

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ  
ІНСТИТУТ ім. Ю.М. ПОТЕБНІ

Кафедра інформаційної економіки, підприємництва та фінансів  
(повна назва кафедри)

**Кваліфікаційна робота**

другий (магістерський)

(рівень вищої освіти)

на тему: Інформатизація логістичних бізнес-процесів торговельного підприємства

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.0512-іє

Спеціальності 051 Економіка

(код і назва спеціальності)

спеціалізації \_\_\_\_\_

(код і назва спеціалізації)

освітньої програми Інформаційна економіка

(назва освітньої програми)

К.В. Бондаренко

(ініціали та прізвище)

Керівник доцент кафедри інформаційної економіки, підприємництва та фінансів, доцент, к.е.н. Хорошун В.В.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент \_\_\_\_\_

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя  
2023

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ  
ІНСТИТУТ ім. Ю.М. ПОТЕБНІ**

Кафедра Інформаційної економіки, підприємництва та фінансів

Рівень вищої освіти Другий (магістерський)

Спеціальність 051 Економіка

(код та назва)

Спеціалізація \_\_\_\_\_

(код та назва)

Освітня програма Інформаційна економіка

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**З А В Д А Н Н Я  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ**

Бондаренко Кирило Вадимович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи (проекту) Інформатизація логістичних бізнес-процесів торгівельного підприємства

керівник роботи доц., к.е.н. Хорошун В.В.,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від «\_\_» «\_\_\_\_\_» 20\_\_ року № \_\_\_\_\_

1 Строк подання студентом роботи дата згідно графіку захисту

2 Вихідні дані до роботи фінансово-економічні та статистичні показники ПП «Експрес»

3 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Теоретичні основи логістичних бізнес-процесів торгівельного підприємства. 2. Моделі управління логістичними бізнес-процесами торгівельного підприємства. 3. Реалізація концепції інформатизації логістичних бізнес-процесів торгівельного підприємства.

4 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Кібернетичний підхід до опису логістичної системи. Схема функціонування логістичної операційної системи «MRP-I», «MRP-II». Структурно-функціональна схема моделювання логістичної системи підприємства. Типи моделей управління запасами в залежності від характеру попиту.

## 5 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	доцент, к.е.н. доцент кафедри інформаційної економіки, підприємництва та фінансів Хорошун В.В.		
2	доцент, к.е.н. доцент кафедри інформаційної економіки, підприємництва та фінансів Хорошун В.В.		
3	доцент, к.е.н. доцент кафедри інформаційної економіки, підприємництва та фінансів Хорошун В.В.		

Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент \_\_\_\_\_ К.В. Бондаренко  
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту) \_\_\_\_\_ Хорошун В.В.  
(підпис) (ініціали та прізвище)

## Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер \_\_\_\_\_  
(підпис) (ініціали та прізвище)

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра «Інформатизація логістичних бізнес-процесів торговельного підприємства»: 78 с., 14 рис., 2 табл., 40 джерел.

Ключові слова: ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ, ЛОГІСТИКА, ТОРГІВЕЛЬНЕ ПІДПРИЄМСТВО, БІЗНЕС-ПРОЦЕСИ, КОНЦЕПЦІЯ.

У роботі розглядаються особливості функціонування торговельних підприємств в сучасних економічних умовах. Досліджуються методи та моделі управління логістичними бізнес-процесами торговельного підприємства. Побудовано концепцію інформатизації логістичних бізнес-процесів торговельного підприємства. Запропонована інформаційна модель логістичних бізнес-процесів ПП «Експрес». Побудовано модель роботи складу ПП «Експрес» за допомогою інструмента AnyLogic 8.0.

## ABSTRACT

Bondarenko Kyrylo. Master's qualifying paper «Informatization of logistic business processes for the trading enterprise»: 78 pages, 14 figures, 2 tables, 40 references.

Keywords: INFORMATION MODEL, LOGISTICS, COMMERCIAL ENTERPRISE, BUSINESS PROCESSES, CONCEPT.

The work examines the peculiarities of the functioning of commercial enterprises in modern economic conditions. Methods and models of management of logistic business processes of a trading enterprise are studied. The concept of informatization of logistic business processes of a trading enterprise has been developed. The proposed information model of logistics business processes of PE «Express». A model of the warehouse of «Express» was built using the AnyLogic 8.0 tool.

ЗМІСТ	
ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ	2
РЕФЕРАТ	4
ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЛОГІСТИЧНИХ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ТОРГІВЕЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА	10
1.1 Особливості функціонування торгівельних підприємств в сучасних економічних умовах	10
1.2 Методологія логістичної системи торгівельного підприємства	16
1.3 Концептуальні підходи до управління логістичними бізнес-процесами торгівельного підприємства	21
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1	31
РОЗДІЛ 2 МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ЛОГІСТИЧНИМИ БІЗНЕС-ПРОЦЕСАМИ ТОРГІВЕЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА	32
2.1 Концепція інформатизації логістичних бізнес-процесів торгівельного підприємства	32
2.2 Система моделей управління логістичними бізнес-процесами торгівельного підприємства	37
2.3 Моделі прогнозування логістичних бізнес-процесів торгівельного підприємства	45
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2	52
РОЗДІЛ 3 РЕАЛІЗАЦІЯ КОНЦЕПЦІЇ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ ЛОГІСТИЧНИХ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ТОРГІВЕЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА	53
3.1 Загальна характеристика торгівельного підприємства «Експрес» та його інформаційного середовища	53
3.2 Побудова моделі роботи складу ПП «Експрес» за допомогою інструмента AnyLogic 8.0	55
3.3 Інформаційна модель логістичних бізнес-процесів ПП «Експрес»	65
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3	74
ВИСНОВКИ	75
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	76

## ВСТУП

Актуальність теми викликана та зумовлена постійним зростання інтересу до логістичних бізнес-процесів, їх потенційними можливостями підвищення ефективності функціонування логістичної системи, які вдосконалюються із використанням інформаційних технологій. Така ситуація визначається наступними чинниками: перехід від ринку продавця до ринку покупців, коли потреби споживачів є основою для розробки виробничих програм і обумовлюють необхідність у створенні системи руху товару; забезпечення конкурентних переваг підприємствам, що застосовують логістичні принципи організації виробничої і збутової діяльності; створення об'єктивних можливостей для використання в системі логістики досягнень технічного прогресу в інформаційних технологіях; розробка нових теорій і методів дослідження операцій, зокрема, теорії систем і теорії компромісів, які послужили основою для оптимізації процесів логістики.

Використовуючи функціональні логістичні можливості, підприємці мають можливість досягнути багатьох переваг: зниження витрат, ефективного управління запасами, якісного обслуговування клієнтів, гнучкого реагування на потреби ринку.

Принципи логістичних бізнес-процесів та їх роль в управлінні підприємством завжди були у полі зору вітчизняних і зарубіжних вчених. Вагомий внесок у цю сферу зробили як вітчизняні, так і зарубіжні науковці: Хлевицька Т.Б., Бандирська О.В., Різник М.В., Карп І.М., Сергєєв В.І., Гаджинський А.М., Крикавський Є.В., Москвітіна Т.Д.

**Метою** дослідження є побудова інформаційної системи логістичних бізнес-процесів торговельного підприємства.

Для досягнення мети були поставлені такі **завдання**:

– провести аналіз сучасних підходів логістики торгового підприємства та виявлені позитивні та негативні аспекти;

- розробити концепцію інформатизації логістичних бізнес-процесів торгівельного підприємства;
- сформулювати систему моделей управління логістичними бізнес-процесами торгівельного підприємства;
- побудована імітаційна модель логістичних бізнес-процесів за допомогою програмного інструмента «ANYLOGIC».

**Об’єктом роботи** є логістичні бізнес-процеси торгівельного підприємства.

**Предметом роботи** є інформаційна система управління логістичними бізнес-процесами торгівельного підприємства.

**Методи дослідження.** Теоретичною та методологічною основою роботи є наукові праці вітчизняних та зарубіжних учених з питань управління логістичною системою, економіко-математичне моделювання, методи та системи прийняття рішень.

**Наукова новизна** одержаних результатів проявляється в теоретичному узагальненні і новому вирішенні наукової задачі, що виявляється в удосконаленні підходів до інформатизації логістичних бізнес-процесів торгівельного підприємства. До основних результатів, які мають наукову новизну, належать:

*удосконалено:*

- концепцію інформатизації логістичних бізнес-процесів торгівельного підприємства, яка на відміну від існуючих є адаптивною, враховує всі складові логістичних потоків і дозволяє підвищити якість управління;

*дістало подальшого розвитку:*

- використання економіко-математичних методів та моделей для побудови інформаційної системи управління логістичними бізнес-процесами торгівельного підприємства на базі імітаційної моделі логістичних бізнес-процесів за допомогою програмного інструмента «ANYLOGIC».



**Практичне значення одержаних результатів.** Мінімізація логістичних витрат за для одержання торговельним підприємством максимального прибутку з оптимальними витратами, формування портфеля замовлень; організація сервісного обслуговування споживачів; організація складування готової продукції; управління запасами готової продукції.

**Апробація результатів дослідження.** За результатами дипломної роботи опубліковано двоє тез доповідей на конференціях: 1) Збірник наукових праць студентів, аспірантів, докторантів і молодих вчених «Молода наука-2023»: у 5 т. / Запорізький національний університет. – Запоріжжя : ЗНУ, 2023. – Т.5. – С. 372-373. 2) Геостратегічні трансформації та траєкторія національної безпеки в контексті відбудови і сталого розвитку України : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (25–26 травня 2023 року, м. Запоріжжя) / наук. ред. Н. Г. Метеленко ; Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні Запорізького національного університету. – Одеса : Олді+, 2023. – С. 111-114.

**Структура і обсяг роботи.** Диплом складається зі вступу, 3 розділів, висновків, переліку використаної літератури із 40 найменувань. Роботу викладено на 78 сторінках, що містить 14 рисунків, 2 таблиці.

## РОЗДІЛ 1

### ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЛОГІСТИЧНИХ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ТОРГІВЕЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА

#### 1.1 Особливості функціонування торгівельних підприємств в сучасних економічних умовах

Ринкова система господарювання, яка сформована в Україні, обумовлює зміну форм та методів управління економікою підприємства, вимагає нових підходів до визначення місця та ролі підприємства в розвитку суспільного виробництва.

На сьогодні отримують розвиток принципово нові організаційно-правові форми господарювання, змінюється система економічних відносин з державою, власниками, господарськими партнерами, працівниками.

Досвід роботи підприємств в умовах ринкової економіки, який накопичено в промислово розвинених країнах, не можна автоматично перенести на управління економічними процесами в Україні. Виникає необхідність його адаптації з урахування специфіки сучасного етапу розвитку економіки України та менталітету господарюючих суб'єктів.

Світова практика проведення економічних реформ свідчить, що існування стабільно розвиненої економічної системи неможливе без успішного розвитку галузей народного господарства.

Не виключенням є й торгівля, до розвитку якої за умов реформування економіки України підприємці виявляють значний інтерес. Саме торгівля здійснює підтримку вітчизняного товаровиробника, забезпечує наповнення бюджету та суспільний добробут, стимулює розвиток інвестиційних процесів.

Специфіка торговельної діяльності, необхідність постійного забезпечення комфортного для покупців торговельного процесу потребує

визначення та урахування сукупності чинників, що впливають на якісне виконання функцій торгівлі, та які необхідно своєчасно передбачати та попереджувати їх появу. Торгівля є історичною категорією, в процесі розвитку якої змінювалися погляди на її сутність, функції та загальноекономічну роль [11 с. 47].

Узагальнюючи наведені визначення та враховуючи широке коло різноманітних зв'язків галузі, можна стверджувати, що торгівля – це складна організаційна система, що забезпечує свою діяльність за допомогою великої кількості різноспрямованих економічних зв'язків між продавцями і покупцями з приводу обміну товарів [14 с. 52].

Торгівля – це галузь, з якої почався процес демонополізації економіки країни, що сприяло створенню конкурентного середовища та появи на споживчому ринку України незалежних суб'єктів господарювання різних форм власності [28 с. 56]. Проте, галузеві особливості та риси, притаманні ринковій економіці, зумовили появу певних труднощів розвитку торговельної галузі.

Зважаючи на вагому роль роздрібною торгівлі у формуванні валового внутрішнього продукту та бюджетів всіх рівнів, у забезпеченні соціальної стабільності в країні, необхідним вважається виявлення сучасних тенденцій її розвитку. З огляду на те, що торгівля є невід'ємним елементом ринкового господарства, умови її функціонування, значною мірою, визначаються рівнем загальноекономічного розвитку держави.

Досвід розвинутих країн у сфері підвищення ефективності матеріального виробництва свідчить про те, що одним із основних інструментів зміцнення позицій на ринку є використання концепції логістики в організації економічної діяльності підприємства. В сучасному розумінні логістика охоплює як безпосередньо виробництво, так і сферу планування і управління всією діяльністю підприємства в ланцюжку «постачальник – виробник – споживач» [21 с. 105].

За оцінками багатьох експертів, загострення конкуренції на світових ринках диктує необхідність впровадження логістики в практичну діяльність підприємств як одного з найважливіших факторів конкурентності компаній.

Ефективність використання товарних потоків у торгівлі значною мірою залежить від рівня організації та методики їх обліку і контролю.

Логістика – це галузь бізнесу, функцією якої є забезпечення переміщення та зберігання продукції та сировини для забезпечення виробництва та продажу [33 с. 124]. В більш широкому сенсі логістикою називають процеси пов'язані з транспортуванням, зберіганням та обробкою певних предметів.

Сучасне уявлення про логістику сильно відрізняється від оригінального. Якщо раніше термін описував фізичний рух сировини і товарів, то тепер він включає планування, закупівлю, транспортування та зберігання. Подальшим розвитком логістики є термін управління ланцюгом поставок (Supply Chain Management), що є свідомим зростаючого розуміння компаніями важливості координації всіх функцій і бізнес процесів.

Транспортна логістика тісно пов'язана зі складською, виробничою, заготівельною, розподільчою та посередницькою діяльністю. Це пояснюється такими причинами:

- 1) система управління матеріальними потоками всередині підприємства має достатньо великий вплив на методи організації постачання і перевезення;
- 2) наявність товарних запасів забезпечує безперервність процесу транспортування;
- 3) важливе значення для оптимізації транспортної логістики має координація процесів закупівлі, виробництва розподілу і розробка єдиного виробничо-транспортно-складського технологічного процесу;
- 4) організаційні і економічні методи і форми комплексного управління транспортуванням включають необхідність координації і сполучення пов'язаних функцій планування поставок і перевезень продукції;

5) раціональний розподіл логістичних функцій між структурними підрозділами транспортних організацій;

б) розвиток методів управління, забезпечуючих економію витрат на транспортування, удосконалення і втілення системи економічного стимулювання працівників логістичного процесу в поліпшенні його кінцевих результатів [5].

Концепція розвитку комплексного логістичного управління транспортуванням обґрунтовується таким чином: фактичне переміщення товарів у процесі обігу, яке здійснюється шляхом їх транспортування, забезпечується системою комерційно-посередницьких організацій і комерційних служб підприємств.

Логістика товарних потоків належить до новітнього напрямку логістичної теорії та практики, де (як і в цілому в логістиці) чітко проявляються територіальні особливості та аспекти, які не знайшли розуміння та висвітлення як серед більшості суспільних товарознавців, так і серед логістів. Як приклад наведемо сферу торговельних послуг, де визначальним, з точки зору логістики, є потік покупців, відповідно до характеристик якого повинна організовуватися мережа торговельних закладів (роздрібних та гуртових), канали та ланцюги поставок товарів, зв'язки з їх виробниками, складські схеми та потужності, транспортне забезпечення тощо. Подібна ситуація спостерігається на даний час і в інших галузях сфери послуг. Між тим остання, як в Україні, так і в світі, бурхливо зростає і це є визначальною тенденцією розвитку світового господарства в XXI ст. Без логістики забезпечити високу ефективність цього процесу неможливо [16].

Торговельна логістика впливає на ефективність ринкової діяльності торговельних підприємств. Її завдання - отримання потрібних товарів у необхідному місці у визначений час та одержання торговельним підприємством максимального прибутку з оптимальними витратами.

Інформаційна логістика організовує потік даних, який супроводжує матеріальний потік (об'єкт логістичних операцій, який перебуває у постійному

русі та є сукупністю різновидів сировини, готової продукції та товарних одиниць) та є тією суттєвою ланкою для підприємства, що пов'язує постачання, виробництво та збут.

Основним завданням інформаційної логістики є створення оптимальних логістичних інформаційних систем та їхнє практичне впровадження із урахуванням особливостей постачання, виробництва та розподілу окремо визначених підприємств за допомогою методів моделювання.

Для торговельного підприємства дуже важливо володіти інформацією для прогнозування рівня запасів, оскільки зростання обсягів товарних запасів призводить до збільшення витрат на зберігання товарів.

Транспортна логістика має важливе значення для торгівлі, оскільки частину логістичних операцій під час руху товарного потоку від постачальника до кінцевого споживача здійснюють із застосуванням транспортних засобів.

Транспортна логістика вивчає транспортні аспекти, які необхідно знати при розробці логістичної стратегії товарних потоків у торгівлі.

Завдання транспортної логістики включає такі функції:

- 1) вибір виду транспорту для перевезення товарів (вантажів) за їх товарознавчими характеристиками;
- 2) вибір типу транспортного засобу;
- 3) визначення оптимального маршруту;
- 4) вибір транспортного перевізника;
- 5) спільне планування транспортних процесів на різних видах транспорту (на випадок змішаних перевезень) з конкретними торговельними підприємствами;
- 6) забезпечення технологічної єдності транспортного та торговельного процесів;
- 7) спільне планування транспортного процесу із складським і торговельним [10].

У процесі розробки оптимальних шляхів товароруху велике значення мають завдання, пов'язані з транспортуванням вантажів. Транспортування товарів від постачальників до пунктів їх реалізації вимагає великих логістичних витрат, які залежать від відстані, схеми перевезень, виду транспорту.

Завдання вибору оптимального варіанта доставки товарів від пунктів виробництва до пунктів споживання з урахуванням усіх реальних можливостей називають транспортним. Використання його розрахунків, як показують дослідження, знижує транспортні витрати на 10-30 %.

Логістичний підхід до організації торговельної діяльності відкриває нові можливості для всіх учасників товарного обміну - товаровиробників, споживачів, комерційних посередників.

Логістичний сервіс - комплекс дій, що охоплює і поєднує всі сфери бізнесу для доставки товарів так, щоб задовольнити споживачів і досягти мети діяльності торговельного підприємства. Його здійснюють постачальники товарів або експедиторські підприємства, які спеціалізуються в галузі логістичного обслуговування [11 с. 64].

Сучасні умови функціонування торговельних підприємств диктують необхідність комплексного дослідження проблем підвищення якості логістичного обслуговування споживачів. Зокрема, такими умовами є:

- динамічні зміни обсягу та структури попиту;
- насиченість ринку конкурентоспроможними товарами;
- суттєві зміни цін; збільшення кількості конкурентів;
- загострення конкуренції.

Це вимагає від торговельного підприємства скорочення часу реакції на зміну зовнішнього середовища, а також більш гнучкої діяльності.

Крім того, стан торговельних підприємств залежить від поведінки покупців, які стали вимогливішими, прагнуть бути незалежними, часто непослідовні, з нестандартною і непередбачуваною поведінкою. Усе це

призводить до виникнення розриву між зростанням вимог покупців до якості товарів та послуг і рівнем пропозицій торговельних підприємств.

Тільки пропозиція товарів з високим рівнем якості, збагаченого елементами логістики в сфері обслуговування клієнтів, створює широкий спектр стратегічно-конкурентних варіантів поведінки учасників ланцюгів товарного ринку. У сфері обслуговування виникає більше можливостей створювати різні пропозиції споживачам.

Отже, логістика формування товарних потоків забезпечить ефективність торговельної галузі економіки за умови спрощення інтегрованої інформаційної бази управління, яка поєднуватиме електронні системи обліку і контролю на всіх стадіях обігу товарів у торговельному процесі.

## 1.2 Методологія логістичної системи торговельного підприємства

Логістична система, адаптивна система із зворотним зв'язком, що виконує ті чи інші логістичні функції та операції, складається, переважно, з декількох підсистем і має досить розвинуті зв'язки із зовнішнім середовищем, тобто може бути досліджена засобами загальної теорії систем.

Логістичні системи є штучними, динамічними і цілеспрямованими. Для таких систем актуальні проблеми управління, завдання аналізу та синтезу керованих і керуючих систем, які можуть бути вивчені, вирішені і змодельовані методами кібернетики.

Будь-яка організаційно-економічна діяльність, а значить і управління логістичними потоковими процесами неможливі без перспективного їх планування, без науково обґрунтованих прогнозів параметрів і тенденцій розвитку зовнішнього середовища, показників логістичних процесів.

Основою управління та дослідження логістичних систем є такі основні методології [22 с. 204]:

1. Системний аналіз як методологія в логістиці, ґрунтується на множині принципів, тобто положеннях загального характеру, узагальнюючих досвід



роботи людини зі складною системою, одним з основних принципів якої є принцип кінцевої мети, який полягає в абсолютному пріоритеті глобальної мети.

Застосування системного аналізу в логістиці дозволяє:

- 1) визначити та впорядкувати елементи, цілі, параметри, завдання і ресурси та визначити структуру логістичної системи;
- 2) виявити внутрішні властивості логістичної системи, що визначають її поведінку;
- 3) виділити і класифікувати зв'язку між елементами логістичної системи;
- 4) виявити невирішені проблеми, вузькі місця, фактори.
- 5) невизначеності, що впливають на функціонування, можливі логістичні заходи;
- 6) формалізувати слабо структуровані проблеми, розкрити їх зміст та можливі наслідки перед підприємцями;
- 7) виділити перелік і вказати доцільну послідовність виконання завдань функціонування логістичної системи і окремих її елементів;
- 8) розробити моделі, що характеризують вирішувану проблему з усіх основних сторін і дозволяють «програвати» можливі варіанти дій та інше.

2. З точки зору кібернетичного підходу управління ЛС розглядається як сукупність процесів обміну, обробки та перетворення інформації. Кібернетичний підхід являє ЛС як систему з управлінням (рис. 1.1), що включає три підсистеми: керуючу систему, об'єкт управління і систему зв'язку.

Застосування кібернетичного підходу до логістики вимагає опису основних властивостей логістичної системи за допомогою математичних моделей. Це дозволяє розробляти і автоматизувати алгоритми оптимізації кібернетичної системи управління.

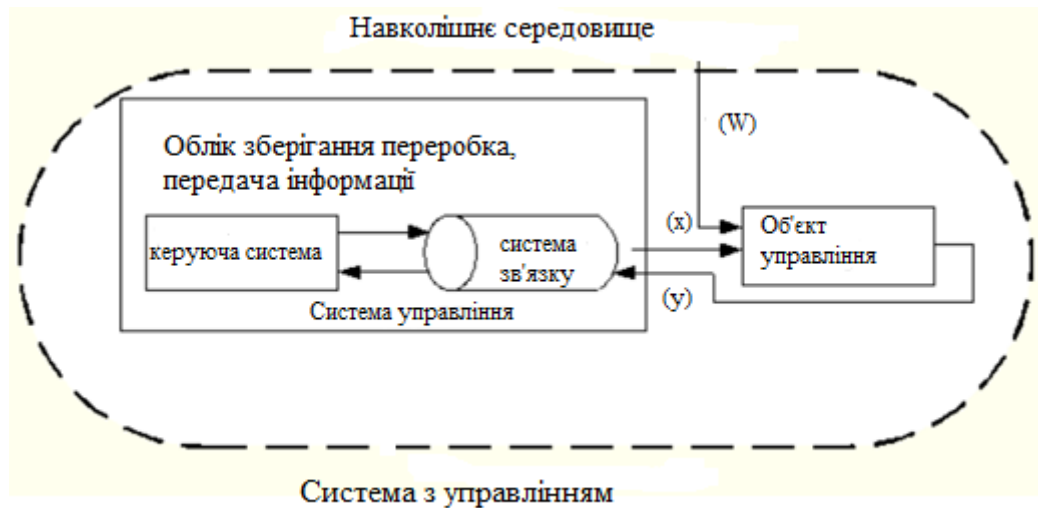


Рисунок 1.1 – Кібернетичний підхід до опису логістичної системи

*Джерело:* [12 с. 59]

Керуюча система спільно з системою зв'язку утворює систему управління. Система зв'язку включає канал прямого зв'язку, за яким передається вхідна інформація  $\{x\}$  і канал зворотного зв'язку, за яким до керуючої системі передається інформація про стан об'єкта управління  $\{y\}$ . Інформація про керований об'єкт і зовнішньому середовищі сприймається системою, що управляє, переробляється у відповідності з тією чи іншою метою управління та у вигляді керуючих впливів передається на об'єкт управління. Використання поняття зворотного зв'язку є відмінною рисою кібернетичного підходу.

3. Ефективність виробничо-комерційної діяльності в значній мірі визначається якістю рішень, повсякденно прийнятою менеджерами різного рівня. У зв'язку з цим великого значення набувають завдання вдосконалення процесів прийняття логістичних рішень, вирішити які дозволяє дослідження операцій.

Предметом дослідження операцій в логістиці є завдання прийняття оптимальних рішень в логістичній системі з управлінням на основі оцінки ефективності її функціонування. Характерними поняттями дослідження операцій є: модель, що змінюються змінні, обмеження, цільова функція.

4. Дослідження та прогнозування поведінки логістичних систем на практиці здійснюється за допомогою економіко-математичного моделювання, тобто опису логістичних процесів-у вигляді моделей.

Під моделлю в даному випадку розуміється відображення логістичної системи (абстрактне чи матеріальне), яке може бути використане замість неї для вивчення її властивостей і можливих варіантів поведінки.

При побудові таких моделей необхідно дотримуватися таких вимог:

- 1) поведінка, структура та функції моделі повинні бути адекватні модельованій логістичній системі;
- 2) відхилення параметрів моделі в процесі її функціонування від відповідних параметрів модельованої логістичної системи не повинні виходити за рамки допустимої точності моделювання;
- 3) результати дослідження моделі та її поведінки повинні виявити нові властивості модельованої логістичної системи, не відображені у вихідному матеріалі, використаному для складання цієї моделі;
- 4) модель повинна бути більш зручніше, ніж її реальний аналог - логістична система [7 с. 49].

Усі моделі логістичних систем діляться на два класи: ізоморфні та гомоморфні.

Ізоморфні моделі представляють собою повний еквівалент всім морфологічним та поведінковим особливостям модельованої системи і здатні повністю замінити її. Однак побудувати та дослідити ізоморфну модель практично неможливо внаслідок неповноти і недосконалості знань про реальну систему і недостатньою адекватністю методів і засобів такого моделювання.

Тому практично всі моделі, використовувані в логістиці, є гомоморфним, які представляють собою моделі, подібні відображеним об'єкту лише у відносинах, характерних і важливих для процесу моделювання. Інші аспекти будови і функціонування при гомоморфній моделюванні

ігноруються. Гомоморфним моделі діляться на матеріальні і абстрактно-концептуальні.

Матеріальні моделі знаходять у логістичному управлінні обмежене застосування, що пов'язано з труднощами і дорожнечою відтворення на такого роду моделях основних геометричних, фізичних і функціональних характеристик оригіналу і вкрай обмеженими можливостями варіювання їх у процесі роботи з моделлю. Тому для логістики в основному використовуються абстрактно-концептуальні моделі, які поділяють на символічні і математичні.

Для побудови символічних моделей використовуються такі символи або коди, які однозначним, що не допускає можливості різного тлумачення чином, представляють модельованій структури і процеси.

Інформацію, отриману за допомогою використання символічних моделей, незручно обробляти (хоча це і можливо) для подальшого використання в системах логістичного управління. Тому найбільше поширення в процесі створення і експлуатації систем логістичного управління отримали математичні моделі (аналітичні та імітаційні).

Особливістю аналітичних моделей є те, що закономірності будови та поведінки об'єкта моделювання описуються в прийнятній формі точними аналітичними співвідношеннями. Ці співвідношення можуть бути отримані як теоретично, так і експериментально. Теоретичний підхід застосовується лише для простих компонентів і систем, що допускають сильне спрощення і високу ступінь абстракції. Крім того, утруднена перевірка адекватності отриманого аналітичного опису, оскільки поведінка модельованого об'єкта заздалегідь не визначено, а як раз і має бути з'ясовано в результаті моделювання. Для визначення цієї поведінки і складається дане аналітичне опис. Аналітичний опис може бути визначено також шляхом проведення експериментів над досліджуваним об'єктом. Більш універсальним підходом має імітаційне моделювання.

### 1.3 Концептуальні підходи до управління логістичними бізнес-процесами торговельного підприємства

У трактуванні теоретичних основ логістики існують помітні відмінності, зокрема, такого поняття як «логістична концепція», «концепція логістики» або «концептуальні положення логістики») [2, 5, 24]. Логістичну концепцію, як правило, зводять до розгляду цілей застосування логістичного підходу, переліку складових економічного ефекту від його впровадження або до формулювання принципів, яким необхідно керуватися при управлінні логістичними процесами або при побудові логістичних систем.

На початку 60-х років у зв'язку із зростанням популярності обчислювальних систем виникла ідея використовувати їх для планування виробничих процесів. Необхідність цього була обумовлена тим, що основна маса затримок у процесі виробництва пов'язана з запізненням надходження окремих комплектуючих, в результаті чого, як правило, паралельно зі зменшенням ефективності виробництва, на складах виникає надлишок матеріалів, що надійшли в строк або раніше наміченого терміну. Тому була розроблена методологія планування потреби в матеріалах MRP (Material Requirements Planning) (рис. 1.2).

Реалізація системи, що працює з цієї методології, є комп'ютерною програмою, що дозволяє оптимально регулювати поставки комплектуючих у виробничий процес, контролюючи як запаси на складі, так і саму технологію виробництва. Головним завданням MRP є забезпечення гарантії наявності необхідної кількості необхідних матеріалів і комплектуючих у будь-який час у межах терміну планування поряд з можливим зменшенням постійних запасів, а отже, розвантаженням складу. Іншими словами, MRP-система дозволяє оптимально завантажувати виробничі потужності, і при цьому купувати саме стільки сировини і матеріалів, скільки необхідно для виконання поточного плану замовлень і можливо обробити за відповідний цикл виробництва. Проте ідеальна реалізація концепції MRP нездійсненна в реальних умовах, тому в MRP-системах на кожен випадок передбачено певний страховий запас сировини і комплектуючих (safety stock) [1 с. 453].

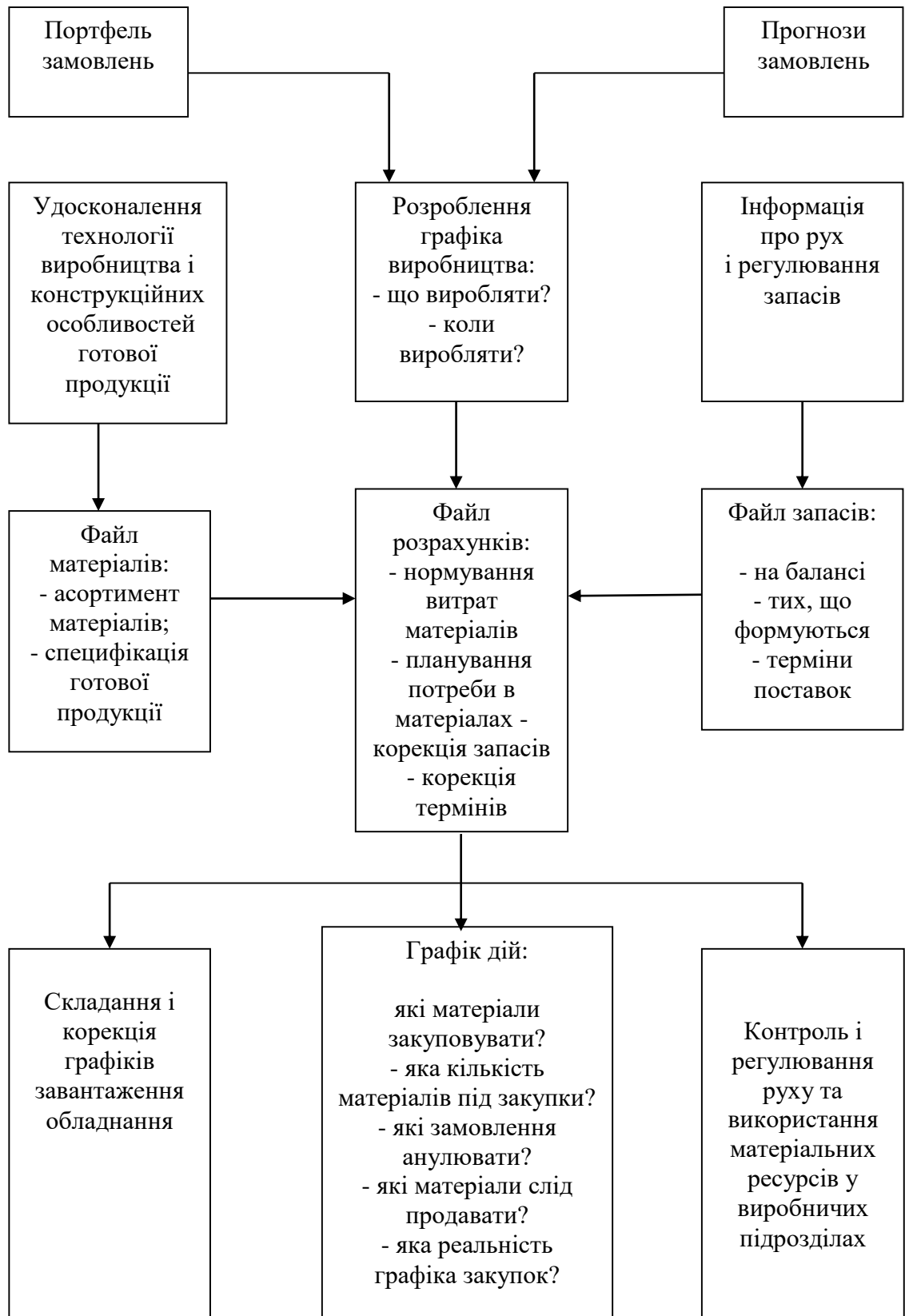


Рисунок 1.2 – Схема функціонування логістичної операційної системи

«MRP-I»

Джерело: [24]

Основними цілями MRP-систем є: задоволення потреб у матеріалах, компонентах і продукції для планування виробництва і доставки споживачам; підтримка низького рівня запасів матеріальних ресурсів, незавершеного виробництва, готової продукції, планування виробничих операцій, графіків доставки, закупівельних операцій [24].

У процесі реалізації цих цілей MRP-система забезпечує потік планових кількостей матеріальних ресурсів і запасів продукції на планову перспективу. Система MRP спочатку визначає, в які терміни і скільки необхідно провести кінцевої продукції.

Потім визначаються час і необхідні кількості матеріальних ресурсів для виконання виробничого розкладу. Входом даної системи є замовлення споживачів, підкріплені прогнозами попиту на готову продукцію фірми, які закладені у виробничий розклад (графіки випуску готової продукції).

Мікрологістичної системи, засновані на MRP - підході, мають недоліки і обмеження, до основних з яких відносять [14 с. 304]:

- значний обсяг обчислень, підготовки і попередньої обробки великого обсягу вихідної інформації, що збільшує тривалість виробничого періоду і логістичного циклу;
- зростання логістичних витрат на обробку замовлень і транспортування при прагненні підприємства зменшити рівень запасів або перейти на випуск готової продукції в малих обсягах з високою періодичністю;
- нечутливість до короткочасних змін попиту, оскільки засновані вони на контролі і поповненні рівня запасів у фіксованих точках проходження замовлення;
- значне число відмов у системі через її великої розмірності і перевантаженість.

Вище наведені недоліки накладаються на загальний недолік, властивий всім мікрологістичних системах «штовхаючого» типу (push systems), до яких відносяться і MRP-системи, а саме не досить суворе відстеження попиту з обов'язковою наявністю страхових запасів.

Відмічені недоліки і обмеженість застосування MRP потребували розробки другого покоління цих систем, яке отримало назву системи MRP II (рис. 1.3). Вони є інтегрованими мікрологістичних системах, що включають фінансове планування і логістичні операції, і є ефективним інструментом внутрішньо фірмового планування, що дозволяє на практиці втілювати логістичну концепцію інтеграції функціональних сфер бізнесу при управлінні матеріальними потоками. Перевагою даних систем перед системами MRP I є повне задоволення споживчого попиту, що досягається шляхом скорочення тривалості виробничих циклів, зменшення запасів, кращої організації постачань, більш швидкої реакції на зміни попиту. Системи MRP II забезпечують велику гнучкість планування, зменшують логістичні витрати на управління запасами [26 с. 78].

У багатьох країнах зроблені спроби створити комбіновані системи MRPII - KANBAN для взаємного усунення недоліків, притаманних кожній цій системі окремо. Звичайно в такі комбіновані MRPII-системи використовують для планування і прогнозування попиту, збуту і закупівель, а KANBAN-систему - для оперативного управління виробництвом. Деякі західні дослідники називають дану інтегровану мікрологістичних систему MRP III (рис. 1.4).

Серед інших логістичних концепцій слід виділити ще декілька. На початку 1980-х років американськими фахівцями в області менеджменту і логістики був запропонований, а згодом застосований термін «управління ланцюгом / ланцюгами поставок» (Supply Chain Management, SCM) [11]. При цьому, ланцюг постачань - це три і більше економічних одиниці (юридичні чи фізичні особи), що безпосередньо беруть участь в зовнішніх і внутрішніх постачаннях продукції, послуг, фінансів та / або інформації від джерела до споживача. Ланцюги поставок бувають трьох рівнів складності: прямі, розширені і максимальні. Прямий ланцюг постачань складається з компанії, постачальника і споживача, що бере участь у зовнішньому та / або внутрішньому потоці продукції, послуг, потоку фінансів та / або інформації.



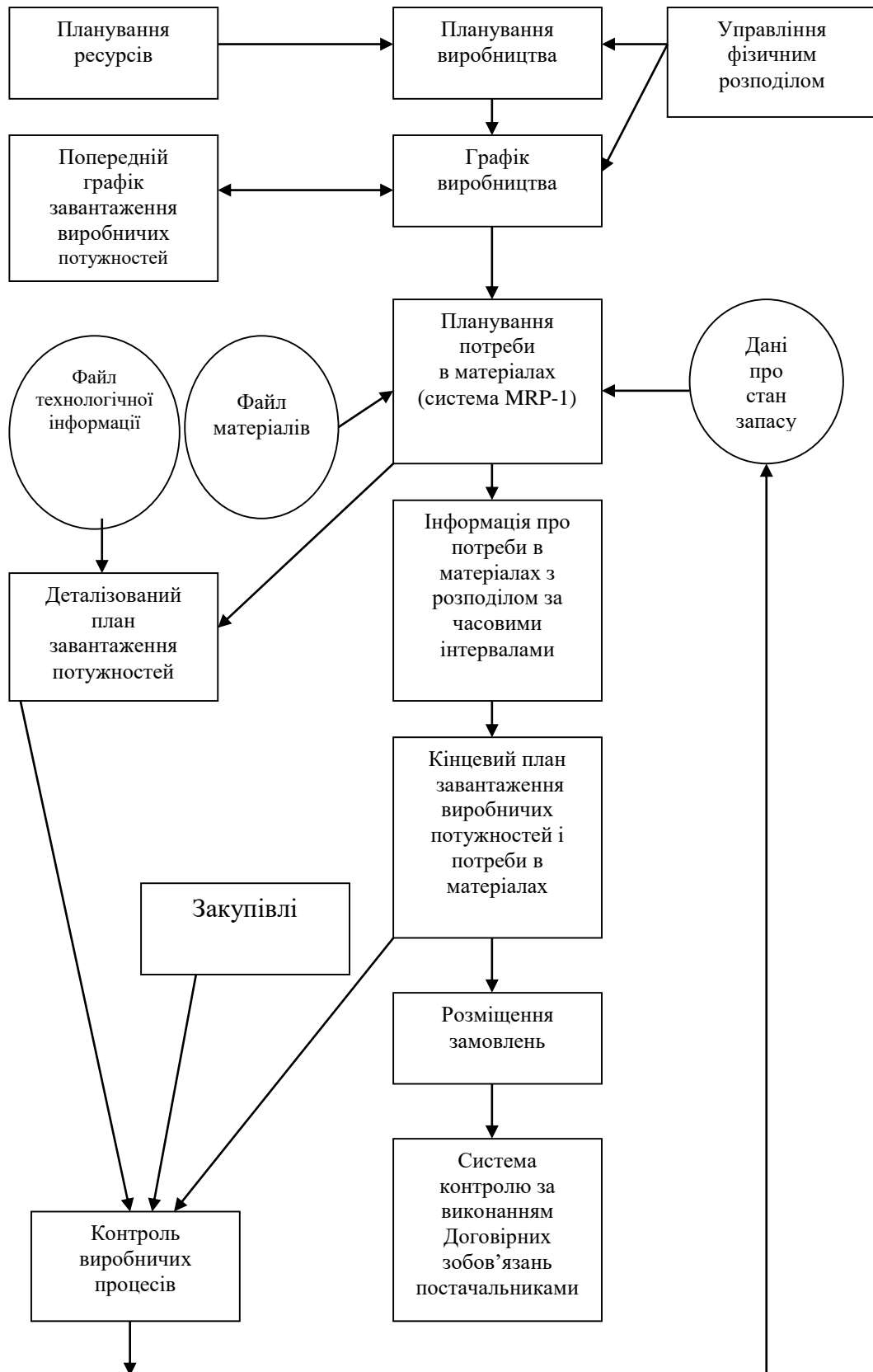


Рисунок 1.3 – Схема функціонування логістичної операційної системи «MRP-II»

Джерело: [24]

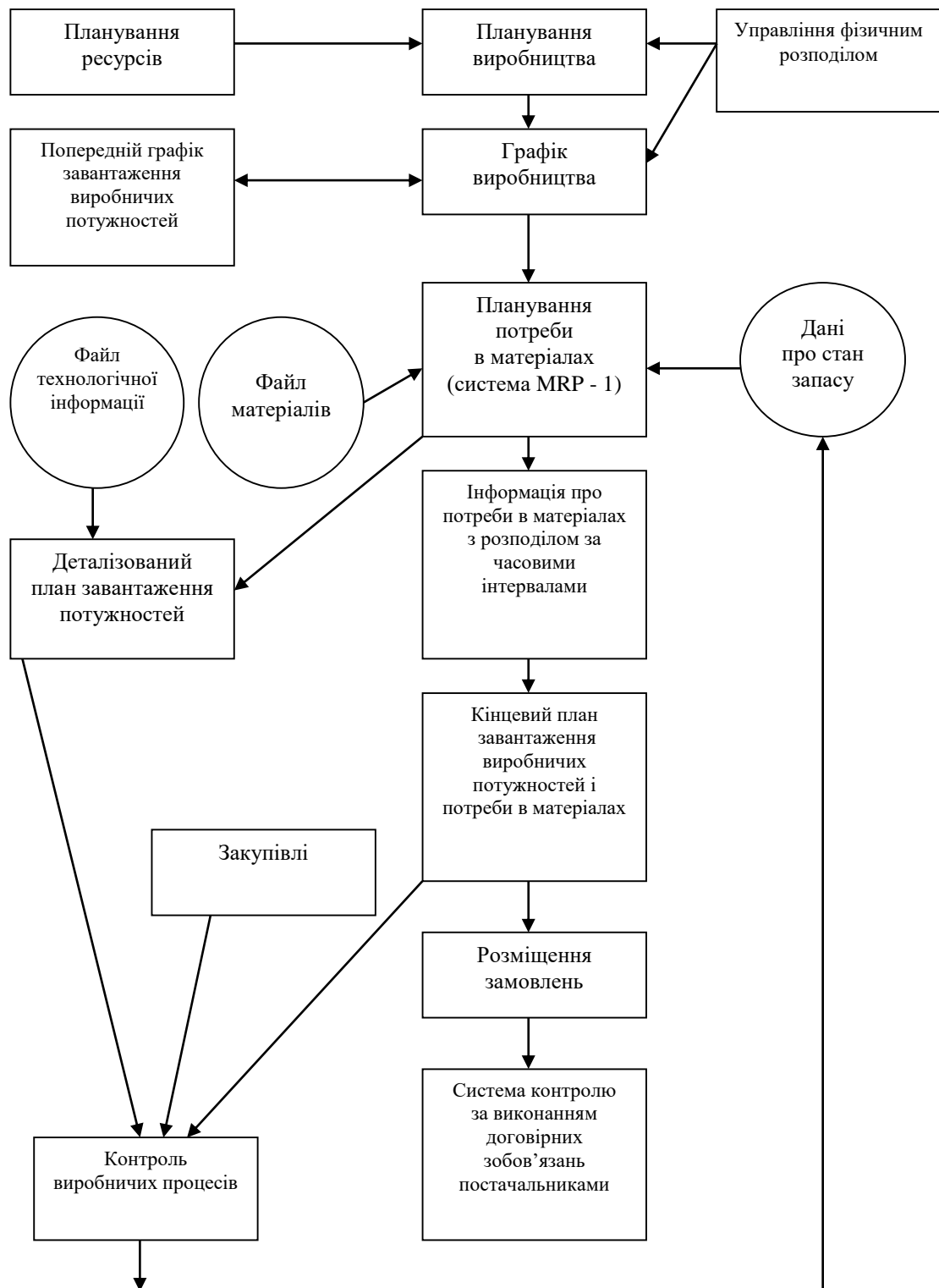


Рисунок 1.4 – Схема функціонування комбінованої операційної системи «Kanban-MRP-II» або «MRP-III»

Джерело: [24]

Визначення максимального ланцюга поставок, по суті трактується як інтеграція основних функціональних сфер бізнесу (логістичних функцій) компанії та її партнерів від початку зародження інформаційного або товарного потоку до поставки продукції або сервісу відповідно до вимог кінцевих споживачів.

Американські вчені Д. Ламберт і Дж. Сток визначають це поняття наступним чином: «Управління ланцюгами поставок - інтеграція ключових бізнес-процесів, що починаються від кінцевого користувача і охоплюють всіх постачальників товарів, послуг та інформації, додають цінність для споживачів та інших зацікавлених осіб» [18 с. 282].

До ключових бізнес-процесів Д. Ламберта і Дж. Сток відносять: управління взаємовідносинами зі споживачами; обслуговування споживачів, управління попитом, управління виконанням замовлень; підтримка виробничих процесів, управління постачанням, управління розробкою продукції та її доведенням до комерційного використання; управління поворотними матеріальними потоками.

Деякі вітчизняні дослідники [6, 13, 34] розглядають SCM як логістичну координацію, тобто як впорядкування різних логістичних операцій і правил їх виконання.

До основних положень концепції SCM належать такі:

- вартість товару формується протягом усього логістичного ланцюжка, і «виявляється» лише на останній стадії – при продажу споживачеві;
- на вартість товару впливає загальна ефективність операцій, зокрема транспортних та маркетингових, всього логістичного ланцюжка, а не тільки конкретного продажу;
- найбільш керованою з точки зору вартості початкова стадія – виробництво, а найбільш чутливою – останній продаж [7 с. 26].

Модуль SCM забезпечує виконання наступних завдань:

- формування структури мережі складів сировини і готової продукції для зниження операційних логістичних витрат;

- оптимізація схеми транспортних операцій маршрутів (з точки зору витрат);
- вибір виробника товару для поставки на конкретний регіональний ринок та інше [17].

Таким чином, концепція SCM дозволяє вирішувати завдання інтегрованого управління функціональними областями логістики та координації логістичного процесу компанії з «трьома сторонами». Однак, подальший розвиток цих логістичних стандартів і створення на їх основі систем типу ERP (Enterprise Resource Planning) не внесло принципових змін в управління матеріальними потоками і запасами виробничих структур.

Концепція / технологія «логістика, орієнтована на попит» (demand-driven techniques, DDT) розроблялася як модифікація концепції RP «планування потреб / ресурсів», тобто поліпшення реакції на зміну споживчого попиту. Найбільш відомими є чотири варіанти цієї концепції: «точки замовлення, перезамовлення», «швидкого реагування», «безперервного поповнення запасів» і «автоматичного поповнення запасів».

Концепція «точки замовлення / перезамовлення» (rules based reorder, RBR) використовує одну з найстаріших методик контролю і управління запасами, засновану на точці замовлення / перезамовлення (reorder point, ROP) та статистичних параметрах витрат продукції [10 с. 63].

Концепція «швидкого реагування» (quick response, QR) представляє логістичну координацію між роздрібними торговцями і оптовиками з метою поліпшення просування готової продукції в їх розподільних мережах у відповідь на передбачувані зміни попиту.

Концепція «безперервного поповнення запасів» (continuous replenishment, CR) є модифікацією концепції «швидкого реагування» і призначена для усунення необхідності поповнення запасів у замовленнях готової продукції з метою встановлення ефективної логістичного плану, спрямованого на безперервне поповнення запасів готової продукції у роздрібних торговців.

Подальшим розвитком стратегій «швидкого реагування» і «безперервного поповнення запасів» з'явилася логістична концепція «автоматичного поповнення запасів» (automatic replenishment, AR), що забезпечує постачальників (виробників готової продукції) необхідним набором правил прийняття рішень по товарних характеристиками і категоріями [29 с. 250].

Концепція / технологія «плаского / стрункого» виробництва (lean production, LP) є розвитком концепції «точно в термін» і включає такі елементи, як системи KANBAN і «планування потреб / ресурсів» (RP). Особливостями даної концепції є: висока якість; невеликий розмір виробничих партій; низький рівень запасів; висококваліфікований персонал; гнучкі виробничі технології.

Використання концепції LP сприяє зниженню споживання ресурсів у порівнянні з масовим виробництвом (менше запасів, часу на виробництво одиниці продукції), знижує втрати від браку тощо, об'єднуючи переваги масового (великі обсяги виробництва - низька собівартість) і дрібносерійного виробництва (розмаїтість продукції і гнучкість).

Концепція LP забезпечує виконання наступних цілей: досягнення високих стандартів якості продукції, зниження витрат виробництва; швидке реагування на зміну споживчого попиту, скорочення часу та зменшення циклів переналагодження устаткування.

Як і в концепції «точно в термін», в системі LP одну з ключових ролей відіграють взаємини з надійними постачальниками, які розглядаються як частина власної організації виробничої, маркетингової та логістичної діяльності, що забезпечує досягнення місії компанії. Кінцевою метою такого партнерства є встановлення тривалих зв'язків з обмеженим числом надійних постачальників по кожному виду матеріальних ресурсів.

Постачальники повинні відповідати таким основним очікуванням фірми – виробника готової продукції:

- доставка матеріальних ресурсів повинна здійснюватися відповідно до технології ЛТ;
- матеріальні ресурси повинні відповідати всім вимогам стандартів якості;
- вхідний контроль матеріальних ресурсів повинен бути виключений;
- зниження цін на матеріальні ресурси не повинно погіршити їх якість;
- постачання матеріальних ресурсів повинні супроводжуватися документацією (сертифікатами), яка підтверджує контроль якості їх виготовлення, або документацією з організації такого контролю у фірми-виробника;
- продавці повинні допомагати покупцю в проведенні експертиз або адаптації технологій до нових модифікацій матеріальних ресурсів;
- матеріальні ресурси повинні супроводжуватися відповідними вхідними і вихідними специфікаціями [28 с. 46].

Незважаючи на значні (іноді й принципові) відмінності систем логістичного менеджменту, заснованих на різних концептуальних підходах, загальним для них є положення про підсистеми управління запасами. У сучасних умовах досить важко, а іноді неможливо, створити ефективну систему управління на базі тільки одного з концептуальних підходів. Тому в практиці багатьох зарубіжних корпорацій все більш широке застосування знаходить комбінація цих підходів, на основі яких формуються інтегровані (гібридні) системи логістичного менеджменту. Згідно типові завдання управління в таких інтегрованих системах логістичного менеджменту реалізуються різними методами.

Узагальнюючи результати проведеного дослідження, можна стверджувати, що жодна з логістичних концепцій чи технологій не є самостійною і самодостатньою, тому тільки компонуючи та синтезуючи наведені концепції можна отримати значні результати. Слід також зазначити, що майже всі запропоновані технології основною метою ставлять управління запасами, яке фактично є похідною функцією від управління поставками.

## ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

Торговельна логістика впливає на ефективність ринкової діяльності торговельних підприємств. Її завдання - отримання потрібних товарів у необхідному місці у визначений час та одержання торговельним підприємством максимального прибутку з оптимальними витратами.

Логістика формування товарних потоків забезпечить ефективність торговельної галузі економіки за умови спрощення інтегрованої інформаційної бази управління, яка поєднуватиме електронні системи обліку і контролю на всіх стадіях обігу товарів у торговельному процесі.

Логістична система, адаптивна система із зворотним зв'язком, що виконує ті чи інші логістичні функції та операції.

Результатами аналізу розгляду організаційно-економічної діяльності, а значить і управління логістичними потоковими процесами є неможливість без перспективного їх планування, без науково обґрунтованих прогнозів параметрів.

Розглянуто основні методології управління та дослідження логістичних систем, а саме системний аналіз, кібернетичний підхід управління, дослідження операцій.

До сучасних автоматизованих методів управління на основі використання інформаційних технологій входять:

- метод управління запасами і виробництвом по точці пере заводу;
- методи планування необхідних матеріалів і планування виробничих п-ресурсів;
- метод планування виробничих ресурсів;
- класична система управління Точно-По-Час;
- метод «теорія обмежень»;
- синхронне планування;
- інтегроване виробництво.

## РОЗДІЛ 2

### МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ЛОГІСТИЧНИМИ БІЗНЕС-ПРОЦЕСАМИ ТОРГІВЕЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА

#### 2.1 Концепція інформатизації логістичних бізнес-процесів торгівельного підприємства

Логістика, як наука про планування, організацію, управління та контроль матеріальних та супутніх їм потоків, є головним інструментом регулювання діяльності торговельних підприємств. Застосування її принципів дозволяє в сучасних умовах розвитку економіки знизити рівень запасів, скоротити час товарообігу, повторюванні складські перевезення і витрати на них, що підвищує ефективність функціонування підприємства та його фінансову стійкість. Численні дослідження підтвердили ефективність впровадження основних логістичних концепцій, кожна з яких спрямована на регулювання певного матеріального та супутнього йому інформаційного потоку, що не задовольняє принципу системності. Це пов'язано з причиною недостатнього розвитку концептуальних, методичних та методологічних засад логістики, що пояснюється її відносно недавнім формуванням як науки. Тому доцільно сформулювати концепцію інформатизації логістичних бізнес-процесів торговельного підприємства, що забезпечує регулювання основних ланок торговельно-збутової діяльності підприємства.

На базі формалізації методів, моделей логістики, створена структурно-функціональна схема моделювання логістичної системи підприємства (рис. 2.1), що інтегрувала в себе принципи торгово-збутової логістики, забезпечивши таким чином можливість максимізації прибутку підприємства від реалізації за рахунок мінімізації витрат та прискореному обороту фінансових ресурсів підприємства.



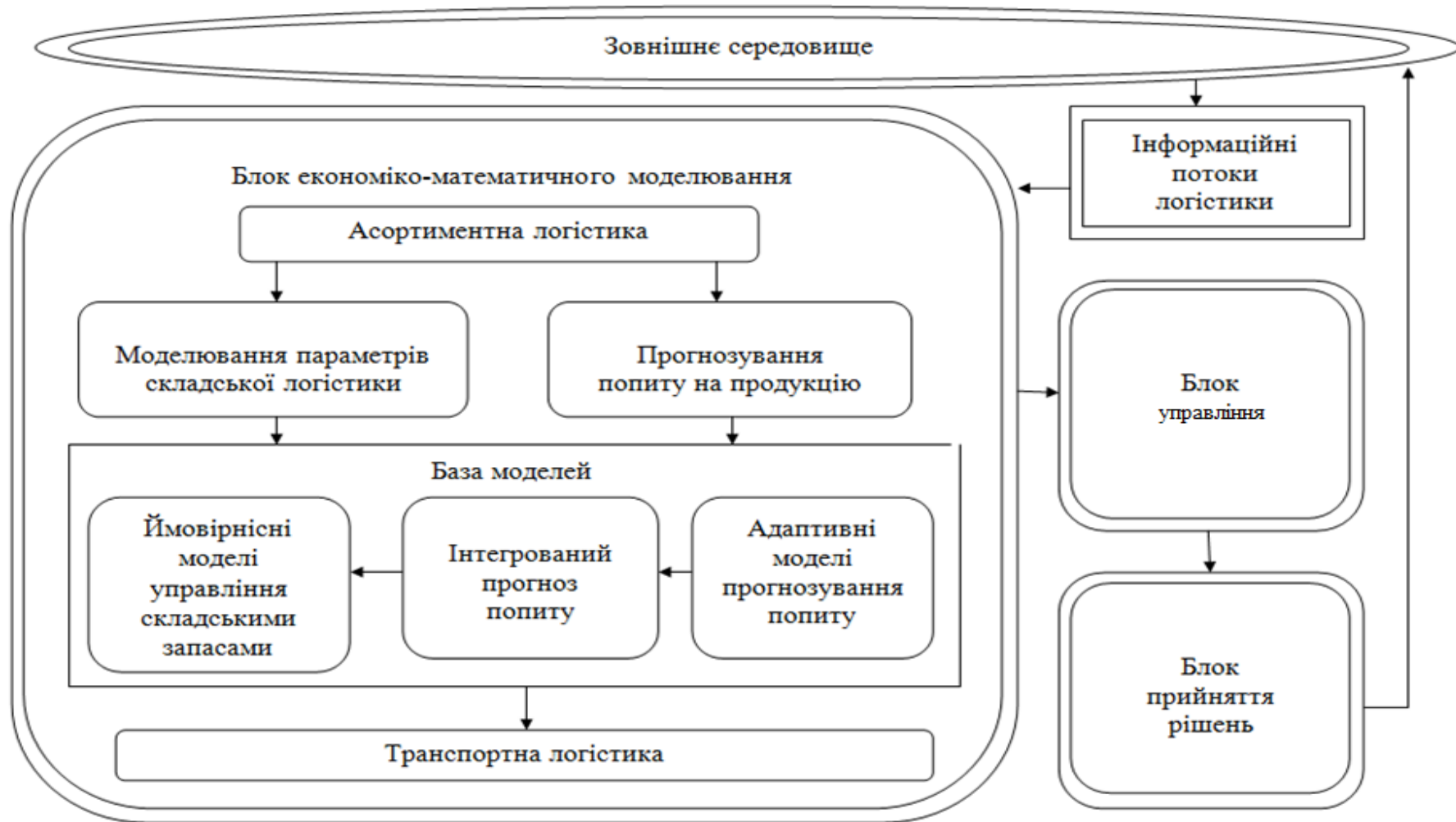


Рисунок 2.1 – Структурно-функціональна схема моделювання логістичної системи підприємства

Джерело: власна розробка автора

Базовим компонентом логістичної системи є інформаційна підсистема, без якої неможливо здійснити ідеї і принципи логістики. Інформаційний потік в більшості випадків є супровідним (побіжним) стосовно матеріального потоку та необхідний для керування його рухом.

Інформаційні потоки логістики різноманітні за формою, змістом, призначенням, періодичністю заповнення, шляхом руху, методами і термінами збереження тощо. У кожній логістичній системі вони обираються відповідно до встановлених правил обліку, планування і контролю приймання витрати матеріальних ресурсів і їх запасів на складах. Тому виходячи з об'єкту дослідження інформаційні потоки логістики містять інформацію наступного характеру:

- інформація щодо учасників ринку;
- інформація про конкурентний ринок;
- інформацію про постачальників;
- інформацію про споживачів;
- фінансова звітність (форма 2 «Звіт про фінансові результати»);
- форми державної статистичної звітності, що затверджуються Держкомстатом України, зокрема форма № 1-п «Річний звіт підприємства (об'єднання) по продукції», форма № 22 «Зведена таблиця основних показників, які комплексно характеризують господарську діяльність підприємства (об'єднання)», форма № 5 – с «Звіт про витрати на виробництво продукції (робіт, послуг)»;
- дані внутрішньогосподарського (управлінського) бухгалтерського обліку, що надаються керівництву для прийняття відповідних рішень щодо витрат:
  - за видами робіт (послуг, виробів);
  - за місцями виникнення (виробничі підрозділи);
  - за класифікаційними ознаками (постійні, змінні);
  - за калькуляційними статтями;
  - за економічними елементами;

- за періодами тощо;
- дані з первинної облікової документації (вибіркові дані) [32 с. 60].

Загальні принципи і логіка підготовки управлінських рішень в логістичній системі передбачає аналіз різних варіантів управління. Виникаючі при цьому задачі дослідження ретроспективного періоду, пошуку стійких закономірностей, тенденцій, різноманітних прогнозних розрахунків, вибору раціональних варіантів прийняття рішень, оцінки перспективи тощо є підґрунтям перспективного економічного аналізу.

На базі вихідного інформаційного потоку, що в залежності від напрямку подальшого дослідження містить певну підмножину вищезазначених показників, в блоці економіко-математичного моделювання проводиться «прогнозів» попиту на товар чи групу товарів, що забезпечує швидку адаптацію до змін зовнішніх та внутрішніх чинників, своєчасне корегування оперативних планів, тактики та стратегії підприємства.

Основою блоку економіко-математичного моделювання є блок База моделей. В разі зміни умов зовнішнього середовища, коли найбільш важливими стають останні реалізації процесу, який досліджується використовуються адаптивні моделі прогнозування, що є ефективним інструментом прогнозування й аналізу процесів, що впливають на діяльність підприємства на етапі змін. Це дозволяє при відображенні поточного стану досліджуваного процесу враховувати зміни його динамічних характеристик шляхом постійного «вбирання в себе» нової інформації та відбивання тенденції розвитку, що існує на даний момент.

Блок інтегральної моделі прогнозування не менш важливий. На практиці часто зустрічаються ситуації, коли кілька прогнозованих моделей є адекватними, з невеликою різницею між їх характеристиками та за певних умов необхідними до паралельного використання. У цьому випадку доцільно будувати узагальнений прогноз.

Блок ймовірнісних моделей управління складськими ресурсами дозволяє вести контроль точки переказа на імовірнісний випадок, в якому використовується буферний запас, який відповідає за випадковий попит.

Таким чином, вихідним інформаційним потоком блоку економіко-математичного моделювання є прогнози значення попиту та кількісно визначена точка заказу на окремий вид товару в залежності від наявності змін впливу зовнішнього середовища та сезонних коливань.

На наступному етапі обробки інформаційного потоку, в блоці логістики за допомогою математичного апарату теорії дослідження операцій, відбувається раціональне управління товарними потоками з метою отримання максимального можливого розміру прибутку, на базі задоволення попиту споживачів.

Математичний апарат теорії дослідження операцій є інструментом розв'язання задач складської логістики та її кількісного обґрунтування.

Елементи блоку логістики функціонують як замкнутий контур, що пов'язано з специфічністю торговельно-збутової діяльності та видами моделей, що використовуються.

Виходячи з передумови, що попит на окремий вид продукція є постійним впродовж визначеного часового інтервалу, розраховується довжину циклу замовлення та його розмір, що дозволить задовольнити попит, прискорити товарообіг та максимізувати прибуток.

Завершення процесу опрацювання інформаційного потоку подається блоком прийняття рішень у вигляді припустимих сценаріїв розподілу матеріально-фінансових ресурсів, що обрані з множини альтернативних рішень.

Враховуючи, неповну невідповідність реальних процесів моделям теорії дослідження операцій, постійну зміну зовнішніх та внутрішніх чинників, що впливають на діяльність підприємства, доцільно застосувати елемент імітаційного моделювання – зворотній зв'язок з метою отримання достатньо надійного рішення.

Таким чином, в сформованій концепції регулювання матеріально-фінансового потоку особливо місце належить прогнозуванню, що розкриває тенденції ринкового середовища та забезпечує отримання імовірнісних, кількісних, якісних оцінок динаміки попиту, у системі економіко-математичним моделям, що ґрунтується на вирішенні задач лінійного та нелінійного програмування, серед яких головна цільова функція (прибуток) має набувати максимального значення за умов зниження витрат, забезпечуючи моніторинг, контроль, аналіз та прийняття оперативних рішень на підприємствах з торговельно-збутової діяльності.

## 2.2 Система моделей управління логістичними бізнес-процесами торговельного підприємства

Незважаючи на те, що моделі управління запасами покликані відповідати на два основних питання (коли і скільки), є значна кількість моделей, для побудови яких використовується різноманітний математичний апарат.

Така ситуація пояснюється різницею вихідних умов. Головною підставою для класифікації моделей управління запасами є характер попиту на збережену продукцію (нагадаємо, що з точки зору більш загальної градації зараз ми розглядаємо лише випадки з незалежним попитом).

Отже, в залежності від характеру попиту моделі управління запасами можуть бути детермінованими, імовірнісними.

У свою чергу детермінований попит може бути статичним, коли інтенсивність споживання не змінюється в часі, або динамічним, коли достовірний попит з плином часу може змінюватися.

Імовірнісний попит може бути стаціонарним, коли щільність ймовірності попиту не змінюється в часі, і нестаціонарним, де функція щільності ймовірності змінюється в залежності від часу (рис. 2.2).

Найбільш простим є випадок детермінованого статичного попиту на продукцію. Однак такий вид споживання на практиці зустрічається досить рідко. Найбільш складні моделі - моделі нестационарного типу.

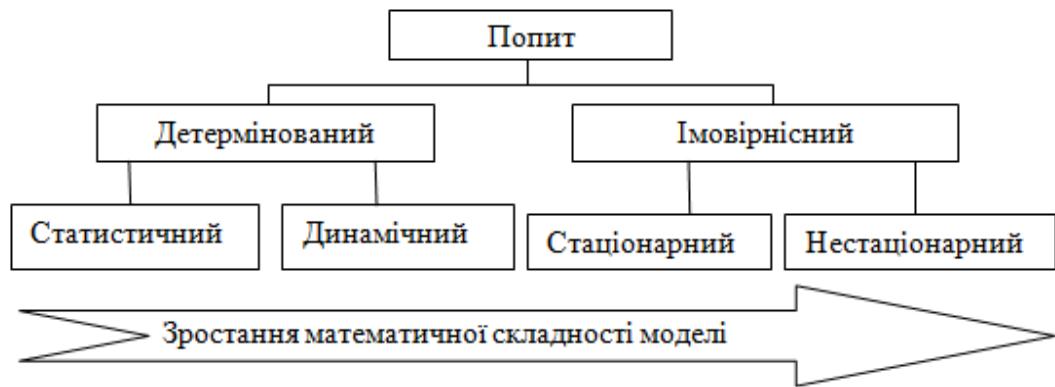


Рисунок 2.2 – Типи моделей управління запасами в залежності від характеру попиту

*Джерело:* [27]

Крім характеру попиту на продукцію при побудові моделей управління запасами доводиться враховувати безліч інших факторів, наприклад:

- терміни виконання замовлень (тривалість заготівельного періоду може бути постійною або бути випадковою величиною);
- процес поповнення запасу (може бути миттєвим або розподіленим у часі);
- наявність обмежень щодо оборотних коштів, складської площі тощо [35 с. 69].

Розглянемо моделі управління запасами в більшості випадків у яких, потреба є змінною величиною, що змінюється щодня. У зв'язку з цим необхідність мати і підтримувати так званий резервний (буферний) запас, забезпечує певний рівень захисту від дефіциту виробів.

Відомі кілька підходів до встановлення величини запасу, що забезпечує захист від коливань попиту. Один з них ґрунтується на визначенні очікуваної кількості виробів, яких може не вистачити. Рівень обслуговування - частка (відсоток) від загальної величини попиту, яку можна реально отримати з наявного запасу.

Концепція рівня обслуговування заснована на статистичній характеристиці, відомої як «Очікуване  $z$ » або  $E(z)$  - це очікувана кількість виробів, яких буде не вистачати протягом кожного інтервалу часу виконання замовлення.

Концепція передбачає, що потреба в продукції, що зберігається є нормально розподіленою випадковою величиною. Щоб визначити рівень обслуговування, необхідно знати, скільки виробів не вистачить.

Рішення такого завдання - досить трудомісткий процес. Проте в даний час значення  $E(z)$  табульований. Відповідна статистична таблиця (так звана таблиця Брауна) показує залежність очікуваного дефіциту виробів ( $E(z)$ ) від резервного запасу, вираженого в стандартних відхиленнях попиту ( $z$ ). При цьому табличні значення наведені до стандартного відхилення попиту, рівному одиниці.

Модель з фіксованим розміром замовлення і рівнем обслуговування. При використанні такої стратегії рівень запасу відстежується безперервно. Небезпека вичерпання запасу виникає тут тільки протягом часу виконання замовлення (протягом заготівельного періоду).

Таким чином, найважливіше відмінність між моделлю, в якій потреба відома, і моделлю, де потреба є випадковою величиною, полягає у визначенні «точки чергового замовлення» [39]. Обсяг замовлення в обох випадках однаковий. При цьому елемент невизначеності враховується в резервному запасі.

«Точка замовлення» обчислюється таким чином:

$$S = \bar{\lambda} * \bar{\theta} + Z\sigma_{\lambda\theta}, \quad (2.1)$$

де  $\bar{\lambda}$  - середня інтенсивність попиту;

$\bar{\theta}$  - середня тривалість  $\bar{\lambda}$  заготовчого періода;

$z$  - число стандартних відхилень попиту в резервному запасі для даного рівня обслуговування;

$\sigma_{\lambda\theta}$  - стандартне відхилення попиту протягом заготівельного періоду .

В моделі (2.1) складове  $\bar{\lambda} * \bar{\theta}$  визначає очікуваний попит протягом заготівельного періоду, а доданок представляє собою величину резервного запасу.

Зупинимося на визначенні величин  $z$  і  $\sigma_{\lambda\theta}$ .

Значення визначається в залежності від умов завдання.

1. Якщо змінюється тільки попит, а тривалість заготівельного періоду - величина постійна, тоді:

$$\sigma_{\lambda\theta} = \sqrt{\bar{\theta}} * \sigma_{\lambda}, \quad (2.2)$$

де  $\sigma_{\lambda}$  - стандартне відхилення попиту в одиницю часу.

2. Якщо змінюється тільки заготівельний період, а попит залишається постійним, тоді:

$$\sigma_{\lambda\theta} = \lambda * \sigma_{\theta} \quad (2.3)$$

де  $\sigma_{\theta}$  - стандартне відхилення тривалості заготівельного періоду.

3. Нарешті, якщо змінюються і попит, і заготівельний період, тоді :

$$\sigma_{\lambda\theta} = \sqrt{\bar{\theta} * \sigma_{\lambda}^2 + \bar{\lambda}^2 * \sigma_{\theta}^2}. \quad (2.4)$$

Для визначення  $z$  обчислюється  $E(z)$  - дефіцит виробів, який задовольняє заданим рівнем обслуговування, а потім по таблиці Брауна знаходиться відповідне значення  $z$ .

$$E(z) = \frac{(1-p)q}{\sigma_{\lambda\theta}}, \quad (2.5)$$

де  $p$  - необхідний рівень обслуговування, в частках одиниці;

$(1 - p)$  - незадоволена частину потреби;

$q$  – економічний розмір замовлення ;

$E(z)$  - очікуваний дефіцит виробів у кожному циклі замовлення, виражений у стандартних відхиленнях попиту.

Модель з фіксованою періодичністю припускає, що розміри замовлень різні для різних циклів. Розмір запасу регулюється за рахунок зміни обсягу партії. Відновлення ж замовлення визначається часом. Отже, модель з



фіксованою періодичністю повинна мати захист від вичерпання запасів (резервний запас) не тільки на час виконання замовлення, але і на весь наступний цикл замовлення. Таким чином, модель з фіксованою періодичністю більше потребує резервному запасі, ніж модель з фіксованим розміром партії [38].

Розглянемо ситуацію зі змінним попитом і постійної тривалістю заготівельного періоду. Ситуація найбільш часта з точки зору практики. Обсяг замовлення в такій моделі буде визначатися за такою схемою наведеною на рис. 2.3.



Рисунок 2.3 – Модель зі змінним попитом і постійної тривалістю заготівельного періоду

Джерело: [32]

Співвідношення, представлене на схемі, запишемо у вигляді формули:

$$q = \bar{\lambda}(I + \theta) + z\sigma_{1+\theta} - Z, \quad (2.6)$$

де  $q$  - розмір чергового замовлення;

$\bar{\lambda}$  - середня інтенсивність попиту;

$I$  - проміжок часу між подачею заявок;

$\bar{\theta}$  - тривалість заготівельного періоду;

$z$  - число стандартних відхилень попиту в резервному запасі для заданого рівня обслуговування;

$\sigma_{1+\theta}$  - стандартное отклонение спроса в течение цикла заказа и заготовительного периода;

$Z$  – поточний рівень запасу .

При цьому:

$$\sigma_{1+\theta} = \sigma_{\lambda\sqrt{1+\theta}}, \quad (2.7)$$

де - стандартне відхилення попиту в одиницю часу.

Величину  $z$  можна отримати з таблиці Брауна по  $E(z)$ , що для даного випадку визначається за формулою:

$$E(z) = \frac{\bar{\lambda} * 1(1-p)}{\sigma_{1+\theta}} \quad (2.8)$$

Моделі управління запасами, розглянуті раніше, незважаючи на істотні відмінності, все ж таки мали загальну особливість - вартість виробів була постійною при будь-якому обсязі замовлення.

Наступна модель кількісних знижок описує порядок визначення оптимальної величини замовлення для випадку, коли ціна одиниці виробу змінюється в залежності від обсягу замовлення. Кількісні знижки - зниження закупівельної ціни при купівлі більш великих партій товару. Знижки надаються з тим, щоб переконати споживачів купувати якомога більше. Загальні витрати складаються з трьох складових:

$$V(t) = c_0 n(t) + b \cdot Z_{cp} \cdot t + c_1 d(t) \rightarrow \min. \quad (2.9)$$

Нагадаємо, що в даному випадку  $c_1$  - закупівельна ціна одиниці товару однопродуктової статичної моделі при визначенні  $q^*$  закупівельна ціна не враховується, оскільки вона не чинила впливу на величину оптимального обсягу партії.

Коли умови передбачають наявність кількісних знижок, для кожної закупівельної ціни є окрема U-подібна крива загальних витрат (рис. 2.4). Криві підняті на різний рівень - менша закупівельна ціна піднімає криву загальних витрат на менший рівень, велика - на більший.

Однак ні одна крива не відноситься до всіх можливих значень обсягу партії; кожна крива відноситься тільки до частини діапазону значень. Реальний показник загальних витрат спочатку знаходиться на кривій з максимальною закупівельною ціною, а потім опускається вниз, послідовно, крива за кривою, в точках зміни ціни. Точка зміни ціни - це мінімальний обсяг партії, необхідний для отримання знижки. У результаті виходить крива

загальних витрат - ступінчаста в точках зміни ціни. На рисунку 2.4 така крива показана жирною лінією.

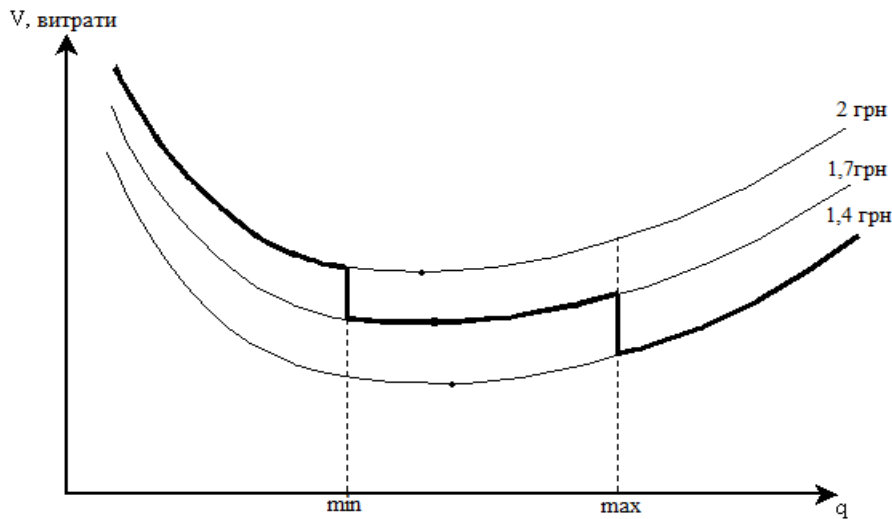


Рисунок 2.4 – Модель кількісних знижок

*Джерело:* [37]

Як видно з рисунку 2.4, кожна крива має свою точку мінімуму, однак, не всі точки реально застосовні. Реальна крива загальних витрат зображена на малюнку ступінчастою лінією. Тільки такі співвідношення ціни і обсягу закупівель реальні.

Мета моделі кількісних знижок - визначення такого обсягу замовлення, який дасть мінімальні загальні витрати для всього набору кривих.

1. За формулою Уілсона (2.10) розрахувати  $q$  - єдину точку мінімуму для всіх кривих.

$$Q_w = \sqrt{\frac{2Kv}{S}}, \quad (2.10)$$

де,  $Q_w$  - оптимальний розмір замовлення в моделі Уілсона;

$v$  - інтенсивність (швидкість) споживання запасу;

$K$  - витрати на здійснення замовлення, що включають оформлення і доставку замовлення;

$S$  - витрати на зберігання запасу.

2. Оскільки діапазони цін не перекриваються, тільки одна закупівельна ціна буде мати розраховану точку  $q$  у своєму реальному діапазоні. Якщо реальний  $q$  знаходиться в найменшому діапазоні цін, то це і буде оптимальний

обсяг замовлення  $q^*$ . Якщо реальний  $q$  знаходиться в іншому діапазоні, то необхідно розрахувати загальні витрати (за формулою (2.9)) для  $q$  і для всіх точок зміни ціни з меншою закупівельною вартістю. Та точка, для якої витрати виявляться найменшими, буде оптимальним розміром партії  $q^*$ .

Аналіз одноперіодній моделі сфокусований на двох видах витрат: витрати, пов'язані з нестачею запасів та витрати, пов'язані з надлишком запасів. Розглянемо обидва види витрат.

Витрати браку включають в себе втрати від нереалізованих продажів. Цей вид витрат виражається як нереалізований прибуток на одиницю товару:

$$C_s = C_r - C_z, \quad (2.11)$$

$$C_e = C_z - C_f, \quad (2.12)$$

де  $C_s$  - витрати, пов'язані з недостатнім запасом, на одиницю продукції;

$C_e$  - витрати, пов'язані з надмірною запасом, на одиницю продукції.

$C_r$  - виручка від реалізації одиниці продукції;

$C_z$  - закупівельна ціна одиниці продукції;

$C_f$  - виручка від екстреної реалізації одиниці товару після закінчення

періоду.

Витрати надлишкових запасів утворюються у разі, якщо частина товару залишилася нереалізованою до кінця періоду.

Витрати надлишку - різниця між закупівельною ціною одиниці товару та виручкою від екстреної реалізації:

Якщо виникають додаткові витрати, пов'язані з реалізацією чи позбавленням від надлишкових запасів, тоді виручка від екстреної реалізації стає величиною негативною і підвищує витрати від надлишкових запасів.

Завдання моделі одного періоду - визначити обсяг замовлення, який забезпечить мінімальні витрати, пов'язані з недостатніми або надлишковими запасами.

1. Попит на що зберігається товар близький до безперервного розподілу (наприклад, до нормального або рівномірного).

2. Попит на що зберігається товар близький до дискретного розподілу.

При безперервному попиті визначення оптимального рівня запасу базується на понятті «імовірність невичерпання запасу» (в деяких джерелах ця величина називається «рівнем обслуговування»). «Вірогідність невичерпання» - це ймовірність того, що попит не перевищить рівень запасу.

У моделі одного періоду оптимальним вважається такий рівень запасу, при якому «імовірність невичерпання» дорівнює співвідношенню:

$$P = \frac{C_s}{C_s - C_e}, \quad (2.12)$$

де  $P$  - імовірність невичерпання запасу;

$C_s$  - витрати, пов'язані з недостатнім запасом, на одиницю продукції;

$C_e$  - витрати, пов'язані з надмірною запасом, на одиницю продукції.

Визначення оптимального рівня запасу візуально найпростіше уявити для випадку рівномірного попиту. Вибір рівня запасу нагадує дитячі гойдалки, де замість людей на одному кінці дошки - витрати ( $C_e$ ) від надлишкових запасів, на іншому - витрати від нестачі  $C_s$ .

Якщо фактичний попит перевищує  $q^*$ , то виникає нестача, звідси  $C_s$  - на правому кінці розподілу. Аналогічно, якщо попит менший, ніж  $q^*$ , то виникає надлишок, звідси  $C_e$  - на лівій стороні розподілу. Коли  $C_s = C_e$ , оптимальний рівень запасу знаходиться рівно посередині між двома кінцями розподілу. Якщо ж один показник більше іншого, то  $q^*$  для «підтримки рівноваги» розташовується ближче до більшого показника. Підхід, який застосовується при нормальному розподілі попиту, аналогічний описаному.

### 2.3 Моделі прогнозування логістичних бізнес-процесів торговельного підприємства

Вирішальним при застосуванні трендових моделей прогнозування є наявність лише статистичної інформації про економічний процесі і припущення, що ознака, яка характеризує економічний процес, формується під впливом безлічі факторів, оцінити вплив кожного з яких не можливо.

Оцінка тренду здійснюється параметричними і непараметричними методами. Параметричний метод полягає в підборі гладкої функції, яка описує тенденцію ряду: лінійний тренд, поліном і т.п. Непараметричний метод полягає в механічному згладжуванні тимчасових рядів методом ковзної середньої. При визначенні прогностичних значень економічного процесу за допомогою трендових моделей найбільш важливим є не значення прогнозу, а визначення довірчих інтервалів прогнозу [40].

У динамічних рядах економічних процесів мають місце коливання. Якщо вони суворо періодичні або близькі до них і завершуються вздовж одного року, то їх називають сезонними коливаннями. Оцінка сезонного компонента здійснюється двома способами: за допомогою тригонометричних функцій і методом сезонних індексів.

У тих випадках, коли період коливань складає кілька років, то кажуть, що в тимчасовому ряді присутні циклічні коливання або компонент стаціонарний випадковий процес, моделювання якого здійснюється наступними методами: модель авторегресії, модель ковзного середнього, модель авторегресії ковзного середнього і модель авторегресії інтегрованого ковзаючого середнього .

Поширеною методикою прогнозування тих чи інших процесів і явищ служить моделювання. Моделювання є досить ефективним способом прогнозування можливого явища нових або майбутніх технічних способів і рішень. Модель будується суб'єктом дослідження так, щоб операції відображали характеристики об'єкта, суттєві для мети дослідження.

Одним з методів моделювання є метод математичного моделювання. Під економіко-математичної моделлю розуміється методика доведення до повного опису процесу отримання, обробки вхідної інформації і оцінки рішення розглянутого завдання в досить широкому класі випадків.

Використання математичного апарату для опису моделей (включаючи алгоритми та їх дію) пов'язане з перевагами математичного підходу до багатостадійним процесам обробки інформації, використанням ідентичних

способів формування завдань, пошуку методу їх вирішення, фіксації цих методів та їх перетворення на програми, розраховані на використання засобів обчислювальної техніки .

Використання математичних методів є необхідною умовою для розробки та використання методів прогнозування, що забезпечує високі вимоги до обґрунтованості, дієвості і тимчасовості прогнозів. Таким чином, доцільно сформулювати алгоритм моделювання, результатом якого є сценарій, що включає такі показники як обсяг замовлення, точку відновлення замовлення, мінімальні витрати на замовлення, його оформлення, зберігання і величину виручки від реалізації, що відображається в такій послідовності:

- визначення характеру попиту;
- прогнозування попиту з урахуванням сезонності;
- вибір відповідної моделі управління запасами (п.п. 2.2) відповідно до п. 1-2 даного алгоритму;
- формування множини допустимих сценаріїв управління запасами торговельного підприємства;
- вибір оптимального сценарію з безлічі допустимих сценаріїв управління запасами торговельного підприємства;
- реалізація і контроль обраного сценарію управління запасами [34].

Основою адаптивних моделей є проста модель експоненціального згладжування:

$$S_t = \alpha x_t + \beta S_{t-1}, \beta = 1 - \alpha, \quad (2.13)$$

де  $S_t$  – значення експоненціальної середньої в момент часу  $t$  ;

$x_t$  – вхідний часовий ряд;

$\alpha$  – параметр згладжування,  $\text{const}, 0 < \alpha < 1$ .

Величина  $S_t$  є зваженою сумою усіх членів ряду. Причому ваги падають експоненційно залежно від давності («віку») спостереження. Це пояснює, чому величина названа експоненціальною середньою. Тому експоненціальне згладжування можна представити як фільтр, на вхід якого послідовно

поступають члени вхідного ряду, а на виході формуються поточні значення експоненціальної середньої [40].

Експоненціальне згладжування є простим варіантом самонавчальної моделі. Обчислення прості і виконуються ітеративно (вимагають навіть менше арифметичних операцій, чим, наприклад, ковзана середня), а масив минулої інформації зменшений до одного значення  $S_{t-1}$ . Таку модель називатимемо адаптивною експоненціального типу, а величину  $\alpha$  - параметром адаптації. Цей параметр згладжування характеризує швидкість реакції моделі на зміни рівня процесу, але одночасно визначає і здатність системи згладжувати випадкові відхилення. Тому величину  $\alpha$  наслідуює певне проміжне значення між 0 і 1 залежно від конкретних властивостей часового ряду.

Адаптивні моделі короткострокового прогнозування базуються на двох схемах: ковзносереднього (КС-моделі) і авторегресії (АР-моделі).

Відповідно до схеми ковзносереднього, оцінкою поточного рівня є зважене середнє всіх попередніх рівнів, причому ваги при спостереженнях зменшуються відповідно до віддалення від останнього рівня, тобто інформаційна цінність спостережень вважається тим більшою, чим ближче до кінця інтервалу спостережень вони знаходяться. Такі моделі більш точно відбивають зміни, що відбуваються в тенденції, але не дозволяють у чистому виді відбивати коливання ряду.

У практиці соціально-економічного прогнозування найбільш часто використовуються дві базові КС-моделі: Брауна та Хольта, перша з яких є частковим випадком другої.

Ці моделі представляють процес розвитку як лінійну тенденцію з параметрами, що постійно змінюються.

У випадку моделі Р. Брауна передбачається, що ряд генерується так:

$$y_t = a_{1,t} + \varepsilon_t, \quad (2.14)$$

де  $a_{1,t}$  - середній рівень ряду, що варіюється в часі;



$\varepsilon_t$  - випадкові неавтокорельовано відхилення з нульовим математичним очікуванням і дисперсією [36].

Прогнозна модель має вигляд:

$$\hat{y}(t + \tau) = \hat{a}_{1,t}, \quad \hat{a}_{1,t} = S_t, \quad (2.15)$$

де  $\hat{y}(t + \tau)$  - прогноз, зроблений у момент  $t$  на  $\tau$  одиниць часу (кроків) вперед;

$\hat{a}_{1,t}$  - оцінка  $a_{1,t}$  (знак над величиною тут і далі означатиме оцінку).

Засобом оцінки єдиного параметра моделі служить експоненціальна середня  $\hat{a}_{1,t} = S_t$ . Таким чином, усі властивості експоненціальною середньою поширюються на прогнозну модель. Новий прогноз  $S_t$  є результатом коригування попереднього прогнозу з урахуванням його помилки. У цьому і полягає сутність адаптації.

Прогнозна оцінка рівня ряду  $\hat{y}(t + \tau)$ , обчислюються в момент часу  $t$  на  $\tau$  кроків уперед:

$$\hat{y}(t + \tau) = a_0(t) + a_1(t)\tau, \quad (2.16)$$

з цього слідує, що:

$$a_0(t) = a_0(t-1) + a_1(t-1) + (1 - \beta^2)e(t), \quad (2.17)$$

тоді:

$$a_1(t) = a_1(t-1) + (1 - \beta^2)e(t), \quad (2.18)$$

де  $a_0(t)$  - оцінка поточного рівня;

$a_1(t)$  - оцінка поточного приросту, обчислюється як експоненціально зважене середнє різниць між поточними експоненціально зваженими середніми значеннями процесу  $S_t$  та їх попередніми значеннями  $S_{t-1}$ .

$\beta$  - коефіцієнт дисконтування даних, що змінюється в межах від 0 до 1. Р.Браун рекомендує приймати його значення приблизно 0,7-0,8;

$e(t)$  - помилка прогнозування рівня  $y_t$ , обчислена в момент часу  $(t-1)$  на один крок уперед.

Модифікації і узагальнення цієї моделі призвели до появи цілого сімейства адаптивних моделей з різними властивостями.

Метод Ч.С. Хольта є вдосконаленим методом експоненціального згладжування, при якому параметри згладжування тренда і значення рівня ряду різні. Прогноз у момент часу  $t$  на  $\tau$  кроків вперед робиться по формулі:

$$\hat{y}_{t+\tau} = \hat{a}_{0,t} + \hat{a}_{1,t} \cdot \tau, \quad (2.19)$$

де  $\hat{a}_{1,t}$  - коефіцієнт, який оцінюється як експоненціальна середня для приросту параметра  $\hat{a}_{0,t}$ , тобто:

$$\hat{a}_{1,t} = \alpha_1 \cdot \Delta \hat{a}_{0,t} - [1 - \alpha_1] \cdot \hat{a}_{1,t-1}, \quad (2.20)$$

$$\Delta \hat{a}_{0,t} = \hat{a}_{0,t} - \hat{a}_{0,t-1}, 0 \leq \alpha_1 \leq 1, \quad (2.21)$$

де  $\alpha_1$  - перший параметр згладжування.

$\hat{a}_{0,t}$  - коефіцієнт, який оцінюється як експонентна середня рівнів ряду, розрахована з урахуванням попереднього приросту  $a_1(t-1)$ :

$$\hat{a}_{0,t} = \alpha_0 \cdot \hat{y}_t + [1 - \alpha_0] \cdot \langle \hat{a}_{0,t-1} + \hat{a}_{1,t-1} \rangle, 0 \leq \alpha_0 \leq 1. \quad (2.22)$$

Рівняння (2.19) визначає прогноз на  $\tau$  кроків вперед, рівняння (2.20) служить для оцінки тренду, а (2.21) - згладжений ряд загального рівня [31].

Якщо позначити помилку прогнозу зробленого в момент  $(t-1)$  на момент  $t$  через  $e_t$ , тобто  $e_t = y_t - \hat{y}_t = y_t - \hat{a}_{0,t-1} - \hat{a}_{1,t-1}$ , тоді співвідношення (2.21) і (2.22) можна представити так:

$$\hat{a}_{0,t} = \hat{a}_{0,t-1} + \hat{a}_{1,t-1} + \alpha_0 \cdot e_t, \quad (2.23)$$

$$\hat{a}_{1,t} = \hat{a}_{1,t-1} + \alpha_1 \cdot \alpha_0 \cdot e_t. \quad (2.24)$$

Постійні згладжування також підбираються експериментальним шляхом. Головною умовою є знаходження такої пари постійних згладжування, при яких значення прогнозу на тестовому наборі значень показало б максимально достовірний результат. Рекомендації по вибору оптимальних значень  $\alpha_0$  та  $\alpha_1$  наступні:  $0,1 \leq \alpha_0 \leq 0,3$ ;  $0,01 \leq \alpha_1 \leq 0,250$ .

Значення  $a_{0,t}$  слід задавати як середнє декількох перших значень рівня ряду, а значення  $a_{1,t}$  - як середнє декількох перших значень різниць рівнів ряду.

Недолік методу Хольта полягає в неможливості врахувати при прогнозуванні сезонні коливання.

Метод П.Р. Уінтерса є розширенням методу Хольта, в якому зроблена спроба врахувати сезонні коливання шляхом введення третього параметра - множника, який враховує сезонний ефект.

Перш ніж переходити до повної моделі Уінтерса, що відбиває і сезонність, і лінійну тенденцію зростання, розглянемо простіший варіант, який містить тільки сезонний ефект. Модель має вигляд:

$$\hat{y}(t+1) = \hat{a}_{1,t} \cdot \hat{f}_{t-l+1}, \quad \hat{f}_t = \frac{y_t}{q_t}, \quad (2.25)$$

$$\hat{a}_{1,t} = \alpha_1 \frac{y_t}{\hat{f}_{t-l}} + (1 - \alpha_1) \hat{a}_{1,t-1}, \quad (2.26)$$

$$\hat{f}_t = \alpha_2 \frac{y_t}{\hat{a}_{1,t}} + (1 - \alpha_2) \hat{f}_{t-1}, \quad 0 < \alpha_1, \alpha_2 < 1, \quad (2.27)$$

де  $a_{1,t}$  характеризує тенденцію розвитку процесу;

$\hat{f}_t$  - коефіцієнт сезонності;

$q_t$  - середньостаціонарне значення ряду у момент часу  $t$ ;

$l$  - кількість фаз в повному сезонному циклі (якщо ряд представляє місячні спостереження, то в економіці зазвичай  $l=12$ , при кварталних даних  $l=4$ ).

## ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

Основними результатами розгляду логістики, як науки про планування, організацію, управління та контроль матеріальних та супутніх їм потоків виявляється те що вона є головним інструментом регулювання діяльності торговельних підприємств. Застосування її принципів дозволяє в сучасних умовах розвитку економіки знизити рівень запасів, скоротити час товарообігу, повторюванні складські перевезення і витрати на них, що підвищує ефективність функціонування підприємства та його фінансову стійкість. Численні дослідження підтвердили ефективність впровадження основних логістичних концепцій, кожна з яких спрямована на регулювання певного матеріального та супутнього йому інформаційного потоку, що не задовольняє принципу системності. Це пов'язано з причиною недостатнього розвитку концептуальних, методичних та методологічних засад логістики, що пояснюється її відносно недавнім формуванням як науки. Тому доцільно сформулювати концепцію моделювання логістичної системи підприємства, що забезпечує регулювання основних ланок торговельно-збутової діяльності підприємства.

Розглянуто основні моделі управління запасами, а саме, детерміновані та імовірнісні. Визначено переваги та недоліки кожного з них, що дозволило сформулювати СППР управління складськими запасами з метою оптимального управління товарними потоками та запасами. Проаналізовано основні моделі управління запасами в більшості випадків у яких, потреба є змінною величиною, що змінюється щодня. У зв'язку з цим обґрунтованою необхідністю потреба підтримки так званого резервного (буферний) запасу, що забезпечує певний рівень захисту від дефіциту виробів.

## РОЗДІЛ 3

### РЕАЛІЗАЦІЯ КОНЦЕПЦІЇ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ ЛОГІСТИЧНИХ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ТОРГІВЕЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА

#### 3.1 Загальна характеристика торгівельного підприємства «Експрес» та його інформаційного середовища

Торгівельного підприємства «Експрес» є комерційним підприємством і створене відповідно до Господарського кодексу України. Приватне підприємство «Експрес», зареєстроване відділом державної реєстрації у м. Запоріжжі «05» лютого 2011 року за № 695. В своїй діяльності підприємство керується чинним законодавством, Господарським та Цивільним кодексом України, зокрема Ст.113 ГК України.

Підприємство є платником податку, має свій розрахунковий рахунок в банку, розрахунки ведуться ретельно, надійність і швидкість платежів забезпечується комерційним банком. Основною метою діяльності підприємства є отримання прибутку.

Підприємство є юридичною особою згідно законодавства України і має у власності відокремлене майно, має юридичну назву і печатку, що містить його повну фірмову назву на українській мові і інформацію щодо місця його знаходження.

Основним видом діяльності організації є оптова та роздрібна торгівля світловим обладнанням та супровідними електротоварами. Підприємство має у власності наступні приміщення, що використовуються як офіс та склад.

Підприємство має висококваліфікованих спеціалістів у сфері торгівлі, збуту і укладення договорів; необхідне обладнання, торговельні площі розташовуються в доволі вигідних районах, активізоване стимулювання на місцях продажів, висока якість обслуговування, все це сприяє задоволенню найвишуканіших потреб потенційних покупців.

Система замовлень являє собою інформаційну систему, так звану «систему проблем», що заснована на WEB-системі власної розробки і корпоративної системи з відкритим кодом GLPI. Складається з WEB-сервера з доменним іменем і доступом через WEB-браузер на кожній точці торгівлі. Сюди надходять замовлення щодо вирішення проблем, пов'язаних з побутовими питаннями (меблі, електроенергія, вода, витратні матеріали та засоби гігієни) адресовані на технічний відділ, та проблеми, пов'язані з торговим і комп'ютерним обладнанням (фіскальні реєстратори, тонкі клієнти, сервер, інтернет, пошта), адресовані на ІТ-відділ. Швидкість вирішення цих проблем залежить від складності, пріоритетності та наявності необхідних ресурсів.

Загалом, основні інформаційні потоки, як в межах підрозділу, так і поза ним, представлені заявками, які формуються замовником в електронній системі заявок GLPI. Ця система складається з WEB-інтерфейсу (сторінки), робота з яким виконується за допомогою браузера, та сервера, на якому зберігаються дані щодо заявок, і до якого підключається браузер за умовною адресою.

Від магазинів заявки потрапляють до системи автоматично через пошту. Кожна дія стосовно заявки, дублюється листом на електронну пошту керівника відділу, для коригування дій.

Маю підкреслити, що стосунки між виконавцем і замовником, як і між підрозділами взагалі, дуже відносні. Заявка відіграє роль супровідного документа, фіксуючого подію, ніж роль заявки, у повному розумінні цього слова.

Використання даної системи значно спрощує аналіз суті заявок та аналіз їх вирішення. Заявки можуть складатись в групи за тематикою і специфічністю, на основі яких формується такий собі глосарій вирішення проблем, що значно полегшує подальше їх розв'язання.

Згідно статистичних даних, отриманих після аналізу замовлень в системі проблем, 10-15 % замовлень потребують випередженого і якомога швидшого

вирішення. Наприклад, несправність фіскального реєстратора приводе до зупинки роботи каси та грошової втрати від продажів від 500 до 1500 грн на годину в залежності від магазину згідно середніх продажів на годину. Ремонт складає, згідно офіційної інформації сервісного центру до 14 днів згідно законодавства.

Для таких випадків на 30 магазинів в наявності є 3 резервних фіскальних реєстратора, які протягом години-двох в залежності від відстані до точки, доставляються на магазин для подальшої роботи каси. Для цієї мети є й інше резервне обладнання, яке складає близько 10-15% від загальної кількості торгового обладнання: монітори, системні блоки, периферія, принтери, модеми і інше обладнання, яке забезпечує роботу внутрішньої інформаційної і торгової системи.

Інші 80-85% проблем вирішуються в телефонному режимі або за допомогою віддаленого підключення до магазину протягом 5-15 хвилин. Більшість звернень пов'язані з додаванням користувача до програми, розбіжності в фіскальних звітах з програмою, пов'язані з програмними помилками, інші технічні програмні проблеми.

### 3.2 Побудова логіки моделі роботи складу ПП «Експрес» за допомогою інструмента AnyLogic 8.0

Треба зауважити, що за останні роки моделювання економічних процесів завдяки розвитку інформаційних технологій, сягнуло вражаючих висот. З'явились безліч інструментів, які дозволяють імітувати (моделювати) економічні процеси, фізичну взаємодію об'єктів, збирати статистику та аналізувати результати. Моделювання вирішує проблеми реального світу безпечно та розумно.

Комп'ютерне моделювання використовується в бізнесі, коли проведення експериментів на реальній системі неможливе або непрактичне, через їх вартість або тривалість.

Одним з методів моделювання є імітаційне моделювання.

В різних областях бізнеса і науки імітаційне моделювання допомагає знайти оптимальне рішення і дає чітке уявлення про складні системи. На відміну від фізичного моделювання, такого як створення макета будівлі, імітаційне моделювання засноване на комп'ютерних технологіях, що використовують алгоритми і рівняння. Імітаційну модель можна аналізувати в динаміці, а також роздивитись анімацію в 2D або 3D [40].

Можливість аналізувати модель в дії відрізняє імітаційне моделювання від інших методів, наприклад, від використання Excel або лінійного програмування. Користувач вивчає процеси і вносить зміни в імітаційну модель в ході роботи, що дозволяє краще проаналізувати роботу системи і швидко вирішити поставлену проблему.

Таку модель можна «програти» в часі як для одного випробування, так і заданої їх кількості. При цьому результати визначатимуться випадковим характером процесів. За цими даними можна отримати достатньо стійку статистику.

Імітація як метод розв'язування нетривіальних задач отримала початковий розвиток у зв'язку із створенням ЕОМ в 1950х — 1960х роках [34].

В сфері імітаційного моделювання можна виділити чотири основні філософські напрямки моделювання, на яких ґрунтується побудова моделі конкретними програмними засобами:

1. Динамічні системи (Matlab).
2. Системна динаміка (iThink, PowerSim).
3. Дискретно-подійне моделювання (Arena, GPSS World).
4. Мультіагентні системи (Anylogic).

Слід відмітити, що дана класифікація є умовною, оскільки в рамках однієї моделі можна використовувати всі методи одночасно. Але таких програмних засобів не так багато. В рамках цієї роботи ми розглянемо роботу складу, за допомогою моделювання його в програмному інструменті ANYLOGIC.



Історія AnyLogic розпочалася в 2000 році. Тоді з'явився AnyLogic 4.0, еволюційний розвиток свого попередника COVERS 3.0, який являв собою інструмент моделювання для бізнес-додатків. Цей комплекс був спрямований на моделювання систем різного характеру, складності та масштабу, в тому числі:

- дискретна і постійна логіка (мережі, протоколи, паралельні алгоритми, вбудовані контролери та логістичні мережі).
- фізичні об'єкти (транспортні засоби, механіки, гідро- та аеродинаміка, хімічні реакції, екологічні системи) [24].

AnyLogic був першим середовищем моделювання на основі агента, оскільки моделі мали ієрархічну структуру, яка складалася зі спілкування активних об'єктів. AnyLogic застосовує структурні схеми UML-RT для побудови ієрархічних моделей об'єктно-орієнтованим чином, а також гібридних станів чи гібридних станів для специфікації поведінки об'єкта.

Останньою версією програми на момент публікації була AnyLogic 8.0, у якій і буде відбуватися моделювання процесу роботи складу. Ключовою особливістю 8-ї версії AnyLogic є агентне моделювання. Якщо говорити з точки зору програмної логіки, це об'єкт (клас), який може мати поведінку, пам'ять (історію), контакти, тощо. Агенти можуть моделювати людей, компанії, проекти, автомобілі, міста, тварин, тощо. В середині об'єкта можна створювати змінні, діаграми станів, створювати події, потокові діаграми системної динаміки, а також додавати до агента об'єкти бібліотек AnyLogic. В одній моделі можна створити стільки типів агентів, скільки різних типів агентів необхідно змоделювати [37].

В даній роботі об'єктом дослідження будуть виступати матеріальні потоки на складі підприємства, а предметом дослідження виступає комплекс економіко-математичних моделей управління МТЗ розвитку підприємства.

На прикладі цієї системи ми розглянемо процеси забезпечення торговою продукцією та технічним обладнанням, а також систему вирішення проблем, які виникають в процесі роботи підрозділу, заважають робочому процесу, і

проаналізуємо роботу моделі, спробуємо визначити слабкі місця і шляхи їх усунення.

При моделюванні ми будемо враховувати такі показники, як час завантаження і розвантаження, чисельність персоналу, зайнятого у конкретному процесі та степінь їх зайнятості, місткість зони зберігання, інтенсивність прибуття вантажівок.

По-перше підготуємо графічне зображення, яке характеризує план-побудову приміщення складу (рис. 3.1).

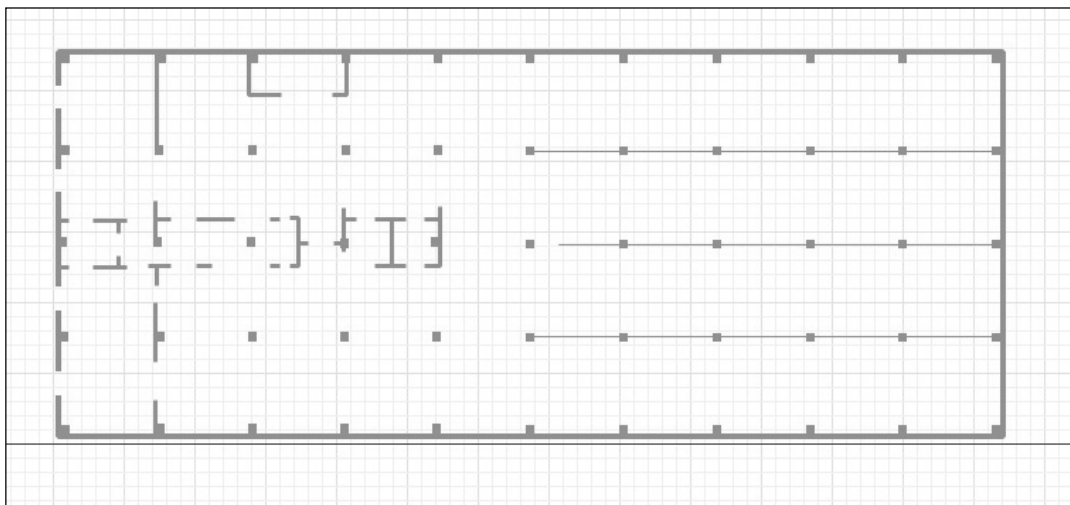


Рисунок 3.1 – План-побудова приміщення складу

На ньому враховані архітектурні особливості, такі як подвійні під'їзди для завантаження та розвантаження вантажівок, розділення на зони діяльності.

Складські зони за специфікою діяльності та їх модельні назви (рис. 3.2):

1 - Зона розвантаження (*unloadingZone*). Тут відбувається розвантаження вантажівок, звідки відвантажені палети відвозяться до зони приймання.

2 - Зона приймання вантажу (*acceptingZone*), де палети очікують своєї черги на приймання персоналом. В моделі за це відповідає параметр *acceptingWaitZoneCapacity*, характеризує максимальний розмір черги очікування і дорівнює 20. Після перевірки палети персоналом розподілення відвозяться в зону розподілення.

3 - Зона розподілення (розміщення) (*placementZone*). В цій зоні відбувається накопичення палет з вантажем для подальшого їх розміщення на

основному складі (в зоні зберігання) спеціальними авто механізованими машинами - карами.

4 - Зона зберігання (storages). Основна частина складу, де зберігаються палети з вантажем перед подальшою реалізацією. Двосторонні двоповерхові стелажі розміщені в 3 ряди в середині складу на відстані комфортного переміщення кара (рис. 3.1) і односторонні по під стінами складу. Із надходженням замовлення на відвантаження товару, кар забирає зі стелажа палету і відвозить її в зону контролю.

5 - Зона контролю (controlZone). Тут відповідний персонал перевіряє комплектність і відповідність замовлення супровідним документам. Після чого персоналом розподілення палети переміщуються до зони відправлення.

6 - Зона відправки (dispatchZone). Формуються палети та супровідні документи.

7 - Зона завантаження (loadingZone). В цій зоні відбувається безпосереднє завантаження вантажівок, які виконують доставку замовнику.

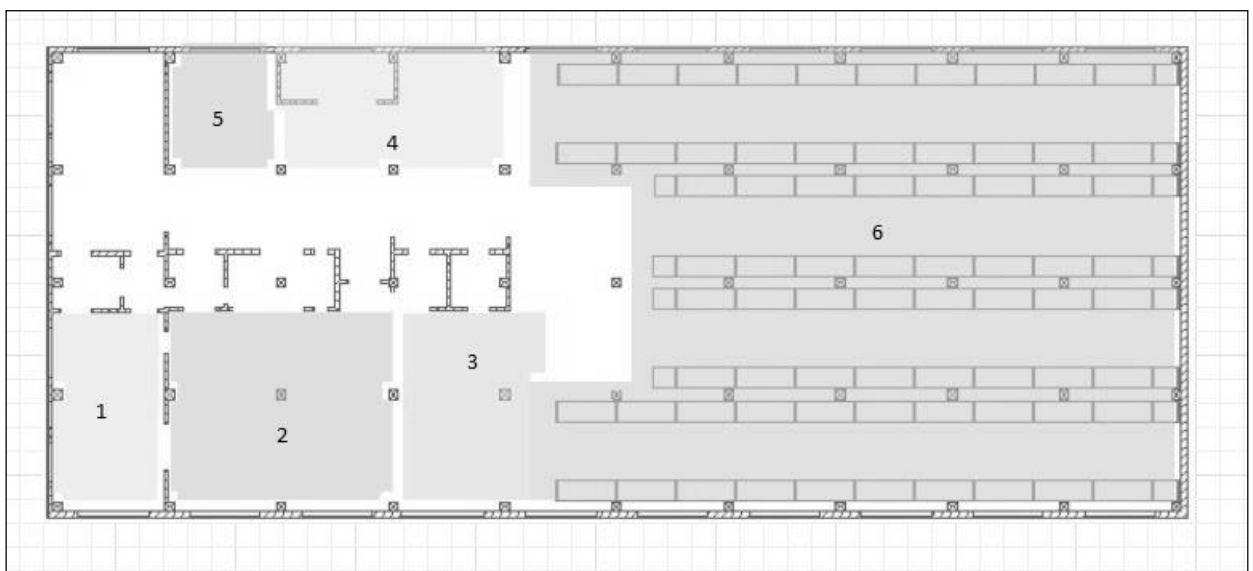


Рисунок 3.2 – Розділення плану на зони діяльності

Налаштування руху агентів поза складом та на складі виконано вказаними на рисунку 3.3 елементами палітри Шлях, які поєднують ланкові вузли. Вантажівки, що прибувають, визначені агентом Truck. Рух агента починається в ланковому вузлі enterFromCity і здійснюється шляхами до ланкових вузлів unloadingZone та unloadingZone1 через вузол

truckRotationPoint, призначений для запуску алгоритму визначення під'їзда для розвантаження (нагадаю, їх два) та розгортання анімації вантажівки. В тій самій точці enterFromCity виконується повернення на склад вантажівок, що виконують доставку замовлення.

Вузол truckRotationPoint призначений для запуску алгоритму визначення під'їзда для розвантаження (нагадаю, їх два) та розгортання анімації вантажівки.

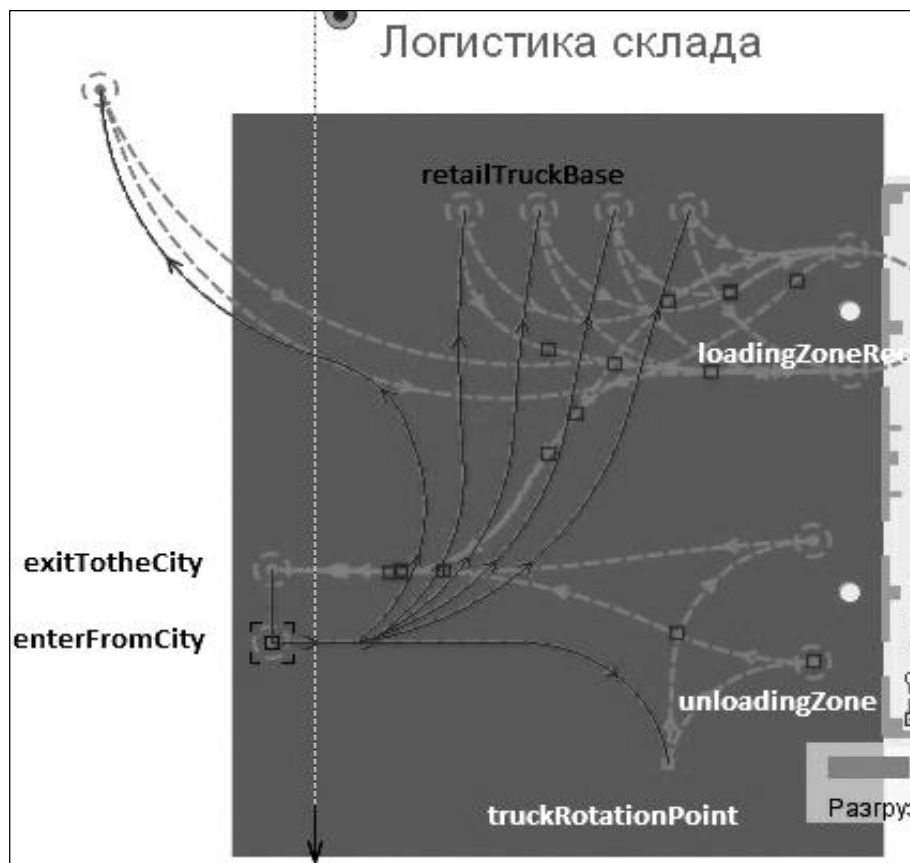


Рисунок 3.3 – Побудова шляхів руху та ключових вузлів руху вантажівок

Вантажівки, що виконують доставку замовлення, визначені агентом retailTruck і за замовчуванням знаходяться у вузлі retailTruckBase (всього їх 5). При появі вантажу в зоні завантаження переміщуються до вузлів loadingZone1Rect та loadingZone2Rect.

Вузол exitToTheCity призначений для виведення агентів з ланцюга - розвантажені приходні вантажівки та завантажені вантажівки із замовленнями – і логічно пов'язаний шляхами з вузлами loadingZone2Rect, loadingZone1Rect, unloadingZone1 та unloadingZone.



Рисунок 3.4 – Побудова шляхів руху та ключових вузлів персоналу на складі

Таким самим чином побудовані шляхи руху і ключові вузли на складі. Персонал складу, який виконує дії згідно своєї специфіки, має відповідні зони за якими він закріплений. Ці зони, пов'язані між собою шляхами, і виконують роль вузлів (рис. 3.4). Відносини персонала до відповідного ресурсу та зони впливу вказані в таблиці 3.1.

Розвантажені палети потрапляють у вузол під назвою unloadingBase, що знаходиться в розвантажувальній зоні (unloadingZone). Розвантажувальники (unloaders) переміщують палети в зону приймання (acceptingBase), де відповідний персонал (асептори) перевіряє вантаж. В зоні приймання (acceptingBase) є виділена зона, де палети очікують своєї черги на перевірку - acceptingWaitBase. Після перевірки вантаж персоналом переміщення (transferers) переміщується в зону розміщення (placementZone), де розміщений вузол forkliftBase. В цьому вузлі розміщені механізовані кари, які і виконують транспортування палет в зону зберігання (storages).

При надходженні замовлення на завантаження механізований кар відправляється в зону зберігання і переміщує звідти палету в вузол complicationZone, що знаходиться в зоні контролю (controlZone). В цій зоні знаходиться вузол controllersBase, де знаходиться персонал контролю. З появою у вузлі complicationZone палетів, персонал контролю переміщується до нього, комплектує замовлення і повертається до свого вузла, а скомплектоване замовлення персоналом переміщення (transferers), відправляється у вузол dispatchZone, звідки і потрапляю у вузол loadingZone, де виконується безпосередньо завантаження замовлення.

Нагадаю, що Anylogic 8.0 характеризується агентним моделюванням, тобто всі об'єкти в проекті, що взаємодіють між собою на базі загального уявлення, виступають в ролі агентів. В нашій моделі агентами виступають персонал складу, автомеханізовані вантажники (кари) та вантажівки доставки замовнику і входять до складу ресурсів проекту. Персонал складу представлений елементами палітри Ресурси, кожен з яких представлений відповідним агентом, має деяку кількість і базове місцезнаходження на презентації. Назви ресурсів і параметри вказані в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Ресурси системи та їх параметри і зв'язок з агентом

Ресурс	Модельна назва ресурсу	Параметр, яким завдана кількість ресурсу	Агент	Базове місцезнаходження
Контролери	controller	controllersNumber	Controller	controllersBase
Розвантажувачі	unloader	unloadersNumber	Unloader	unloadersBase
Вантажники	loader	loadersNumber	Loader	loadersBase
Приймальники	acceptor	acceptorNumber	Acceptor	acceptorsBase
Розміщувачі	transferer	transferersNumber	Transferer	transferPersonsBase
Кар	forklift	forkliftsNumber	Forklift	forkliftBase

Зона зберігання в нашій моделі представлена чотирма елементами storage бібліотеки Anylogic, і мають такі параметри:

Ім'я – storage0, storage1, storage2, storage3.

Тип – два стелажа, один прохід.

Кількість комірок – завдані явно, для двох об'єктів в кількості 25, для двох в кількості 30.

Кількість комірок в глибину – 1.

Кількість рівней – 1.

Висота рівня – 10.

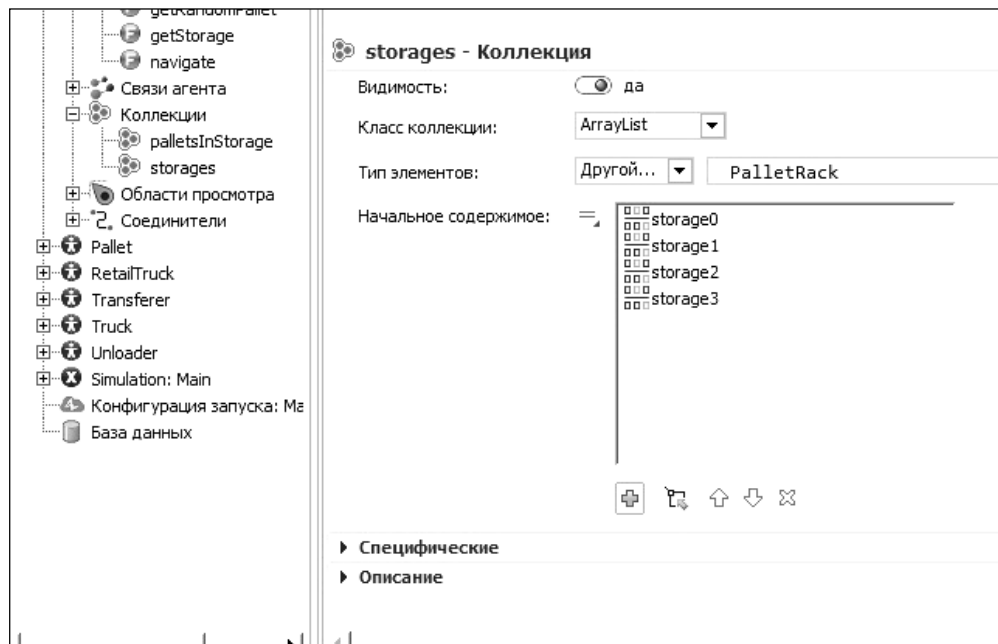


Рисунок 3.5 – Елемент палітри Колекції під назвою storages

До створеної моделі додамо параметри системи, як це видно на рисунку 3.6. Опис параметра, його назва в моделі і значення за замовчуванням наведені в таблиці 3.2. Їх використання і вплив ми розглянемо далі при побудові моделі.

Сукупність елементів storage поєднується в елементі палітри Колекція і характеризує максимальну місткість зони зберігання. Елемент palletsInStorage, як видно з його назви, є змінною, що визначає кількість палет поміщених в елемент storages. В подальшому цей параметр буде використовуватись в розрахуванні часу між прибуттями вантажівок. До речі, окрім суто модельних параметрів, Anylogic 8.0 дозволяє додавати фізичні розміри стелажа (висота, довжина, ширина) та ширина проходу між ними, що дозволяє моделювати переміщення об'єктів по території складу більш детально і різнопланово.

Таблиця 3.2 – Опис параметра, його назва в моделі і значення за замовчуванням

Характеристика	Назва параметра в моделі	Значення за замовчуванням
Розвантажувальник. Персонал, що зайнятий у процесі розвантаження	unloadersNumber	3
Контролер. Персонал, що контролює сформовані замовлення на постачання	controllersNumber	3
Приймальник. Персонал, що контролює розвантажений вантаж	acceptorNumber	3
Вантажник. Персонал, що завантажує сформовані замовлення на постачання	loadersNumber	3
Персонал, що розміщує перевірений вантаж в зоні зберігання	transferersNumber	7
Кількість вантажівок, що виконують доставку замовнику	retailTruckNumber	5
Кар	forkliftsNumber	8
Мінімальний і максимальний час завантаження сформованого замовлення на постачання	loadingTimeMin	3
	loadingTimeMax	8
Мінімальний і максимальний час доставки замовнику сформованого замовлення на постачання	deliveryTimeMin	3
	deliveryTimeMax	8
Мінімальний і максимальний час розвантаження вантажу	unloadingTimeMin	2
	unloadingTimeMax	5
Мінімальний і максимальний інтервал між надходженням на склад вантажівок з товаром	supplyTruckInterarrivalTimeMin	10
	supplyTruckInterarrivalTimeMax	20
Мінімальний і максимальний інтервал між надходженням на склад замовлень на постачання замовнику	orderInterarrivalTimeMin	3
	orderInterarrivalTimeMax	5
Максимальна місткість відповідної зони:		
Зона контролю	controlZoneCapacity	10
Зона відправки	dispatchZoneCapacity	20
Зона розміщення	placementgZoneCapacity	20
Зона розвантаження	unloadingZoneCapacity	20
Зона прийому	acceptingZoneCapacity	20
Максимальна місткість черги замовлень на відвантаження замовнику	orderQueueCapacity	20
Кількість палет у вантажівці	palletsPerSupplyTruck	3
Максимальна місткість черги очікування на прийом вантажу	acceptingWaitZoneCapacity	20





Рисунок 3.6 – Параметри системи

### 3.3 Інформаційна модель логістичних бізнес-процесів ПП «Експрес»

Виходячи з послідовності роботи складу, побудуємо схему-алгоритм. Робота складу в цілому представлена двома окремими процесами. Перший, це надходження товарів на склад, і, відповідно, їх розміщення в зоні зберігання, другий, це надходження замовлень і відвантаження товарів замовнику. Розглянемо їх ретельніше побудовані в Anylogic послідовності дій.

Надходження вантажівок на склад. Надходження вантажівок здійснюється шляхом генерації агентів елементом палітри Source. Параметри елемента:

Ім'я – supplyTruckSource.

Прибувають згідно – часу між прибуттями.

Час між прибуттями - представлений кодом –

```
palletsInStorage.size() < 180 ?
```

```
uniform( supplyTruckInterarrivalTimeMin,
```

```
supplyTruckInterarrivalTimeMax ) : 3 * uniform(
```

```
supplyTruckInterarrivalTimeMin, supplyTruckInterarrivalTimeMax )
```

Новий агент – Truck.

Місцезнаходження прибуття – вузол мережі.

Вузол – enterFromCity.

Далі заявка потрапляє в блок RestrictedAreaStart під назвою supplyTruckUnloadingAreaStart. Визначає вхід в область процесу, в якій одночасно може знаходитись обмежена кількість агентів.

Тип агента – Truck.

Максимальна місткість – 2.

Ці параметри визначають, що в області supplyTruckUnloadingAreaStart можуть знаходитись максимум 2 агента типу Truck. Обов'язково використовується разом з парним блоком RestrictedAreaEnd, в якому завершується дія області, вказаної в блоці RestrictedAreaStart.

Блок MoveTo під назвою supplyTruckEnter переміщує заявку в вузол мережі truckRotationPoint, де виконується обертання агента Truck на презентації для візуального відображення під'їзду вантажівки до зони розвантаження задом.

Блок selectOutput під назвою selectSetupWay розділяє потік на два однакових процеси, кожен з яких характеризує прибуття вантажівки до одного з двох під'їздів, і перевіряє вільний під'їзд до складу за допомогою умови:

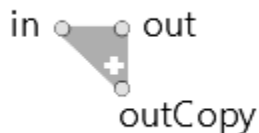
!supplyTruckSetupArea1Start.isBlocked() – і відпрацьовує завдяки наступному блоку основної лінії процесу supplyTruckSetupArea1Start таким чином: якщо область supplyTruckSetupArea1Start, яка характеризує перший під'їзд і має максимальну місткість «1» зайнята, то агент потрапляє до іншого виходу блока SelectSetupWay, тобто до другого під'їзду.

Кожна лінія процесу починається з блоків MoveTo з назвами supplyTruckSetup1 і supplyTruckSetup2, які переміщують агента у вузол на презентації unloadingZone1 і unloadingZone2 відповідно.

Наступні блоки кожної лінії Delay з назвами supplyTruckUnloadGate1 і supplyTruckUnloadGate2 моделюють процес розвантаження вантажівок. Час затримки завданий формулою:

`uniform( unloadingTimeMin, unloadingTimeMax )` – аргументами функції є параметри моделі, значення яких наведені в таблиці 3.2.

Наступний блок, що називається Split, потребує детального розгляду.



Сутність цього елемента полягає в створенні нового агента, навіть якщо перед цим він в проекті участі не приймав і виведення його через вихід outCopy, що створює новий, незалежний від основного, процес.

В нашому випадку, він використовується в кожній лінії процесу і має модельні назви unloadPallets2 і unloadPallets1. На цьому етапі створюється новий агент Pallet, що символізує безпосередньо появу розвантажених палет в зоні розвантаження. Параметри блока:

Кількість копій – завдано параметром palletsPerSupplyTruck, значення якого наведене в таблиці 3.2.

Новий агент (копія) – Pallet.

При цьому основний агент Truck не зникає. Він рушить далі через вихід блока out і потрапляє в блоки MoveTo під назвами supplyTruckLeave1 і supplyTruckLeave2, які символізують виїзд розвантажених вантажівок з зони розвантаження. Параметри блоків:

Агент – переміщується.

Місце призначення – вузол мережі.

Вузол – exitToTheCity.

Наступними йдуть передостанні блоки RestrictedAreaEnd supplyTruckSetupArea1End і supplyTruckUnloadingAreaEnd, які визначають

вихід з вказаної раніше області `supplyTruckSetupArea1Start` і `supplyTruckUnloadingAreaStart` відповідно.

І нарешті останній блок `Sink` названий `supplyTruckSink`, в якому знищуються агенти `Truck`, і який завершує основний процес – розвантаження вантажівок.

Повернемось до блоків `Split` з назвами `unloadPallets2` і `unloadPallets1`, де в нас створилась нова гілка процесу, в якій фігурує новий створений агент `Pallet`. Ця гілка моделює процес прийняття вантажу (палет), перевірку та переміщення в зону зберігання.

Процес переміщення палет в зону зберігання. Візуальне представлення логічного ланцюга процесу переміщення палет в зону зберігання представлено на додатку 1 і виділене помаранчевим кольором.

Згадаємо, що в блоках `Split` в нас з'явилися нові агенти `Pallet`. Обидві лінії надходять до блоку `Queue` з назвою `unloadingQueue`, що моделює чергу на розвантаження. За ним слідує блок `RestrictedAreaStart`, названий `unloadingZoneStart`, символізує початок зони розвантаження і має максимальну місткість, визначену параметром `unloadingZoneCapacity` (табл. 3.2).

`UnloadingZoneEnter (MoveTo)`, далі модельна назва в лапках) – переміщує агента в вузол `unloadingBase`.

`AcceptingWaitQueue (Queue)` – моделює чергу очікування на приймання вантажу. Має місткість 100.

`AcceptingWaitZoneStart (RestrictedAreaStart)` – визначає початок зони очікування на приймання товару, місткість якої визначена параметром `acceptingWaitZoneCapacity`, значення наведено в табл. 3.2.

`UnloadingZoneEnd (RestrictedAreaEnd)` – вихід агента з області `unloadingZoneStart`.

`SeizeUnloader (Seize)` – приєднує до заявки деякий ресурс. В нашому випадку до заявки приєднується представник ресурса `unloader` в кількості 1. Моделює процес прийняття розвантажувальником палети з подальшим

переміщенням її в зону приймання. Переміщення виконується в блоці `moveToAcceptingWaitZone (MoveTo)` в вузол `acceptingWaitBase`.

В наступному блоці `ReleaseUnloader (Release)` виконується звільнення ресурсу `unloader` і повернення його до базового вузла. Далі заявка потрапляє в блок `AcceptingWaitStock (Queue)`, що моделює чергу на приймання і має місткість, визначену параметром `acceptingWaitZoneCapacity`, значення наведено в табл. 3.2.

Далі блоком `acceptingZoneStart (RestrictedAreaStart)` визначається початок процесу приймання товару в зоні приймання. Місткість області визначена параметром блока `acceptingZoneCapacity` (табл. 3.2). І закриття блоком `acceptingWaitZoneEnd (RestrictedAreaEnd)` області `AcceptingWaitZoneStart`.

Далі в блоці `seizeAcceptor (Seize)` до заявки додається ресурс `acceptor` (Приймач) і заявка переміщується в вузол `acceptingBase`, де проходить сам процес приймання в блоці `acceptingProcess (Delay)`. Після приймання ресурс повертається до базового вузла, а заявка переміщується в чергу очікування розміщення, представлену блоком `acceptingWaitStockBeforePlacement (Queue)`.

Далі знову парні блоки `placementZoneStart (RestrictedAreaStart)`, який визначає початок області розміщення, і `acceptingZoneEnd (RestrictedAreaEnd)`, яким закривається область приймання.

Тут до заявки додається ресурс `transferer` (Розміщувач) в блоці `seizeTransferPerson (Seize)` в кількості 1, вона переміщується в блок `moveToPlacementZone (MoveTo)`, що символізує переміщення вантажу в зону зберігання карами.

Наступний блок палітри `RackStore` відповідає за розміщення агента в об'єкті `storages` зони зберігання, тобто розташовує агента в заданній місці стелажа. Параметри блока:

Ім'я – `putPallet`.

Стелаж\Зона зберігання - визначається за формулою `getStorage ()`.

Комірка – Обирається автоматично.

Обрати комірку, найближчу до.. – Початку стелажа\Зони зберігання.

Дія при вході в блок:

```
agent.storage = palletRack;
palletsInStorage.add(agent);
```

Вільне місце і розташування визначається доданою до проекту формулою `getStorage`:

```
for( PalletRack storage : storages ){
    if ( storage.hasSpace() ){
        return storage;
    }
}
error( "Storage is full. Model will now stop.");
return null;
```

Далі блоком `placementZoneEnd (RestrictedAreaEnd)` закінчується область `placementZoneStart`. І, наприкінці, блок `Exit` з назвою `supplyFlowchartEnd`, який завершує процес розміщення палет на складі. На відміну від завершального блока `Sink`, блок `Exit` не знищує заявки і використовується в тих випадках, коли в процесі приймає участь сховище. Використовується в парі з блоком `Enter`, який ми розглянемо при плануванні зворотного процесу – відвантаження палет замовнику.

Надходження та відвантаження замовлень.\_Відвантаження замовлень починається з надходження ордеру на відвантаження. Генератором ордерів, далі заявок, виступає блок `Source` названий `orderSource`. Параметри блока:

Прибуття згідно – часу між прибуттями.

Час між прибуттями – Завданий функцією `uniform()`. Аргументами функції виступають параметри моделі `orderInterarrivalTimeMin` та `orderInterarrivalTimeMax`, значення яких наведено в таблиці 3.2.

За ним слідує блок `selectTooManyOrders (selectOutput)`, який визначає наявність на складі палет, та подальший хід агента-заявки за допомогою умови:

```
palletsInStorage.size() > 0 &&
```

```
orderQueue.size() < orderQueueCapacity
```

- Якщо `palletsInStorage.size()` менше 0 та, обов'язково, загальна кількість заявок-ордерів в блоці `orderQueue (Queue)` (див. далі) менше розмірності черги заявок, заявка іде далі. Якщо умови не виконуються, заявка знищується в іншій гілці блоком `orderDefect (Sink)`.

При виконанні умови, заявка потрапляє в чергу заявок, представлену блоком `orderQueue (Queue)`. Місткість черги визначена параметром `orderQueueCapacity`. Цей блок має дуже важливий параметр – дія при виході з блоку: `choosePalletFromStorage.take()`. На схемі бачимо блок `choosePalletFromStorage (Enter)`, який виштовхує згідно налаштованого параметра відповідного агента, при виклику процедури `choosePalletFromStorage.take ()`. Аргументом цієї процедури є функція `getRandomPallet()`, яка повертає деякий номер палети зі стелажа. Виглядає вона наступним чином -

```
Pallet pallet = palletsInStorage.get( uniform_discr( 0,
palletsInStorage.size() - 1 ) );
palletsInStorage.remove( pallet );
return pallet;
```

Нагадаю, що номери палет додаються в масив `palletsInStorage` в блоці `putPallet` (див. Процес переміщення палет в зону зберігання.). При виклику функції `getRandomPallet()` здійснюється рандомний пошук номера палети в масиві `palletsInStorage`, і повернення його як аргумента функції `choosePalletFromStorage.take ()`.

В блоці `combineOrderAndPallet (Combine)` агент-заявка і агент-палета поєднуються. І потрапляють в вигляді єдиного агента в блок `pickPalletAndMoveWithForklift (RackPick)`, де виконується виборка палети каром зі стелажа (`storage`) і переміщення його в вузол `complicationZone1`. Далі в блоці `seizeControlPerson (seize)` до заявки приєднується ресурс `controller` і вони разом переміщуються в вузол `complicationZone2`, де імітується процес комплектації замовлення блоком `controlProcess (Delay)`. Наступним блоком

releaseControlPerson (release) ресурс звільняється і заявка потрапляє в блок очікування waitingForDispatchZone (Queue).

Зону завантаження починає блок loadingAreaStart (RestrictedAreaStart). Максимальна місткість фіксована і дорівнює 2. Враховуючи те, що під'їздів для завантаження в нас 2, додаємо блок selectLoadingGate (selectOutput), в якому вільний під'їзд вираховується за умовою !loadingGate2AreaStart.isBlocked(). Тобто, якщо вихід визначений блоком loadingGate2AreaStart першої гілки блоку з максимальною місткістю 1, вже заблокований (виконується завантаження вантажівки), то обирається другий під'їзд другої гілки блоку.

Далі виконуються два однакових процеси, які символізують завантаження вантажівок на двох під'їздах. Першими послідовно йдуть блоки callRetailTruck1 і seizeLoader1 (seize) і callRetailTruck2 і seizeLoader2 відповідно. В першому до заявки додається ресурс RetailTruck, в другому додається ресурс Loader.

Далі заявки переміщуються в вузли loadingZone1Rect і loadingZone2Rect (рис. 3.4), де виконується процес завантаження блоками loadingProcess1 і loadingProcess2 (Delay), з часом затримки, представленим функцією uniform з аргументами loadingTimeMin, loadingTimeMax, значення яких наведені в таблиці 3.2. Після проходження процесу завантаження ресурс Loader звільняється.

Вивезення вантажівками замовлень виконується наступними блоками ResourceAttach з модельними назвами attachRetailTruck1 і attachRetailTruck2, де виконується прикріплення до агента ресурса RetailTruck, з подальшим переміщенням агентів у вузол exitToTheCity. Там ресурс RetailTruck звільняється і повертається в базовий вузол, а заявка знищується блоком Sink з назвою palletGoneFromWarehouse.



### ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

Програмне середовище AnyLogic дозволяє імітувати взаємодію в прямому сенсі. В ньому є достатньо могутня бібліотека тривимірних моделей об'єктів, яка дозволяє дослідити реакцію моделі в реальному часі. Окрім того, є можливість впливати на модель, змінюючи необхідні параметри на ходу, що впливає на хід подій моделі без необхідності перезапуску презентації.

Всі етапи роботи складу пов'язані, і моделювання дозволяє визначити слабке місце у вигляді недостатності, або навпаки надлишку ресурсу (робітників) та корисної площі кожної зони. Наприклад, інтенсивність надходження вантажівок з продукцією впливає на інтенсивність розвантаження, а саме на зайнятість ресурсів та площі зони розвантаження. При високій інтенсивності надходження продукції і достатньої кількості розвантажувальників, але недостатній кількості приймальників процес приймання затримує роботу і призводить до перевантаження зони приймання.

Відповідно виникає необхідність підвищувати ефективність роботи приймальника (приймальників). У той самий час, процес комплектування залежить від інтенсивності надходження замовлень. При високій інтенсивності та недостатності контролерів в зоні контролю буде виникати затримка, яка, в свою чергу, впливає на якість і коректність комплектування замовлень. Недостатність вантажників викликає затримку в відвантаженні замовлень та перевантаженні зони відправлення.

## ВИСНОВКИ

Чим далі, тим більше підприємницька діяльність стає наукою, ніж просто бізнесом. Вивчення процесів торгівлі, планування запасів та логістичних зв'язків вже давно вийшло за межі просто підприємницької діяльності. З'являються нові напрямки та технології, розроблюються інструменти з розвитку та управління виробничим процесом або загалом підприємством.

Як бачимо, дуже важливу роль в роботі підприємства відіграє інформатизація логістичних бізнес-процесів. Враховуючи те, що процес закупівель, як і загалом процес виробництва, повторюваний (циклічний), інформатизація та автоматизація цього процесу було логічним рішенням. З'явилися програмні інструменти, що дозволяли виконувати дії по плануванню і контролю запасів, по контролю виробничим процесом самостійно повністю автоматично. Це дає ряд переваг:

- значно зменшуються витрати на виробництво;
- скорочуються терміни виконання замовлення;
- підвищується продуктивність праці та конкурентоспроможність підприємства;
- інтегрування фінансової інформації;
- зменшення кадрового ресурсу, полегшення людської праці;
- аналіз та прогнозування розрахунків майбутніх періодів і т.п.;

Однією з типових помилок є проектування системи ERP без врахування стратегії розвитку компанії. І якщо це нове підприємство, то для запобігання помилок у процесі роботи стає в нагоді імітаційне моделювання робочого процесу, яке дозволяє зімітувати будь-який процес для визначення вузьких місць і загалом перспектив розвитку.

Вимоги логістики до організації та управління матеріальними потоками з моменту виготовлення продукції до її виробничого споживання сприяють розвитку зв'язків між постачальниками і споживачами продукції.

Розвиток та впровадження механізму логістичного управління постійно пов'язана з залученням резервів фінансових і всіх інших видів ресурсів. Від ефективності функціонування всіх етапів логістичних бізнес-процесів і досягається при цьому економії ресурсів залежить в цілому успіх економічної реформи, розвиток ринкових відносин.

Різноманіття логістичних операцій і послуг дозволяє значно розширити можливості комерційно-посередницьких організацій з обслуговування підприємств-постачальників і споживачів продукції.

Програмне середовище AnyLogic дозволяє імітувати взаємодію в прямому сенсі. В ньому є достатньо могутня бібліотека тривимірних моделей об'єктів, яка дозволяє дослідити реакцію моделі в реальному часі. Окрім того, є можливість впливати на модель, змінюючи необхідні параметри на ходу, що впливає на хід подій моделі без необхідності перезапуску презентації.

Всі етапи роботи складу пов'язані, і моделювання дозволяє визначити слабе місце у вигляді недостатності, або навпаки надлишку ресурсу (робітників) та корисної площі кожної зони. Наприклад, інтенсивність надходження вантажівок з продукцією впливає на інтенсивність розвантаження, а саме на зайнятість ресурсів та площі зони розвантаження. При високій інтенсивності надходження продукції і достатньої кількості розвантажувальників, але недостатній кількості приймальників процес приймання затримує роботу і призводить до перевантаження зони приймання.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адаптивні моделі в системах прийняття рішень: Монографія / За ред. Н. А. Кизима, Т.С. Клебанова. Харків : ІНЖЕК, 2017. 368с.
2. Балабанова Л.В., Германчук А.М. Комерційна діяльність: маркетинг і логістика : навч. посібник. Київ : ВД «Професіонал», 2014. 288 с.
3. Банько В.Г. Логістика. Навчальний посібник (2-е вид., Перероб.). - Київ : КНТ, 2018. 332 с.
4. Банько В.Г. Логістика. Навчальний посібник (2-е вид., Перероб.). - Київ : КНТ, 2019. 332 с.
5. Бауерсокс Д.Д. Логістика: інтегрована мета поставок. Київ : 2011р. 640 с.
6. Виробнича логістика, навч. посібник. Видання під ред. Танькова К.М., Колодізева Т.О. «Інжек», Харків : 2014. 245 с.
7. Вітлінській В.В., Наконечний С.І., Терещенко Т.О. Математичне програмування: навч.-метод. посібник для самост. вивчення дисципліні КНЕУ. Київ : КНЕУ, 2019. 248 с.
8. Власова Н.О., Пономарьова Ю.В. Формування ефективної закупівельної політики підприємств роздрібної торгівлі : навч. посіб. Харків : 2018. 144 с.
9. Волгін В.В. Склад : організація, управління, логістика. Одеса : Издат. торг. корпор. «Дашков і К», 2015, 145 с.
10. Гаджинський А.М. Практикум з логістики. - 2-е вид., Перераб. і доп. Київ : Видавничо-книготорговий центр «Маркетинг», 2016. 180с.
11. Гаджинський А.М. Логістика : Підручник. 3-е вид. ІОЦ «Маркетинг», 2010. 375 с.
12. Глогов О. Логістика : навчальний посібник. Тернопіль : Економічна думка, 2014. 205 с.
13. Добронравін Є.Р. Організація системи управління запасами. Genobium, 2016. URL: [http://www.genobium.com/r/a28\\_thesis.htm](http://www.genobium.com/r/a28_thesis.htm)

14. Дяченко Т. Логістика як чинник підвищення конкурентноспроможності. *Економіка України*. 2012. № 4. - С.89-92
15. Забродський В.А., Іващенко П.А., Скуріхін В.І. Методи організації адаптивного планування та управління в економіко-виробничих системах. Київ : Наукова думка, 2000. 272 с.
16. Кальченко А.Г. Логістика : навч. посібник. Київ : КНЕУ, 2012. 148 с.
17. Козловський В.А., Козловська Е.А., Саврук М.Т. Логістичний менеджмент : навчальний посібник. 2-е вид., Доп. - Київ : Видавництво «Лань», 2018. 272 с.
18. Корпоративна логістика. 300 відповідей на питання професіоналів / За заг.редакцією проф. В.І. Сергєєва. (Дибська В.В., Зайцев Є.І., Сергєєв В.І., Стерлігова О.М. та ін) Київ : Інфа-К, 2014 . 976 с.
19. Крікавський Є. Логістика виробничого підприємства. *Податкове планування*. 2019. № 6. С. 20-25
20. Крікавський Є. Логістика. Львів : Вид-во Національного університету «Львівська політехніка», 2016. - 448 с.
21. Крікавський Є., Чухрай Н. Промисловий маркетинг і логістика : навч. посібник. Львів : Вид-во НУ «Львівська політехніка», 2018. 307 с.
22. Крікавський Є.В. Логістика підприємства: навч. посібник. Львів : НУ «Львівська політехніка», 2015. 160 с.
23. Миротин Л.Б. Торговельна логістика: навч. посібник, Київ : 2016 р., 212 с.
24. Миротин Л.Б., Ташбаєв І.Е. Логістика для підприємця: основні поняття, положення та процедури : навч. посібник. Київ : ІНФА-К, 2012. 252 с.
25. Москвітін Т.Д. Торговельна логістика : навч. посіб. Київ : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2017. 161 с.
26. Ніколайчук В. Логістика у сфері розподілу. Київ : Основа, 2011. 160 с.

27. Полякова О.Ю., Мілов А.В. Моделювання системних характеристик економіки : навчальний посібник. Харків : ІНЖЕК, 2014. - 296с.
28. Пономарьова Ю. Логістика : навчальний посібник. Київ : Центр навчальної літератури, 2013. 192 с.
29. Прикладні нечіткі системи. під ред. Т. Тера, К. Асам, М. Сугено. Київ : Світ, 2013.
30. Сергєєв В.І. Логістика в бізнесі. Київ : ІНФА-К, 2011. 680 с.
31. Сергєєв В.І. Менеджмент у бізнес-логістиці. Київ : ПД «Філін», 2017. 772 с.
32. Сявавко М., Рібіцька О. Математичне програмування за умов невизначеності. Львів : Українські технології, 2019. 316 с.
33. Уотерс Д. Логістика : управління ланцюгом постачань / Пер. з англ. Київ : 2013. 503 с.
34. Фролова Л.В. Механізми логістичного управління торгівельним підприємством. Монографія. Київ : 2015. 322 с.
35. Штовба С.Д. Введення в теорію нечітких множин і нечітку логіку. *Консультаційний центр Matlab компанії Softline*, 2016. URL: <http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/index.php>.
36. Яницька В. Логістика та інформаційні технології у господарській діяльності. *Економіка України*. 2012. № 4-5. С.19-20.
37. Logistics processes: key points for optimising your supply chain. URL: <https://www.mecalux.com/blog/logistics-processes>
38. What Are Logistical Processes? URL: <https://smallbusiness.chron.com/logistical-processes-13120.html>
39. Logistics flows and processes: workflows, examples, and more. URL: <https://blog.tatanexarc.com/logistics/logistics-flows-and-processes/>
40. Logistics Operations: How to Optimize Your Supply Chain Management. URL: <https://www.shipbob.com/blog/logistics-operations/>