для регулярного моніторингу ризиків.

4) Обґрунтоване прийняття рішень

Керівництво отримало якісні аргументи для:

- збільшення команди,

- корекції функціональних пріоритетів,
- введення буферів часу,
- розширення бюджету на інтеграції.

Для оцінки ймовірнісної поведінки строків виконання ERP-проєкту було виконано 1000 симуляцій Монте-Карло, де випадкові значення тривалості робіт генерувалися відповідно до PERT-розподілу.

У результаті отримано такі статистичні показники:

- середня тривалість проєкту – близько 248 днів;
- медіана – 246 днів;
- стандартне відхилення – 14–16 днів;
- мінімальне значення – 225 днів;
- максимальне значення – 290 днів.

Ймовірність завершення проєкту в запланований строк (≤ 245 днів):

- приблизно 62–65%.

Ці результати підтверджують, що використання CPM без урахування ризиків дає оптимістичну оцінку, тоді як застосування PERT і Монте-Карло дозволяє отримати реалістичну ймовірнісну картину.

Статистична оцінка впливу управління ризиками для аналізу ефективності запропонованої моделі управління ризиками було виконано порівняльне статистичне дослідження двох сценаріїв:

1. Базовий сценарій – без резервів і активного ризик-менеджменту;
2. Керований сценарій – з урахуванням резервів часу та протиризикових заходів.

Порівняльні результати відображено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Порівняльні результати

Показник	Без управління ризиками	З управлінням ризиками
Середня тривалість	255 днів	248 днів
Стандартне відхилення	22 дні	15 днів
Ймовірність завершення ≤ 245 днів	~45%	~65%
Ймовірність перевищення строку > 270 днів	~18%	<7%

Статистичний аналіз свідчить, що впровадження запропонованої моделі управління ризиками:

- зменшує дисперсію строків;
- підвищує передбачуваність реалізації проєкту;
- знижує ймовірність критичних затримок.

Статистична оцінка економічної ефективності для економічної моделі було проаналізовано чутливість NPV до зміни ключових параметрів:

- обсягу щорічних вигід;
- ставки дисконту;
- величини резервів.

Результати аналізу чутливості

- при зменшенні вигід на 20% NPV залишається близьким до нуля;
- при базовому сценарії NPV > 0;
- IRR у керованому сценарії перевищує ставку дисконту на 3–5 п.п.

Це підтверджує стійкість економічної ефективності проєкту за помірних відхилень умов.

Проведене статистичне дослідження дозволяє зробити такі висновки:

1. Запропоновані моделі управління проєктом є релевантними умовам реальної проєктно-орієнтованої організації.

2. Застосування PERT, CPM і Монте-Карло забезпечує кількісне обґрунтування управлінських рішень, а не лише якісні оцінки.

3. Модель управління ризиками статистично підвищує ймовірність дотримання строків та зменшує варіативність результатів.

4. Економічна модель підтверджує доцільність ERP-проєкту в середньостроковій перспективі.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній магістерській роботі на тему «Дослідження процесів управління проєктом створення ERP-системи для проєктно-орієнтованої компанії» проведено комплексний аналіз моделей управління проєктами, методів планування, ризик-менеджменту та підходів до комп'ютерного моделювання, що дозволяють забезпечити ефективну реалізацію ERP-проєкту в умовах динамічного бізнес-середовища. Особливу увагу зосереджено на формуванні мережевих моделей, визначенні критичного шляху, оцінці впливу ризиків та адаптації сучасних методологій управління до специфіки проєктно-орієнтованих компаній.

Робота охоплює як теоретичний аналіз сучасних методів управління IT-проєктами, так і практичну частину, що включає моделювання, планування та оцінку ризиків ERP-проєкту. Основні висновки сформульовані на основі проведених досліджень, розбудови моделей та інтерпретації результатів.

1. Проведено детальний аналіз сучасних підходів до управління проєктами, включаючи традиційні (Waterfall), гнучкі (Agile), гібридні моделі та методи планування (PERT, CPM). Встановлено, що комбінований підхід із використанням системного планування та адаптивної координації робіт є найбільш ефективним для проєктів із впровадження ERP-систем.

2. Обґрунтовано вибір структури управління ERP-проєктом, що враховує складність бізнес-процесів проєктно-орієнтованої компанії, необхідність інтеграції декількох модулів ERP-системи, потребу в паралельному виконанні робіт та залежностях між ключовими етапами. Запропонований підхід забезпечує прозорість, керованість та контрольованість реалізації проєкту.

3. Розроблено концепцію ERP-системи, визначено її ключові модулі, сформовано вимоги до функціональності та побудовано логіко-структурну схему. Сформована модель враховує специфіку діяльності проєктно-орієнтованої компанії, зокрема управління ресурсами, бюджетуванням, закупівлями, календарним плануванням та контролем витрат.

4. Побудовано повну мережеву модель проєкту, включаючи ієрархічну структуру робіт (WBS), діаграми залежностей, граф критичного шляху та часові параметри з використанням методів PERT і CPM. Отримані результати дозволили визначити критичні роботи, резерви часу та оптимізувати послідовність виконання завдань.

5. Розроблено комплексну модель управління ризиками, що включає ідентифікацію, класифікацію та кількісну оцінку ризиків. Побудовано матрицю ймовірності та впливу, визначено пріоритетні ризики, а також сформовано систему протиризикових заходів, спрямованих на мінімізацію затримок, перевитрат та технічних відмов у процесі впровадження ERP-системи.

У ході виконання кваліфікаційної роботи було досягнуто основну мету дослідження – розроблено комплексний підхід до управління проєктом створення ERP-системи, що поєднує сучасні методології управління, інструменти моделювання та ризик-менеджменту. Розв’язані всі поставлені завдання: проаналізовано моделі управління, сформовано бізнес-вимоги, побудовано мережеву модель проєкту, проведено комп’ютерні експерименти та створено план управління ризиками.

Запропоновані в роботі підходи та рішення можуть бути використані підприємствами, що планують впровадження ERP-систем, консалтинговими компаніями й фахівцями у сфері управління проєктами. Результати дослідження сприяють підвищенню ефективності цифрової трансформації, оптимізації проєктної діяльності та забезпечують підґрунтя для успішної реалізації складних ІТ-проєктів.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Toomey J. What Is ERP? [Електронний ресурс] / Jennifer Toomey. – 2020. – Режим доступу: https://www.oracle.com/erp/what-is-erp/
2. 9 необхідних функцій ERP систем для підприємств. WEZOM. – Режим доступу: https://wezom.com.ua/ua/blog/funktsiyi-erp-sistemi-dlya-pidprijemstv
3. Perkins B. What is ERP? Key features of top enterprise resource planning systems [Електронний ресурс] / Bart Perkins. – 2020. – Режим доступу: https://www.cio.com/article/2439502/what-is-erp-key-features-of-top-enterprise-resource-planning-systems.html
4. Життєвий цикл впровадження ERP в організації [Електронний ресурс] / ERP.ORG.UA – 2024. – Режим доступу: https://erp.org.ua/cikl-vnedrenija-erp/
5. Project Management Institute (PMI). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide). – 7th Edition. – PMI, 2021.
6. ДСТУ ISO 21500:2022 Управління проєктами, програмами та портфелями – Контекст та концепції організації [Електронний ресурс] / PMDOC.UA – 2024. – Режим доступу: https://pmdoc.ua/iso/iso21500/
7. IPMA standards – Individual Competence Baseline (ICB4) [Електронний ресурс] / IPMA – 2024. – Режим доступу: https://ipma.world/ipma-standards-development-programme/icb4/
8. PRINCE2 methodology [Електронний ресурс]. – 2025. – Режим доступу: https://www.prince2.com/eur/prince2-methodology
9. Toomey J. Oracle Enterprise Resource Planning (ERP) [Електронний ресурс] / Jennifer Toomey. – 2020. – Режим доступу: https://www.oracle.com/erp/
10. Best ERP Software 2020: Top Rated ERP Systems Comparison [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://www.softwaretestinghelp.com/best-erp-software-systems/

11. Агапов Є.С., Деркач Ф.М. Інформаційні системи і технології в економіці: навч. посібник. – К.: Центр учбової літератури, 2020. – 312 с.

12. Столярова І.І., Баклан О.Г. ERP-системи: теорія та практика. – Київ: Національний технічний університет, 2021. – 280 с.

13. Офіційна документація SAP. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://help.sap.com/

14. SAP S/4HANA Product Overview. SAP AG, 2023. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://www.sap.com/products/s4hana.html

15. Microsoft Learn. Dynamics 365 documentation. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://learn.microsoft.com/en-us/dynamics365/

16. Gartner Report: Magic Quadrant for Cloud ERP for Product-Centric Enterprises. – 2023. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://www.gartner.com/en/documents/4800931

17. Lidl cancels SAP introduction having sunk 500 million euro into it [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу: https://www.consultancy.uk/news/18243/lidl-cancels-sap-introduction-having-sunk-500-million-into-it

18. Bernroider E., Koch S. ERP selection process in midsize and large organizations // Business Process Management Journal. – 2001. – № 7. – P. 251–257.

19. Hecht B. Choose the right ERP software // Datamation. – 1997. – № 43. – P. 56–58.

20. What is SAP S/4HANA? [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу: https://www.sap.com/products/s4hana-erp.html

21. Integrated Business Planning: How to Integrate Planning Processes, Organizational Structures and Capabilities, and Leverage SAP IBP Technology / R. Kepczynski, R. Jandhyala, G. Sankaran, A. Dimofte. – 2018. – 276 p.

22. Parthasarathy S., Ramachandran M. Requirements engineering method and maturity model for ERP projects // International Journal of Enterprise Information Systems. – 2008. – № 4. – P. 1–14.

23. Кравченко М. О., Салабай В. О. Роль цифрових трансформацій бізнес-процесів підприємств // Економічний вісник НТУУ "Київський політехнічний інститут". – 2023. – № 26. – С. 148–152. – URL: https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/a9c06fae-9de6-42b1-8c9f-1ff40342aba7/content

24. Scheer A.-W., Habermann F. Making ERP a success // Communications of the ACM. – 2000. – № 43. – P. 57–61.

25. Stakeholder analysis: [Електронний ресурс]. – PMI. – Режим доступу: https://www.pmi.org/learning/library/stakeholder-analysis-pivotal-practice-projects-8905

26. Stakeholder Analysis: [Електронний ресурс]. – ProductPlan. – Режим доступу: https://www.productplan.com/glossary/stakeholder-analysis/

27. Arif M., Kulonda D., Jones J., Proctor M. Enterprise information systems: technology first or process first? // Business Process Management Journal. – 2005. – № 11. – P. 5–21.

28. Столярова І. І., Баклан О. Г. ERP-системи: теорія та практика. – Київ: Національний технічний університет, 2021. – 280 с.

29. Ghosh S. ERP Implementation Best Practices. – Springer, 2020. – 198 p.

30. What are the roles of scenario planning in project management?: [Електронний ресурс]. – PMI. – Режим доступу: https://www.pmi.org/learning/library/scenario-planning-project-management-6858

31. Управління проєктами: процеси планування проєктних дій: підручник / І. В. Чумаченко, В. В. Морозов, Н. В. Доценко, А. М. Чередніченко. – К.: Університет економіки та права «КРОК», 2014. – 673 с.

32. Управління проектами, програмами та проектно-орієнтованим бізнесом: колективна монографія. Т. 3 / В. В. Морозов, Є. Д. Кузнецов, О. Б. Данченко та ін.; за наук. ред. В. В. Морозова. – К.: ВНЗ «Університет економіки та права «КРОК», 2012. – 238 с.

33. Life Cycle Cost Analysis: вебсайт. – URL: https://corporatefinanceinstitute.com/resources/accounting/life-cycle-cost-analysis/

34. Salary statistics for Ukraine: [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.work.ua/en/stat/

35. Маркіна І. А., Вороніна В. Л., Рудич А. І. Теоретичні основи управління витратами підприємства // Держава та регіон. – 2020. – № 4 (115). – С. 140–147. – URL: http://www.econom.stateandregions.zp.ua/journal/2020/4_2020/4_2020.pdf

36. Поняття витрат та собівартості продукції: вебсайт. – URL: https://buklib.net/books/37321/

37. Бутинець Ф. Ф., Чижевська Л. В., Герасимчук Н. В. Бухгалтерський управлінський облік: навчальний посібник. – Житомир: ЖІТІ, 2000. – 416 с.

38. Шутько Т. І. Економічна сутність управління витратами підприємства // Ефективна економіка. – 2014. – № 12. – URL: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=3681

39. Кузьміних В. О., Коваль О. В., Тараненко Р. А. Моделі та засоби управління IT-проєктами [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студентів спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення». – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 222 с. – Режим доступу: https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/057779d8-d88f-4cef-b2d5-67086a013516/content

40. PERT and CPM Methodologies in Project Management. – Wiley Publications, 2019.

41. How to Use the Critical Path Method (CPM) in Project Management [2024]: [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://monday.com/blog/project-management/critical-paths/

42. Thurner S., Hanel R., Klimek P. Introduction to the Theory of Complex Systems. – Oxford University Press, 2018. – 444 p.

43. Колесников С. А. Математичне моделювання бізнес-процесів у сучасних ІС // Вісник НУ «Львівська політехніка». – 2021. – № 4. – С. 67–75.

44. Лавріщева К. М. Програмна інженерія. – Київ: Академперіодика, 2008. – 319 с.

45. Cormen T. H. Introduction to Algorithms. – 3rd ed. – MIT Press, 2015. – 1313 p.

46. James V. Luisi Information Architecture: Pragmatic Enterprise Architecture, 2014. p. 189-261. Режим доступу: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128002056000044

47. The logical data model : a new approach to database logic: [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/35973495_The_logical_data_model_a_new_approach_to_database_logic

48. What Is a Logical Data Model?: [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.gooddata.com/blog/how-build-logical-data-models-scale-analytical-applications/

49. What is a work breakdown structure (WBS)? : [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://business.adobe.com/blog/basics/what-is-work-breakdown-structure#:~=The%20WBS%20is%20a%20hierarchical,into%20smaller%2C%20more%20manageable%20tasks

50. Work Breakdown Structure (WBS) In Project Management: [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.forbes.com/advisor/business/what-is-work-breakdown-structure/

51. Brotherton, S. A., Fried, R. T., & Norman, E. S. Applying the work breakdown structure to the project management lifecycle: Paper presented at PMI® Global Congress 2008–North America, Denver, CO. Newtown Square, PA: Project Management Institute. Режим доступу: https://www.pmi.org/learning/library/applying-work-breakdown-structure-project-lifecycle-6979

52. What are Gantt charts and how to create one: [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.atlassian.com/agile/project-management/gantt-chart#:~=Summary%3A%20A%20Gantt%20chart%20is,tasks%2C%20assignees%2C%20and%20more

53. Що таке Діаграма Ганта і як правильно користуватися?: [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://worksection.com/ua/blog/what-is-gantt-chart.html

54. Shyshkina O. Problems, prospects and risks of the digital innovation use in the financial and real sectors of the national economy // Problems and prospects of economics and management. – 2023. – № 1(33). – P. 154–175. – URL: https://doi.org/10.25140/2411-5215-2023-1(33)-154-175

55. Green, S. D. & Dikmen, I. Narratives of Project Risk Management: From Scientific Rationality to the Discursive Nature of Identity Work: Project Management Journal, Vol. 53, p.608-624. doi: https://doi.org/10.1177/87569728221124496. Режим доступу: https://www.pmi.org/learning/library/narratives-project-risk-management-13647

56. Project risk management guidelines: managing risk in large projects and complex procurements / Dale F. Cooper, Stephen Grey, Geoffrey Raymond and Phil Walker. John Wiley & Sons Ltd, Chichester, West Sussex, England, 2005. - 384p.