

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет \_\_\_\_\_ ННЦЗФН \_\_\_\_\_  
(повна назва)

Кафедра \_\_\_\_\_ Штучного інтелекту \_\_\_\_\_  
(повна назва)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**Пояснювальна записка**

рівень вищої освіти \_\_\_\_\_ другий (магістерський) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Дослідження моделей бізнес-процесів обліку продукції підприємства \_\_\_\_\_  
(тема)

Виконав:  
здобувач другого року навчання,  
групи \_\_\_\_\_ ДСЗМ-23-1 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Волошина А.Т. \_\_\_\_\_  
(прізвище, ініціали)

Спеціальність 122 Комп'ютерні науки \_\_\_\_\_

(код і повна назва спеціальності)

Тип програми \_\_\_\_\_ освітньо-професійна \_\_\_\_\_  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма Науки про дані (Data Science) \_\_\_\_\_

(повна назва спеціалізації)

Керівник \_\_\_\_\_ доц. Павленко Є.П. \_\_\_\_\_  
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_ О.В. Золотухін \_\_\_\_\_  
(прізвище, ініціали)

2025 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук  
(повна назва)  
Кафедра Штучного інтелекту  
(повна назва)  
Рівень вищої освіти другий (магістерський)  
Спеціальність 122 Комп'ютерні науки  
(код і повна назва)  
Тип програми освітньо-професійна  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)  
Освітня програма Науки про дані (Data Science)  
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:  
Зав. кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис)  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

здобувачеві Волошиній Анастасії Толібівні  
(прізвище, ім'я, по батькові)

- Тема роботи Дослідження моделей бізнес-процесів обліку продукції підприємства  
\_\_\_\_\_
- затверджена наказом університету від 29 листопада 20 24 р. № 204Стз
- Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 21 січня 20 25 р.
- Вихідні дані до роботи організаційна структура підприємства, літературні джерела за темою дослідження  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі \_\_\_\_\_
  - Огляд і аналіз шляхів рішення поставленого завдання;
  - Результати досліджень у рамках наукової задачі;
  - Дослідження отриманих наукових результатів;
  - Порядок використання результатів досліджень\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 87 с., 16 рис., 6 табл., 1 дод., 16 джерел.

БІЗНЕС-ПРОЦЕС, ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА, КРИТЕРІЇ ЕФЕКТИВНОСТІ, МЕТОД ВЕРИФІКАЦІЇ МОДЕЛІ БІЗНЕС-ПРОЦЕСУ, ПРОЦЕСНИЙ ПІДХІД.

Об'єкт дослідження – бізнес-процеси виробничого підприємства.

Предмет дослідження – моделі бізнес-процесів, призначені для обліку переміщення готової продукції підприємства.

Мета роботи – розробка підходу до моделювання бізнес-процесів із змінною структурою, що дозволяє удосконалити процеси управління та підвищити ефективність діяльності підприємства.

Методи дослідження – аналіз існуючих моделей та підходів до моделювання бізнес-процесів, застосування структурного підходу для опису процесів, використання технології BPMN для графічного моделювання, програмна реалізація та верифікація бізнес-процесів за допомогою IBM WebSphere.

Результати роботи включають розробку моделі бізнес-процесу із змінною структурою, її верифікацію та оцінку ефективності. Запропонований підхід дозволяє оптимізувати управління процесами на виробничих підприємствах, скорочуючи витрати часу та ресурсів. Результати дослідження мають практичну цінність, оскільки можуть бути впроваджені для автоматизації обліку продукції, покращення логістики та підвищення загальної ефективності підприємства. Подальший розвиток роботи може бути спрямований на інтеграцію з інтелектуальними системами для прогнозування та адаптації бізнес-процесів.

## **ABSTRACT**

Master's thesis contains: 87 pp., 16 fig., 6 tabl., 1 ann., 16 references.

**BUSINESS PROCESS, EFFICIENCY CRITERIA, INFORMATION SYSTEM, MODEL VERIFICATION METHOD, PROCESS APPROACH.**

Object of study – business processes of a manufacturing enterprise.

Subject of study – business process models designed for accounting the movement of finished products within the enterprise.

Purpose of the work – development of an approach for modeling business processes with a dynamic structure, enabling the improvement of management processes and enhancing the efficiency of enterprise operations.

Research methods – analysis of existing models and approaches to business process modeling; application of a structural approach to process description; use of BPMN technology for graphical modeling; software implementation and verification of business processes using IBM WebSphere.

The work results include the development of a business process model with a dynamic structure, its verification, and performance evaluation. The proposed approach allows optimization of process management in manufacturing enterprises, reducing time and resource costs. The research outcomes have practical value, as they can be implemented to automate product accounting, improve logistics, and enhance overall enterprise efficiency. Further development of the work may focus on integrating the approach with intelligent systems for forecasting and adapting business processes.

## ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів .....	7
Вступ.....	8
1 Огляд і аналіз шляхів рішення поставленої завдання .....	11
1.1 Дослідження та аналіз сучасного стану процесного підходу до управління.....	11
1.2 Дослідження та аналіз існуючих підходів та методів у галузі моделювання бізнес-процесів .....	17
1.3 Аналіз завдань моделювання та управління БПС .....	34
1.4 Постановка задачі.....	36
2 Результати досліджень у рамках наукової задачі .....	38
2.1 Опис процесів, пов'язаних з об'єктом дослідження .....	38
2.2 Логічний похід до опису бізнес-процесів.....	46
2.3 Модель подання БПС .....	50
2.4 Алгоритми формування моделі БПС .....	63
3 Дослідження отриманих наукових результатів .....	70
3.1 Верифікація моделі бізнес-процесу .....	70
3.2 Аналіз ефективності в рамках сформульованих критеріїв .....	72
3.3 Аналіз галузі використання отриманих результатів .....	72
4 Порядок використання результатів досліджень .....	74
4.1 Програмне забезпечення .....	74
4.2 Технічне забезпечення.....	79
Висновки .....	84
Перелік джерел посилання .....	85
Додаток А Відомість кваліфікаційної роботи .....	87

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

- БП – бізнес-процес;  
ДП – готова продукція;  
ЖЦ – життєвий цикл;  
ОПР – особа, яка приймає рішення;  
ПЗ – програмне забезпечення;  
ПП – виробниче підприємство;  
ПР – ухвалення рішення;  
ТО – технічне забезпечення;  
DFD – Data Flow Diagrams – діаграми потоків даних;  
ERD – Entity Relationship Diagrams – діаграми сутність-зв'язок;  
RUP – Rational Unified Process – раціональний уніфікований процес;  
SADT – Structured Analysis and Design Technique – структурований аналіз і техніка проектування;  
STD – State Transition Diagrams – діаграми переходів станів.

## ВСТУП

На сьогоднішній момент на ринку управління підприємством найбільш популярним і застосовуваним є процесний підхід до управління – підхід, що ґрунтується на концепції, згідно з якою управління є безперервною серією взаємопов'язаних дій чи функцій. Об'єктом управління є безпосередньо процес чи бізнес-процес. Під бізнес-процесом мається на увазі набір пов'язаних структурованих цілеспрямованих процесів чи потік робіт, вкладених у отримання фінансовий прибуток від реалізації, і відповідні цілям підприємства.

Одним з найбільш важливих інструментів у підвищенні ефективності бізнесу є методики моделювання та засоби аналізу бізнес-процесів. Проекти, що виконуються в організаціях, пов'язані з розробкою та впровадженням нових систем управління або їх елементів. У цій роботі розглянуто існуючі підходи до моделювання бізнес-процесів: SADT; RUP; EPC; BPM.

У процесі функціонування підприємства виникає необхідність здійснювати регулярний контроль протікання існуючого бізнес-процесу підприємства, а також постійна підтримка його правдоподібності. У зв'язку з цими вимогами виникла потреба у створенні гнучких бізнес процесів чи бізнес-процесів із змінюваною структурою. Сучасний стан процесного походу до управління характеризується побудовою гнучких бізнес-процесів (БП) із змінюваною структурою, орієнтованих користувача і змінюються з урахуванням знань [1].

Бізнес-процеси із змінюваною структурою підтримують реорганізацію під час свого функціонування [2]. Такі БП із змінною структурою мають складне багаторівневе уявлення і включають, зокрема, такі елементи:

- ресурси;
- бізнес-процедури у заданій послідовності;

– знання взаємозв'язки між процедурами, виконавцями, постачальниками, споживачами, виражені у вигляді правил.

Складність побудови БП із структурою, що змінюється, призводить до їх уніфікації в рамках різних видів діяльності. Така уніфікація можлива на основі безперервного вдосконалення процесів з використанням технології інтелектуального аналізу процесів та реалізується у процесно-орієнтованій системі управління. Вирішення проблеми уніфікації вимагає розробки нових підходів до реалізації життєвого циклу бізнес-процесів структурою, що змінюється.

У роботі розглядається клас бізнес-процесів із змінною структурою (БПС), а також різні моделі БП. Даний клас характеризується зміною часових параметрів, а також послідовності бізнес-процедур, що входять до бізнес-процесу під час його функціонування. Крім перерахованих властивостей бізнес-процесів зі змінюваною структурою їм також властиво розподіл між підрозділами підприємства, паралелізм, наявність тимчасових, фінансових, матеріальних обмежень під час функціонування БП.

Застосування процесного підходу до управління потребує наявності добре структурованого опису діяльності підприємства, який дозволить набути точного уявлення про зв'язки між бізнес-процесами, цілями та організаційною структурою підприємства.

Опис будь-якого БП чи БПС складає основі існуючих моделей БП. У роботі розглянуто декілька стандартних підходів до моделювання БП: структурного та об'єктно-орієнтованого підходів. При переході на процесний підхід будь-яке підприємство, як зазначалося раніше має структурувати своєї діяльності і з етапів такої структуризації є побудови моделі БП.

Вибір підходу до моделювання та моделі БП як такої є завданням аналітика (проектувальника). Даний вибір здійснити нелегко оскільки він пов'язаний з багатьма факторами: подальше застосування розробленої

моделі спільно з іншими технологіями; необхідна деталізація, спрямованість, сфера застосування моделі, а також користувачі моделі. Усі перелічені чинники можуть впливати на вибір підходу і моделі для проектування БП.

Таким чином, актуальним є завдання верифікації існуючих моделей БП, а також у разі потреби розробка підходу до моделювання бізнес-процесів із змінною структурою.

У ході проведених досліджень було розроблено підхід до реалізації бізнес-процесів на основі нотації BPM та засобами мови опису бізнес-процесів BPML, які спрямовані на послідовне їх покращення шляхом виконання інтелектуального аналізу процесу на основі представлених у вигляді бізнес-правил знань та можливості управління ходом бізнес-процесів.

## **1 ОГЛЯД І АНАЛІЗ ШЛЯХІВ РІШЕННЯ ПОСТАВЛЕНОЇ ЗАВДАННЯ**

### 1.1 Дослідження та аналіз сучасного стану процесного підходу до управління

Процесний підхід до управління – підхід до управління, що ґрунтується на концепції, згідно з якою управління є безперервна серія взаємопов'язаних дій або функцій. Об'єктом управління є безпосередньо процес. Управління на основі процесів дозволяє досягти нової якості управління.

Методики моделювання та аналізу бізнес-процесів (БП) є нині одним із найважливіших інструментів підвищення ефективності бізнесу. Використання подібних методик та програмних засобів має своєю кінцевою метою реорганізацію БП та, як наслідок, збільшення виручки, скорочення витрат на виробництво продукції та послуг, підвищення якості продукції, оптимальне використання оборотного капіталу, впровадження систем автоматизації та багато іншого. Проекти, що виконуються в організаціях, пов'язані з розробкою та впровадженням нових систем управління або їх елементів.

Як показує досвід, невдачі більшості проектів були викликані, по-перше, відсутністю зацікавленості у керівників верхнього рівня, по-друге, слабким контролем (участю) впровадження системи процесного управління. Ключовими причинами невдач є неувага керівництва до проекту чи нерозуміння цілей проекту. Часто керівники просто не мають достатньої кваліфікації, щоб ухвалити обґрунтоване рішення під час ініціації проекту. Звичайно, є проекти, які справді потрібні для покращення діяльності організацій.

За відсутності уваги та інтересу керівників опис бізнес-процесів (БП) організації проводять фахівці, які добре знають техніку опису, але не

пов'язані з реальним оперативним управлінням (часто проект з опису та реорганізації бізнес-процесів доручають службі ІТ ). В цьому випадку з отриманих моделей БП виявляються повністю або частково виключені функції:

- керівників (власників БП);
- контролю ефективності та якості бізнес-процесів;
- керування невідповідною продукцією;
- збирання фактичної інформації за показниками ефективності бізнес-процесів тощо.

Опис процесів перестав бути робочим, оскільки у ньому немає жодного керівника.

Основною базою сучасних підходів до управління є процесний підхід, який передбачає визначення набору бізнес-процесів, що виконуються в організації, та подальшу роботу з ними. Пропоновані сьогодні системи управління базуються на таких основних підходах:

- TQM (Total Quality Management) – система загального управління якістю;
- PIQS (Process Integrated Quality System) – система менеджменту якості, інтегрована з бізнес-процесами;
- МС ІСО серії 9000 версії 2000 – регламентуючі вимоги до систем менеджменту якості;
- WFMS (Work Flow Management System) – система управління потоками робіт;
- ERP (Enterprise Resource Planning) – комплексна система планування та управління ресурсами організації.

Більшість сучасних систем управління використовують інформаційні технології як інструменти створення моделей БП. Наприклад, під час впровадження WFMS робота починається з опису бізнес-процесів, які система обслуговуватиме. На початку роботи визначаються бізнес-процеси, які необхідно автоматизувати. Наприклад, це може бути: процес

обслуговування клієнта у відділі продажів, процес виставлення рахунків-фактур, процес формування фінансового плану організації. Визначаються робочі місця виконавців, які задіяні у виконанні бізнес-процесу. Потім описують потік робіт, що переходить від одного робочого місця до іншого. Таким чином, формується схема бізнес-процесу, яка буде автоматизована за допомогою WFMS. Основний ефект досягається за рахунок усунення втрат часу та інформації під час передачі потоку робіт між виконавцями, паперового документообігу тощо.

У більшості сучасних систем автоматизації є вбудовані конструктори схем бізнес-процесів, що дозволяють описати потік робіт, що переходить від одного робочого місця до іншого.

Характерним прикладом є програмні продукти класу ERP. Так, у системі BAAN здійснюється моделювання бізнес-процесів організації з можливістю подальшого запуску різних транзакцій безпосередньо зі схеми моделі. У системі R/3 (компанія SAP) процеси описані за певною методикою і існує програмний засіб (ARIS for R/3), що дозволяє переглядати та редагувати підтримувані системою процеси. Однією з ключових переваг ERP-системи є комплексність рішення – автоматизовані та тісно взаємодіють основні процеси організації: маркетинг та збут, планування та управління виробництвом, планування матеріальних запасів, планування закупівель, управління фінансами, облік тощо. Ефективне використання ERP-системи передбачає опис існуючих організації БП та його тісну інтеграцію.

З прийняттям МС ISO 9000:2000 в основу побудови системи управління якістю організації офіційно закладено процесний підхід. Сучасні підходи до управління якістю передбачають визначення мережі БП компанії та подальшу роботу щодо їх поліпшення. МС ISO 9000:2000 можна розглядати як стандарт на систему менеджменту організації.

Процесний підхід розглядає функції управління як взаємопов'язані дії, а управління розглядається як процес (серія безперервних взаємопов'язаних дій). Ці дії, кожна з яких сама собою є процесом, дуже важливі для успіху

організації. Їх називають управлінськими функціями. Кожна управлінська функція теж є процесом, тому що також складається з серії взаємопов'язаних дій. Процес управління є загальною сумою всіх функцій.

Процес управління складається з чотирьох взаємопов'язаних функцій: планування, організації, мотивації та контролю.

Планування. Функція планування передбачає рішення про те, якими мають бути цілі організації та що мають робити члени організації, щоб досягти цих цілей.

За допомогою планування керівництво прагне встановити основні напрямки зусиль та прийняття рішень ( ПР ), які забезпечать єдність мети для всіх членів організації. Іншими словами, планування – це один із способів, за допомогою якого керівництво забезпечує єдиний напрямок зусиль усіх членів організації до досягнення її спільних цілей.

Планування повинно здійснюватися безперервно у зв'язку з постійною невизначеністю майбутнього, а також у зв'язку зі зміною цілей підприємства з різних причин (неможливість виконання ранніх поставлених або введення нових цілей).

Організовувати – отже створювати якусь структуру. Існує багато елементів, які необхідно структурувати , щоб організація могла виконувати свої плани і тим самим досягати своєї мети. Одним із цих елементів є робота, конкретні завдання організації. Оскільки роботи виконують люди, іншим важливим аспектом функції організації є визначення, хто саме повинен виконувати кожне конкретне завдання з великої кількості таких завдань, що існують в рамках організації, включаючи роботу з управління.

Завдання функції мотивації у тому, щоб члени організації виконували роботу відповідно до делегованими ним обов'язками і відповідно до плану. Нині ми розуміємо, що з того, щоб мотивувати своїх працівників ефективно керівнику слід визначити, які ж ці потреби, і забезпечити спосіб для працівників задовольняти ці потреби через хорошу роботу.

Контроль – це процес забезпечення того, щоб організація справді досягає своїх цілей. Існують три аспекти управлінського контролю. Встановлення стандартів – це точне визначення цілей, які мають бути досягнуті у зазначений час. Воно ґрунтується на планах, розроблених у процесі планування. Другий аспект – це вимір того, що було насправді досягнуто за певний період, та порівняння досягнутого з очікуваними результатами.

Чотири функції управління – планування, організація, мотивація та контроль – мають дві загальні характеристики: всі вони вимагають ПР, і для всіх необхідна комунікація, обмін інформацією, щоб отримати інформацію для ухвалення правильного рішення та зробити це рішення зрозумілим для інших членів організації. Через це, а також внаслідок того, що ці дві характеристики пов'язують усі чотири управлінські функції, забезпечуючи їхню взаємозалежність, комунікації та ПР часто називають сполучними процесами.

Ухвалення рішення – це вибір того, як і що планувати, організовувати, мотивувати та контролювати. Основною вимогою для ухвалення ефективного рішення або навіть для розуміння справжніх масштабів проблеми є наявність адекватної точної інформації. Єдиним способом одержання такої інформації є комунікація.

Комунікація – це процес обміну інформацією, її смисловим значенням між двома чи більше людьми. Оскільки організація є структурованим типом відносин між людьми, вона значною мірою залежить від якості комунікацій для забезпечення ефективного функціонування. Очевидно, що якщо комунікації між людьми не будуть ефективними, люди не зможуть домовитися про спільну мету, що є передумовою існування організації як такої.

Інформація в процесі комунікації передається не тільки для того, щоб могли прийматись здорові рішення, але також і для того, щоб вони могли виконуватися. Комунікація також важлива і функції контролю. Керівники

потребують інформації щодо того, що було виконано, щоб правильно оцінити, чи досягнуто мети організації.

На даний момент існує низка інформаційних систем (ІС), заснованих на процесному підході:

- «ІС : Підприємство»;
- «Парус»;
- «Універсал 5+» .

Після розгляду процесного підходу доцільно розглянути предмет підходу – БП.

Бізнес-процес є сукупність послідовних, цілеспрямованих і регламентованих видів діяльності, у якій у вигляді управляючого впливу і з допомогою ресурсів входи процесу перетворюються на виходи, результати процесу, які мають цінність споживачам.

Ключовими властивостями бізнес-процесу є те, що це кінцева і взаємопов'язана сукупність дій, що визначається відносинами, мотивами, обмеженнями та ресурсами всередині кінцевої множини суб'єктів та об'єктів, що об'єднуються в систему заради спільних інтересів з метою отримання конкретного результату, що відчужується чи споживається самою системою.

На сьогоднішній день розроблено цілу низку моделей бізнес-процесів, орієнтованих на різні галузі. Традиційний підхід до управління передбачає жорстку, наперед задану послідовність виконання процедур БП. Останніми роками з'являється новий клас БПС – з викладом атрибутів робіт, які поєднують процесне управління з урахуванням даних, притаманних неструктурованих процесів з участю робочих груп, із застосуванням локальної мережі тощо.

Актуальною проблемою в галузі управління бізнес-процесами є моделювання, оптимізація та реорганізація бізнес-процесів із змінною структурою (БПС), об'єктом управління якого є процес (бізнес-процес).

## 1.2 Дослідження та аналіз існуючих підходів та методів у галузі моделювання бізнес-процесів

На сьогоднішній день існує низка підходів до моделювання аналізу та реорганізації бізнес-процесів.

В результаті проведеного аналізу було виявлено, що більшість проблем, що виникають при організації функціонування підприємства, були наслідком помилок закладених ще при реалізації першого етапу процесного підходу до управління підприємством, причиною тому було розуміння БП як об'єкта, який функціонує самостійно і слабо пов'язаний з існуючою організаційною структурою підприємства.

На даний момент видно, що для побудови якісної бізнес-системи необхідна організація управління бізнес-процесами протягом усього його життєвого циклу (ЖЦ), яка повинна включати методи, технології та інструментарій підтримки проектування, реалізації, управління, а також аналізу сукупності виконуються у створенні БП.

Далі доцільно розглянути існуючу реалізацію гнучкого процесного підходу до управління підприємством, який ґрунтується на інтеграції технологій: Workflow , Enterprise Application Integration та Web .

Технологія Workflow орієнтована на побудову моделей бізнес-процесів, включаючи опис послідовності робіт, а також виділення відповідних ресурсів, ролей та розподіл відповідальності. При цьому побудова моделі бізнес-процесу традиційно починається з розподілу відповідальності, ролей та обов'язків, пов'язаних із виконанням робочих операцій бізнес-процесів.

Відповідно до стандартів ДСТУ ISO 9001:2000 та ДСТУ ISO 9004:2000, ресурси поділяються на персонал, інфраструктуру (будівлі, споруди, обладнання, транспорт, зв'язок тощо), виробниче середовище, постачальників та партнерів , інформацію, довкілля, фінансові ресурси Ролі призначаються людським ресурсам.

Enterprise Application Integration (EAI) – це технології та програми, завдання яких залучити кілька додатків, що використовуються в одній організації, в єдиний процес та здійснювати перетворення форматів даних між ними. Таким чином досягається інтеграція розроблених моделей БП у єдину інформаційну систему підприємства.

Web-технологія спрямовано побудова інформаційної інфраструктури у створенні з урахуванням протоколів Web-сервісів, з допомогою структурованої з урахуванням XML інформації.

Розглянутий підхід забезпечує виконання та зміну бізнес-процесів на основі системи, що складається з наступних елементів:

- підсистема побудови та інтерпретації моделі бізнес-процесів;
- конфігуровані адаптери, що забезпечують автоматизацію та інтеграцію процесів на основі застосованої моделі;
- інтерфейс, що налаштовує, що забезпечує взаємодію з користувачем;
- приватні процеси, які з тих чи інших причин важко піддаються автоматизації і описуються у вигляді набору інструкцій для виконавця.

Функціонування аналізованої системи передбачає реалізацію низки етапів розглянутих далі. Моделювання процесів, що базується на описі існуючих та бажаних процесів на підприємстві. Модель процесів у своїй включає у собі ряд елементів, описують різні аспекти процесів: послідовність операцій, дані, ресурси тощо. Конфігурування процесно-орієнтованої інформаційної системи, що реалізується на основі отриманої на попередньому етапі моделі процесів. Інтеграція бізнес-процесів із вже існуючими на підприємстві інформаційними системами та додатками. Реалізація процесів налаштованої на попередньому етапі інформаційною системою. Удосконалення процесів за зміни умов функціонування підприємства з урахуванням аналізу та зміни БП.

З наведених особливостей аналізованого підходу можна дійти такого висновку. Управління підприємством на основі інтеграції технологій

Workflow, Enterprise Application Integration і Web забезпечує гнучку перебудову та адаптацію БП шляхом використання конфігурованих адаптерів та не забезпечує можливості управління бізнес-процесами.

Але наявність такого гнучкого підходу не знімає всіх питань, оскільки на даний момент під час реалізації бізнес-систем виникає завдання переходу від управління підприємством на основі процесного підходу до управління безпосередньо БП підприємства.

У зв'язку з проблемою, що виникла, доцільно розглянути з метою організації управління бізнес-процесами доцільно розглянути існуючі підходи до побудови моделей бізнес-процесів, а також провести верифікацію моделей бізнес-процесів при використанні розглянутих підходів до моделювання. Існуючі підходи до моделювання БП доцільно поділити на такі два класи: структурне та об'єктно-орієнтоване проектування.

Методологія структурного проектування бізнес-процесів характеризується такими особливостями [2], [3]:

- розбиття на ієрархічні рівні абстракції; зазвичай число елементів кожному рівні становить від 3 до 7 відповідно до особливостями людської психіки;
- виділення істотних деталей кожному рівні;
- використання строгих формальних правил запису;
- послідовне наближення до кінцевого результату.

Методологія структурного проектування виходить з двох основних принципах. Відповідно до першого принципу вирішення складних проблем виконується шляхом розбиття їх на безліч елементарних незалежних завдань, легких для розуміння та вирішення. Відповідно до другого принципу, що доповнює перший, для розуміння системи в цілому необхідно розуміти функціонування кожної із зазначених елементарних завдань. При реалізації зазначених принципів система загалом організується як

деревоподібних ієрархічних структур, причому кожен нижчележачий рівень додає нові деталі в опис системи [1].

Структурний підхід часто використовує графічну нотацію, що ілюструє функції системи, відносини між даними, динаміку системи. У структурному підході найчастіше застосовують такі нотації:

- DFD (Data Flow Diagrams) – діаграми потоків даних спільно зі специфікаціями процесів нижнього рівня (міні-специфікаціями);
- SADT (Structured Analysis and Design Technique) – діаграми;
- ERD (Entity-Relationship Diagrams) – діаграми «сутність-зв'язок»;
- STD (State Transition Diagrams) – діаграми переходів станів;
- структурні схеми [1].

DFD, SADT та структурні схеми застосовуються для функціонального моделювання, ERD – інформаційного моделювання, STD – поведінкового моделювання. Виходячи з вищесказаного, ми можемо стверджувати, що методології структурного проектування є універсальними засобами для візуального представлення БП, а також є хорошими інструментами для моделювання та аналізу БП.

Моделі побудовані за допомогою структурного підходу можна умовно розділити на функціонально-орієнтовані та інформаційно-орієнтовані [2]. Функціонально-орієнтований підхід передбачає насамперед виконання проектування функціональних компонентів, і лише після цього проектуються структури даних, тобто. Структури даних визначаються з використанням функціональних вимог. Інформаційно-орієнтований підхід насамперед визначають структури даних, функціональні компоненти (дані) виходять як похідні зі структур даних.

Таким чином, структурний підхід зручний для наочного відображення бізнес-процесів, але важко застосувати для відображення складних зв'язків та побудови складних інформаційних систем. Вирішення таких проблем покладається на об'єктно-орієнтований підхід, спрямований на

декомпозицію предметної області на об'єкти. Об'єкти взаємодіють між собою за допомогою повідомлень.

Обидва підходи, об'єктно-орієнтований та структурний, не виключають взаємне використання (моделі DFD, ERD та STD використовуються для моделювання структури та поведінки самих об'єктів).

Характеристиками об'єкта є: атрибути та операції. Атрибут визначає стан об'єкта. Операції змінюють стан об'єкта. Кожен об'єкт є представником деякого класу об'єктів із загальними властивостями. Всі екземпляри одного і того ж класу мають один і той же набір операцій та атрибутів.

Об'єктно-орієнтований підхід ґрунтується на трьох основоположних принципах: інкапсуляції, спадкування, поліморфізму.

Принцип інкапсуляції полягає в організації доступу до атрибутів об'єкта лише через його операції (методи). Відповідно до цього принципу внутрішня структура об'єкта недоступна користувачеві, а будь-яка його дія ініціюється зовнішнім повідомленням (подією), що викликає виконання відповідної операції. Цей принцип дозволяє змінювати внутрішню структуру об'єкта незалежно від використання.

Принцип успадкування полягає у побудові нових класів на базі вже існуючих шляхом додавання нових властивостей і методів успадкування дочірнього класу властивостей батьківського. Поліморфізм називається перевизначення спадкоємцем функцій-членів базового класу.

На основі проведеного аналізу ми можемо дійти висновку, що об'єктно-орієнтований підхід, стосовно моделювання БП, полягає у поданні процесу у вигляді сукупності об'єктів, що взаємодіють у відповідній предметній галузі. Складний процес описується з допомогою ієрархії класів, яке функціонування відображається як взаємодія об'єктів.

Застосування об'єктно-орієнтованої методології до моделювання БП базуються на інтегрованих моделях трьох типів:

- об'єктної моделі, що відображає ієрархію класів за допомогою діаграми класів (Diagram). Фактично така модель розвиває ERD, оскільки класи є подальшим розвитком структур даних, що описують сутності;

- динамічної моделі, що відображає послідовність операцій та їх часові характеристики. Для побудови такої моделі можна використовувати діалект STD – Statechart Diagram;

- функціональної моделі, яка описує потоки даних (за допомогою нотації DFD).

Об'єктно-орієнтована модель добре відображає залежності відповідної предметної області при описі БП, але в той же час слід зазначити, що практичне застосування цієї моделі пов'язане з низкою труднощів:

- малу кількість програмних систем;
- порівняно менша кількість діаграм ООП;
- об'єктно-орієнтовані діаграми менш наочні, ніж структурні.

На основі проведеного огляду та аналізу існуючих підходів до моделювання можна стверджувати, що при застосуванні об'єктно-орієнтованого підходу використовуються нотації та методології, що широко поширені в рамках класичного структурного підходу – DFD, SADT, а також UML, RUP, що потребує їх розгляду та аналізу.

В основі технології DFD лежать такі графічні та текстові засоби моделювання:

- діаграми потоків даних DFD (Data Flow Diagrams), доповнені словниками даних та специфікаціями процесів нижнього рівня; діаграми описують функції, які система має виконувати, та зв'язки між цими функціями;

- діаграми ERD (Entity-Relationship Diagrams), що моделюють дані та їх взаємозв'язки;

- діаграми переходів станів STD (State Transition Diagrams), що моделюють поведінку системи.

Діаграми потоків даних (DFD) дозволяють збудувати ієрархічну функціональну модель. Побудова ієрархії DFD складає основи процесів: кожен процес може розкриватися з допомогою DFD нижнього рівня. Декомпозиція продовжується доти, доки процеси можуть бути ефективно описані за допомогою міні-специфікацій.

Міні-специфікація (МС) використовується для опису функціонування процесу без його подальшої деталізації і є алгоритмами завдань, що виконуються процесами. Іншими словами, безліч усіх МС становить специфікацію системи, що моделюється. Зазначимо, що на практиці для побудови МС найчастіше застосовується структурована природна мова, яка забезпечує читабельний, досить суворий опис специфікацій процесів .

Крім розглянутої функціональної декомпозиції DFD-технології регламентують декомпозицію даних за допомогою використання словника даних. Словник даних є список всіх потоків даних системи з їх точними визначеннями. Застосування словника даних дозволяє різним категоріям користувачів отримати загальне розуміння структури та вмісту всіх вхідних та вихідних потоків .

Для опису специфікацій управління у DFD-технологіях зазвичай використовуються діаграми переходів станів (STD). STD – діаграми, що складаються зі станів та переходів.

Стан – об'єкт, що відбиває стійку реальну ситуацію, у якій може бути система, коли задовольняє певній умові, виконує деяку діяльність чи чекає деякого події. Перехід – об'єкт, що визначає переміщення моделюється системи з одного стану в інший.

Побудова інформаційних моделей у рамках DFD-технології виконується за допомогою ERD – діаграм. Діаграми «сутність-зв'язок» дозволяють стандартизованим чином визначити дані та відносини між ними та забезпечують деталізацію накопичувачів даних DFD-діаграми, а також документування інформаційних аспектів бізнес-системи.

Сутність є безліч екземплярів реальних або абстрактних об'єктів, що володіють загальними атрибутами або характеристиками. Будь-який об'єкт системи може бути лише однією сутністю. Отже, сутності описують основні типи інформації у системі.

Ставлення у найзагальнішому вигляді є зв'язок між двома і більше сутностями, коли кожен екземпляр однієї сутності асоціюється з довільним (зокрема і нульовим) кількістю екземплярів іншої сутності.

Для загальної оцінки можливостей технології DFD використовуємо розглянуті у роботі критерії порівняння методологій проектування:

- адекватність засобів аналізованої проблеми;
- узгодженість з іншими засобами структурного проектування та аналізу;
- інтеграція із наступними етапами проектування (зокрема, з етапом автоматизації бізнес-процесу).

Проведена оцінка на підставі критерію адекватності дозволяє зробити висновок про те, що методологія DFD призначена для побудови статичних моделей як стандартизованих, так і слаботипізованих бізнес-процесів. Дана технологія дозволяє побудувати детальну функціональну специфікацію системи процесів, що розробляється.

Для відображення динамічних характеристик БП потрібне використання додаткових технологій, зокрема, заснованих на мережах Петрі.

SADT-технологія (Structured Analysis and Design Technique) [1] застосовується для функціонального моделювання поряд із DFD. Відповідно до технології SADT використовуються два типи моделей – діяльності, яка заснована на функціях системи, або модель даних, яка заснована на предметах – планах, даних, обладнанні, інформації. Модель діяльності деталізує активності системи, що відбивають свої взаємини через предмети системи. Модель даних дуальна до моделі діяльності та містить опис предметів системи, пов'язаних системними активностями.

Методологія SADT передбачає побудову моделей обох типів, проте практично широкого застосування отримали лише моделі діяльності .

Модель SADT є ієрархічною деревоподібною структурою, що складається з діаграм. У цьому ступінь деталізації діаграми збільшується для діаграм нижчого рівня. Діаграма містить блоки, що відображають активності моделюється системи, і дуги, що відображають взаємодії та взаємозв'язки між блоками.

В SADT відносини між блоками описуються з допомогою наступних типів взаємозв'язків: «управління», «вхід», «управлінська зворотний», «вхідний зворотний», «вихід – виконавець».

Оцінимо можливості цієї технології для моделювання бізнес-процесів відповідно до критеріїв, наведених у роботі.

Відповідно до критерію адекватності, методологія SADT дозволяє отримати статичну модель стандартизованих , регламентованих БП. Для отримання динамічного уявлення БП потрібне додаткове використання моделей, що базуються на мережах Петрі .

Оцінка технології SADT відповідно до критерію узгодженості показує, що узгодження SADT – моделі з діаграмами переходів станів та діаграмами «сутність-зв'язок» пов'язане зі значними труднощами [1].

Оцінка розглянутої технології відповідно до критерію інтеграції дозволяє дійти невтішного висновку, що автоматизоване перетворення SADT – моделі в проектні рішення нині важко через недостатню розробку відповідних формальних методів.

Практичне застосування розглянутих методологій структурного проектування, крім об'єктивних можливостей методологій, значною мірою визначається кваліфікацією розробника, наскільки він має ту чи іншу нотацію. Застосування на практиці цих двох технологій складає відповідно до даних консалтингової компанії CASE Consulting Group, 90% для DFD і 10% для SADT [1].

Формування системи управління на вітчизняних підприємствах спирається більше на досвід, аналогію, стандартні рішення та інтуїцію, ніж на строгу методологію та методику, що базується на наукових методах та принципах менеджменту та маркетингу. Такий підхід призводить до негативних явищ і незворотних процесів, які негативно позначаються на ефективності системи управління підприємством .

Під «ефективністю системи управління» слід розуміти результат її функціонування, що забезпечує підприємству в умовах конкуренції досягнення поставленої мети при найменших витратах на управління.

Виходячи з цього визначення, аналіз економічної ефективності передбачає обчислення абсолютної та порівняльної ефективності витрат виробництва .

Під абсолютною ефективністю розуміється величина, яка розраховується за кожним аналізованим об'єктом, характеризує загальну величину ефекту, що у результаті вдосконалення системи управління виробництвом. Порівняльна ефективність величина, що дає можливість визначити переваги одного варіанту в порівнянні з іншим, а також ступінь наближення обраного варіанту до оптимального.

У найбільш загальному вигляді ефективність системи управління є відношенням ефекту, отриманого в результаті її вдосконалення, до виробничих витрат. Тому головним завданням економічного аналізу на підприємствах є виявлення ефекту, який повинен визначатися, насамперед тим , якою мірою система управління виробництвом сприяє досягненню головних цілей організації для оцінки досягнення поставлених цілей, необхідно виділити критерії ефективності для БП підприємства .

Критерії управління підприємством:

До критеріїв ефективності БП доцільно віднести:

- витрати (вартісні та тимчасові) на виконання бізнес-процесу;
- наявність дублюючих бізнес-процесів та дослідження можливості їх усунення;

- однозначність та суперечливість виконання функцій бізнес-процесів;
- ступінь використання людських, технічних, технологічних та ін. ресурсів;
- критерії, визначені замовником (критерії продукту, критерії процесу).

У межах цієї роботи розглядаються загальні, властиві всім БП критерії ефективності, саме ціна і час. Вибір цих двох критеріїв пов'язані з тим, що вони повною мірою відображають витрати підприємства виконання БП і формуються під впливом всіх інших вищеперелічених критеріїв.

Під ціною розумітимемо витрати на реалізацію того чи іншого етапу БП або бізнес-процесу в цілому, а під критерієм часу розуміємо тимчасові витрати.

Щоб визначити ефективність бізнес-процесів після впровадження корпоративної інформаційної системи, необхідна система метрики, тобто. якість слід оцінювати кількісно.

Функціонально-вартісний аналіз являє собою угоду про облік, що використовується для збору витрат, пов'язаних із роботами, з метою визначити загальну вартість процесу. Вартісний аналіз ґрунтується на моделі робіт, оскільки кількісна оцінка неможлива без детального розуміння у функціональності підприємства. За допомогою вартісного аналізу можна вирішити такі завдання, як визначення дійсної вартості виробництва продукту, визначення дійсної вартості підтримки клієнта, ідентифікація робіт, які стоять найбільше (ті, які мають бути покращені в першу чергу) і т.д., у кожній моделі моделі AS-IS чи TO-BE. Отже, вартісний аналіз дозволяє оцінити моделі БП за критерієм ціни.

Оцінка за критерієм часу передбачається здійснити за коштами темпоральної логіки, яка була розглянута раніше.

Для опису БП існує ряд моделей, заснованих на підходах розглянутих раніше (структурному, об'єктно-орієнтованому).

Сімейство стандартів IDEF (Integrated Комп'ютер Automated Manufacturing Definition) [1] застосовується для опису бізнес-процесів. Стандарти IDEF розвивалися із стандарту IDEF0, який використовував підмножину нотації SADT. З питаннями моделювання бізнес-процесів пов'язані такі стандарти:

- IDEF0 – модель функцій;
- IDEF1 – інформаційна модель;
- IDEF1X – модель даних;
- IDEF2 – динамічна модель;
- IDEF3 – модель процесів, заснована на сценарії;
- IDEF4 – об'єктно-орієнтовані методи проектування.

Перевагами розглянутого сімейства стандартів під час опису бізнес-процесів є: стандартизація моделей процесів; комплексний опис усіх елементів процесу; відповідність опису процесу вимогам стандартів ДСТУ ISO 9000.

Мова UML є загальноцільовою мовою візуального моделювання, яка розроблена для специфікації, візуалізації, проектування та документування компонентів програмного забезпечення, бізнес-процесів та інших систем. Мова UML одночасно є простим і потужним засобом моделювання, який може бути ефективно використаний для побудови концептуальних, логічних та графічних моделей складних систем різного цільового призначення. Ця мова увібрала найкращі якості методів програмної інженерії, які з успіхом використовувалися протягом останніх років при моделюванні великих і складних систем.

Конструктивне використання мови UML ґрунтується на розумінні загальних принципів моделювання складних систем та особливостей процесу об'єктно-орієнтованого аналізу та проектування зокрема. Вибір засобів вираження, для побудови моделей складних систем визначає ті завдання, які можуть бути вирішені з використанням даних моделей. При цьому одним з основних принципів побудови моделей складних систем є

принцип абстрагування, який наказує включати в модель тільки ті аспекти системи, що проектується, які мають безпосереднє відношення до виконання системою своїх функцій або свого цільового призначення. При цьому всі другорядні деталі опускаються, щоб надмірно не ускладнювати процес аналізу та дослідження отриманої моделі.

Існує три види будівельних блоків: сутність; відносини, що пов'язують різні сутності; діаграми, що групують необхідні сукупності сутностей.

Діаграмою у мові є, зазвичай, пов'язаний граф, вершинами якого є сутності, а ребрами – відносини. UML містить набір діаграм, що спочатку орієнтований на визначення, проектування та документування вимог, а також статичних та динамічних аспектів програмних систем.

Загалом можна відзначити, що UML – моделювання узагальнює досвід розвитку найбільш популярних методологій, у тому числі структурно-орієнтованих. Такий підхід забезпечує можливості для моделювання процесів із змінною структурою. У той самий час розглянуті кошти мови видаються недостатніми в організацію управління БП.

Технологія моделювання RUP (Rational Unified Process) базується на UML і загалом орієнтована на розробку програмного забезпечення. Ця технологія дозволяє описати як статичні аспекти, і життєвий цикл програмного забезпечення.

При проведенні моделювання БП в RUP передбачається розробка моделей бізнес-процесів та моделей бізнес-об'єктів, що описують реалізацію бізнес-процесів.

Динамічний аналіз бізнес-процесів із використанням апарату мереж Петрі. Мережа Петрі є орієнтований дводольний граф з вершинами двох типів – позиціями та переходами. У позиції мережі розміщуються маркери, переміщення яких дозволяє моделювати динамічні характеристики системи. Зміна маркування мережі відбувається через спрацювання переходу. Перехід спрацьовує у тому випадку, якщо у всіх його вхідних позиціях є

маркери та відбувається відповідна переходу подія. При спрацьовуванні переходу маркер видаляється зі всіх вхідних позицій і поміщається у всі вихідні позиції переходу.

Отримані динамічні моделі з урахуванням мереж Петрі дозволяють виконати:

- імітаційне моделювання системи БП;
- статичний аналіз системи;
- динамічний аналіз системи конкретного маркування мережі.

Динамічний аналіз моделі на основі мереж Петрі дозволяє виконати оцінку взаємодії процесів, тимчасових співвідношень та абсолютних часових параметрів процесів, а також обробку виняткових ситуацій. У цьому розглядається послідовне чи паралельне виконання процесів, наявність альтернативних варіантів взаємодії, одночасність виконання, однаковий час початку чи завершення процесів, тривалість процесу, абсолютний час початку процесу, порушення у виконанні процесів, що викликають виняткові ситуації.

Функціонально-вартісний аналіз бізнес-процесів є метод визначення вартості товарів та послуг на базі функцій та ресурсів, задіяних у всіх бізнес-процесах підприємства.

З використанням цього методу визначення вартості виробляється у два етапи: визначення витрат за виконання функцій; визначення витрат на товари та послуги. Витрати виконання функцій визначаються з урахуванням обліку прямих витрат, непрямих витрат і накладних витрат (тобто. витрат ресурсів). Витрати товари та послуги визначаються з урахуванням розрахованих першому етапі витрат за функції, реалізовані під час виробництва товару чи послуги.

Модель функціонально-вартісного аналізу включає три складові: описи необхідних ресурсів у грошах; функції, що описують ієрархію функцій підприємства; вартісні об'єкти – моделюють вироблені товари та.

Функціонально-вартісний аналіз дозволяє отримати загальний опис діяльності організації, що характеризує її ефективність і прибутковість товарів та послуг, що випускаються. Це створює можливість оцінки управління бізнес-процесами, і навіть адаптації послідовності процедур БП з урахуванням вартісних чинників .

Розглянуті у цьому підрозділі методи застосовуються для проектування аналізу та оптимізації БП, зокрема і БПС. Моделювання БП є важливим аспектом ЖЦ БП та його реалізації. Таким чином, модель БП певною мірою може впливати на структуру підприємства, змінюючи цілі підприємства, організаційну структуру, відображаючи неконтрольовані зовнішні збурення (зміна нормативно-правової бази, поява нових технологій тощо). У зв'язку з цим виникає проблема верифікації моделей БП таким чином, щоб надати проектувальнику модель формування БП, яка дозволить прогнозувати кінцевий вплив обраного типу БП на ІС.

Для організації проведення досліджень пропонується використовувати такі підходи (методи, методології):

- PDCA (Plan do check act) – методологія постійного вдосконалення цикл;
- темпоральна логіка;
- теорія графів.

Як похід до прийняття рішень доцільно використовувати методологію PDCA (Plan do check act) або цикл Демінга. PDCA (рисунок 1.1) – це циклічно повторюваний процес прийняття рішення, що використовується в управлінні якістю.

Методологія PDCA є найпростішим алгоритмом дій керівника з управління процесом і досягнення його цілей. Цикл керування починається з планування.

Планування – встановлення цілей і процесів, необхідні досягнення цілей, планування робіт з досягнення цілей процесу задоволення споживача, планування виділення і розподілу необхідних ресурсів.

Виконання – виконання запланованих робіт.

Перевірка – збирання інформації та контроль результату на основі ключових показників ефективності (KPI), що вийшов у ході виконання процесу, виявлення та аналіз відхилень, встановлення причин відхилень.

Вплив (управління, коригування) – вжиття заходів щодо усунення причин відхилень від запланованого результату, зміни у плануванні та розподілі ресурсів.

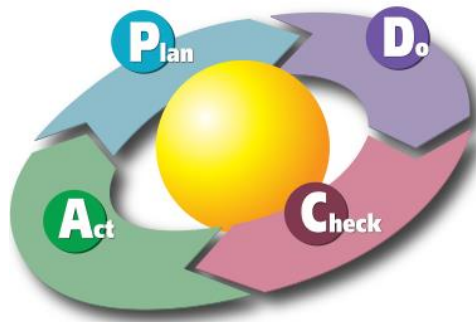


Рисунок 1.1 – Життєвий цикл методології PDCA

Таким чином, за допомогою методології PDCA ми маємо можливість приймати якісні управлінські рішення на основі достовірної інформації, що отримується на етапі контролю.

У дослідженнях теорія графів буде використана для побудови графічної моделі, яка дозволяє наочно уявити послідовність реалізації БПИС. Як вершина передбачається позначити закінчення попереднього етапу БПИС і початок наступного, а ролі ребра – ціну виконання цього етапу, позначену тимчасової характеристикою, чи цінової (гроші, ресурс) характеристикою.

Передбачається використовувати темпоральну логіку для опису графа (візуальної моделі) БПИС. У темпоральній логіки синтаксис операторів часу дозволяє коректно описати властивості процесу. Побудовані в такий спосіб логічні формули (або графи) процесів можна однозначно прочитати та зрозуміти .

Щоб уникнути неоднозначності в описі потоків робіт вводяться логічні модальні оператори. Логічні оператори зв'язку дозволяють описати розгалуження та злиття процесу, до них відносяться:

- оператор  $\wedge$ - «і» показує, що після виконання функції починається виконання всіх наступних функцій
- оператор  $\vee$ - «або» показує, що після виконання функції починається виконання однієї чи всіх наступних функцій.
- оперетор  $\neg$ - «ні» показує, що після виконання функції не виконується жодна інша функція.

Далі вводяться темпоральні оператори для опису функцій переходу від одного об'єкта до іншого, що залежать від часу.

Таким чином опис графа за допомогою темпоральної логіки, дозволить нам отримати кількісний опис бізнес-процесу, а також призначити та описати ті вартісні параметри графа (ціна, кошти, час).

Збір інформації здійснюється на етапі передпроектного обстеження для отримання всієї необхідної інформації про БПІС підприємства.

Формалізація БПІС буде здійснюватись за коштами темпоральної логіки, теорії графів.

За підсумками етапу формалізації здійснюється реалізація БПІС. Моделювання БПІС здійснюється відповідно до стандарту BPMN, після чого за коштами BPEL буде описаний виявлений формалізований змодельований БПІС.

Як засіб моделювання пропонується використовувати JBPM, який підтримує моделювання відповідно до стандарту BPMN (ПЗ), також однією з причин вибору даного засобу, була його можливість здійснювати проектування низки діаграм недоступного в рамках BPMN-засобів моделювання, а саме організаційної, функціональної та ін. .

Як програмне забезпечення в якому передбачається здійснювати опис бізнес-процесів (мовою BPEL) вибрано ActiveBPEL Engine . Даний інструментальний засіб дозволяє здійснювати опис бізнес-процесів мовою

BPML, крім цього, є можливість використовувати мови JAVA, XML (в рамках даного інструментарію). Мова JAVA пропонується використовувати як засіб для розробки інтерфейсу користувача, мова XML – для перетворення даних в необхідний нам формат. Для зберігання даних передбачається використовувати сховища даних (OLAP). Доступ до даних сховищ для їх заповнення та перегляду пропонується використовувати за допомогою вітрин даних. Надалі накопичені дані можна використовувати для аналізу та збору статистики БПІС підприємства за певний період.

### 1.3 Аналіз завдань моделювання та управління БПІС

Згідно зі статистикою найбільші труднощі в управлінні бізнес-процесами компаній з'являються на етапах контролю та аналізу бізнес-процесів, а також на етапі удосконалення бізнес-процесів.

У процесі управління БП, на етапі контролю та аналізу власник БП виступає як особа, яка приймає рішення (ЛПР). Таким чином власник є ЛПР, що бере участь у ПР та виборі області допустимих рішень при вирішенні багатокритеріального завдання.

Проблема полягає в підтримці ПР при реінжинірингу БП з урахуванням обмежень, що динамічно змінюються на оброблювані БП.

Отже, необхідно вирішити такі проблеми:

- необхідний контроль та аналіз процесів: потрібно контролювати точність їх виконання, розраховувати значення показників ефективності та співвідносити їх з плановими значеннями;

- процеси потребують регулярного вдосконалення (PDCA).

Для вирішення цієї проблеми передбачається низка підходів, заснованих на побудові послідовності процедур (workflow) та їх подальшу реорганізацію під час виконання процесу. Одним із найперспективніших є підхід, реалізований на основі технології BPMS.

Цей підхід дозволяє здійснювати моніторинг та управління БП, на основі стандартів (BPMN v 1.0 від OMG), та виконуваних мовою опису бізнес-процесів (BPEL v 1.1).

Бізнес-процеси із змінною структурою – це гнучкий бізнес-процес, тобто бізнес-процес підтримує внесення змін до своєї структури [2].

Причини появи бізнес-процесів із змінною структурою:

- зміна цілей діяльності підприємства;
- зміна організаційної структури;
- застосування нових технологій;
- поява нових процесів;
- зміна зовнішньої стосовно процесів середовища.

У зв'язку з появою БПС була розроблена нотація на оновлені, якою можливо здійснювати моделювання, управління бізнес-процесами (BPMN).

Специфікація BPMN описує графічну нотацію для відображення бізнес-процесів у вигляді діаграм бізнес-процесів (ДБП). BPMN орієнтована як на технічних фахівців, так і бізнес користувачів. І тому мова використовує базовий набір інтуїтивно зрозумілих елементів, які дозволяють визначати складні семантичні конструкції. Крім того, специфікація BPMN визначає як діаграми, що описують бізнес процес, можуть бути трансформовані в моделі, що виконуються на мові BPEL.

Основна мета BPMN – створення стандартної нотації, зрозумілої всім бізнес користувачам. Бізнес користувачі включають бізнес аналітиків, що створюють і покращують процеси, технічних розробників, відповідальних за реалізацію процесів і менеджерів, що стежать за процесами і керують ними. Отже, використання BPMS дозволяє організувати ефективну взаємодію між управлінцями та ІТ-фахівцями, а також дозволяє краще використовувати існуючі та прискорити розробку нових інформаційних систем. Основні функції BPMS – моделювання, виконання та моніторинг бізнес-процесів. Ґрунтуючись на даних моніторингу, організації виявляють вузькі цілі та удосконалюють свої бізнес-процеси. Цикл управління

замикається, коли за допомогою BPMN змінені бізнес-процеси оперативно впроваджуються в експлуатацію.

На даний момент існує кілька конкуруючих стандартів для моделювання бізнес-процесів. Поширення BPMN допоможе уніфікувати способи представлення базових концепцій бізнес-процесів (наприклад, відкриті та приватні бізнес-процеси, хореографії), а також більш складні концепції (наприклад, обробка виняткових ситуацій, компенсація транзакцій).

BPMN підтримує лише набір концепцій, необхідні моделювання бізнес процесів. Моделювання інших аспектів, окрім бізнес-процесів, знаходиться поза зоною уваги BPMN. Наприклад, моделювання наступних аспектів не описується у BPMN:

- модель даних;
- організаційну структуру.

Незважаючи на те, що BPMN дозволяє моделювати потоки даних та потоки повідомлень, а також асоціювати дані з діями, вона не є схемою інформаційних потоків.

За інформацією IDS Scheer , при реалізації повного циклу управління бізнес-процесами із змінною структурою з використанням BPM-систем можна досягти: скорочення часу виконання бізнес-процесів; вартості процесів; числа рекламацій клієнтів; числа внутрішніх звернень до служби підтримки; часу навчання нових співробітників, підвищення точності планування.

#### 1.4 Постановка задачі

На сьогоднішній день актуальним завданням у галузі моделювання БП є побудова гнучкої моделі бізнес-процесів. Це викликано тим, що традиційний підхід до управління передбачає жорстоку, заздалегідь задану послідовність виконання процедур БП. Такий підхід до бізнес-процесу, як

до статичного об'єкта викликає масу труднощів пов'язаних з тим, що абсолютно всі ситуації та події БП передбачити неможливо і як наслідок при їх виникненні з'являються затримки та ситуації, що не вирішуються.

Метою даної дослідницької роботи є дослідження моделей БП, побудова гнучкої моделі БП засобами інформаційної технології IBM WebSphere .

Для досягнення цього завдання необхідно розглянути:

- узагальнений формалізований опис об'єкта дослідження;
- логічні моделі бізнес-процесів із урахуванням бізнес-правил;
- алгоритми та технології реалізації розроблених методів та моделей;
- дослідження одержаних наукових результатів;
- аналіз галузі використання одержаних результатів.

У даному розділі було розглянуто підхід до управління підприємством, проаналізовано завдання моделювання та управління БПС, проведено огляд та аналіз існуючих підходів та методів у галузі моделювання бізнес-процесів, проаналізовано формалізовані моделі БПС. На основі проведеного аналізу було визначено критерії управління підприємством. Дані отримані у першому розділі будуть використані надалі для реалізації наступних завдань: побудова математичної та інформаційної моделі, для оцінки адекватності побудованих моделей, розробки програмного забезпечення (ПЗ).

## 2 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ У РАМКАХ НАУКОВОЇ ЗАДАЧІ

### 2.1 Опис процесів, пов'язаних з об'єктом дослідження

Бізнес-процес – це стабільна, спрямована на досягнення мети сукупність взаємопов'язаних видів діяльності, яка за визначеною технологією трансформує входи у виходи, що створюють цінність для споживача.

Власник бізнес-процесу – це відповідальна посадова особа, яка володіє необхідним персоналом, інфраструктурою, програмним та апаратним забезпеченням, а також інформацією про бізнес-процес. Вона здійснює управління його виконанням та відповідає за результати й ефективність бізнес-процесу.

Вхід бізнес-процесу – це ресурс, потрібний для виконання бізнес-процесу.

Вихід бізнес-процесу – це результат (продукт або послуга), отриманий у результаті виконання бізнес-процесу.

Документообіг – це система, що забезпечує документальне супроводження діяльності організації.

Замовник – посадова особа, яка володіє необхідними ресурсами та повноваженнями для прийняття рішень щодо проведення робіт із опису, регламентації або аудиту (перевірки) бізнес-процесу.

Модем – графічний, табличний, текстовий чи символічний опис бізнес-процесу або його взаємопов'язаної сукупності.

Показники бізнес-процесу – це кількісні або якісні параметри, які характеризують бізнес-процес і його результати.

Показники ефективності бізнес-процесу (ПЕ) – параметри, що відображають співвідношення між досягнутим результатом і витраченими на його досягнення ресурсами.

Показники продукту (послуги) (ПП) – характеристики продукту або послуги, що є результатом бізнес-процесу.

Показники задоволеності клієнта (споживача) – дані, які характеризують ступінь відповідності продукту чи послуги очікуванням та потребам клієнта.

Постачальник – суб'єкт, який забезпечує надання ресурсів.

Споживач (клієнт) – суб'єкт, що отримує результат бізнес-процесу. Споживач може бути:

– внутрішнім – розташованим у межах організації, який використовує результати (виходи) попереднього бізнес-процесу в своїй діяльності;

– зовнішнім – розташованим за межами організації, який споживає результат діяльності (вихід) організації.

Операція (робота) – окремий елемент бізнес-процесу.

Регламент бізнес-процесу (опис бізнес-процесу) – документ, у якому зафіксовано послідовність операцій, відповідальних осіб, порядок взаємодії виконавців і процедури прийняття рішень для впровадження покращень.

Ресурси – це все необхідне для виконання бізнес-процесу, зокрема інформація (документи, файли), фінансові кошти, матеріали, персонал, обладнання, інфраструктура, середовище, програмне забезпечення.

Мережа бізнес-процесів організації – система взаємопов'язаних та взаємодіючих бізнес-процесів, що охоплюють усі функції, виконувані підрозділами організації.

Функція – це напрямок діяльності елемента організаційної структури, що являє собою сукупність однорідних операцій, які виконуються на постійній основі.

Діяльність може здійснюватися організацією в цілому, окремим підрозділом, групою підрозділів або окремим виконавцем. Відповідно, процеси можна визначати й аналізувати на різних рівнях деталізації, але для управління організацією доцільно починати їх визначення з найвищого рівня. Процеси рекомендується групувати за такими категоріями:

- основні процеси;
- допоміжні процеси;
- процеси управління.

Процесний підхід до управління знайшов своє найбільш повне формулювання у стандарті МС ІСО 9000:2000: «Будь-яка діяльність або сукупність діяльності, в якій використовуються ресурси для перетворення входів у виходи, може розглядатися як процес». МС ІСО 9000:2000 визначає вимоги до системи управління якістю та може слугувати орієнтиром для створення ефективної системи менеджменту в будь-якій організації.

Розглянемо модель бізнес процесу як приклад виробничого підприємства.

Управлінням підприємства здійснює президент АТЗТ, який відповідає за питання стратегічного характеру та здійснює контроль за діяльністю всіх відділів. У підпорядкуванні президента перебувають головний інженер і комерційний директор.

Головний інженер відповідає за визначення технічної політики та напрямів технічного розвитку підприємства. Його функції включають забезпечення належного рівня технічної підготовки виробництва, підвищення його ефективності, продуктивності праці та раціонального використання ресурсів. Він також відповідає за якість і конкурентоспроможність продукції, її відповідність чинним державним стандартам і технічним умовам.

До обов'язків головного інженера входить організація розробки та реалізації планів впровадження нових технічних і технологічних рішень, проведення науково-дослідних робіт і організаційно-технічних заходів, а також забезпечення своєчасної підготовки технічної документації. Він керує роботою технічних служб підприємства, здійснює контроль за їх результатами та виступає першим заступником президента АТЗТ, несучи відповідальність за ефективність виробничої діяльності [2].

Функціональні обов'язки комерційного директора включають:

а) керівництво фінансово-господарською діяльністю підприємства у сферах матеріально-технічного забезпечення, а також ефективного та цільового використання матеріальних і фінансових ресурсів;

б) організація роботи підпорядкованих служб і підрозділів (технологічного цеху, відділу інформаційних технологій (ІТ) і розвитку, їдальні, транспортної ділянки, бухгалтерії, планово-економічного відділу, сектору з кадрів) у таких напрямках:

- розробка перспективних і поточних планів виробництва й реалізації продукції;

- визначення довгострокової стратегії комерційної діяльності та фінансових планів;

- створення стандартів з матеріально-технічного забезпечення якості продукції;

- організація зберігання й транспортування сировини;

- забезпечення збуту готової продукції;

в) укладання господарських і фінансових договорів з постачальниками й споживачами сировини та продукції, забезпечення виконання договірних умов постачання (щодо кількості, асортименту, якості, термінів і інших параметрів);

г) контроль за реалізацією продукції і матеріально-технічним забезпеченням підприємства, а також за фінансовими й економічними показниками діяльності. Забезпечення раціонального витрачання оборотних коштів, правильного використання банківських кредитів, припинення випуску неконкурентної продукції та своєчасної виплати заробітної плати працівникам;

д) укладання договорів на постачання сировини й матеріалів;

е) розробка заходів з ресурсозбереження та комплексного використання матеріальних ресурсів, удосконалення нормування витрат сировини, матеріалів і оборотних коштів;

ж) контроль за дисципліною та дотриманням зобов'язань щодо постачання сировини та матеріалів, їх відповідності укладеним договорам;

и) аналіз ринкової кон'юнктури стосовно виробів, що випускаються підприємством, з метою адаптації діяльності до потреб ринку [3].

Головний бухгалтер відповідає за організацію бухгалтерського обліку господарсько-фінансової діяльності підприємства, а також за контроль економного використання матеріальних, трудових і фінансових ресурсів. До його обов'язків входить:

- контроль за дотриманням порядку оформлення первинних і бухгалтерських документів;

- контроль витрат фонду заробітної плати;

- встановлення посадових окладів працівників підприємства.

Прийом сировини та матеріалів здійснюється працівниками лабораторії. Вони знімають проби для аналізу, після чого сировину розвантажують на склад.

Начальник лабораторії керує її діяльністю та визначає:

- вимоги до сировини й відповідність її якісним стандартам, технічним умовам і нормативним документам;

- відповідність проектів планів матеріально-технічного забезпечення планам виробництва;

- виконання договірних зобов'язань щодо надходження та реалізації сировини й матеріалів.

Він також бере участь у:

- підготовці даних для претензій на поставку неякісних товарно-матеріальних цінностей і відповіді на претензії замовників;

- контролі за дотриманням правил зберігання товарно-матеріальних цінностей на складах;

- оформленні документів, пов'язаних із постачанням і реалізацією сировини;

- складанні звітності за встановленими формами.

Після перевірки працівник лабораторії проставляє позначку на накладній, дозволяючи прийом сировини до складу.

Комірник на основі накладної, оформленої лабораторією, створює прибутковий ордер і дає дозвіл на розвантаження машини для прийому сировини на склад.

Проблема автоматизації руху сировини на АТЗТ «Хладопром» є актуальною, оскільки потребує врахування численних факторів, що робить це завдання складноформалізованим. Для забезпечення комплексного контролю всіх бізнес-процесів – від прийому сировини від постачальників до її постачання кінцевим споживачам – необхідно впровадити комплексну систему управління ресурсами підприємства, яка буде характеризуватися широким функціоналом та високою надійністю.

З огляду на специфіку діяльності підприємства та високі вимоги до автоматизації, було обрано ERP-систему як оптимальне рішення.

ERP-система – це інтегрований набір додатків, що дозволяє створити єдине середовище для автоматизації планування, обліку, контролю та аналізу всіх ключових операцій, пов'язаних із управлінням підприємством.

Основою роботи ERP-продуктів є модульна структура, яка забезпечує гнучке управління всіма аспектами діяльності. Система автоматизації охоплює всі основні процеси підприємства, дозволяючи замінити кілька окремих програм, які відповідають за різні сфери діяльності, на одну інтегровану програму управління. Таким чином, ERP сприяє підвищенню ефективності та координації процесів у масштабах всього підприємства.

ERP-системи базуються на принципі єдиного сховища даних, яке містить всю корпоративну інформацію та забезпечує одночасний доступ до неї необмеженої кількості працівників, що мають відповідні повноваження. Зміни в даних здійснюються через функціональні можливості системи.

ERP-системи дозволяють:

– формувати плани виробництва;

- планувати потреби в сировині, терміни й обсяги поставок для виконання виробничих завдань;
- керувати запасами та закупівлями: облік договорів, реалізація централізованих закупівель, оптимізація складських і виробничих запасів;
- планувати виробничі потужності від загального рівня до окремих верстатів і обладнання;
- вести облік та управління проектами, включаючи планування етапів і ресурсів.

#### Основні переваги ERP-систем:

- використання однієї інтегрованої програми замість кількох окремих;
- гнучка система прав доступу, що дозволяє надавати користувачам доступ лише до тієї інформації, яка відповідає їхнім обов'язкам. Це забезпечує захист від інформаційних загроз як внутрішнього, так і зовнішнього характеру;
- керівництво підприємства має постійний доступ до всієї необхідної інформації для прийняття рішень у реальному часі.

#### Проблеми ERP-систем:

- недостатні інвестиції в навчання персоналу, включаючи співробітників, які відповідають за впровадження та тестування системи;
- відсутність чіткої політики захисту даних і забезпечення їх цілісності в системі.

#### Обмеження використання ERP-систем:

- кваліфікація персоналу: 90% успіху впровадження ERP залежить від досвіду і рівня навчання співробітників, відповідальних за її безперебійну роботу;
- висока вартість: ERP-системи вимагають значних фінансових вкладень;
- складність у використанні: ERP-системи можуть бути технічно складними для розуміння й експлуатації.

– проблема «слабкої ланки»: ефективність системи може знижуватися через неякісну роботу одного департаменту чи партнера.

На даний момент у промислову експлуатацію введено декілька контурів оперативного управління, зокрема контури «Виробництво», «Постачання» і «Складський облік», а також ряд інших.

Контур «Виробництво» забезпечує:

- ведення планових і фактичних рецептур продукції та напівфабрикатів;
- позамовне формування головного календарного плану виробництва;
- списання сировини на випуск продукції;
- розрахунок собівартості продукції.

Контур «Постачання» вирішує завдання забезпечення виробничого процесу матеріальними ресурсами. У рамках цього контуру вже введено завдання розрахунку потреби в сировині.

Контур «Складський облік» дозволяє:

- здійснювати суворий партійний облік сировини та готової продукції на складах;
- контролювати походження кожного інгредієнта на всіх етапах виробництва та зберігання;
- застосовувати штрих-кодування для сировини та матеріалів;
- реалізовувати контроль адресного зберігання ресурсів на складі.

Мета системи полягає в автоматизації процесу обліку руху сировини на складі, що дозволяє ефективно супроводжувати й контролювати складські процеси працівниками підприємства.

Для представлення функціонування підприємства, його документообігу та бізнес-процесів, що відбуваються на підприємстві, планується використовувати структурний підхід. Цей підхід дозволяє створювати чіткі інформаційні моделі для аналізу та оптимізації всіх аспектів діяльності підприємства.

## 2.2 Логічний підхід до опису бізнес-процесів

Темпоральна логіка є зручним інструментом для формального опису бізнес-процесів, оскільки дозволяє задавати властивості систем у вигляді формалізованого тексту. Опис систем за допомогою темпоральної логіки здійснюється через спеціальні формули. Зазвичай, під час роботи з темпоральними формулами розглядаються лише ті, що належать до певного обмеженого класу. Такі класи темпоральних формул називаються темпоральними логіками, або просто логіками.

Таким чином, термін «темпоральна логіка» має два основних значення:

- як мова для специфікації властивостей;
- як клас формул певного типу.

Серед найвідоміших темпоральних логік, що застосовуються для опису та перевірки властивостей програмних систем, виділяють CTL (логіка дерев обчислень, Computational Tree Logic) і LTL (логіка лінійного часу, Linear Time Logic) [3], [4], [5], [6]. Логіка LTL описує обчислення як послідовність станів, а логіки з гіллястим часом, такі як CTL і CTL\*, дозволяють формулювати твердження про всі можливі шляхи або про існування конкретного шляху, що задовольняє певним умовам.

Крім зазначених, існує також логіка LCR (Logic for Contract Representation), яка є розширенням CTL\*, розробленої Емерсоном (Emerson) і Халперном (Halpern). CTL\*, у свою чергу, розширює класичну пропозиційну логіку.

LCR має можливість встановлювати терміни виконання тих чи інших етапів бізнес-процесу. Для цієї мети існує деонтичний оператор  $O_a(\rho \leq \delta)$ .

Оператор  $O_a(\rho \leq \delta)$  позначає наступне: користувач *a* спостерігає, щоб дію  $\rho$  було виконано до настання деякої події  $\delta$ .

Крім зазначеного, темпоральна логіка також може бути застосована для ефективнішого моделювання потоків робіт (Work Flow Modeling). Завдяки своїм особливостям, модальна логіка є зручним інструментом для формулювання глобальних висновків щодо функціонування всієї програми бізнес-процесу. Синтаксис операторів часу в темпоральній логіці дозволяє точно описувати властивості процесу. Логічні формули (або схеми), побудовані на основі темпоральної логіки, зрозумілі та не допускають неоднозначності в інтерпретації.

Для уникнення двозначностей у описі потоків робіт використовуються логічні й модальні оператори. Логічні оператори зв'язку дозволяють моделювати розгалуження та злиття процесу, серед яких:

- оператор  $\wedge$  (і): означає, що після виконання однієї функції починається виконання всіх наступних функцій одночасно.
- оператор  $\vee$  (або): вказує, що після виконання функції починається виконання однієї або кількох наступних функцій.
- оператор  $\neg$  (ні): означає, що після виконання функції не запускається жодна інша функція.

Далі вводяться темпоральні оператори, які використовуються для опису переходів між об'єктами залежно від часу. Це дозволяє моделювати функції переходу в контексті часових обмежень і послідовності виконання процесів.

Нехай  $Br$  - це базовий набір бізнес-процедур, які можна визначити як  $\{Br_j\}$ . Зазначимо, що результат виконання  $j$ -бізнес-процедури  $Br_j$  виконавцем, що виконує роль  $Rl_o$  є проміжним результатом бізнес-процесу. Можемо формалізувати модель опису бізнес-процесів як структуру лінійного часу  $M = (Rl_o, D_j^{In}, D_j^{Out}, L)$ , де  $Rl_o$  – це роль виконавця процедури,  $D_j^{In}, D_j^{Out}$  – відповідно безліч вхідних та вихідних даних бізнес-процедур  $Br_j$

Відображення  $L$  має такий вигляд  $L: Rl_o \times Br \rightarrow \{true, false\}$ , де  $L(Rl_o, Br_1) = true$ . Такий запис означає, що об'єкт  $Br_1$  виконується правильно у певний час. Тепер можна запровадити модальні оператори системи. Ці оператори показують, у який час виконується бізнес-процедура  $Br_1$ . До них належать такі:

- $FBr_1$  – означає «іноді виконується  $Br_1$ », «зрештою  $Br_1$ »;
- $GBr_1$  – «завжди виконується  $Br_1$ », «надалі буде бізнес-процедура  $Br_1$ »;
- $XBr_1$  – «Наступний момент часу  $Br_1$ »;
- $Br_1 \cup Br_2$  – «Буде виконуватись бізнес-процедура  $Br_1$  доти, доки не виконуватиметься  $Br_2$ ».

Для зв'язку логічних висловлювань існує імплікація ( $\Rightarrow$ ), що означає «Якщо  $Br_1$ , то  $Br_2$ » і еквівалентність ( $\Leftrightarrow$ ), що означає « $Br_1$  тоді і лише тоді, коли  $Br_2$ ». Наприклад пояснимо,  $Br_1 \vee Br_2 \Leftrightarrow \neg(\neg Br_1 \wedge \neg Br_2)$ ; висловлювання  $Br_1 \Rightarrow Br_2$  те саме, що  $\neg Br_1 \vee Br_2$ . Істина чи брехня може бути записана у вигляді:  $Br_1 \vee \neg Br_1$ , тобто. бізнес-процедуру  $Br_1$  виконано або не виконано;  $false$  –  $\neg true$  [4].

Як інформаційний метод для моделювання процесів підприємства передбачається використання структурного підходу, який дозволяє відобразити функціонування підприємства, його документообіг і основні бізнес-процеси.

Для представлення функціонування підприємства застосовано модель функцій IDEF0, яка забезпечує формалізований опис завдань, зокрема обліку переміщення готової продукції підприємства. Ця модель дозволяє чітко визначити всі етапи процесу, ресурси, що використовуються, та умови, необхідні для виконання завдань, забезпечуючи зрозумілу візуалізацію і структурування бізнес-процесів.

Як вихідний опис математичної моделі можна прийняти наступне вираз:  $M = \langle S, K, SP, SS \rangle$ , де  $\Delta t_{ij} = \Delta t_{ij} = \langle \pm 0 \div 4 \rangle$ , S – signal (сигнал з датчика), C – stroke code (штрих-код), SP – scan picture (зображення сигналу), SM – signal means (сигнал пристрою), i – i- тий відділ, j – j-та камера.

Розв'язуване завдання належить до класу задач, що стосуються теорії ймовірностей, математичної статистики та прийняття рішень (ПР). Для формалізованого опису цієї задачі виділено клас математичних моделей, що включає:

- лінійні моделі;
- детерміновані моделі;
- статичні моделі;
- дискретні моделі.

На підприємстві такі задачі раніше не вирішувалися, тому готового рішення чи напрацьованих математичних підходів для них немає. Для реалізації цієї задачі пропонується використати такі інформаційні технології:

Технологія штрих-кодування. Основна мета цієї технології – скорочення часу на збір, обробку та введення оператором інформації з паперових документів (відомості про товар, готову продукцію, суміші, піддони тощо), підвищення точності введених даних і зниження кількості помилок, що виникають під час ручного введення.

Технологія централізованого збору даних з датчиків. Метою впровадження цієї технології є скорочення часу збору даних із датчиків, оперативне виявлення перевищення допустимих температур, зниження ризиків аварій, автоматизація документування отриманої інформації та підвищення її достовірності.

Очікувані результати впровадження:

- оптимізація процесу збору та обробки інформації зі штрих-кодів, що дозволить скоротити час, витрачений на зчитування даних, їх передачу на

ПК і подальшу обробку, а також забезпечить високу достовірність отриманих даних;

– скорочення часу реакції на надзвичайні ситуації, оперативне виявлення перевищення допустимих показників, точне ведення журналу змін температурних параметрів у камерах та формування відповідних записів у журнальних файлах.

Комплексне застосування запропонованих інформаційних технологій, програмного забезпечення та математичних моделей дозволить виконати весь перелік завдань та досягти поставлених цілей, описаних у першому розділі.

### 2.3 Модель подання БПС

На сьогоднішній день розроблено безліч моделей бізнес-процесів, орієнтованих на різні сфери діяльності. Традиційний підхід до управління передбачає чітко визначену та наперед задану послідовність виконання процедур у бізнес-процесі. Однак останніми роками з'явився новий клас бізнес-процесів, який використовує атрибути робіт і поєднує процесне управління з урахуванням даних, характерних для неструктурованих процесів із залученням робочих груп, локальних мереж тощо.

Бізнес-процеси зі змінною структурою є гнучкими, тобто такими, що дозволяють змінювати свою структуру відповідно до потреб. Основні причини виникнення таких бізнес-процесів включають:

- зміну цілей діяльності підприємства;
- модифікацію організаційної структури;
- впровадження нових технологій;
- появу нових процесів;
- зміни у зовнішньому середовищі, що впливають на процеси.

Модель бізнес-процесу зі змінною структурою відрізняється від традиційних тим, що враховує ролі виконавців та структуру бізнес-об'єктів,

що забезпечує можливість реконфігурації бізнес-процесів. На рисунку 2.1 зображено багатокомпонентну модель бізнес-процесу зі зміненою структурою.

У межах цієї моделі виділяються дві основні групи правил:

– правила, що описують знання про сам процес і накладають обмеження на його виконання;

– правила «обробки» документів, які регламентують порядок їх аналізу й обробки з метою виявлення ключових даних, що впливають на управління процесом і його можливу реконфігурацію.

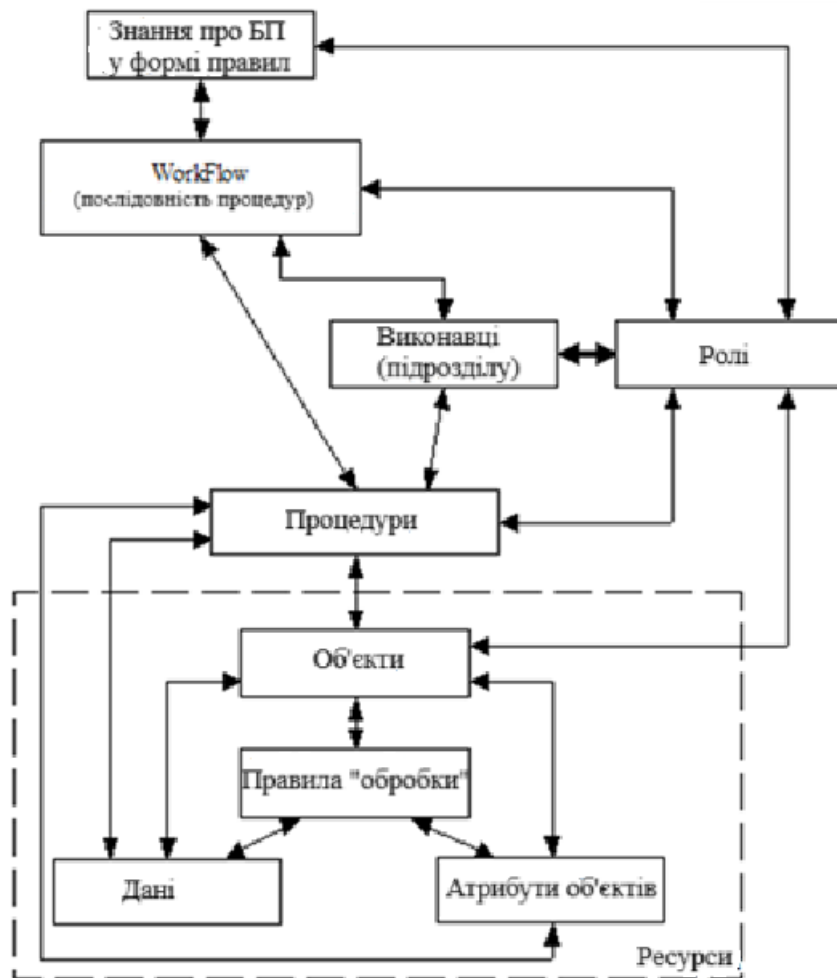


Рисунок 2.1 – Модель представлення бізнес-процесу із зміненою структурою

Аналіз показав, що на даний момент формалізація динамічних характеристик бізнес-процесів здійснюється на основі трьох основних підходів:

- граф управління потоком робіт;
- темпоральні (часові) обмеження;
- правила типу «подія – умова – дія».

Граф управління потоком робіт є найбільш зручним інструментом для візуального відображення локальних залежностей між процедурами процесу. Цей підхід широко використовується у комерційних системах управління бізнес-процесами. Типовий граф включає:

- початкові та кінцеві процедури процесу;
- послідовність процедур;
- точки паралельного виконання процедур;
- точки розгалуження процесу.

Дуги графа можуть мати позначення, які задають умови переходів, що залежать від поточного стану процесу. Виконання процедури в кінці дуги можливе лише за умови виконання процедури на початку дуги та відповідної умови переходу.

Попри зручність цього підходу для відображення типових послідовностей процедур, граф управління потоком робіт має ряд суттєвих обмежень у контексті бізнес-процесів зі змінною структурою:

- обмеженість у специфікації глобальних залежностей між процедурами різних процесів;
- складність перебудови бізнес-процесів, оскільки граф задає жорстко фіксовану послідовність процедур;
- ігнорування історії виконання процесу, яка може впливати на його поточний стан і порядок виконання процедур.

Ці обмеження ускладнюють використання графів управління потоком робіт для бізнес-процесів із динамічно змінною структурою, що потребує розгляду альтернативних підходів.

Відзначимо, що для бізнес-процесно-інформаційних систем (БПІС) порядок подій у процесі залежить від його історії виконання. Врахування історії значно ускладнює граф управління потоком робіт, що робить його менш зрозумілим і складним для відображення. Для опису подібних складних взаємодій застосовується мова специфікації залежностей, побудована на основі темпоральної алгебри. Темпоральна алгебра дозволяє моделювати граф управління потоком робіт без використання дуг із зазначеними умовами переходу.

Однак цей підхід не підходить для моделювання бізнес-процесів, які потребують урахування проміжних станів процесу та прийняття рішень на основі отриманих результатів. Алгебраїчний метод також має низку обмежень при роботі з бізнес-процесами зі змінною структурою. Він не забезпечує природного опису таких аспектів, як підпроцеси, обробка відмов, корекція потоків робіт, підтримка прийняття рішень і верифікація цілісності та коректності бізнес-процесів.

Таким чином, обидва розглянуті підходи забезпечують специфікацію формалізованої послідовності процедур бізнес-процесу, проте не враховують впливу зовнішніх непередбачуваних подій, серед яких:

- перевищення допустимих часових інтервалів виконання процедур;
- нестача або відсутність необхідних ресурсів;
- відмова елементів керованого об'єкта;
- виникнення програмних винятків.

Загальною характеристикою таких подій є те, що вони відбуваються поза межами моделі бізнес-процесів і потребують негайної реакції від системи управління бізнес-процесами.

Для моделювання подій, які спричиняють зміни структури бізнес-процесу, застосовується підхід, що базується на використанні правил типу «подія – умова – дія» (тригери). Кожне таке правило складається з трьох основних компонентів:

- події, що відбуваються з бізнес-процесом у реальному часі;

– умови, які обчислюються на основі параметрів, що відображають поточний стан бізнес-процесів;

– дії, що реалізуються через процедури бізнес-процесу, або за допомогою вбудованих засобів системи управління бізнес-процесами, або через зовнішні додатки.

Перевірка умови виконується щоразу, коли виникає подія, яка є першим елементом правила. Якщо умова виявляється істинною, то правило активується, і здійснюється відповідна дія. Цей підхід забезпечує різні типи взаємозв'язків між бізнес-процесами та процедурами, що входять до їхнього складу, зокрема:

– миттєва взаємодія. Умова перевіряється одразу після виявлення події у рамках виконуваної процедури бізнес-процесу;

– взаємодія із затримкою. При виявленні події під час виконання процедури умова перевіряється лише після завершення всіх операцій у межах цієї процедури;

– окреме виконання. Умова обчислюється окремою процедурою. Цей тип взаємозв'язку дозволяє розділяти тривалі послідовності правил і розміщувати їх у різних процедурах.

Застосування підходу на основі тригерів забезпечує гнучкість у моделюванні взаємодій між процедурами та бізнес-процесами, дозволяючи адаптувати їх до змін і підвищувати ефективність управління складними процесами.

Таким чином, розглянуті підходи взаємно доповнюють один одного, забезпечуючи можливість моделювання різних аспектів бізнес-процесів (БП). З огляду на особливості бізнес-процесів із змінною структурою, для формалізації функціонування бізнес-процесно-інформаційних систем (БПІС) необхідна інтеграція цих підходів.

Інтегрований підхід спрямований на створення декларативного опису бізнес-процесів, що базується на графі управління потоком робіт, часових обмеженнях і бізнес-правилах. На основі цього декларативного опису

виконується синтез моделі бізнес-процесу за допомогою правил бізнес-процесів (БПР).

Такий підхід повинен забезпечувати наступні можливості:

- підтримка прийняття рішень у процесі управління бізнес-процесами;
- аналіз, верифікація та оптимізація моделювання бізнес-процесів;
- реконфігурування процесів у реальному часі, що дозволяє адаптувати їх до змін середовища.

Відповідно до зазначених положень та особливостей БПС, підхід до формалізації бізнес-процесів зі змінною структурою має включати такі можливості:

- доступність результатів виконання БП для зовнішнього аналізу, наприклад, у вигляді досягнення певних станів процесу;
- наявність часових характеристик у моделі процесу;
- формалізація обмежень, які стосуються процесів (включно з часовими обмеженнями, обмеженнями на процедури та ресурси).
- виявлення станів із відхиленнями та можливість моделювання шляхів повернення процесу до нормального стану.

Для розв'язання завдання створення формальної основи для слабоструктурованих бізнес-процесів пропонується удосконалення апарату обчислювальної деревоподібної логіки, що була повністю аксіоматизована в попередніх дослідженнях.

Відповідно до цього підходу бізнес-процеси описуються логічними формулами, які інтерпретуються у вигляді графів, що розгортаються в часі та відображають можливі шляхи виконання процесу. У таких графах вершини позначають поточний стан бізнес-процесу, а дуги – події, що викликають перехід із одного стану в інший.

Шлях виконання бізнес-процесу відображає послідовність подій у часі, а також рішення, які приймаються під час виконання процесу для його коригування.

Цей підхід орієнтований на моделювання взаємодії між елементами змінних бізнес-процесів, ґрунтуючись на формалізації результатів виконаних операцій незалежно від внутрішньої структури цих елементів. Основною метою є ідентифікація станів бізнес-процесу, у яких порушуються встановлені обмеження.

Зазначені обмеження формуються з урахуванням трьох ключових аспектів:

- допустимих часових параметрів процесу;
- припустимих станів бізнес-процесу;
- послідовності досягнення необхідних станів у процесі.

Синтаксис і семантика логіки бізнес-процесів зі змінною структурою розширюють можливості обчислювальної деревоподібної логіки. Набір формул, що використовується для опису, визначається індуктивно та базується на:

- правилах, які можуть приймати значення «істина» або «брехня»;
- бізнес-процедурах, здатних змінювати хід виконання процесу.

Семантика цього опису полягає у представленні слабоструктурованого бізнес-процесу у формі графа, що розгортається у часі залежно від подій, які відбуваються. Такий підхід дозволяє детально описати реалізацію бізнес-процесів і враховувати їхню змінну структуру.

Граф реалізації бізнес-процесу  $G$  включає набір станів процесу  $S$  і набір  $R$  послідовних відносин між цими станами:

$$G = (S, R), \quad R \subseteq S \times S. \quad (2.1)$$

Шлях  $\Pi$  реалізації процесу з урахуванням безлічі відносин  $R$  є послідовність станів  $\Pi = (s_1, \dots, s_k, s_{k+1}, \dots, s_K)$ , кожної пари станів  $(s_k, s_{k+1})$  якого виконується умова:

$$\forall k = \overline{1, K} \quad (s_k, s_{k+1}) \in R, \quad k = \overline{1, K}. \quad (2.2)$$

Іншими словами, набір відносин задає шлях, тобто послідовність станів бізнес-процесу, при цьому для всіх станів цієї послідовності завжди виконуються відносини, що належать множині  $R$ .

Зазначимо, що з підходу, що розглядається, існує початковий стан  $s_1$  графа можливих реалізацій процесів.

Семантична модель бізнес-процесу  $M = (G, E)$  включає граф  $G$  реалізації процесу, що розгортається в часі, і набір функцій оцінки  $E$ . Кожен елемент множини  $E$  пов'язує кожен стан процесу  $s_k \in S$  з набором елементарних виразів  $\Phi_j \in \Phi$ , які є істинними для цього процесу.

Відповідно, шлях реалізації бізнес-процесу представляє собою послідовність станів, яка змінюється залежно від подій, що виникають. Коригування подальших станів процесу, тобто реалізація відповідних елементів бізнес-процесу, здійснюється на основі знань про предметну область через удосконалення, перебудову або реінжиніринг.

Таким чином, запропонований логічний підхід забезпечує можливість опису бізнес-процесу у формі набору станів і множини шляхів, які представлені як послідовності цих станів. Так, реалізація  $i$  – бізнес-процесу описується шляхом  $\Pi_i$ :

$$\Pi_i = (s_{i1}, s_{i2}, \dots, s_{ij}, \dots), \quad (2.3)$$

де  $s_{ij}$  –  $i$ -стан  $j$ -бізнес-процесу.

Зазначимо, що істинність логічної моделі бізнес-процесно-інформаційної системи (БПС) згідно з запропонованим підходом визначається на основі шляху реалізації бізнес-процесу, а не окремих його станів. Істинність логічної моделі БП  $\lambda$  на шляху реалізації  $i$  – бізнес-

процесу означає, що модель  $\lambda$  може виконуватися, починаючи зі стану  $s_{i1}$ . Під час її виконання поточний стан бізнес-процесу змінюватиметься у послідовності  $\Pi_{ik}$ , до завершення  $i$ -процесу.

Позначимо істинність моделі  $\lambda$  для до – того шляху реалізації  $i$ -бізнес-процесу  $\Pi_{ik}$  виразом  $\Pi_{ik} \models \lambda$  :

$$\Pi_{ik} \models \lambda \Leftrightarrow x_{ik}(\lambda) = true, \lambda \in \Lambda, \quad (2.4)$$

де  $\Lambda$  – безліч моделей БП підприємства.

Відповідно, формула  $\lambda$  є здійсненою для до – шляхи реалізації  $j$ -бізнес-процесу, якщо

$$\exists \Pi_{ik} \quad \Pi_{ik} \models \lambda. \quad (2.5)$$

Вираз  $\lambda_1 \wedge \lambda_2$  означає, що обидві моделі реалізації БП  $\lambda_1$  і  $\lambda_2$  виконуються на тому самому шляху:

$$\Pi_{ik} \models \lambda_1 \wedge \lambda_2 \Leftrightarrow ((\Pi_{ik} \models \lambda_1) \wedge (\Pi_{ik} \models \lambda_2)). \quad (2.6)$$

Вираз (2.6) забезпечує можливість формалізації обмежень на виконання бізнес-процесу, а також функціональних вимог до нього, представлених у вигляді правил у багатокomпонентній моделі бізнес-процесу.

Припустимо, що логічна модель  $\lambda_j$  визначає послідовність станів БП, що відбивають різні ситуації, що виникають під час реалізації бізнес-процесу. Інакше кажучи,  $\lambda_j$  визначає послідовність  $Wf_j(Br)$  виконання процедур БП. Тоді модель  $\lambda_l$  може визначати обмеження чи функціональні

вимоги до БП, задані у вигляді розглянутих бізнес-правил. Оскільки відповідно до  $Br_l = true, l = \underline{1, L}$ , то

$$\Pi_{ik} \models \lambda_j \wedge \lambda_l \Leftrightarrow \Pi_{ik} \models Wf_j(Br) \wedge Bpr_l, \quad j = \overline{1, J}, \quad l = \overline{1, L}. \quad (2.7)$$

Це твердження демонструє, що реалізація багатокomпонентної моделі бізнес-процесу може бути представлена за допомогою логічних моделей, побудованих на основі запропонованого підходу. Вираз (2.5) описує можливість оцінки досяжності цілей для різних варіантів реалізації бізнес-процесу з урахуванням функціональних вимог, сформульованих у вигляді правил. Така оцінка досяжності цілей створює умови для виконання динамічного реінжинірингу бізнес-процесів у ході їх реалізації.

Вираз  $\lambda_1 \vee \lambda_2$  відповідає АБО – вершинам у традиційному графі управління потоком робіт і в загальному випадку визначає недетерміноване виконання логічних виразів  $\lambda_1$  або  $\lambda_2$ , що відображають відповідні послідовності процедур:

$$\begin{aligned} \Pi_{ik} \models \lambda_1 \vee \lambda_2 &\Leftrightarrow ((\Pi_{ik} \models \lambda_1) \vee (\Pi_{ik} \models \lambda_2)) \Rightarrow \\ &\Rightarrow ((\Pi_{ik} \models Wf_1(Br)) \vee (\Pi_{ik} \models Wf_2(Br))) \quad . \end{aligned} \quad (2.8)$$

Слід зазначити, що в управлінні бізнес-процесами зі змінною структурою виконання моделей  $\lambda_1$  або  $\lambda_2$ , які представляють різні варіанти реалізації процесу, не є недетермінованим. Воно визначається на основі додаткових знань про предметну область. Такі знання можуть бути виражені у вигляді бізнес-правил або відображати досвід персоналу, залученого до реалізації бізнес-процесів.

Вираз  $\neg \lambda$  визначає реалізацію БП у разі неістинності формули  $\lambda$ :

$$\Pi_{ik} \models \neg \lambda \Leftrightarrow (\neg \Pi_{ik} \models \lambda). \quad (2.9)$$

Вираз (2.7) описує можливість формування правил, які визначають такі шляхи реалізації відповідного бізнес-процесу, для яких логічна модель  $\lambda$  є істинною.

Вираз  $\lambda_j \otimes \lambda_l$  означає, що модель  $\lambda_j$  виконується перед моделлю реалізації БП  $\lambda_l$ . Це призводить до відповідної впорядкованості послідовностей бізнес-процедур.  $Wf_j(Br)$  та  $Wf_l(Br)$ , реалізацію яких і відображають моделі  $\lambda_j, \lambda_l$ :

$$\lambda_j \otimes \lambda_l \Rightarrow (\lambda_j \Rightarrow \lambda_l) \Rightarrow (Wf_j(Br) \otimes Wf_l(Br)), \quad j = \overline{1, J}, \quad l = \overline{1, L}. \quad (2.10)$$

Оскільки бізнес-процеси складаються з послідовності бізнес-процедур, а бізнес-процедури, у свою чергу, складаються з послідовності операцій, вираз  $\lambda_j \otimes \lambda_l$  у загальному випадку може бути застосована як до бізнес-процесів, так і до бізнес-процедур і операцій. Таким чином, запропонований підхід забезпечує можливість створення моделі реалізації бізнес-процесу, яка відображає функціонування та взаємодію його складових елементів.

Позначимо через  $\Pi_{ik}^{1,l}$  префікс шляху  $\Pi_{ik}$  – тобто. частина шляху реалізації  $\Pi_{ik}$  бізнес-процесу  $BP_i$  від стану  $s_{i1}$  до стану  $s_{im}$ , а через  $\Pi_{ik}^{l+1,L}$  – суфікс шляху  $\Pi_{ik}$  – тобто. частина шляху  $\Pi_{ik}$  від стану  $s_{il+1}$  до стану  $s_{iL}$ , де  $L$  – Довжина шляху  $\Pi_{ik}$ . Тоді вираз  $\lambda_1 \otimes \lambda_2$  означає, що модель  $\lambda_1$  виконується на  $\Pi_{jk}^{0,i}$ , а модель  $\lambda_2$  – на  $\Pi_{jk}^{i+1,m}$ :

$$\begin{aligned} \Pi_{ik} | = \lambda_1 \otimes \lambda_2 \Leftrightarrow (\Pi_{ik}^{1,l} | = \lambda_1 \wedge \Pi_{ik}^{l+1,L} | = \lambda_2) \Rightarrow \\ (\Pi_{ik}^{1,l} | = Wf_1(Br)_1 \wedge \Pi_{ik}^{l+1,L} | = Wf_2(Br)), \quad l = \overline{1, L}. \end{aligned} \quad (2.11)$$

Вираз  $\lambda_1 | \lambda_2$  відповідає I – вершинам у традиційному графі управління потоком робіт і означає, що формули  $\lambda_1$  і  $\lambda_2$  виконуються одночасно (наприклад, чергуючись).

Визначимо імплікацію,  $p \leftarrow q$  що означає: якщо  $q$  може виконуватися по дорозі  $s_{ik}$ , то цьому ж шляху може виконуватися і  $p$ . до моделювання бізнес-процедур. Перевага об'єктно-орієнтованого підходу полягає в можливості змінювати реалізацію бізнес-процедури без необхідності змінювати її визначення. Ця особливість є особливо важливою для змінних процесів, оскільки склад операцій, що входять до бізнес-процедури, може адаптуватися залежно від зовнішніх впливів та знань про предметну галузь.

Таким чином, з позицій логічного апарату, що розглядається. реалізація процедури  $p$  виконується шляхом реалізації її визначення  $q$ :

$$p \leftarrow q \Leftrightarrow p \vee \neg q. \quad (2.12)$$

Узагальнюючи процедуру  $p$  можна також розглядати як окремий підпроцес основного бізнес-процесу, а  $q$  – відповідно визначення цього підпроцесу.

Таким чином, запропонований логічний підхід до моделювання реалізації бізнес-процесів об'єднує можливості використання графа управління потоком робіт, темпоральних обмежень і бізнес-правил.

Граф управління потоком робіт гармонійно інтегрується із запропонованим підходом, оскільки логічні формули дозволяють описувати різноманітні варіанти взаємодії потоків робіт. Наприклад, базові шаблони, визначені групою стандартизації Workflow Management Coalition, такі як

послідовність, паралельний поділ, синхронізація, ексклюзивний вибір і злиття потоків робіт, можуть бути реалізовані за допомогою операторів послідовного з'єднання та логічних операторів.

Логічні моделі будуються на основі шляху реалізації бізнес-процесу, що дозволяє формалізувати різноманітні обмеження шляху. До них належать обмеження типу:

- «відразу після»;
- «через певний час»;
- «до»;
- «під час»;
- «на початку».

Проблеми виконання та верифікації функціональних вимог також можуть бути формалізовані за допомогою засобів транзакційної логіки.

Проблема виконання полягає в тому, щоб реалізувати бізнес-процес таким чином, щоб відповідати заданим функціональним вимогам.

Проблема верифікації полягає у перевірці відповідності виконання вимог для всіх можливих варіантів реалізації бізнес-процесу.

Цей підхід дозволяє забезпечити гнучкість моделювання, дотримання функціональних вимог і можливість верифікації для досягнення надійного управління бізнес-процесами.

Так, якщо модель  $\lambda_1$  визначає реалізацію послідовності процедур БП  $Wf_1(Br)$ , а формула  $\lambda_2$  – функціональні вимоги до БП у вигляді правил  $Bpr_2$ , то вираз  $\lambda_1 \wedge \lambda_2$  означає виконання  $Wf_1(Br)$  в такий спосіб, щоб виконувались вимоги  $Bpr_2$ . Іншими словами,  $Bpr_2$  виступає як фільтр, що відсікає небажані варіанти реалізації бізнес-процесу.

Тригери активуються при виникненні певних подій, пов'язаних із процедурами бізнес-процесу. Факти настання цих подій можуть бути представлені у вигляді обмежень, що накладаються на бізнес-процес.

## 2.4 Алгоритми формування моделі БПС

Для моделювання бізнес-процесів пропонується дотримуватися послідовності етапів, визначених компанією IBM, які є складовими частинами життєвого циклу управління бізнес-процесами (рисунок 2.2). Виходячи з цієї послідовності, розроблено алгоритм реалізації бізнес-процесу з використанням технології IBM WebSphere, що представлений на рисунку 2.3.

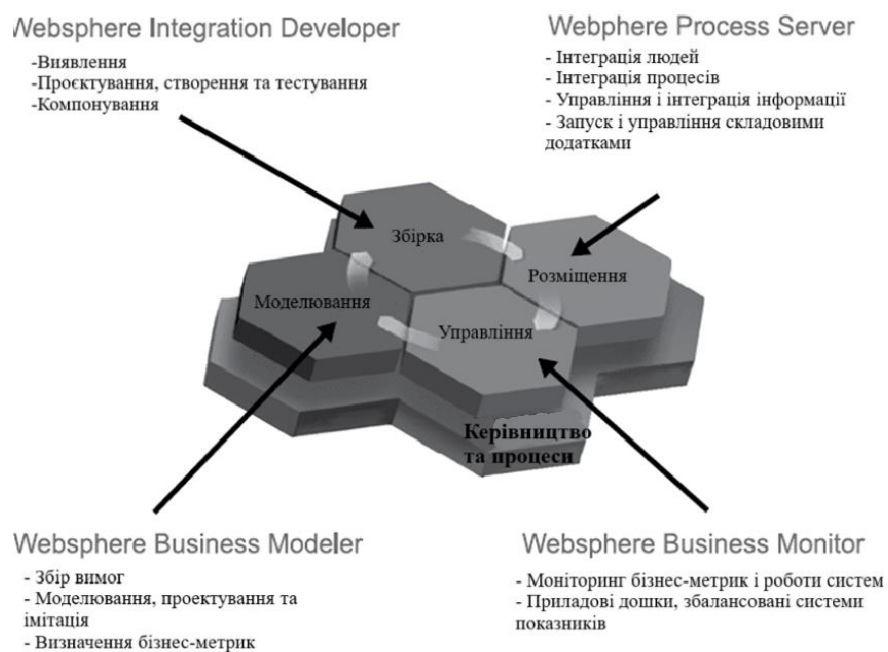


Рисунок 2.2 – Життєвий цикл управління бізнес-процесами на основі технології WebSphere

На основі представленого алгоритму можна виділити чотири ключові етапи:

- моделювання;
- моніторинг;
- реалізація;
- розгортання (впровадження).

Детальний опис кожного з цих етапів наведено на рисунку 2.4.

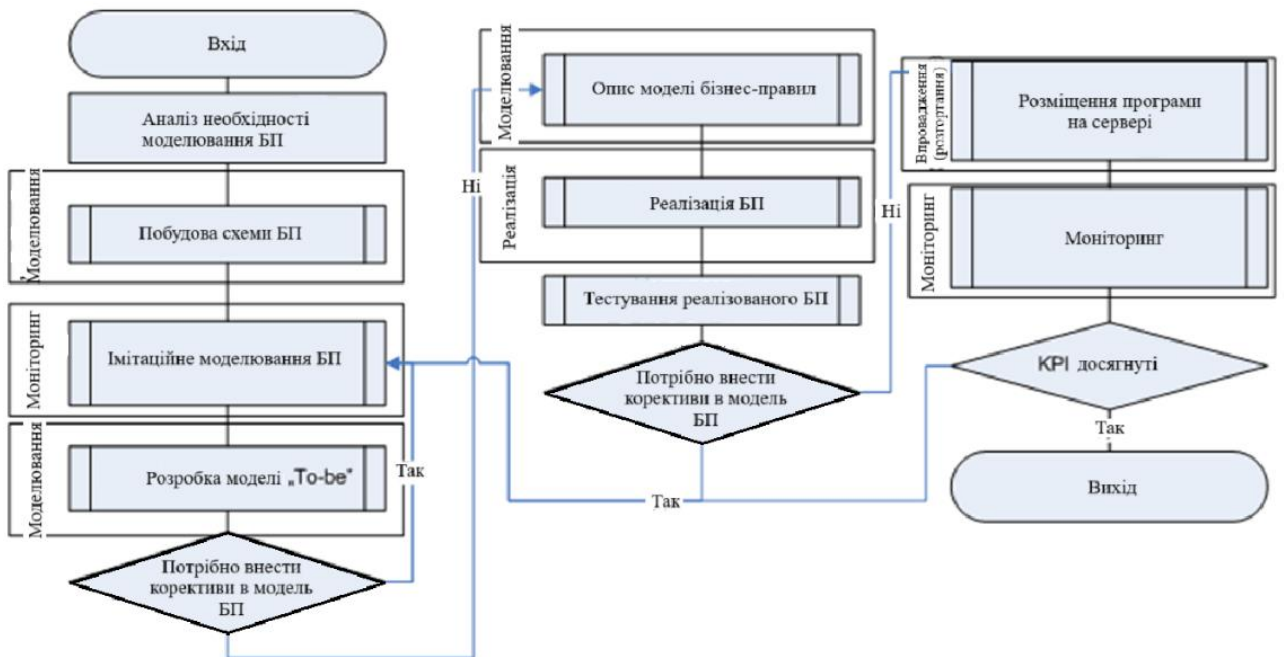


Рисунок 2.3 – Узагальнений алгоритм побудови моделі БПС

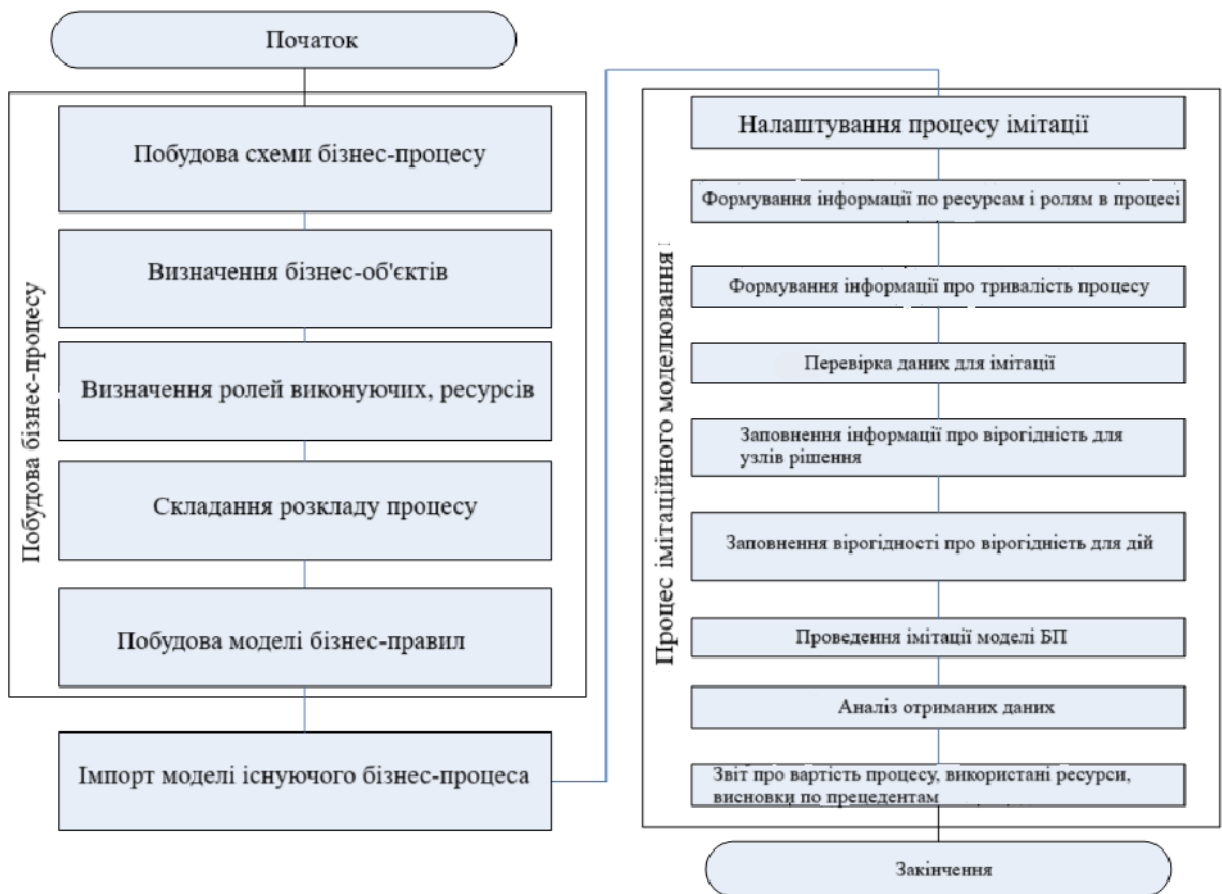


Рисунок 2.4 – Алгоритм етапу моделювання

Технологія IBM WebSphere включає чотири основні продукти:

- WebSphere Business Modeler;
- WebSphere Integration Developer;
- WebSphere Process Server;
- WebSphere Business Monitor.

Ці інструменти дозволяють організаціям, як комерційним, так і некомерційним, запровадити єдину стратегію управління бізнес-процесами, яка базується на реалістичному моделюванні та аналізі фактичних даних.

**WebSphere Business Modeler.** Використовується для проектування оптимальних бізнес-процесів. Зазвичай застосовується бізнес-аналітиками для початку життєвого циклу бізнес-процесу, створення моделей процесів та їхнього вдосконалення.

**WebSphere Integration Developer.** Служить для реалізації моделей та створення програмного коду, який автоматизує моделі та забезпечує доступ до різних підсистем, таких як бази даних і корпоративні інформаційні системи. Цей продукт використовується:

- розробниками для інтеграції сервісів та створення програм;
- прикладними програмістами для розробки окремих сервісів.

**WebSphere Process Server.** Виконує функцію сервера для запуску та управління створеними додатками. З ним працюють переважно системні адміністратори, які забезпечують стабільне функціонування бізнес-додатків.

**WebSphere Business Monitor.** Дозволяє здійснювати моніторинг продуктивності програм у реальному часі. Цей продукт використовується системними адміністраторами для налаштування і спостереження за ефективністю бізнес-процесів та додатків.

Разом ці продукти створюють потужну платформу для проектування, реалізації, управління та моніторингу бізнес-процесів, забезпечуючи їхню інтеграцію з існуючими корпоративними системами [27].

Однією з ключових переваг розглянутої технології є використання сервіс-орієнтованої архітектури (SOA – *Service Oriented Architecture*). SOA представляє собою ІТ-підхід, який збільшує цінність інформаційних технологій для бізнесу завдяки таким властивостям, як гнучкість у використанні, швидка адаптація до змін і можливість повторного використання компонентів.

Сутність SOA полягає у створенні каркаса програми, який дозволяє розбивати звичайний бізнес-додаток на окремі функції та процеси, що називаються сервісами. Ці сервіси зв'язуються між собою через чітко визначені інтерфейси та контракти.

Особливості інтерфейсів у SOA:

– визначаються в нейтральному стилі, що не залежить від платформи обчислювальних засобів, операційної системи чи мови програмування, якою реалізований сервіс;

– забезпечують універсальну взаємодію сервісів, створених на різних платформах.

Переваги впровадження SOA:

а) зростання доходів:

- створення нових ринкових можливостей;
- отримання додаткових переваг від існуючих систем;

б) гнучкість бізнес-моделі:

- швидка реакція на зміни ринкових умов;
- забезпечення адаптивності бізнес-процесів до нових викликів;

в) зниження витрат:

- усунення дублювання систем;
- розширення функціональних можливостей існуючих систем;
- скорочення часу виходу продукту чи послуги на ринок;

г) мінімізація ризиків:

- підвищення прозорості бізнес-операцій;
- скорочення кількості помилок та дефектів.

Впровадження SOA дозволяє підприємству підготувати як IT-інфраструктуру, так і бізнес-процеси до швидких змін, забезпечуючи конкурентні переваги навіть на початкових етапах адаптації [27].

Підхід, заснований на сервіс-орієнтованій архітектурі (SOA), дозволяє значно зменшити розрив між поставленими бізнес-цілями та інфраструктурними інструментами, необхідними для їх досягнення. Це досягається завдяки можливості повторного використання вже існуючих сервісів, які слугують основою для швидкої розробки та впровадження нових рішень. SOA забезпечує інтеграцію навіть тих систем, які раніше були ізольованими, що полегшує процеси масштабування та придбання нових підприємств. Крім того, автоматизація транзакцій дозволяє зменшити тривалість циклів і витрати, а підвищення гнучкості сприяє покращенню співпраці з бізнес-партнерами.

SOA також пропонує адаптивні й масштабовані рішення для складних бізнес-завдань. Це досягається завдяки використанню найкращих практик, таких як поділ програм на шари та застосування слабо пов'язаних компонентів.

IBM SOA Foundation є основою для впровадження цього підходу. Це інтегрований набір програмного забезпечення, методик і шаблонів, які забезпечують усе необхідне для створення SOA. Фундамент підтримує повний життєвий цикл архітектури за допомогою інтегрованих інструментів і компонентів, спрямованих на підвищення ефективності використання наявних інфраструктурних ресурсів. Таким чином, SOA Foundation від IBM дозволяє компаніям максимально ефективно адаптуватися до змін і отримувати більшу віддачу від своїх інвестицій.

Компоненти SOA створені на основі модульного принципу, що дає змогу обирати лише ті елементи, які потрібні для досягнення миттєвого результату, і водночас гарантує, що ці елементи будуть сумісні з майбутніми розширеннями. Завдяки цьому фундамент SOA є гнучким і масштабованим:

він дозволяє почати з невеликих впроваджень і розширюватися в міру зростання бізнесу.

Фундамент SOA підтримує широкий спектр бізнес- та IT-стандартів, що значно спрощує забезпечення інтеоперабельності та переносимості додатків. Він також сприяє підвищенню цінності існуючих додатків і бізнес-процесів, які вже використовуються в компанії.

Еталонна архітектура SOA (рисунок 2.5) представляє собою набір сервісів, інтегрованих у фундамент SOA IBM. Ці можливості можна використовувати поступово, розширюючи функціональність і створюючи рішення відповідно до нових потреб бізнесу.

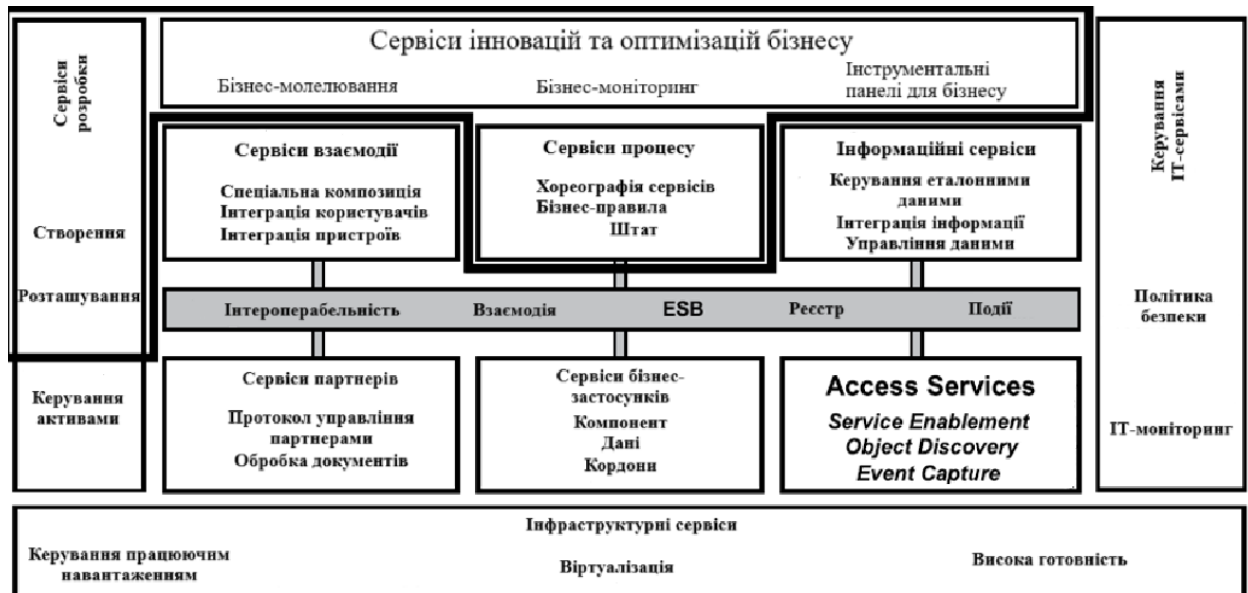


Рисунок 2.5 – Еталонна архітектура IBM SOA

Основою еталонної архітектури є сервісна шина підприємства (Enterprise Service Bus, ESB), яка забезпечує ефективну комунікацію між сервісами. Ця архітектура є важливим інструментом для визначення шляху до впровадження SOA, поступово адаптуючи її до бізнес-вимог.

Кожен компонент, що входить до складу цієї архітектури, відповідає окремому продукту IBM. Окремі частини еталонної архітектури включають компоненти, які безпосередньо підтримують управління бізнес-процесами, роблячи їх більш ефективними та гнучкими.

Сервіс-орієнтована архітектура надає модульне, масштабоване та переносне середовище, яке підтримує різні аспекти галузевих бізнес-процесів. Еталонна архітектура демонструє високий рівень інтеграції з іншими критично важливими компонентами ІТ-інфраструктури, такими як безпека, моніторинг ІТ-систем, віртуалізація та управління робочими навантаженнями.

Дані, отримані в цьому розділі, будуть використані в наступних етапах роботи для верифікації моделі бізнес-процесу, перевірки її адекватності, а також при реалізації моделі бізнес-процесу за допомогою IBM WebSphere Modeler. Це дозволить забезпечити відповідність моделі бізнес-процесу вимогам і покращити ефективність її реалізації.

### 3 ДОСЛІДЖЕННЯ ОТРИМАНИХ НАУКОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

#### 3.1 Верифікація моделі бізнес-процесу

Сучасний етап процесного управління підприємствами визначається необхідністю управління гнучкими бізнес-процесами, які орієнтовані на користувачів і адаптуються відповідно до знань про функціонування підприємства [1]. Бізнес-процеси зі змінною структурою забезпечують можливість реорганізації в процесі їх функціонування. Така реорганізація спрямована на підвищення ефективності бізнес-процесів і базується на комплексі заходів з удосконалення системи управління та технологій підприємства, орієнтуючись на стратегію його розвитку [2].

Бізнес-процеси зі змінною структурою мають складну багаторівневу організацію, яка включає такі елементи:

- ресурси;
- бізнес-процедури, організовані у визначеній послідовності;
- знання про взаємозв'язки між процедурами, виконавцями, постачальниками та споживачами, подані у вигляді правил.

Реалізація процесного підходу до управління вимагає створення структурованого опису, що відображає зв'язок між бізнес-процесами, цілями та організаційною структурою підприємства. Такий підхід включає кілька фаз:

- формалізація опису бізнес-процесів;
- конфігурування бізнес-процесів;
- реєстрація подій у журналі процесу;
- аналіз результатів виконання бізнес-процесів з метою подальшої модернізації та реалізації.

Складність побудови бізнес-процесів зі змінною структурою вимагає розробки уніфікованих підходів до їх формалізації, аналізу та

верифікації. Це сприяє стандартизації процесів у межах різних видів діяльності, забезпечуючи їхню ефективність та адаптивність.

Виходячи з викладеного, важливим завданням є розробка уніфікованих підходів до аналізу та верифікації гнучких бізнес-процесів із змінною структурою. Основою таких підходів мають бути знання про порядок функціонування бізнес-процесів, встановлені обмеження на їх виконання, а також правила обробки об'єктів, залучених у процесі.

Запропонований підхід базується на класичному життєвому циклі бізнес-процесів, де одним із ключових етапів є верифікація. Верифікація відіграє вирішальну роль, оскільки дозволяє досліджувати створену модель і перевіряти її відповідність поставленим цілям та реальним умовам функціонування.

Реалізація життєвого циклу бізнес-процесу, що відображає місце процедури верифікації, представлена на рисунку 3.1. Процес верифікації моделі бізнес-процесу здійснюється з урахуванням структурованого набору даних, результатів моделювання, конфігурування та виконання бізнес-процесів. Це забезпечує комплексний підхід до перевірки та вдосконалення моделей, дозволяючи оптимізувати їх для ефективного використання.



Рисунок 3.1 – Верифікація процесу в рамках життєвого циклу

### 3.2 Аналіз ефективності в рамках сформульованих критеріїв

Управління підприємством на основі процесного підходу приносить низку переваг, які можна розділити на три основні напрями покращення:

- скорочення часових витрат;
- зменшення ресурсних витрат;
- підвищення рівня задоволеності споживачів.

Скорочення часових витрат досягається завдяки таким покращенням, як зменшення часу на прийом, обробку та формування заявок, а також зниження тимчасових витрат на усунення неполадок та надзвичайних ситуацій.

Зменшення ресурсних витрат реалізується за рахунок більш ефективної та узгодженої роботи підприємства, характерної для процесного підходу. Крім того, ресурсні витрати знижуються шляхом скорочення часу, що витрачається на усунення несправностей і надзвичайних ситуацій.

Проведене імітаційне моделювання за допомогою IBM WebSphere Monitor підтвердило ефективність підходу:

- за параметром часу виявлено явне покращення — час, необхідний для переміщення готової продукції, зменшився на 25%;
- за параметром ресурсоемності (витрати ресурсів на виконання бізнес-процесу) зафіксовано скорочення на 30% у порівнянні з попереднім значенням.

Ці результати демонструють, що впровадження процесного підходу сприяє підвищенню ефективності роботи підприємства, знижуючи витрати часу й ресурсів, а також покращуючи якість обслуговування споживачів.

### 3.3 Аналіз галузі використання отриманих результатів

Отримані результати можуть бути використані в подальшому для моделювання бізнес-процесів виробничого підприємства.

Моделювання бізнес-процесів є ефективним інструментом для оптимізації діяльності компанії. Воно дозволяє визначити, як функціонує організація загалом і як організована робота на кожному робочому місці.

Опис бізнес-процесів здійснюється з метою подальшого аналізу та реорганізації. Завдання реорганізації можуть включати впровадження інформаційної системи, зниження витрат, підвищення якості обслуговування клієнтів, створення посадових і робочих інструкцій тощо.

Реінжиніринг бізнес-процесів (Business Process Reengineering) передбачає фундаментальне переосмислення та радикальне перепроєктування бізнес-процесів для досягнення максимальної ефективності. Цей процес супроводжується розробкою організаційно-розпорядчих і нормативних документів.

Побудова моделі бізнес-процесу дозволяє досягти таких цілей:

- зрозуміти структуру організації та динаміку процесів, що відбуваються в ній;
- виявити поточні проблеми організації та можливості їх вирішення;
- забезпечити однакове розуміння цілей і завдань організації серед замовників, користувачів і розробників;
- створити основу для формування вимог до програмного забезпечення, яке автоматизуватиме бізнес-процеси (вимоги базуються на бізнес-моделі).

Бізнес-правила, або правила предметної області, є важливим елементом моделі бізнес-процесів. Вони включають корпоративну політику та законодавчі норми. Бізнес-правила зазвичай формулюються в спеціальних документах і можуть бути відображені в моделях.

Статистичні дані та аналіз ефективності моделі бізнес-процесів із змінною структурою, а також вивчення галузі застосування отриманих результатів, дозволили оцінити цінність розробленої моделі. Дані, представлені в розділі 3, будуть використані для реалізації моделі бізнес-процесу із змінною структурою для підприємства.

## 4 ПОРЯДОК ВИКОРИСТАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 4.1 Програмне забезпечення

Для системного програмного забезпечення пропонується використовувати наступний набір програмних засобів:

- Linux;
- WebSphere Application Server, Modeler, Developer, Monitor;
- OpenOffice.

Вибір цього програмного забезпечення обумовлений тим, що на підприємстві вже використовується операційна система Linux Mandriva. Однак передбачається можливість використання альтернативних операційних систем, таких як Windows або FreeBSD.

WebSphere Application Server є ключовим компонентом, необхідним для виконання всіх дій у межах технології WebSphere, відповідно до алгоритму, представленого в розділі 2. До його складу входять наступні модулі:

- WebSphere Business Modeler;
- WebSphere Integration Developer;
- WebSphere Process Server;
- WebSphere Business Monitor.

Подальший розгляд роботи з WebSphere Modeler дозволить більш детально ознайомитися з етапами побудови бізнес-процесу, які представлені на рисунках нижче. Ці етапи ілюструють, як інструмент використовується для моделювання, аналізу та оптимізації бізнес-процесів, що реалізуються в рамках системи.

На рисунку 4.1 наведено введення атрибутів ресурсів, що необхідні для реалізації бізнес-процесу переміщення продукції, включаючи ресурси, персонал, сировину та готову продукцію.

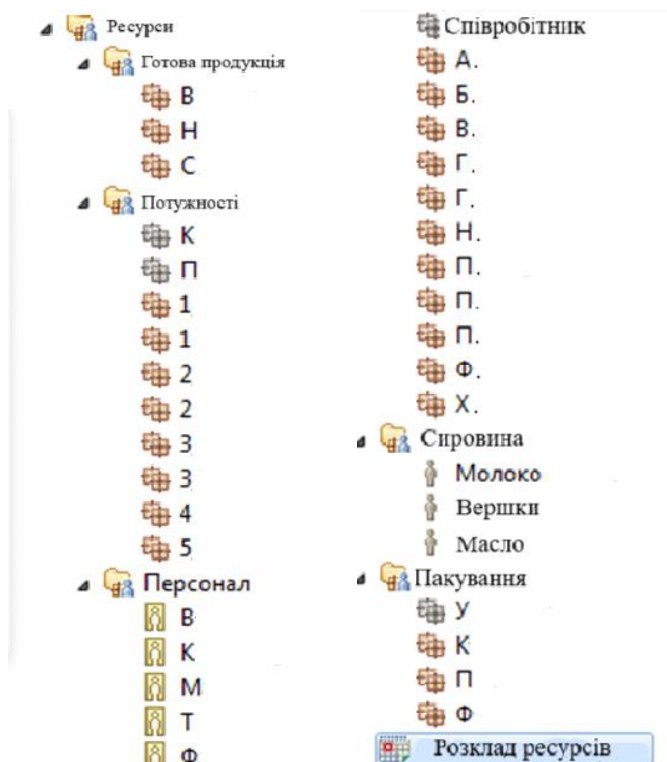


Рисунок 4.1 – Введення атрибутів ресурсів для БП реалізації переміщення продукції

Рисунок 4.2 демонструє загальну структуру бізнес-процесу обліку переміщення продукції, показуючи взаємозв'язок основних процедур та їх інтеграцію.

Рисунки 4.3 і 4.4 представляють приклади детального опису бізнес-процесу обліку переміщення продукції, з акцентом на ключові етапи: отримання продукції, перевірку якості, передачу на зберігання та контроль виконання. Ці схеми дозволяють простежити, як інформація та продукція переміщуються між різними ланками.

Нарешті, на рисунку 4.5 показано процес обліку переміщення продукції до складу підприємства, включаючи операції прийому готової продукції та її розміщення на зберігання.

Ці схеми відображають не тільки структуру, але й динаміку бізнес-процесів, що дозволяє проводити їх аналіз і оптимізацію в реальних умовах функціонування підприємства.

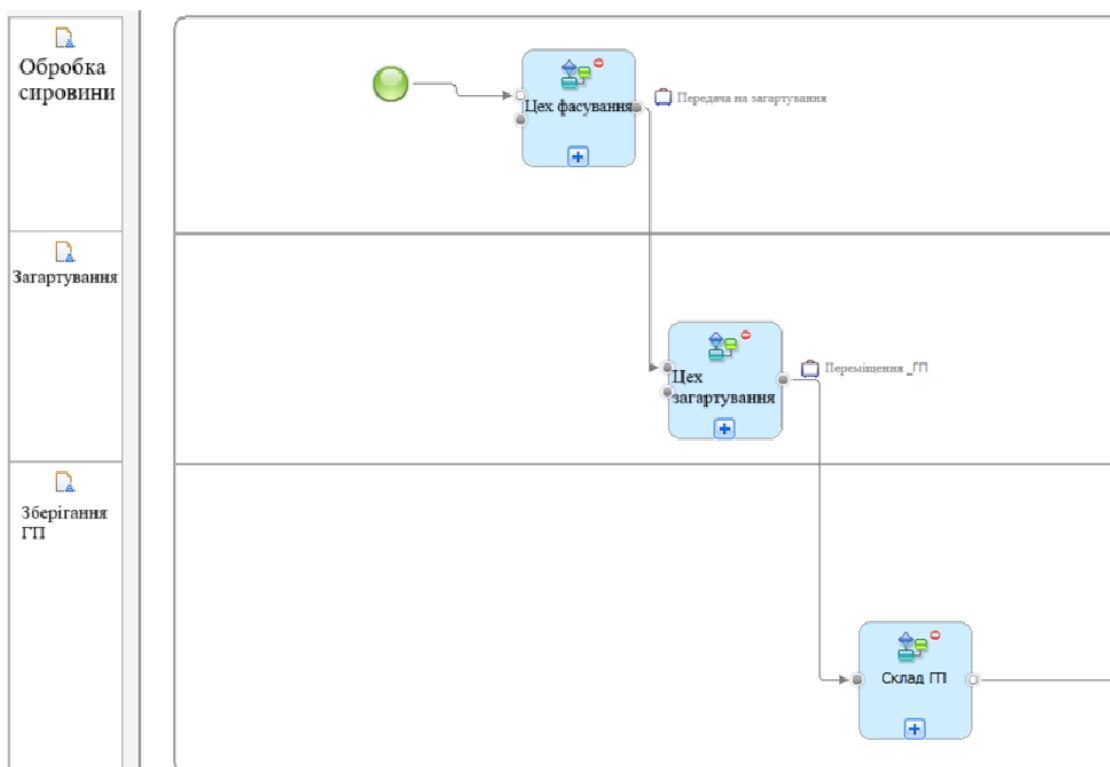


Рисунок 4.2 – Згорнуте подання БП обліку переміщення продукції

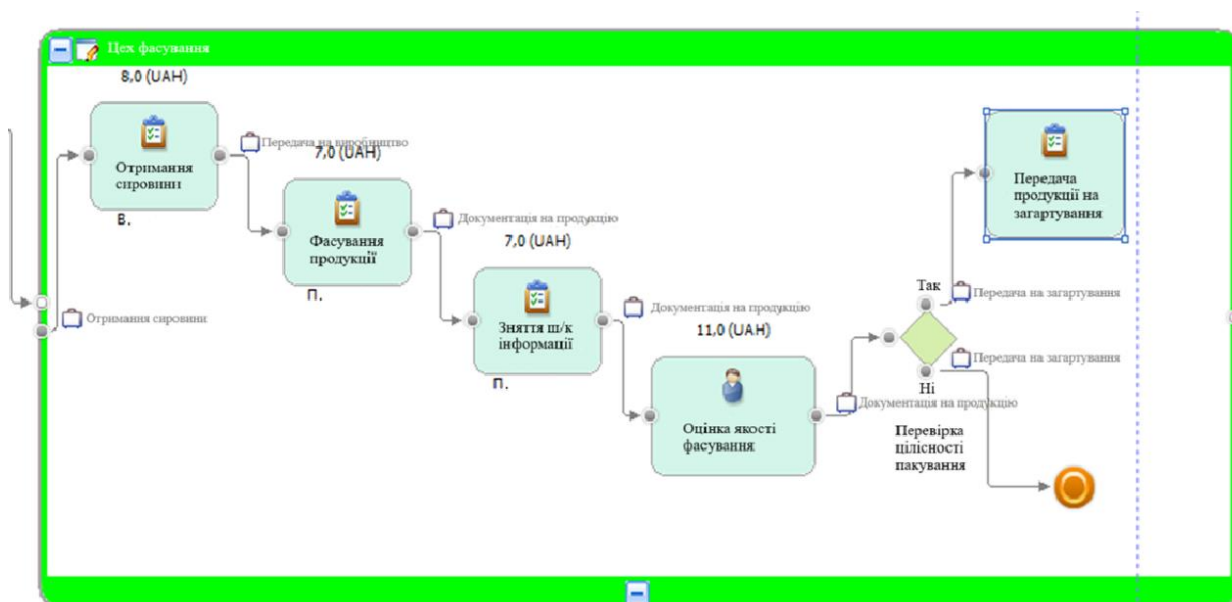


Рисунок 4.3 – Приклад бізнес-процесу обліку переміщення продукції

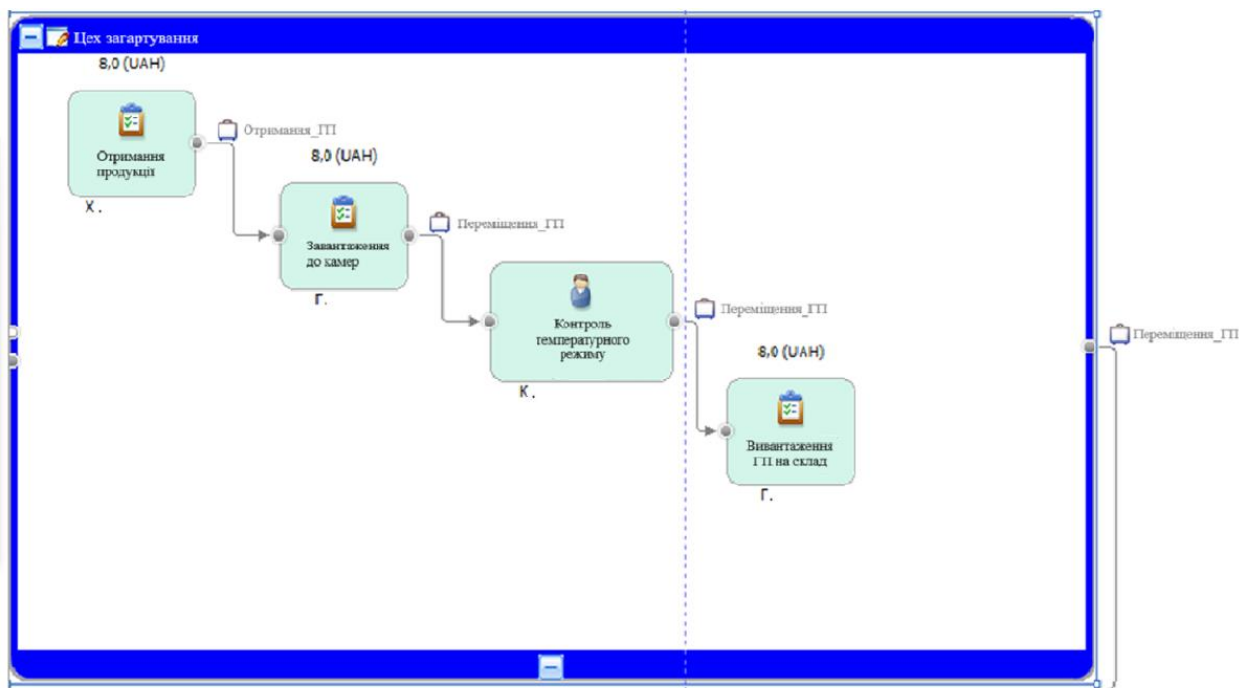


Рисунок 4.4 – Приклад бізнес-процесу обліку переміщення продукції

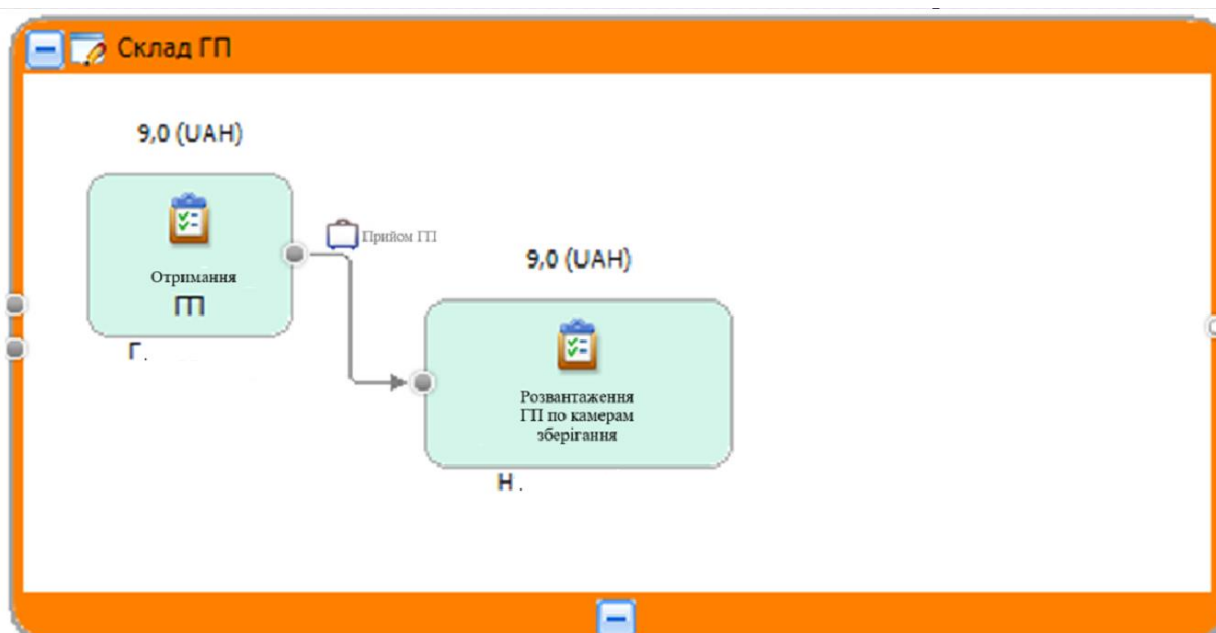


Рисунок 4.5 – Приклад бізнес-процесу обліку переміщення продукції до складу підприємства

При реалізації моделі бізнес-процесу мовою Java було застосовано діаграму класів UML, яка представлена на рисунку 4.6.

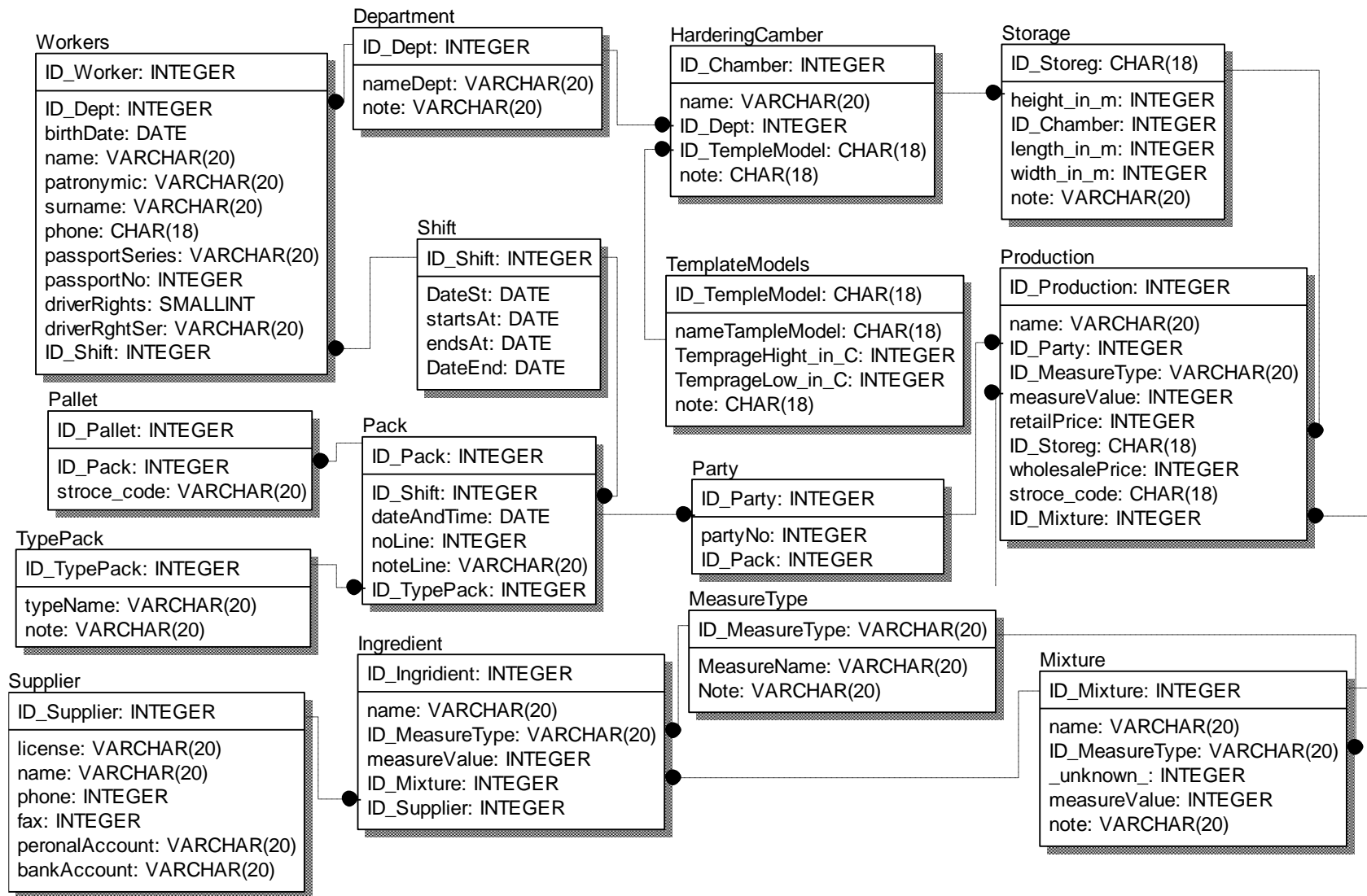


Рисунок 4.6 – Діаграма класів завдання обліку переміщення продукції

## 4.2 Технічне забезпечення

При реалізації поставленого завдання було розглянуто такі аспекти:

- структура корпоративної мережевої системи;
- структура локальної мережевої системи;
- обґрунтування вибору технічного забезпечення (ТО);
- специфікація апаратних засобів.

Структура корпоративної мережі підприємства відображена на рисунках 4.7–4.9, які демонструють основні компоненти мережевої інфраструктури, включаючи взаємозв'язки між окремими сегментами мережі, топологію локальної мережі та апаратне забезпечення.

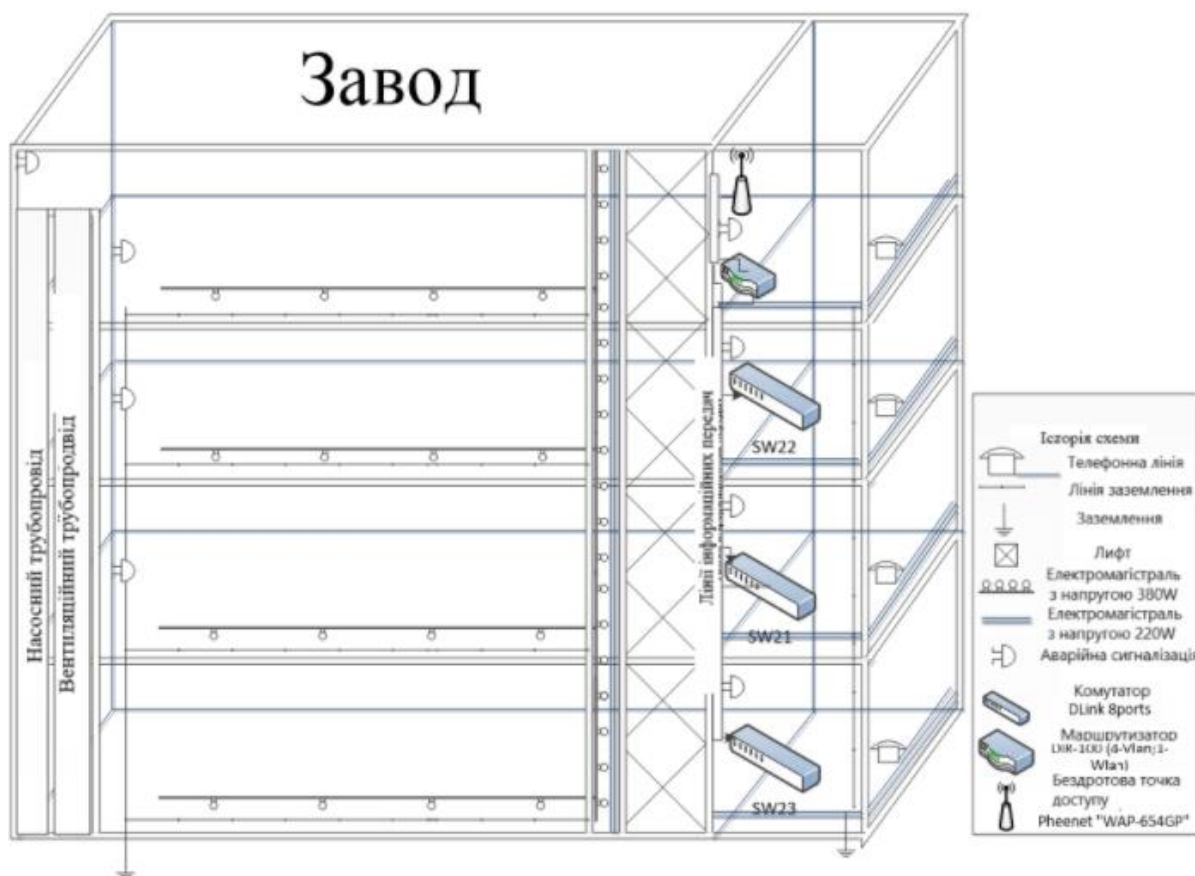


Рисунок 4.7 – Топологічна структура ONB підприємства

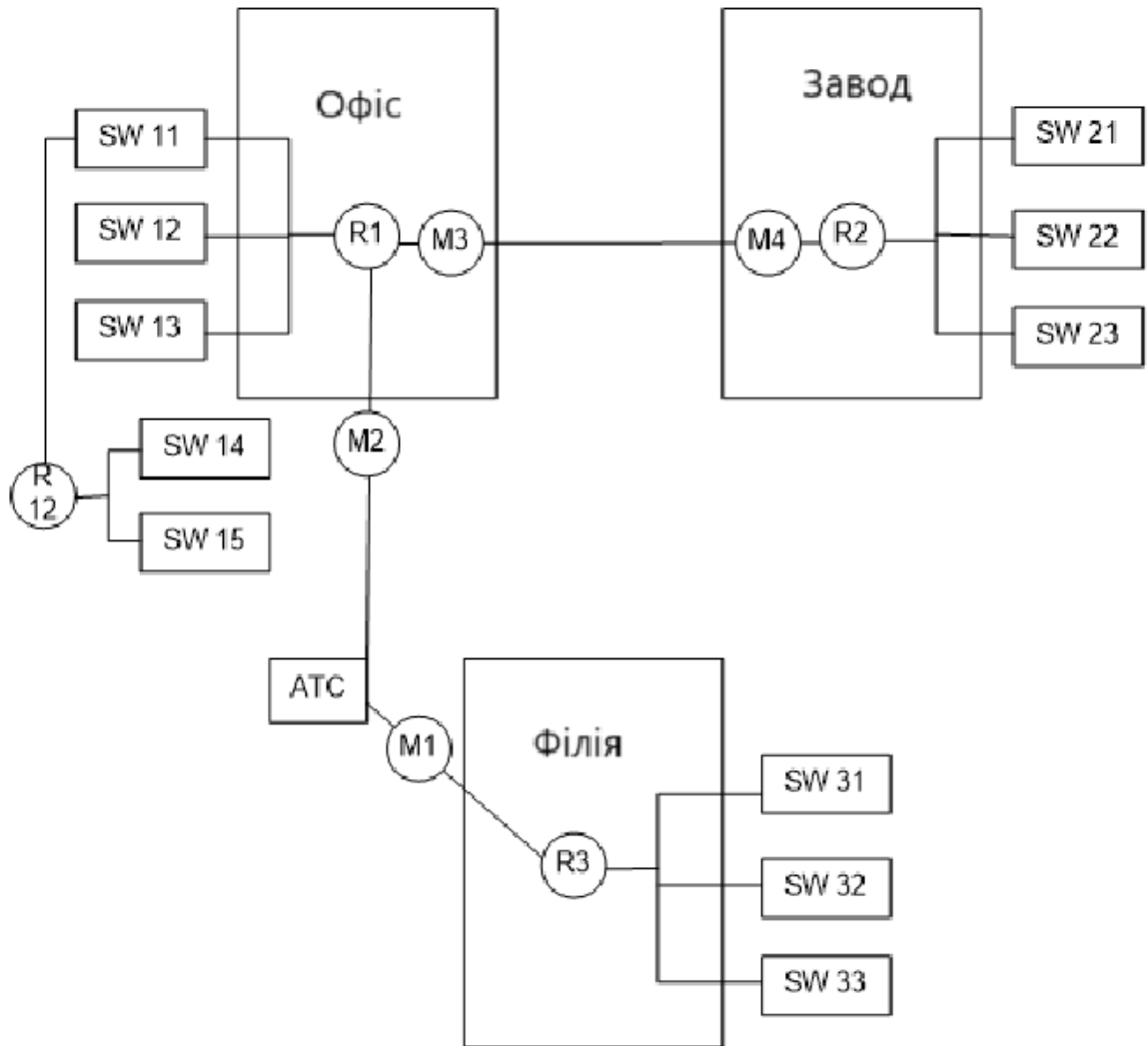


Рисунок 4.8 – Схема кабельної мережі підприємства

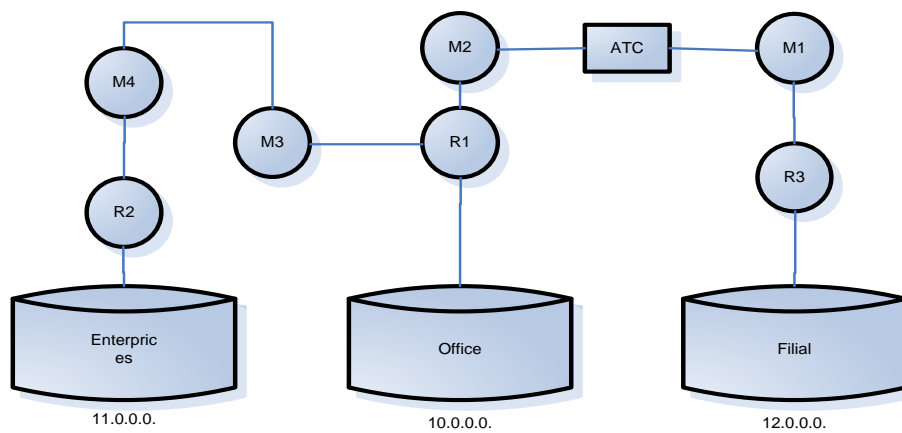


Рисунок 4.9 – Схема доменів

Таблиці 4.1–4.5 доповнюють ці схеми, надаючи детальну інформацію про відстані між вузлами мережі, канали зв'язку, розширений опис каналів і розподіл користувачів по комутаторах.

Таблиця 4.1 – Відстань між вузлами мережі

№ п/п	Назва	Офіс	Завод	Філія
1	Офіс	–	200 м	472 км
2	Завод	200 м	–	472 км
3	Філія	472 км	472 км	–

Таблиця 4.2 – Канали мережі

№ п/п	Будівля	Офіс	Завод	Філія
1	Офіс	–	256/К 2 ADSL	256/К 1 ADSL
2	Завод	256/К 2 ADSL	–	–
3	Філія	256/К 1 ADSL	–	–

Таблиця 4.3 – Розширений опис каналу

№ п/п	Канал	Пояснення	Тип	Швидкість	Кабель	Відстань	% втраг
1	До 1	Офіс-завод	ADSL	256	UTP	200 м	5%
2	До 2	Офіс-філія	ADSL	256	UTP орендовані	472 км	3%

Таблиця 4.4 – Відстань між вузлами

	R 11	SW 11	SW 12	SW 13	R 12	SW 14	SW 15
R 11	–	15	50	30	65	70	140
SW 11	15	–	65	45	50	55	125
SW 12	50	65	–	80	115	120	190

Продовження таблиці 4.4

SW 13	30	45	80	–	95	100	170
R 12	65	50	115	95	–	5	75
SW 14	70	55	120	100	5	–	80
SW 15	140	125	190	170	75	80	–

Таблиця 4.5 – Розміщення користувачів

№ п /п	Найменування комутатора	Відділ
1	SW 11	НДА відділ ІТ розвитку
2	SW 12	Бухгалтерія
3	SW 13	ПЕО
4	SW 14	Служба головного механіка
5	SW 15	Сектор кадрів
6	SW 21	Виробничий цех, Лабораторія
7	SW 22	Технологічний цех
8	SW 23	Транспортна ділянка, Склад
9	SW 31	Адміністративний відділ (Філія)
10	SW 32	Транспортна ділянка (Філія)
11	SW 33	Склад ДП (Філія)

Для прокладання кабельних систем мережі використовувалося оптоволокно, а топологія мережі реалізована за принципом «зірка». Такий підхід забезпечує надійність і гнучкість комунікацій, що відповідає потребам підприємства.

Вибір технічного забезпечення проводився з урахуванням параметрів, необхідних для коректної роботи обраного програмного забезпечення та функціонування підприємства загалом.

На основі зібраної інформації та представлених схем корпоративної системи автоматизації (КСА) було складено специфікацію апаратних засобів, яка наведена у таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Специфікація апаратних засобів

№ п /п	Найменування	Кількість	Ціна	
			за 1 од.	Сума
1	2	3	4	5
1	Термопара (ТСМТ від -200 до 200С <sup>0</sup> )	10	130	1300
2	Датчик тиску (ДН 1,0-40,0)	2	150	300
3	Пристрій знімання інформації (MOXA USB -Serial HUB)	2	4321,47	8642,94
4	Пристрій збору інформації (РММ – 4095)	1	3540,45	3540,45
5	Середовище передачі інформації від датчиків (вита пара UTP 5-е Solid (4 пари одножильні) 305м + конвектор RJ-11)	210м	72+ (0,54*8)	76,32
6	Пристрій збирання штрих-кодової інформації	3	850	2550
7	Дистанційний пристрій для читання штрихового кодування (ZEBEX Z – 6010)	3	3520.00	10506
8	Пристрій безперебійного живлення (ДБЖ APC 500 BACK-UPS CS BK500EI)	8	845	6760
9	Термопринтер ( Zebra LP R2844 PS RFID)	2	18683.42	29766.84

У специфікацію було включено лише ті апаратні та технічні засоби, які відсутні на підприємстві та потребують закупівлі для забезпечення ефективної роботи мережевої інфраструктури та обраного програмного забезпечення.

Під час аналізу практичного використання розробленої системи було виявлено позитивні зміни для підприємства, зокрема скорочення витрат часу та ресурсів на виконання даного бізнес-процесу. Це свідчить про підвищення ефективності та оптимізацію операційної діяльності підприємства завдяки впровадженню нових технічних рішень.

## ВИСНОВКИ

У результаті виконаної кваліфікаційної роботи було розглянуто проблему створення моделі бізнес-процесу із змінною структурою для виробничого підприємства. Аналіз показав, що існуючі підходи до побудови бізнес-процесів здебільшого орієнтовані на опис послідовності робіт (workflow), що передбачає необхідність детального опису дій до початку виконання процесів. Такий підхід не дозволяє коригувати опис під час виконання бізнес-процесів, що знижує їхню адаптивність.

На основі проведеного аналізу було розроблено алгоритм побудови моделі бізнес-процесу із змінною структурою. Удосконалено підхід до верифікації таких процесів і запропоновано новий метод моделювання бізнес-процесів. Розроблений підхід забезпечує можливість безперервного вдосконалення бізнес-процесів, що сприяє підвищенню ефективності функціонування підприємства.

Запропонований алгоритм був представлений у вигляді схеми та реалізований за допомогою платформи IBM WebSphere Modeler Advanced 7.1. Для перевірки його працездатності проведено імітаційне моделювання із використанням WebSphere Monitor, що дозволило симулювати функціонування підприємства. Цей інструмент забезпечив можливість аналізу процесів, включаючи призначення ймовірностей настання певних подій у вузлах моделі.

Побудова моделі здійснювалася на основі реальних даних, отриманих на підприємстві, що забезпечило її відповідність практичним умовам. Запропонований підхід довів свою ефективність, дозволяючи підприємству адаптувати бізнес-процеси до змін і вдосконалювати їх у процесі функціонування.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Єлиферов В.Г., Рєпин В.В. Бізнес-процеси: Регламентація та управління. К.: Наукова думка, 2019. 319 с.
2. Caeldries F., Hammer M., Champy J. Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution. *The Academy of Management Review*. 1994. Vol. 19, no. 3. P. 595. URL: <https://doi.org/10.2307/258943> (date of access: 06.01.2025).
3. Marca D., McGowan C. SADT: Structured analysis and design technique. New York : McGraw-Hill, 1988. 392 p.
4. Harrington H. J., Esseling K. C., van Nimwegen, H. Business process improvement workbook: Documentation, analysis, design, and management of business process improvement. New York : McGraw-Hill, 1997. 314 p.
5. ДСТУ ISO 9004-2001 Системи управління якістю. Настанови щодо поліпшення діяльності. Київ. Держстандарт України, 2001. 296 с.
6. ДСТУ ISO 9001-2001 Системи управління якістю. Вимоги. Київ. Держстандарт України, 2001. 188 с.
8. Scheer A.-W. ARIS – Business Process Modeling. Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg, 2000. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-57108-4> (date of access: 06.01.2025).
9. Porter M. E. On Competition. *The Bottom Line*. 2000. Vol. 13, no. 1. URL: <https://doi.org/10.1108/bl.2000.17013aae.003> (date of access: 06.01.2025).
10. Managing Dynamics in and Around Business Processes / T. Grisold et al. *Business & Information Systems Engineering*. 2024. URL: <https://doi.org/10.1007/s12599-024-00895-2> (date of access: 06.01.2025).
11. Adding Dynamic Simulation to Business Process Modeling via System Dynamics / H. A. Proper et al. *Business Process Management Workshops*. Cham, 2024. P. 565–576. URL: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-50974-2\\_42](https://doi.org/10.1007/978-3-031-50974-2_42) (date of access: 06.01.2025).

12. Kalibatiene D., Vasilecas O. A survey on modeling dynamic business processes. *PeerJ Computer Science*. 2021. Vol. 7. P. e609. URL: <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.609> (date of access: 06.01.2025).
13. Krumeich J., Werth D., Loos P. Business Model Dynamics – Towards a Dynamic Framework of Business Model Components. *Lecture Notes in Business Information Processing*. Cham, 2015. P. 190–215. URL: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-17587-4\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-319-17587-4_13) (date of access: 06.01.2025).
14. Lopes T., Guerreiro S. Assessing business process models: a literature review on techniques for BPMN testing and formal verification. *Business Process Management Journal*. 2023. Vol. 29, no. 8. P. 133–162. URL: <https://doi.org/10.1108/bpmj-11-2022-0557> (date of access: 06.01.2025).
15. Stoica F., Stoica L. F. Formal Verification of Business Constraints in Workflow-Based Applications. *Information*. 2024. Vol. 15, no. 12. P. 778. URL: <https://doi.org/10.3390/info15120778> (date of access: 06.01.2025).
16. Felli P., Montali M., Winkler S. CTL\* Model Checking for Data-Aware Dynamic Systems with Arithmetic. *Automated Reasoning*. Cham, 2022. P. 36–56. URL: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-10769-6\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-031-10769-6_4) (date of access: 06.01.2025).