

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет інформаційно-аналітичних технологій та менеджменту
(повна назва)

Кафедра економічної кібернетики та управління економічною безпекою
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Пояснювальна записка

рівень вищої освіти другий (магістерський)

Логістична модель формування запасів
комерційного підприємства
(тема)

Виконав:

здобувач другого року навчання

групи ЕКМ-23-1

Глушков А. В.

(прізвище, ініціали)

Спеціальність 051 Економіка

(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма Економічна кібернетика

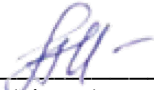
(повна назва освітньої програми)

Керівник доц. Кирій В. В.

(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри


(підпис)

Полозова Т. В.

(прізвище, ініціали)

2025 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет інформаційно-аналітичних технологій та менеджменту
(повна назва)

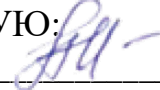
Кафедра економічної кібернетики та управління економічною безпекою
(повна назва)

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Спеціальність 051 Економіка
(код і повна назва)

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

Освітня програма Економічна кібернетика
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Зав. кафедри 
(підпис)
« 22 » листопада 2024 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

здобувачеві Глушкову Андрію Валерійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Логістична модель формування запасів комерційного підприємства

затверджена наказом університету від 22 листопада 2024 р. № 1226Ст

2. Термін подання здобувачем роботи до екзаменаційної комісії 20 січня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи Фінансова звітність підприємства, періодичні видання, наукова література, інформаційні ресурси мережі Інтернет.

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі Вступ. 1. Теоретичні аспекти формування логістичних моделей управління запасами. 2. Техніко-економічна характеристика ТОВ «Новапринт». 3. Модель оптимального управління запасами з урахуванням непостійного попиту. Висновки. Перелік джерел посилання. Додаток.

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (слайдів)

1. Об'єкт, предмет, мета і завдання дослідження. 2. Класифікація запасів підприємства. 3. Схема формування моделі управління запасами. 4-6. Фінансово-економічні результати діяльності підприємства. 7-8. Бізнес-процес друку книги. 9. Числова вибірка значень випадкового попиту. 10. Математична модель оптимізації запасів. 11. Чисельне розв'язання задачі. 12. Структурно – логічна схема результатів дослідження.

6. Консультанти розділів роботи (п.6 включається до завдання за наявності консультантів згідно з наказом, зазначеним у п.1)

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Виконання першого розділу роботи	22.11. 2024-05.12. 2024	виконано
2	Виконання другого розділу роботи	06.12. 2024-16.12. 2024	виконано
3	Виконання третього розділу роботи	17.12. 2024-27.12. 2024	виконано
4	Оформлення роботи	28.12. 2024-06.01. 2025	виконано
5	Перевірка роботи на плагіат	07.01. 2025-17.01. 2025	виконано
6	Підготовка доповіді та ілюстративного матеріалу	18.01. 2025	виконано
7	Рецензування роботи	19.01. 2025	виконано
8	Подання роботи до екзаменаційної комісії	20.01.2025	виконано

нормоконтроль
Прібельнова І.Б.

Дата видачі завдання 22 листопада 2024 р.

Здобувач _____
(підпис)

Керівник роботи _____ доц. Кирій В В.
(підпис) (посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 97 с., 12 табл., 16 рис., 76 джерел, 1 додаток.

ЛОГІСТИЧНА МОДЕЛЬ, УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ, НЕПОСТІЙНИЙ ПОПИТ, МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ, ВИПАДКОВИЙ ПОПИТ, АЛГОРИТМ.

Об'єктом дослідження є процес управління запасами ресурсів на підприємствах.

Предметом дослідження є моделі та методи управління запасами на підприємствах.

Метою роботи є обґрунтування теоретичних засад та формування практичних рекомендацій щодо моделі формування запасів комерційного підприємства.

Розглянуто теоретичні аспекти формування логістичних моделей управління запасами. Розкрито сутність запасів підприємства та моделей їх управління. Проаналізовано теорії управління запасами. Здійснено техніко-економічний аналіз діяльності ТОВ «Новапринт». Запропоновано математичну модель оптимального управління запасами з урахуванням. Проведено оцінку ризику виникнення дефіциту за нормальним розподілом. Запропоновано модель максимізації прибутку в умовах випадкового попиту, при заданому рівні виникнення дефіциту і відомій функції числа відмов.

Розроблено практичне застосування моделей управління запасами в умовах непостійного попиту. Наведено структурно-логічну схему результатів дослідження.

ABSTRACT

Master's thesis: 97 p., 12 tables, 16 fig., 76 sources, 1 exhibit.

LOGISTIC MODEL, INVENTORY MANAGEMENT, VARIABLE DEMAND, MATHEMATICAL MODEL, RANDOM DEMAND, ALGORITHM.

The object of research is the process of managing resource stocks at enterprises.

The subject of research is models and methods of inventory management at enterprises.

The purpose of the study is to substantiate the theoretical foundations and formulate practical recommendations on the model of inventory formation of a commercial enterprise.

The theoretical aspects of the formation of logistics models of inventory management are considered. The essence of enterprise inventories and models of their management is disclosed. The theories of inventory management are analyzed. A technical and economic analysis of the activities of LLC «Novaprint» is carried out. A mathematical model of optimal inventory management is proposed, taking into account. The risk of deficit occurrence by normal distribution is estimated. A model for maximizing profits under conditions of random demand, at a given level of shortage and a known function of the number of failures is proposed.

The practical application of inventory management models under conditions of inconsistent demand is developed.

ЗМІСТ

Скорочення та умовні позначки	6
Вступ.....	7
1 Теоретичні аспекти формування логістичних моделей управління запасами	10
1.1 Сутність логістичного планування	10
1.2 Сутність запасів підприємства та моделей їх управління.....	16
1.3 Аналіз теорій управління запасами.....	22
Висновки до першого розділу.....	33
2 Техніко-економічний аналіз ТОВ «Новапринт».....	34
2.1 Огляд поліграфічної промисловості	34
2.2 Характеристика ТОВ «Новапринт».....	39
2.3 Аналіз фінансового стану ТОВ «Новапринт».....	44
2.4 Аналіз управління оборотними активами ТОВ «Новапринт».....	49
Висновки до другого розділу.....	56
3 Модель оптимального управління запасами з урахуванням непостійного попиту	57
3.1 Основні характеристики випадкового попиту	57
3.2 Оцінка ризику виникнення дефіциту за нормальним розподілом	65
3.3 Модель максимізації прибутку в умовах випадкового попиту, при заданому рівні виникнення дефіциту і відомій функції числа відмов ..	68
3.4 Практичне застосування моделей управління запасами в умовах непостійного попиту	73
Висновки до третього розділу.....	84
Висновки.....	86
Перелік джерел посилання.....	89
Додаток А Копії публікацій.....	98

СКРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

ТОВ – товариство з обмеженою відповідальністю;

MRP – Material Requirements Planning;

EOQ – Economic Order Quantity;

БД – база даних;

ІС – інформаційна система.

ВСТУП

Логістика в сучасних умовах є одним із дієвих чинників підвищення ефективності економіки. Як і інші традиційні функції управління, вона орієнтується на перспективні інформаційні технології, економіко-математичні методи і моделі, що забезпечують відповідність управлінських рішень внутрішнім і зовнішнім умовам бізнесу, які постійно змінюються. Більшою мірою це актуально для теорії організації та функціонування логістичних систем (процесів), що займаються управлінням матеріальними потоками і запасами, які мають тенденцію постійного зростання. При цьому різноманіття логістичних систем визначає специфіку організації та вдосконалення управління матеріальними потоками. Для таких систем складно використати типові проєктні рішення як у сфері інформаційних технологій, так і в плані моделей управління запасами та матеріальними потоками. Це визначає актуальність обраного напрямку кваліфікаційної роботи.

Ринкові умови чинять тиск на наявні організації, що діють на існуючих ринках, реалізуючи власну продукцію або перепродуючи її. Тому виникають завдання з розроблення нових принципів і форм організації логістичних систем і процесів, їхніх інформаційних систем і технологій управління матеріальними запасами, оперативного постачання для клієнтів на основі систем інформаційної підтримки.

Серед широкого кола логістичних проблем, з якими стикаються підприємства, виділяють задачу управління матеріальними ресурсами. Це відома задача. Такі українські дослідники, як Дубініна М. В., Мороз О.В., Музику О.В., Собчишина В.М., Варченко О.М., Сумець О.М., Назарян М.М., Федоренко М.М., Кучмєєв О.О., Швець Ю.А. проводять дослідження в цьому напрямі. Багато напрацювань є і в закордонній літературі. Проте питання на виробничих та комерційних підприємствах щодо вирішення задачі оптимального управління запасами залишаються.

Об'єктом дослідження даної роботи є процес управління запасами ресурсів на підприємствах.

Предметом дослідження є моделі та методи управління запасами на підприємствах.

Метою роботи є обґрунтування теоретичних засад та формування практичних рекомендацій щодо моделі формування запасів комерційного підприємства.

Основними завданнями дослідження є:

- дослідити особливості логістичних процесів та логістичного планування на підприємствах;
- провести порівняльний аналіз моделей управління запасами;
- здійснити техніко-економічний аналіз ТОВ «Новапринт»;
- розробити модель максимізації прибутку підприємства за рахунок оптимального управління запасами в умовах непостійного попиту;
- впровадити результати досліджень ТОВ «Новапринт».

Методичною основою для проведення дослідження були періодичні наукові видання, законодавство України, фінансова звітність досліджуваного підприємства.

Під час дослідження були використані методи метод системного підходу до вирішення проблеми підвищення ефективності управління запасами; методи аналізу й синтезу результатів економічних явищ при формуванні та споживанні ресурсів, нормативного планування матеріальних ресурсів; методи вибіркового обстеження і статистичних групувань товарів та товарних груп; економічного моделювання на основі логічних і математичних побудов, апробації у виробничих умовах.

Практична значущість отриманих результатів полягає у тому, що запропоновані практичні рекомендації можуть бути використані підприємствами будь-якої галузі для моделювання системи управління запасами.

Апробація результатів дослідження. Основні теоретичні положення і практичні результати проведених досліджень, висновки і рекомендації, які викладені в роботі, доповідались на Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні стратегії економічного розвитку: наука, інновації та бізнес-освіта» (Харків, 2024).

Результати проведених досліджень відображені у двох наукових працях: статті, опублікованій у науковому збірнику та тезах доповідей, представлених на міжнародній конференції.

1 ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ЛОГІСТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ

1.1 Сутність логістичного планування

Логістична підтримка процесів комерційного підприємства є складним завданням, яке вимагає якісного прогнозування, оптимізації логістичної мережі та аналізу ризиків у вкрай невизначеному середовищі [1].

Метою логістичного забезпечення є визначення оптимальних логістичних ресурсів, порядку, способу і термінів виконання завдань логістичного забезпечення та розробка заходів, виходячи з розробленого варіанту застосування залучених сил, об'єктивної оцінки обстановки, точних розрахунків і заходів щодо підвищення ефективності системи логістичного забезпечення, її стійкості та життєздатності.

Планування логістичного забезпечення є частиною процесу оперативного планування і є дуже динамічним процесом з визначеною метою, яке відбувається в певний час. Воно вимагає творчих і організованих дій органів управління логістикою, що є необхідною умовою для досягнення певного ступеня організованості в підготовці виконавчого логістичного персоналу і чіткого плану його роботи. Дії повинні бути узгоджені щодо поставленої мети, часу і простору для виконання завдань.

Характер сучасних комерційних операцій радикально змінився, що призвело до зміни оперативної діяльності. Сучасні операції в першу чергу відображаються у все більш жорстких і складних вимогах користувачів щодо швидкості, безпеки, якості, кількості і різноманітності забезпечення необхідними ресурсами. Оперативне середовище, що виникає, швидко змінюється і вимагає швидкого реагування, що призвело до того, що традиційне планування не пропонує достатньо хороших рішень.

Нові підходи до планування повинні бути здатні вирішувати проблеми, що виникають, пропонуючи рішення, стійкі до відхилень від звичайних

обставин і легко адаптуватися до нової інформації, яка стає відомою під час виконання плану, таким чином підвищуючи результативність і ефективність операцій [2].

Традиційне планування шукає рішення, які вимагають мінімальних модифікацій плану на етапі виконання. Такий підхід до початкової розробки плану може вимагати відносно великих розрахунків. З іншого боку, гнучке планування вимагає швидких рішень, які дозволяють модифікувати та перепланувати план, щоб передбачити події та інформацію на етапі виконання [2].

Основними елементами, що розглядаються при плануванні логістичного забезпечення, як комплексних заходів проектного типу, є вимоги користувачів, які розглядаються як види діяльності, що підлягають обслуговуванню, час, ресурси і витрати.

Ресурси, як правило, мають обмежену ємність, що призводить до того, що запити користувачів на певний вид ресурсу є більш значущими, ніж здатність логістичної системи повністю задовольнити всі запити в один конкретний (заданий, запланований) період часу. У такому випадку процес планування розподілу обмежених ресурсів є дуже складним, оскільки органи логістики стикаються з проблемою, як забезпечити ефективний, дієвий і справедливий спосіб задоволення вимог користувачів, отримуючи при цьому найбільш значну глобальну корисність системи.

Крім того, для більшості виробничих та комерційних підприємств суттєвим є питання отримання такого логістичного забезпечення, яке б не тільки повністю задовольняло вимоги виробничо-комерційних процесів, але й здійснювало такі процеси найдешевшим способом, або з оптимізацією цільового прибутку від операцій.

Реалізація ефективної політики планування та управління ресурсами у логістиці вимагає постійного моніторингу та всебічного аналізу наявності фактичних і потенційних логістичних ресурсів. Це дозволяє розробити

оптимальну систему розподілу ресурсів між зацікавленими користувачами з урахуванням сучасних технологій та енергозбереження [3].

Підходи до вирішення проблеми раціонального розподілу обмежених логістичних ресурсів у процесі логістичного планування, залежно від політики коригування ресурсів, можна класифікувати наступним чином:

- чітко встановити дедлайн з відомим обсягом і типом вимог та залучити ресурси, достатні для задоволення всіх вимог користувачів. У цьому випадку застосовується стратегія мінімізації витрат;
- знайти рішення для відомих наявних (обмежених) ресурсів, з відомим обсягом і типом вимог, яке забезпечить мінімальне продовження часу для надання необхідних ресурсів і задоволення всіх вимог користувача. У цьому випадку застосовується стратегія мінімізації часу;
- вибір типу та обсягу вимог, які можна задовольнити, щоб досягти максимального ефекту за відомих наявних (обмежених) ресурсів за чітко визначений період часу. У цьому випадку застосовується стратегія максимізації глобальної корисності, тобто правило Парето-ефективності.

У процесі планування логістичної підтримки логістичний персонал повинен постійно спостерігати, вивчати і аналізувати вимоги користувачів різними способами і з різних точок зору, і, як правило, повинен приймати багато рішень на основі індивідуального сприйняття і експериментально обраних критеріїв, щоб максимально раціонально реагувати на вимоги користувачів з наявними ресурсними можливостями логістичної системи [4].

На рисунку 1.1 представлена модель планування логістичної підтримки.

Результатом процесу планування є план логістичного забезпечення – документ, в якому прописані планові дії для досягнення поставленої мети. Розробка плану конкретизує мету і більш детально визначає, що необхідно зробити для її досягнення, враховуючи ймовірний розвиток майбутніх подій.



Рисунок 1.1 – Модель планування логістичної підтримки

Джерело: складено автором за [4]

Конкретизація мети включає відповіді на питання: що потрібно зробити, хто повинен це зробити, коли це потрібно зробити, де це потрібно зробити, чим це зробити (з якими ресурсами) і як це зробити. Вона також потребує запасних рішень на випадок, якщо припущення та обмеження, на яких базується план, зміняться [5, 6].

План має бути достатньо гнучким, щоб дозволяти вносити зміни та доповнення, таким чином виражаючи безперервність процесу планування. Отже, безперервність планування вимагає перегляду цілей і, за необхідності, їх перевизначення, тобто перегляд плану через певні проміжки часу. Загалом, процес планування логістичного забезпечення включає наступні етапи:

- визначення вимог замовника, виражених через необхідні ресурсні можливості логістичної системи;
- визначення наявних ресурсних потужностей логістичної системи у плановому періоді, що розглядається;
- визначення відхилення необхідного та наявного ресурсного потенціалу;
- вибір політики відповідно до вимог клієнта;
- розробка альтернативних рішень;

- вибір рішення з набору прийнятних рішень;
- конкретизація (детальна розробка) обраного планувального рішення.

Ці заходи свідчать про те, що в процесі планування логістичного забезпечення необхідно застосовувати адекватні моделі розподілу обмежених логістичних ресурсів відповідно до суперечливих вимог користувачів для досягнення кращої глобальної корисності.

Очевидно, що вирішення проблеми розподілу обмежених ресурсів у процесі планування логістичного забезпечення вимагає залучення декількох зацікавлених сторін, що в організаційному плані є колективним способом прийняття рішень. Тому вкрай важливо дотримуватися певних принципів, прийнятих пріоритетів і наявних обмежень, щоб пом'якшити конфлікт вимог користувачів і зробити план логістичної підтримки максимально ефективним.

Планування логістичної підтримки на основі визначення пріоритетності запитів та розподілу обмежених ресурсів

Загалом проблема розподілу ресурсів присутня в різних сферах і привертає увагу багатьох дослідників і практиків. У літературі представлені різні підходи до розподілу ресурсів, які базуються на спеціалізованих математичних моделях та алгоритми [7]. Ці моделі використовуються в багатьох сферах, таких як управління промисловим виробництвом, зв'язок і комп'ютерні мережі, аварійні служби, охорона здоров'я, повітряний рух, розподіл прав на воду, екологічні та військові питання [7-10].

Центральним питанням у проблемах розподілу ресурсів є те, як оптимізувати де-який показник на основі певних критеріїв. У таких проблемах часто виникають протиріччя і напруженість у встановленні певного балансу між вимогами користувачів, оскільки досягнення однієї цінності може зашкодити іншій. Ці проблеми часто моделюються таким чином, що безпосереднім результатом оптимізації є набір стійких рішень за Парето [11,12].

Якщо зацікавлені користувачі мають суперечливі цілі, то множина Парето містить кілька рішень, які представляють різні компроміси в конфлікті за ресурси. Основною метою вирішення таких проблем є вибір найкращого компромісу для конкретної області, в якій застосовується оптимізація [13].

Розподіл ресурсів є задачею дискретної оптимізації і належить до категорії NP-важких (недетермінованих за поліноміальним часом) задач. Пошук рішень, що задовольняють усім обмеженням, означає перебір величезного простору можливих рішень. Тому застосування сучасних методів, які використовують різні евристичні методи для звуження простору пошуку, дозволяє знайти розв'язок, близький до оптимального.

На практиці розробка повністю автоматизованих систем для розв'язання задач розподілу часто відкидається. Причиною можуть бути обмеження, які важко повністю зареєструвати, критерії прийняття рішень, важко визначити, а також те, що кінцеві користувачі, як правило, не є експертами у використанні складних математичних концепцій, таких як великі матриці математичного програмування або вагові коефіцієнти багатокритеріальної оптимізації.

В умовах невизначеності логістичний персонал, відповідальний за планування логістичної підтримки, часто має неповну, неточну, суперечливу, недостатньо чітку і недостатньо достовірну інформацію про вимоги користувачів і наявні ресурсні можливості логістичної системи, що ускладнює процес визначення розподілу ресурсів у логістичній системі відповідно до вимог споживачів.

У випадку, коли ресурсні можливості логістичної системи є недостатніми для задоволення всіх вимог користувачів, конкретні евристичні правила можуть надати велику допомогу логістичним органам у виборі політики, яка б відповідала вимогам користувачів, наприклад:

- правило «перший прийшов - перший обслужений»;
- правило «найтерміновіший запит виконується в першу чергу»;
- правило «запит, виконання якого триває найкоротше, обслуговується першим»;

- правило «найближча дата виконується першою» (запит з найменшим часом очікування);
- правило «пріоритетність запитів, тобто ранжування запитів за ступенем важливості».

Пріоритетність вимог на практиці зарекомендувала себе як ефективна стратегія розподілу ресурсів, яка полегшує процес прийняття рішень і дозволяє постачальникам ефективно і справедливо надавати ресурси більшій кількості користувачів [14].

1.2 Сутність запасів підприємства та моделей їх управління

Запаси – це сума матеріальних ресурсів, що зберігаються на підприємстві для забезпечення безперервного процесу виробництва, а також для задоволення попиту споживачів на готову продукцію або послуги. Вони включають сировину, матеріали, напівфабрикати, готову продукцію, а також запаси, що необхідні для забезпечення нормальної роботи підприємства в умовах варіативності попиту чи постачання [15].

Основна мета управління запасами полягає в забезпеченні оптимального рівня цих ресурсів, що дозволяє знизити витрати на їх утримання, але при цьому не призвести до дефіциту, який може порушити виробничий процес або знизити рівень обслуговування споживачів. Визначення оптимальних рівнів запасів також допомагає забезпечити ефективну оборотність ресурсів та мінімізувати фінансові витрати, пов'язані з їх зберіганням, транспортуванням та обробкою. На рисунку 1.2 представлено первинну класифікацію запасів підприємства.

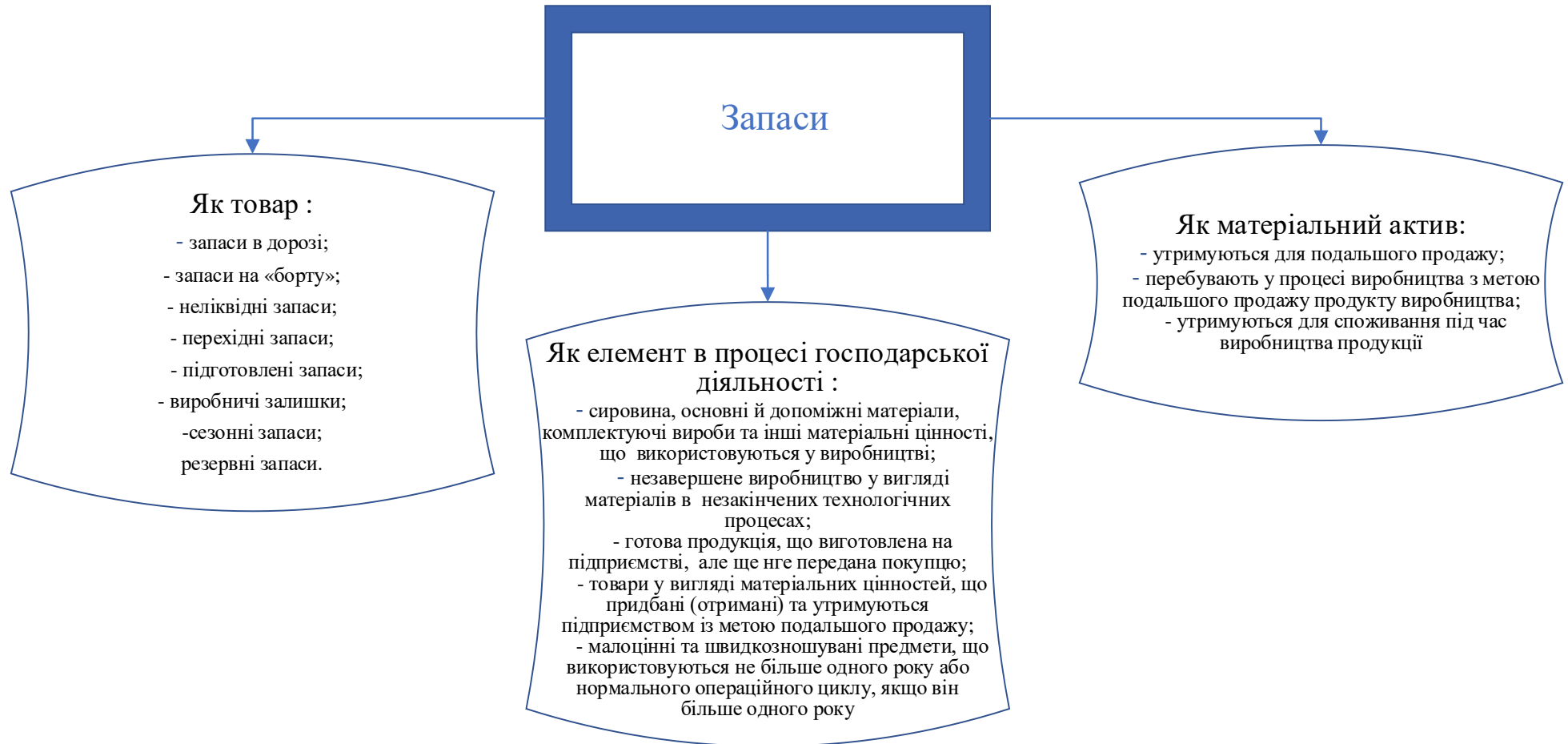


Рисунок 1.2 – Класифікація запасів підприємства

Джерело: складено автором на основі [15, 16]

Можна підкреслити, що система контролю за станом запасів з фіксованою періодичністю замовлення застосовується у таких випадках:

- за можливості відвантаження замовлення різними за обсягом партіями;
- при невеликих витратах з розміщення замовлення та його доставки;
- за невеликих втрат від можливого дефіциту [17].

Не менш перспективним при розвитку методів управління запасами є залучення адміністративно-організаційного ресурсу, тобто активне залучення до процесу маркетологів, дистриб'юторів, менеджерів з продажу та їх експертних оцінок для майбутніх обсягів реалізації продукції.

Схема формування моделі управління запасами представлена рис. 1.3.

Як основна стратегія використовується модель поповнення запасів з постійною періодичністю та змінною величиною замовлення.

В даний час широко використовуються такі системи управління запасами:

- MRP-1;
- MRP-2;
- ГРТ;
- Канбан.

Система MRP-1 (Material Requirements Planning). Виробництво планується, враховуючи потребу у підсумковому продукті. Ця система ґрунтується на принципі: вихідна точка – це передбачуваний (прогнозований) або відомий попит на підсумкову продукцію.

При цьому враховується:

- існуючий запас;
- замовлені напівфабрикати, що закупаються, складові (вже заплановане виробництво напівфабрикатів);
- підготовлений для виробництва попередньої серії продукції замовлення (призначений для чогось іншого) [21].

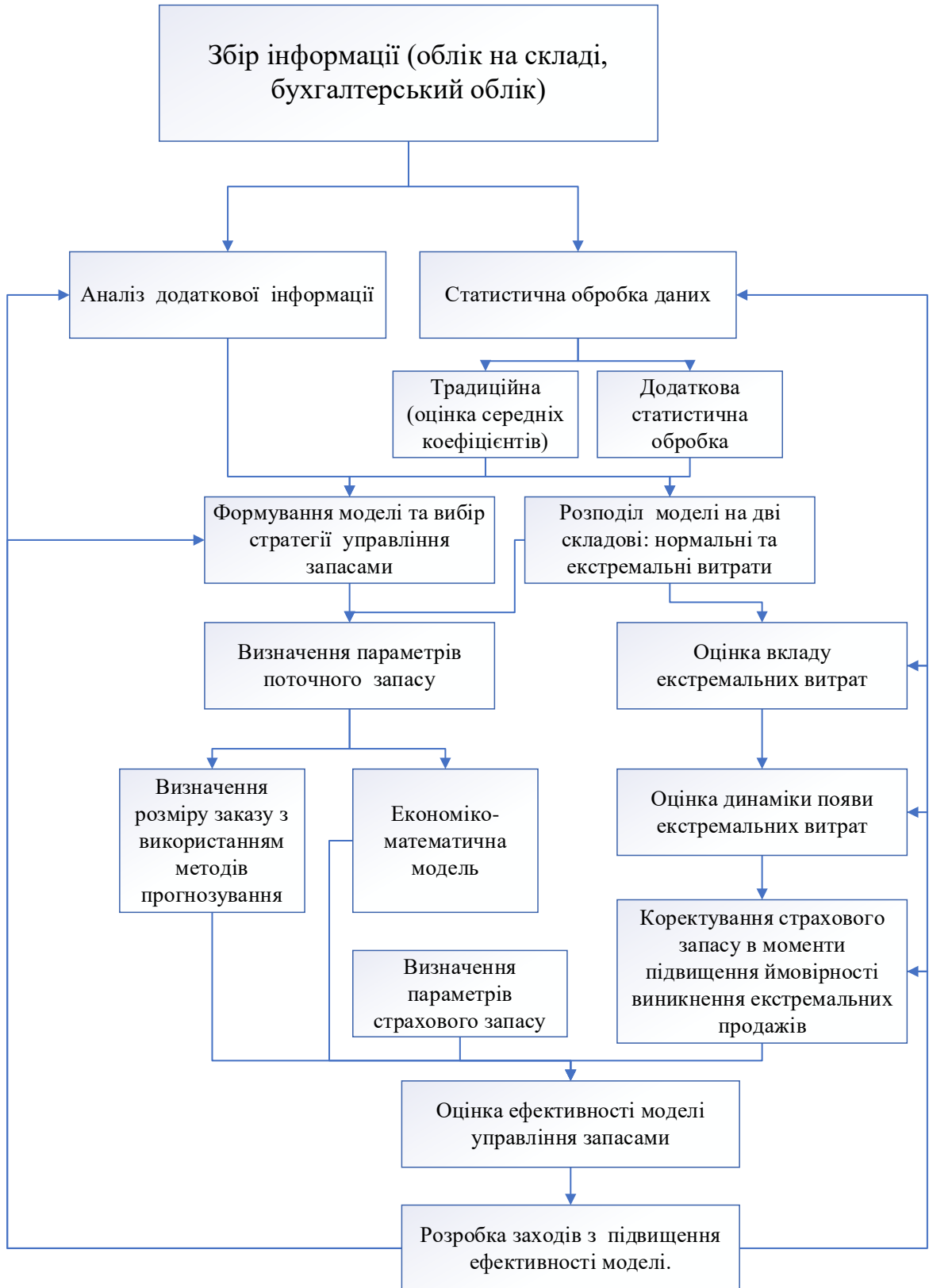


Рисунок 1.3 – Схема формування моделі управління запасами

Джерело: складено автором на основі [18-20]

Розраховується час виробництва напівфабрикатів і час поставок, закуповуваних складових.

Система MRP-1 дає можливість узгодити та швидко реагувати на дії постачальницьких, виробничих та збутових відділів підприємства з урахуванням змін, що виникають, маючи величезне інформаційне забезпечення. Прийняття рішень провадиться з використанням різних методів аналізу завдань та операцій. Усі завдання щодо розрахунку потреб у сировині, матеріалах, напівфабрикатах, щодо складання графіка виробництва вирішуються з використанням спеціальних математичних моделей, інформаційного та програмного забезпечення.

Найбільша ефективність функціонування системи управління запасами досягається з використанням комп'ютерів.

Система MRP-1 приймається в управлінні запасами: напівфабрикатів, комплектуючих, запчастин, потреба яких безпосередньо залежить від попиту кінцеву продукцію; товарів із штучного списку, що вимагають комп'ютерної обробки. Системі MRP-1 необхідні великі витрати на підготовку первинних даних, а також вона висуває досить великі вимоги до ступеня їх точності. Головним недоліком цієї системи є те, що вона не гарантує достатньо повного набору даних про інші фактори виробничого процесу.

Система MRP-2 (Manufacturing Resources Planning). Ця більш нова система дозволяє збільшити сферу використання за рахунок урахування забезпечення можливості стратегічного планування та обліку необхідних потужностей (автоматизоване проектування, керування технологічними процесами та інші) [22].

Регулювання завдань прогнозування здійснюється за рахунок розробки прогнозу потреби у сировині, матеріалах, комплектуючих окремо за першорядним та інших замовленням (аналіз ймовірних термінів виконання замовлень, рівнів запасів відбувається з урахуванням витрат за формування та зберігання запасів). У системі MRP-2 при управлінні запасами здійснюється обробка та зміна всієї інформації про постачання, пересування та витрату

матеріалів та сировини, а також облік запасів, вибір індивідуальної стратегії контролю та наповнення запасів по кожній позиції. У цій системі найпопулярніше використання отримали методи імітаційного моделювання. У програмне забезпечення цієї системи входять:

- розрахунок графіка виробництва;
- управління збутом готової продукції та закупівлями сировини;
- планування засобів постачання виробництва;
- контроль діяльності виробничих структур;
- функції прогнозування, електронного обміну даними, отримання фінансової звітності [23].

У системи MRP-2 коротший термін окупності, і навіть термін впровадження проти MRP-1.

Працюючи по системі Kanban підприємство-виробник не має остаточного плану виробництва та схеми його виконання. Певне замовлення підприємства-споживача покращує роботу підприємства-виробника у межах цього замовлення. Система рухається за принципом прямого поповнення запасу, але за дуже невеликому розмірі партії запасу. Графік виробництва створюється обігом карток Kanban. Система Kanban працює як замовлення-купон на продукцію і дозволяє у найповнішій формі реалізувати принцип «точно вчасно».

Для територіально віддалених постачальників картка замовлення замінена повідомлення за інтегрованою інформаційною системою. Дана форма пред'являє найвищі вимоги до ланцюжка від споживача до постачальника та логістичної системи постачальника. Також у системі пред'являються досить високі вимоги до постачальнику, саме необхідна гарантія поставки точно до часу. Кількість постачальників у цій системі істотно зменшується, і з постачальниками встановлюються тривалі партнерські відносини. Підприємства надають допомогу постачальникам, особливо щодо підвищення якості продукції, що поставляється ними. Система

Kanban застосовується при управлінні запасами невеликого розміру та з коротким періодом поставок [24].

Для організації виробництва та постачання призначена система ОРТ (Optimized Production Technology). За фактом це комп'ютерний варіант системи Kanban, який запобігає появі вузьких місць у ланцюзі «постачання – виробництво – збут».

В основі системи ОРТ лежить принцип виявлення у виробництві вузьких місць, званих критичними точками. Як критичні точки можуть виступати запаси сировини та матеріалів, технологічні процеси, машини та обладнання та персонал. При грамотному використанні підвищується ефективність економічної системи загалом [25].

В цілому слід зауважити, що всі системи управління запасами потребують чіткого та точного планування запасів на основі економіко-математичного планування, з урахуванням критеріїв оптимізації та обмежень, що стосуються фінансового забезпечення, обсягу виробництва тощо.

1.3 Аналіз теорій управління запасами

Починаючи з 20-го століття, акцент робиться на постійному підвищенні ефективності бізнес-діяльності. Розвиток методів операційних досліджень та їх впровадження з використанням сучасних інформаційних технологій сприяли зниженню корпоративних витрат. Одним із шляхів їх зниження є оптимізація логістичної діяльності, яка також включає в себе теорію управління запасами [26].

Нинішню ринкову ситуацію можна охарактеризувати як конкурентне середовище, зумовлене частими економічними змінами та інтенсивною мережею взаємовідносин у ланцюгах поставок [27]. Концепція управління ланцюгами поставок вперше з'явилася в середині 1990-х років [28].

Кунцова М. [29] стверджує, управління ланцюгами поставок наразі є однією з найбільш розвинених сфер. Для більшості компаній входження в ці ланцюги поставок стає рутинною, поступово нав'язаною ринком і умовами діяльності таких компаній. Важливою умовою в цьому контексті є використання новітніх технологій для швидкого обміну інформацією та даними між клієнтами та постачальниками. Взаємна співпраця та співробітництво учасників ланцюга поставок, включаючи обмін інформацією, є рушійними факторами, що забезпечують вищу конкурентоспроможність на ринку, а також більшу сферу діяльності на ринку як для компаній, так і для цілих ланцюгів [30]. У зв'язку з постійно зростаючими вимогами споживачів, обмежувальним і вирішальним фактором є не тільки ціна або якість продукту, але й час виконання замовлення, послуги, що надаються виробником, та/або ставлення споживачів до компанії та продукту(ів). В результаті цих вимог компанії сьогодні все більше залучаються до ланцюгів поставок, і їхня взаємна співпраця може принести набагато більше переваг, ніж їхня взаємна конкуренція [31]. Основна мета управління ланцюгами поставок – бути на крок попереду конкурентів, а також велика увага приділяється інформації про попит (кількість проданих товарів, очікування продавців, прогнозування поведінки покупців, різні маркетингові заходи, конкуренція). Важлива роль теорії запасів полягає в тому, щоб задовольнити попит і визначити його подальший розвиток, а також забезпечити достатню кількість товарів [32].

У ланцюгу поставок запаси (або товарні запаси) відіграють важливу роль з комерційної точки зору. Існує широкий спектр факторів, що впливають на ланцюг поставок, таких як рівень запасів по всьому ланцюгу поставок (а не тільки в окремому суб'єкті), витрати, пов'язані зі зберіганням і обслуговуванням запасів, зокрема їх мінімізація в усьому ланцюгу поставок, і, в той же час, прагнення до максимального задоволення попиту [33].

Управління запасами є важливим елементом як в управлінні окремими компаніями, так і ланцюгами поставок як такими. Незалежно від того, чи стосуються запаси сировини, матеріалів, напівфабрикатів чи готової

продукції, вони є елементом, який впливає на діяльність компаній та ланцюгів поставок, а отже, їм слід приділяти належну увагу. Через часту невизначеність у розвитку ринку, коливання попиту чи виробництва, а також зміни у термінах виконання замовлень, управління запасами як таке може бути дуже складним [34]. Не існує універсальної моделі, оскільки на рівень впливає широкий спектр факторів, а отже, ситуація тут тісно пов'язана зі здатністю прогнозувати майбутнє споживання, зумовлене майбутнім попитом [35]. Майбутній попит змінюється з плином часу і покривається виробництвом, яке, навпаки, залишається постійним, а будь-які зміни, що відбуваються, є радше ступінчастими, ніж інкрементними. У цьому випадку запаси слугують для компенсації різниці між виробничим потенціалом та обсягом попиту [36].

Проведено детальний математичний аналіз детермінованих і стохастичних моделей для класифікації та ідентифікації методів. На основі класифікації таких моделей розглядається застосування моделей витрат, стохастичного попиту, а також підходи в рамках детермінованих моделей.

В таблиці 1.1 представлено класифікацію моделей теорії запасів. Представники бізнес-сектору зможуть використовувати цю класифікацію для оптимізації своїх запасів, а також подальшого управління складськими запасами.

Таблиця 1.1 – Публікації моделей теорії запасів

	Детерміновані моделі		Стохастичні моделі	
	Постійна	Комбінований	Однопродуктові	Багато продуктові
Публікації в базах даних	+	+-	+	++
Застосування на практиці	-	+-	+	++
Mathematica - програмне забезпечення	-	+-	+++	+++
Matlab - програмне забезпечення	-	+-	+	++

Джерело: складено автором на основі [34-36]

У таблиці 1.1 наведено моделі теорії управління запасами, які можуть бути змодельовані за допомогою математичного інструментарію та необхідного програмного забезпечення. В ній подано два базові описи попиту, які також розділяють і відносяться до двох моделей теорії запасів – «детерміновані моделі» та «стохастичні моделі». Розглянемо публікації кожної моделі в різних наукових базах даних, щоб перевірити наявність наукових досліджень окремих авторів. На основі цього аналізу було виявлено, що найбільшу кількість опублікованих джерел, а також застосованих до бізнес-практики, мають моделі стохастичного опису попиту, причому багатопродуктові моделі є найбільш зручними з точки зору їх варіативності, а також найбільш пристосованими до можливостей моделювання, реагуючи на різні ситуації, які можуть виникати на ринку в різних секторах. По суті, це попит на певні товари, наявні на ринку для даних компаній-виробників, які таким чином забезпечили безперервність виробництва навіть протягом періоду з певними непередбачуваними ситуаціями, наприклад, транспортними проблемами під час відвантаження та транспортування товарів, необхідних для виробничого циклу та закупівель продукції.

У практичному контексті існує лише кілька ситуацій, які б відповідали суто детермінованій моделі. Якщо вони і трапляються, то або в поєднанні з іншою моделлю стохастичної природи, або як наближення до стохастичної моделі з дуже малою дисперсією. Крім того, детерміновані моделі зазвичай слугують фундаментальною основою складних, стохастичних моделей управління запасами. З наведеної вище таблиці також видно, що аналізі наукових досліджень найчастіше зустрічалося використання моделюючих платформ (програмного забезпечення), застосовували для моделювання ситуації, у вигляді платформи «Mathematica». Порівняно з платформою «Matlab», це програмне забезпечення є простішим у використанні та характеризується своєю варіативністю. Крім того, моделі, що описують стохастичний попит (зокрема, багатопродуктовий), є найбільш поширеним варіантом моделювання на цій платформі. Саме ці аспекти застосування

окремих платформ є мірилом застосовності змодельованих ситуацій у вигляді тієї чи іншої моделі на практиці, де ситуації моделюються на даних конкретних компаній і фіксують бажані для них умови оптимізації.

Знання та характер попиту є дуже важливими для всього управління запасами. Існує три основні методи моделювання попиту. Один з них – детермінована модель попиту, де її явний вираз відомий. Функція попиту може бути не тільки лінійною функцією попиту, але й поліномом загальної степені n або будь-якою іншою відомою функцією. Це залежить лише від реальної ситуації, яку потрібно змоделювати [37].

Що стосується детермінованих моделей запасів, то функція попиту може бути оцінена або апроксимована. Ці моделі запасів ґрунтуються на припущенні, що обсяг попиту та цикл закупівель є наперед визначеними. Знаючи точний обсяг потреб, які необхідно задовольнити за рахунок запасів, навіть незважаючи на випадкові коливання в поставках від постачальників, немає сенсу створювати будь-який страховий запас. Тому всі детерміновані моделі оптимізують лише певний коефіцієнт оборотності запасів, а оптимум витрат знаходиться лише через витрати на зберігання та одноразові витрати на поповнення запасів [37-39].

Детермінована функція попиту як модель.

Для розв'язання моделей, в яких детермінована функція попиту як модель (замість методів імітаційного моделювання), краще використовувати інші методи оптимізації. Наприклад, для вирішення детермінованої моделі з постійною потребою можна застосувати формулу Харріса-Вілсона для визначення (розрахунку) оптимального запасу. Інші детерміновані моделі запасів включають модель EOQ (Economic Order Quantity), яка базується на періодичному поповненні запасів при рівномірному попиті та постійному рівні пропозиції [40]:

$$CN = c_2 \frac{Q}{q} + c_1 \frac{q}{2}, \quad (1.1)$$

де EOQ – економічний розмір замовлення;

Q – обсяг попиту;

c_1 – вартість зберігання;

c_2 – вартість доставки – витрати на одне замовлення;

q – кількість замовлень.

Тут розмір замовлення, або кількість замовлення (q), є змінною моделі. Тому, щоб знайти мінімальне значення функції, перша похідна (за q) може дорівнювати нулю. Тоді формула для обчислення (визначення) оптимального розміру замовлення (q^*) може бути отримана наступним чином:

$$q^* = \sqrt{\frac{2Qc_1}{c_2}} \quad (1.2)$$

доповнюється наступною формулою для визначення загальної мінімальної вартості:

$$CN^* = \sqrt{2 * Q * c_1 * c_2}. \quad (1.3)$$

На основі цих даних також можна отримати оптимальну тривалість циклу поповнення (або час) (t^*):

$$t^* = \sqrt{\frac{2c_2}{Qc_1}} \quad (1.4)$$

і точка повторного замовлення (r_p^*), яка вказує, при якому рівні товарів на складі слід розміщувати замовлення для поповнення цього конкретного запасу в заданий (або бажаний) момент - тобто, коли запаси закінчуються:

$$r_p = (Q * L) * q. \quad (1.5)$$

Модифікації цієї моделі включають «модель відкладеного задоволення попиту», яка допускає навіть тимчасову нестачу запасів і відкладене задоволення попиту, модель «в якій фаза виробництва «з запасу» і фаза використання запасів (або тільки остання) слідує одна за одною, і «Модель кількісних знижок», коли розрахунок також включає кількісні знижки від постачальників [41]:

$$VNt = c_1 * q - z^2 * t_1 + c_3 * z^2 * t_2. \quad (1.6)$$

Тут кількість циклів замовлень знову визначається відношенням загального попиту до кількості замовлень, тобто Q/q . Фіксовані витрати можна отримати, помноживши кількість замовлень на константу c_2 (витрати на одне замовлення). Отже, загальні річні витрати на запаси можуть бути отримані наступним чином:

$$\begin{aligned} CN = VN + FN &= c_2 * Q/q + (c_1 * (q - z)^2 * t_1 + c_3 * z^2 * t_2) * Q/q = \\ &= (c_1 * (q - z)^2 / 2 * t_1 + c_2 + c_3 * z^2 * t_2) * Q/q. \end{aligned} \quad (1.7)$$

Наведена вище функція має чотири змінні, які шляхом взаємної заміни можуть бути зведені до двох, а саме: обсяг замовлення (q) та незадоволений розмір або кількість запасів (z). Часткова похідна [42, 43] дасть оптимальний обсяг замовлення та розмір незадоволеного попиту (або кількість):

$$q^* = \sqrt{\frac{2Qc_2}{c_1}} * \sqrt{\frac{c_1 + c_3}{c_3}}. \quad (1.8)$$

Таким чином, оптимальний обсяг замовлення виводиться зі значення, отриманого в базовій моделі EOQ, шляхом множення обох констант, що залежать від витрат на зберігання (c_1) і витрат, пов'язаних з дефіцитом запасів (c_3). Однак, якщо витрати c_3 непропорційно вищі за витрати на зберігання (що часто можна передбачити, особливо при визнанні потенційних витрат клієнта), то ця константа приблизно дорівнює одиниці, і дефіцит запасів практично не враховується. В результаті ми повертаємося до базової моделі EOQ.

Стохастичні моделі запасів відрізняються від детермінованих лише характером попиту. Якщо в детермінованих моделях попит є фіксованим, то в стохастичних моделях він має стохастичний (імовірнісний) характер, тобто є випадковою величиною з розподілом ймовірностей. Стохастичні моделі представляють певний попит, де його явний вираз відомий. Функція попиту може бути не тільки лінійною, але й поліномом загального степені n або будь-якою іншою відомою функцією. залежить лише від реальної ситуації, що моделюється [39].

Що стосується статичного стохастичного моделювання, то головною передумовою тут є неможливість подальшого поповнення запасів. Отже, йдеться про ситуації, коли протягом певного періоду необхідно задовольнити потреби за рахунок запасу, який може бути створений лише один раз. Якщо сформований запас буде меншим, ніж фактична потреба, то виникнуть певні витрати від нестачі запасу. І навпаки, за умови, що створений запас перевищує фактичну потребу, знову виникнуть додаткові витрати, оскільки після закінчення періоду запас буде непридатним для використання (наприклад, роздрібний продавець новорічних ялинок).

Моделі, де є стохастичний опис функції попиту, часто використовуються для одноразового поповнення запасів, здебільшого при спорадичному попиті (тобто, коли попит нестабільний). Метою цих моделей є пошук найнижчого значення загальної вартості доставки $q = x_i$ обсягу. Найнижче значення може бути отримане шляхом пошуку прогресивних значень:

$$E(N(q = x_{i-1})) \geq E(N(q = x_i = q_0)) \leq E(N(q = x_{i+1})). \quad (1.9)$$

Визначивши три значення в

$$E(N(q)) \text{ про } q = \{x_{i-1}, x_i, x_{i+1}\}, \quad (1.10)$$

отримують локальний мінімум, тобто найменшу фактичну вартість для $q = x_i$. Середнє значення для $E(N(q))$ можна визначити за допомогою [37]:

$$E(N(q)) = C1 \sum_{(q-x_j) i-1 j=0} p(x_j) + C2 \sum_{(x_j-q)} p(x_j). \quad (1.11)$$

Найпоширенішим припущенням є те, що розподіл попиту в певний період відповідає нормальному розподілу із середнім значенням (μ_Q) та стандартним відхиленням (σ_Q). Аналогічно, попит протягом певного часу виконання замовлення (L) розподілений за нормальним законом із середнім значенням (μ_L) та дисперсією (σ_L), де

$$\begin{aligned} \mu_L &= L * \mu_Q, \\ \sigma_L &= L * \sigma_Q. \end{aligned} \quad (1.12)$$

Через імовірнісну природу попиту всі наявні запаси не обов'язково можуть бути використані протягом терміну виконання замовлення, але можуть статися два випадки – після прибуття замовлених товарів на складі ще залишилися деякі позиції, або ж протягом терміну виконання замовлення виникне дефіцит запасів. Один із способів з'ясувати це – визначити рівень страхового запасу.

Рівень (або кількість) страхового запасу можна визначити різними способами [44], причому більшість з них працюють з припущенням стохастичного часу виконання замовлення. Зазначимо, що далі лише вказано

визначення мінімального страхового запасу на основі попиту протягом постійного часу виконання замовлення (L). Якщо припустити, що протягом часу виконання замовлення попит має нормальний розподіл із середнім значенням (μL) і дисперсією (σL), а також відома ймовірність (γ), яка відповідає значенню функції розподілу стандартного нормального розподілу ($z\gamma$), то слід застосовувати наступне:

$$w \geq z\gamma * \sigma L. \quad (1.13)$$

Нова точка повторного замовлення (r_w) може бути отримана шляхом збільшення початкової точки (r_p^*) на величину страхового запасу (w), тобто зчитування:

$$r_w = w + (Q * L \pmod{q}), \quad (1.14)$$

де функція \pmod представляє конкретний залишок після ділення цілого числа.

Іншим варіантом є точне визначення рівня страхового запасу за допомогою часу виконання замовлення, але ця процедура не підходить для часу виконання замовлення, меншого за один період. Тоді функції набувають наступного вигляду:

$$w = z\gamma * \sigma Q * \sqrt{L}. \quad (1.15)$$

У цьому випадку можна отримати оптимальний обсяг замовлення аналогічно до детермінованої моделі EOQ, а саме:

$$q^* = \sqrt{\frac{2\mu_Q c_2}{c_1}}. \quad (1.16)$$

Загальні витрати також подібні. Однак до них необхідно додати витрати на страхового запасу:

$$CN^* = \sqrt{2 * Q * c_1 * c_2} + c_1 * w. \quad (1.17)$$

Вище описано окремі питання ланцюгів поставок та узагальнено основні концепції управління, які розвивалися з часом і мали вплив на формування методів управління ланцюгами поставок з точки зору теорії запасів. Управління запасами може використовувати або вже розроблені математичні моделі, або деякі зі згаданих тут концепцій управлінського контролю, а також, що не менш важливо, імітаційні моделі. Найбільш відомою математичною моделлю є модель EOQ (Economic Order Quantity – економічний розмір замовлення), яка визначає методи визначення як розміру замовлення, так і часу виконання замовлення з метою мінімізації витрат на запаси. Для оцінки попиту також можна використовувати різні методи. Найчастіше вони включають певні прогнози, засновані на тенденціях і розвитку подій у попередньому періоді (наприклад, з використанням статистичних методів та оцінок), або на економетричних моделях, які включають найважливіші фактори, що впливають на попит у певний час та регіоні. Крім того, в цій роботі вказується на можливість використання імітаційних моделей, що дозволяє генерувати певний попит на основі попередньо обраних розподілів ймовірностей та параметрів для обраних періодів. Для реального використання цього підходу необхідно обрати розподіли, параметри яких є зрозумілими для тих, хто має будь-який вплив на управління запасами.

За результатами проведеного аналізу автори рекомендують використовувати платформу «Mathematica», яка не є складною в управлінні та слугує основою для моделювання різних ситуацій з точки зору попиту на продукцію. Ця платформа, безумовно, підходить для компаній, які будуть

вирішувати певні питання за допомогою цієї платформи. За допомогою цих моделей можна вирішувати проблеми в компаніях будь-якого розміру.

Висновки до першого розділу

У першому розділі були розглянуті основні поняття, що використовуються у теорії управління запасами, а також основні стратегії управління запасами, узагальнені методологічні підходи щодо класифікації й функціонування запасів на підприємстві.

Було проведено аналіз найбільш розповсюджених моделей управління запасами, а також зроблено висновки щодо переваг та недоліків кожної з моделей. Підсумовуючи вищесказане, можна зробити висновок про те, що дані моделі є прийнятними для специфічних ідеалізованих умов, які не завжди є близькими до реальності та дають оптимальне значення з невисокою точністю.

2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ТОВ «НОВАПРИНТ»

2.1 Огляд поліграфічної промисловості

Вплив поліграфічної промисловості на світову економіку є глибоким. Її внесок у світовий ВВП, згідно зі звітами Світового банку та Міжнародного валютного фонду, свідчить про економічну потужність секторів. Галузь відіграє ключову роль у створенні робочих місць, забезпечуючи засоби до існування для мільйонів людей у всьому світі. Виробляючи все: від книг і газет до пакувальних матеріалів і рекламних товарів, поліграфічна промисловість підживлює інші сектори, створюючи ефект доміно, який сприяє економічному зростанню. Процвітаюча поліграфічна промисловість означає міцну економіку зі здоровим попитом на друковану продукцію [45].

Основні послуги в поліграфічній промисловості представлені на рисунку 2.1.

Основні сектори поліграфічної промисловості				
Комерційний друк включає маркетингові матеріали, журнали та корпоративні звіти	Книгодрук включає як традиційні послуги, так і послуги друку на вимогу	Друк газет: незважаючи на перехід до цифрового друку, фізичні газети все ще є значною частиною галузі	Друк етикеток і упаковки включає упаковку на харчові продукти та напої, фармацевтика та електронна комерція; цей сектор зростає завдяки підвищенню попиту в таких секторах	Цифровий друк включає 3d-друк та інші технології цифрового друку

Рисунок 2.1 – Основні сектори поліграфічної промисловості

Джерело: складено автором на основі [45]

В епоху, коли технології постійно розвиваються, поліграфічна промисловість не є винятком. Від 3d-друку до цифрових інновацій і

екологічності, яка займає центральне місце в поліграфічній промисловості – це тенденції, які формують майбутнє поліграфічної галузі.

Технологічний прогрес у сфері друку, як-от 3d та цифровий друк, змінює ландшафт галузі. Технологія 3d-друку, за якої об'єкти створюються з цифрового файлу за допомогою техніки накладання шарів, знайшла значне поширення. Такі лідери, як 3d Systems і Stratasys, знаходяться в авангарді, приносячи інноваційні рішення в різноманітні сектори, включаючи автомобільну, аерокосмічну та охорону здоров'я. З іншого боку, цифровий друк стає все більш поширеним завдяки своїй гнучкості та економічній ефективності. Такі компанії, як HP, виходять на межі цифрового друку, пропонуючи покращену якість друку та високу швидкість друку. Вплив технологій на поліграфічну галузь є суттєвим, вони сприяють інноваціям і визначають майбутнє поліграфії [46].

За прогнозами, майбутнє поліграфічної галузі буде характеризуватися постійним зростанням і новими ринковими тенденціями. Обсяг ринку поліграфічної продукції протягом останніх років стабільно зростає. Він зростає з 356,84 мільярда доларів у 2023 році до 339,57 мільярда доларів у 2024 році та прогнозовано на 357,8 мільярда доларів при середньорічному темпі зростання 5,4%. Розширення, яке спостерігалось протягом останніх років, можна пояснити зростанням видавничої галузі, зміною потреб в упаковці, глобальними економічними обставинами, екологічними нормами та зміною споживчих уподобань.

За даними [47] у 2029 році він зросте до 423,75 мільярдів доларів США. Зростання в прогнозований період пояснюється екологічними методами друку, упаковкою електронної комерції, розумною упаковкою, впливом віддаленої роботи, проблемами здоров'я та безпеки. Основні тенденції в прогнозованому періоді включають рушення для друку, гібридні технології друку. Варті уваги тенденції, які очікуються в прогнозованому періоді, включають прогрес у 3d-друці, зростання цифрового друку, включення персоналізації в друк, інтеграцію доповненої реальності (ar), появу

інтелектуальних рішень для друку та використання гібридних технологій друку.

Очікується, що зростання ринку друку буде зумовлено зростанням попиту на упаковку в електронній комерції. Надруковані на замовлення пакети для електронної комерції широко використовуються мережею роздрібних торговців електронною комерцією, що розширюється. Незважаючи на збільшення загального обсягу роздрібних продажів за 2022 р. на 9,1%, продажі електронної комерції в третьому кварталі 2022 року значно зросли на 10,8% порівняно з третім кварталом 2021 року. Отже, очікується, що процвітаючий ринок електронної комерції створить попит на друк, що впливає на зростання ринку в прогнозований період.

Очікується, що зростання ринку друку буде сприяти підйому у виробництві паперу. Папір, тонкий матеріал, який переважно складається з целюлозних волокон, відіграє вирішальну роль як основний носій у поліграфічній промисловості. Він служить основою для відтворення тексту, зображень і графіки, що робить його незамінним компонентом процесу друку.

Технологічний прогрес став помітною тенденцією на ринку друку, і великі компанії прагнуть запроваджувати нові технології для досягнення конкурентної переваги. Наприклад, у 2022 році Markem-Imaje, швейцарський постачальник рішень для відстеження та змінних даних для пакувальної промисловості, запустив платформу на базі інтернету речей під назвою Mivistatm. Ця платформа пропонує різноманітні послуги принтера самопідтримки та служби підтримки, що включає спрощені процеси кодування, самодостатність, автоматичний моніторинг ризиків і розширені можливості віддаленої діагностики.

Провідні компанії на поліграфічному ринку посилюють свою увагу до впровадження багатофункціональних принтерів, щоб підвищити свою конкурентну позицію. Багатофункціональні принтери поєднують основні офісні функції в одній машині. У липні 2023 року американська технологічна компанія HP inc представила нову серію принтерів Laserjet Pro з функціями

сканування, друку, копіювання та факсу. Ці універсальні та ефективні принтери, оснащені можливостями бездротового та автоматичного двостороннього друку, призначені для задоволення потреб підприємств і окремих осіб, яким потрібен високоякісний друк, сканування, копіювання та надсилання факсів. Додаток HP Smart забезпечує зручний мобільний друк і сканування.

Основними компаніями, які працюють на ринку друку, є Hp Inc., Canon Inc., Fujifilm Holdings Corporation, Bertelsmann Se & Co. Kga, Konica Minolta Inc., Xerox Corporation, Rr Donnelley & Sons, Lsc Communications Inc., Quad/Graphics Inc., Gannett Co Inc., Shutterfly Inc., Transcontinental Inc., The Crane Company, Cenvo Corporation, Vistaprint Nv, Electronics For Imaging Inc., Oki Data Corporation, Ennis Inc., Raksul Inc., The Vomela Companies, Pax Industries Inc., Xante Corporation, O' Neil Printing Inc., Acme Printing, The McClatchy Company, Print Direction Inc., Taylor Communications, Ryobi Limited, Screen Holdings Co. Ltd., Gallus Holding Ag, Domino Printing Sciences Plc, Mgi Digital Technology.

Понад 60% комерційних друкарень інвестували в нові технології, такі як цифровий друк, 3D-друк та засоби автоматизації, щоб оптимізувати процеси та підвищити продуктивність. Приблизно 70% клієнтів цінують друк за його здатність тактильно передавати інформацію особистим способом, тоді як 50% все ще віддають перевагу друку для читання довгих документів, що свідчить про незмінну актуальність друку в повсякденному житті.

У 2023 році азіатсько-тихоокеанський регіон був найбільшим регіоном на ринку друку. Північна Америка була другим за величиною регіоном на ринку друку.

Аналіз українського ринку поліграфічного виробництва показав, що він також активно розвивається. Аналіз публікацій вітчизняних науковців [48] що розвиток стосується як суб'єктів господарювання, так і обсягів виробництва, різнобарвність проєктів. На рис. 2.2 представлено динаміку показників.

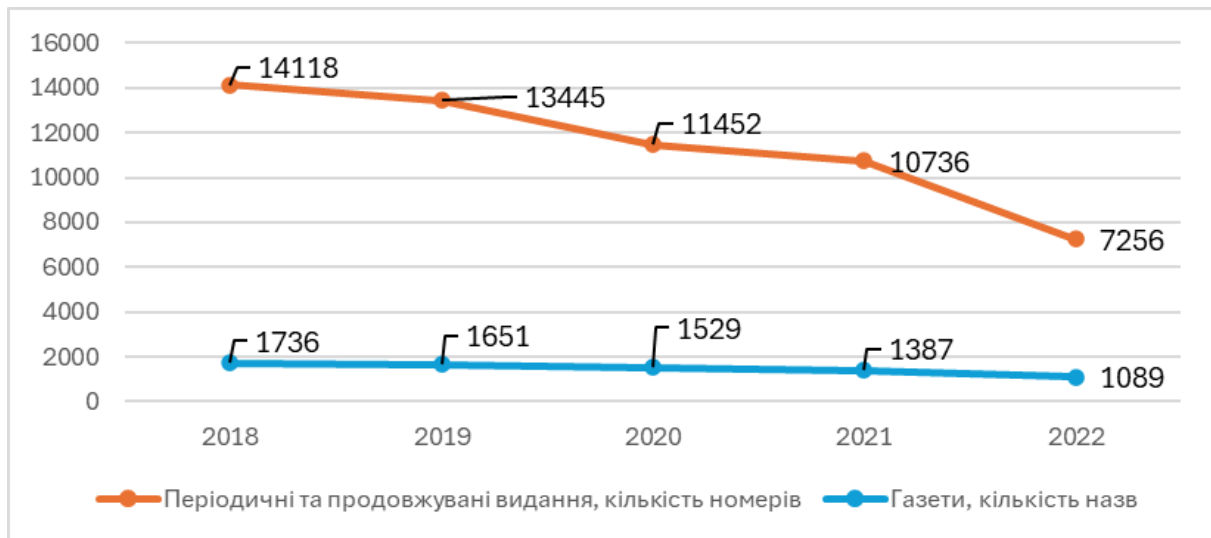


Рисунок 2.2 – Випуск видань у 2018–2022 рр.

Джерело: розроблено автором на основі [49]

Поліграфічна галузь України зазнала значних змін у своїй діяльності внаслідок пандемії COVID-19, а також у зв'язку з повномасштабним вторгненням Росії в Україну в 2022 році. Ось кілька ключових моментів:

- зменшення обсягів реалізації в 2019-2020 роках: Пандемія спричинила зниження обсягів реалізації продукції на більшості підприємств, що є частиною загальної економічної кризи, спричиненої COVID-19;

- поживлення у 2021 році: Після зниження обсягів у попередні роки, 2021 рік став періодом відновлення. Обсяг реалізованої продукції зріс на 22,9%, а обсяг реалізації промислової продукції – на 12,4%;

- проблеми в 2022 році через війну: Початок війни суттєво вплинув на роботу поліграфічних підприємств. Зокрема, через обстріли та військові дії на сході України багато підприємств припинили свою діяльність. Ситуація ускладнилася дефіцитом основних матеріалів, зокрема офсетного паперу, а також нестачею оборотних коштів для закупівлі необхідних матеріалів;

- витоки спеціалістів і проблеми з кадрами: Враховуючи мобілізацію та переміщення людей, підприємства також стикнулись із

відтоком кадрів, що негативно вплинуло на їх здатність виконувати замовлення;

– заборгованість і фінансові труднощі: В результаті економічної нестабільності та проблем із розрахунками з замовниками, поліграфічні підприємства стикнулись із накопиченням заборгованості. Це обмежило їхні можливості для закупівлі необхідних матеріалів і подальшого виконання робіт.

Загалом, поліграфічна галузь в Україні переживає складний період, зі зниженням обсягів, труднощами в постачанні та фінансуванні, а також нестачею кадрів, що істотно обмежує її здатність до ефективної роботи.

2.2 Характеристика ТОВ «Новапінт»

Місія організації відображає призначення організації, сенс її існування, тобто містить якусь інформацію про сферу діяльності організації, її цільовому ринку, потребах цього ринку, які покликана задовольняти організація, особливості її взаємин з навколишнім середовищем.

Основною місією ТОВ «Новапінт» є: надавати послуги друку, які надають клієнтам можливість залишити тривале враження через поєднання передових технологій, кваліфікованих фахівців та інновацій. ТОВ «Новапінт» має власну зареєстровану торгову марку.

Компанія працює для споживачів, тому намагається весь час удосконалюватися, впроваджувати новинки, оптимізувати виробництво, при необхідності підвищувати кваліфікацію співробітників.

На відміну від місії, цілі мають більш конкретний характер. Цілі відображають концепцію розвитку підприємства, зменшують невизначеність поточної діяльності і складають основу критеріїв для визначення проблем прийняття рішень, контролю і оцінки результатів. Вони є деякими бажаними

кінцевими станами діяльності організації за певний період. Цілі мають бути гнучкими, піддаватися коригуванню, реальними, конкретними, кількісно вимірними.

Поточна мета – це поступове завоювання ринку поліграфічної продукції в регіоні та в Україні в цілому, яке дозволить їй бути більш конкурентоспроможною. При цьому переслідуються також наступні цілі:

- забезпечення високого рівня якості продукції та орієнтація на клієнта;
- вихід на європейський ринок поліграфічних послуг сьогодні;
- заходи для здешевлення вартості видань;
- реалізація програми з комплексного оновлення обладнання;
- придбання повної лінії з виготовлення книг у твердій палітурці.

Основна діяльність ТОВ «Новапринт» заснована на наданні широкого спектру поліграфічних робіт, це забезпечується за рахунок високоякісного друку і максимально точної передачі кольору. В даний спектр послуг входить велика кількість найменувань, а саме: візитки, банери, буклети, флаєри, прес-воли та сувенірна продукція. Співробітники ТОВ «Новапринт» мають великий досвід роботи, завдяки чому ми надаємо поліграфічні послуги на високому рівні. У кожного клієнта є свій персональний менеджер, який консультуватиме з будь-яких питань, а за необхідності допоможе вибрати поліграфічну продукцію.

В даний спектр послуг входить велика кількість найменувань, а саме:

- додрукові: перевірка файлів, коректура згідно передплатному макету, висновок контрольних спусків на плоттері, висновок фотоформ, виготовлення офсетних форм, виготовлення та випал форм;
- друк: друк на офсетних і крейдованих сортах паперу та картоні, можливість повноколірного друку і друку в одну, дві, три або чотири фарби, рольовий і листовий друк, необмежений вибір асортименту форматів видань;

– постдрукові: фальцювання (стандартні і нестандартні типи),бігова, аркушепідбір, вкладка, ламінація, конгревне і блинтове тиснення, тиснення фольгою, прошивання блоків, безшовне скріплення блоків, виготовлення палітурних папок різних типів, повне і фрагментарне УФ-лакування, виготовлення книг в м'якій палітурці, виготовлення книг у твердій палітурці, виготовлення книг в гнучкій палітурці, упаковка в поліетиленову плівку.

Основні принципи роботи підприємства, що декларуються полягають у наступному:

- прагнення до найвищого стандарту якості в кожному друкованому виробі, забезпечуючи бездоганний вигляд та відчуття кожної деталі;
- застосування передових технологій та креативних рішень, щоб надавати клієнтам унікальні та сучасні друковані продукти;
- прагнення точно дотримуватися графіку та термінів виконання замовлень;
- встановлення відкритого та прозорого зв'язку із клієнтами, надаючи індивідуальний підхід до кожного проекту та враховуючи їхні потреби та уподобання

Контроль якості поліграфічної продукції в друкарні ТОВ «Новапринт» починається з перевірки матеріалів, що надходять, триває на всіх етапах процесу виробництва, і закінчується контролем якості готової продукції. Приймання поліграфічної продукції, за результатами якого ухвалюється рішення про її придатність. На цьому етапі контролюються зовнішній вигляд продукції, якість тощо. Перед пакуванням готову поліграфічну продукцію перевіряють на відповідність основним вимогам стандарту ISO 12647-7.

Також ТОВ «Новапринт» займається оптовою та роздрібною торгівлею картоном, книгами, журналами та канцелярським приладдям.

Широкий спектр робіт, що виконуються на ТОВ «Новапринт» досягається завдяки наявності широкого спектру обладнання, коротка характеристика якого наведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Спектр робіт, що виконуються на ТОВ «Новапринт»

5-ти кольорова офсетна друкарська машина з лаковою секцією Manroland R505L	друкарська машина А2 формату в якій картон не деформується під час друку. Вона також є найшвидшою у своєму класі, забезпечуючи відмінну якість друку. Друкарська машина є надзвичайно універсальною, особливо коли використовується разом з лакувальним модулем та сушкою відповідної конфігурації.
Листова офсетна машина Ryobi 684	4-х кольорова друкарська машина дозволяє виконувати запити покупців щодо виробництва брошур, каталогів та рекламних флаєрів та плакатів
Листова офсетна машина Ryobi 522 PFH	призначена для друкарських робіт будь-якої складності, здатна працювати цілодобово, найкраща для формату В3
Листова офсетна машина Heidelberg Speedmaster 102-5	5-ти фарбова офсетна друкарська машина, високопродуктивна та ефективна в друкарській галузі від виробника-лідера у виробництві поліграфічного обладнання
Konica Minolta Bizhub PRO C6500	обладнання, що має широке застосування завдяки повнокольорового друку для всіх видів та обсягів замовлень
Konica Minolta Bizhub 1250	обладнання для роботи з великими обсягами монохромного друку
Флексодрукарська машина планетарного типу	сучасне обладнання, призначене для якісного та ефективного друку на різних типах гнучких матеріалів, (плівка, папір і картон). Вона оснащена передовими технологіями, що дають змогу досягти високої роздільної здатності та точності друку
Багатофункціональна пакеторобна машина для виробництва кур'єрських пакетів	використовується для масового виготовлення таких захисних поштових пакетів, як експрес-пакети DHL/TNT/EMS тощо з рулонного матеріалу з кишенею, що використовуються для експрес-доставки та транспортування
Спектрофотометр X-Rite i1Photo Pro 2	пристрій для створення кольірних профілів
Денситометр TECHKON SpectroDens	обладнання контролю за процесом друку
Konica Minolta bizhub 951	монохромний копіювальний апарат, який використовується для друку та копіювання документів
Cutting System Polar ED 115 Autoprim та Cutting System Polar 115 XT	автоматизовані різальні комплекси на основі гільйотини Polar 115 ED
Ламінатор Komfi Delta 52 та Ламінатор Guang Ming YDFM 720	високоєфективне обладнання для ламінування тиражів до формату В2 та А1, що призначений для роботи зі середніми та великими тиражами та оснащений спеціальними функціями для захисту цифрового друку від пошкоджень
Автоматичний висікальний прес Bobst SP 102	призначений для плоского висікання паперових, картонних, мікрогофрокартонних і гофрокартонних заготовок
Heidelberg Cylinder SBG	автоматичний висічний станок, який використовується для висікання різних матеріалів, таких як картон, папір тощо та «підсікання» самоклеючої. Він відрізняється високою точністю, та надійністю

Продовження таблиці 2.1

Bostitch M27 G20-BST Stitcher та напівавтоматичний біндер Solarco Calendar 55A	машини, призначені для брошурування надрукованої продукції
Тигельний прес ML-750	промисловий верстат для висікання, вирублення, перфорації та біговки різних матеріалів
Фальцесклеювальна машина ZH800G	машина, яка використовується для фальцювання, склеювання та формування картонних коробок та упаковки. Забезпечує точне фальцювання та склеювання, що гарантує високу якість готової продукції
Horizon Cross Folder AFC-566FCT	це високошвидкісне обладнання, яке забезпечує найбільшу швидкість фальцювання
PIT STOP DG LINE 6500 та Theisen & Bonitz B 310 HP + tb sprint 303	перфораційно-брошурувальні машини

Джерело: складено автором на основі [50]

Завдяки сучасному обладнанню та побудованим виробничо-комерційним процесам підприємство останнім часом має значний добуток в частині отриманих договорів з великими компаніями-замовниками. Серед них: Укрпошта, Нова Пошта, Департамент земельних і водних ресурсів та земельного кадастру Полтавської міської ради, Полтавський державний медичний університет.

Важливою складовою системи управління підприємством можна вважати організаційну культуру підприємства, полягає в тому, що вона не тільки визначає відносини між людьми в організації, але і робить сильний вплив на те, як організація будує свою взаємодію з зовнішнім оточенням, як ставиться до своїх клієнтів і які методи вибирає для ведення конкурентної боротьби.

Генеральний директор в обов'язки генерального директора входять представницькі функції та функції контролю за діяльністю своїх підлеглих. Також всі найбільш важливі операції здійснюються генеральним директором. Він же виконує всі обов'язки, пов'язані з управлінням виробництвом: здійснює контроль виконання виробничих завдань з виготовлення друкованої

продукції. Головний бухгалтер – член управління. В обов'язки входить управління фінансово-економічною діяльністю підприємства. Головний інженер – перший заступник директора, в обов'язки якого входить контроль за технічним справністю робочого обладнання підприємства.

Зв'язки служать каналами передачі розпорядчої та звітної інформації, створюючи тим самим стабільність в організації. У рамках вертикальних зв'язків вирішуються проблеми влади і впливу, тобто реалізується «вертикальне завантаження» роботи. Вони доповнюються горизонтальними зв'язками, які сприяють найбільш ефективній взаємодії частин організації при вирішенні виникаючих проблем між ними. Роблять організацію в цілому більш стійкою при різних зовнішніх і внутрішніх змінах. Горизонтальні зв'язки економлять час і підвищують якість взаємодії, також розвивають у керівників самостійність, ініціативність і вмотивованість, послаблюють страх ризику. Організація сучасного виробництва передбачає формування управлінської структури, яка породжує потужні потоки інформації. Ефективне управління багато в чому залежить від ступеня раціонального управління цими потоками. Необхідною умовою для раціонального управління є використання сучасних технологій, що дозволяють автоматизувати облік і аналіз інформаційних потоків.

2.3 Аналіз фінансового стану ТОВ «Новапінт»

Фінансовий стан підприємства багато в чому визначає, яку стратегію керівництво обере на майбутнє.

Фінансова звітність підприємства ТОВ «Новапінт» складається у повному обсязі відповідно до Закону України «Про бухгалтерський облік та фінансову звітність в Україні» [51].

Джерелами аналізу фінансового стану є дані річної фінансової звітності.

Матеріальні ресурси підприємства відображені у його балансі, офіційній обов'язковій фінансовій звітності суб'єкта господарювання. Оцінку наявності та динаміки зміни матеріальних ресурсів підприємства, ефективність їх використання проведемо за даними балансу, відповідно до значень балансу, наведених в офіційних джерелах [52] валюта балансу у 2023 р. порівнянні з 2021р збільшилась на 86%, дане зменшення відбулося за рахунок зменшення вартості як необоротних активів (на 93%), так і оборотних активів підприємства.

У 2023 році частка необоротних активів порівняно з 2021 роком збільшилася на 15%. Станом на 2023 р. загальна сума активів зросла і становить 62649,5 тис. грн, що є більшим за значення на 2021 р. на 54364 тис. грн. Динаміка структури активів ТОВ «Новапінт» за 2021-2023 рр. наведена в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Динаміка структури активів ТОВ «Новапінт» за 2021-2023 рр.,%

Назва рядка	Структура			Зміна	
	2021	2022	2023	2022/2021	2023/2022
I. Необоротні активи Основні засоби:	13,56	38,06	27,91	24,50	-10,16
первісна вартість	33,90	50,36	34,64	16,46	-15,72
знос	20,34	12,30	6,73	-8,04	-5,57
Усього за розділом I	13,56	38,06	28,09	24,50	-9,98
II. Оборотні активи Запаси	0,92	27,67	46,19	26,75	18,52
Поточна дебіторська заборгованість	60,66	30,36	23,66	-30,30	-6,70
Гроші та їх еквіваленти	21,89	2,47	0,19	-19,42	-2,27
Інші оборотні активи	2,97	1,44	1,88	-1,53	0,43
Усього за розділом II	86,44	61,94	71,91	-24,50	9,98
Баланс	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00

За даними табл. 2.2 можна стверджувати, що і в 2022 р. і в 2023 р. відбувалося зростання первісної вартості основних засобів, тобто підприємство вкладає кошти в їх оновлення, ремонт та заміну. В той же час постійно зростає сума зносу. Так у 2023 р. вона збільшилася у порівнянні з

2022 р. на 1550 тис. грн. Як бачимо за даними табл. 2.3, це призводило до зміни остаточної (залишкової) вартості основних засобів підприємства.

Таблиця 2.3 – Динаміка вартості основних засобів ТОВ «Новапринт» за 2021-2023 рр. (тис. грн)

Назва рядка	2021	2022	2023	Зміна	
				2023/2022	2023/2021
I. Необоротні активи. Основні засоби:					
первісна вартість	1123,80	8252,90	17484,30	9231,40	16360,50
знос	2808,60	10918,90	21701,20	10782,30	18892,60
	1684,80	2666,00	4216,90	1550,90	2532,10

Проведемо детальну фінансову оцінку діяльності ТОВ «Новапринт» за 2021-2023 рр. Результати розрахунків представлені в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Фінансова оцінка ТОВ «Новапринт» за 2021-2023 рр.

Показник	2020	2021	2022	2023
1	2	3	4	5
Коефіцієнт поточної ліквідності	0,49	1,09	0,64	0,73
Коефіцієнт абсолютної ліквідності	0,02	0,28	0,03	0
Коефіцієнт швидкої ліквідності	0,32	1,08	0,36	0,26
Коефіцієнт автономії	0,06	0,02	0,01	0,01
Рентабельність активів (ROA)	0,02	0,01	0	0
Рентабельність власного капіталу (ROE)	0,4	0,3	0,38	0,32
Коефіцієнт покриття необоротних активів власним капіталом	0,11	0,16	0,03	0,02
Коефіцієнт заборгованості	0,94	0,79	0,96	0,99

Динаміка зміни показників ліквідності за 2021-2023 рр. представлена на рисунку 2.3.

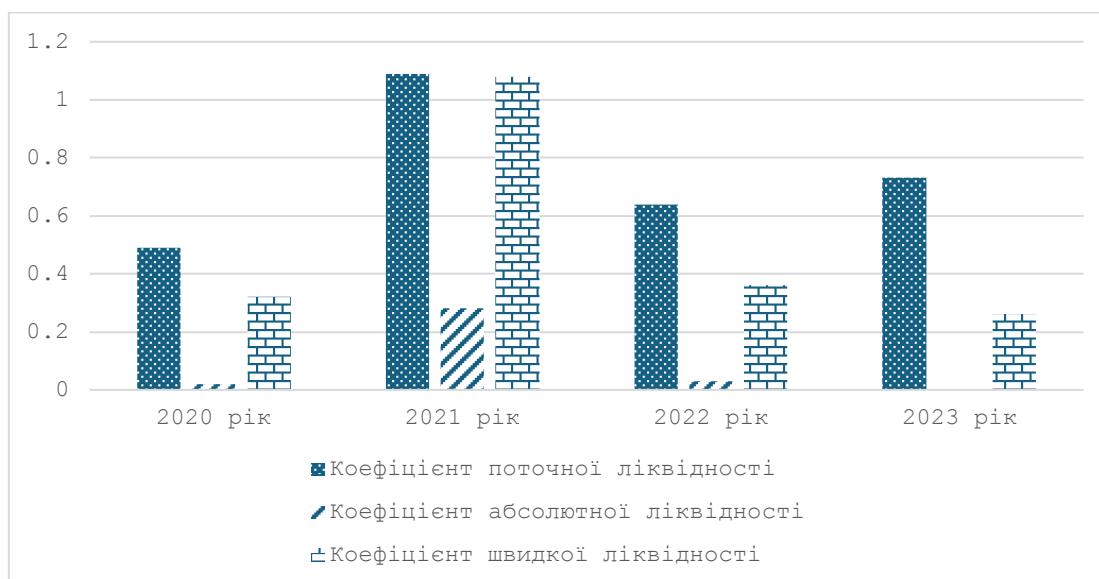


Рисунок 2.3 – Динаміка зміни показників ліквідності ТОВ «Новапринт» за 2020-2023 рр.

Коефіцієнт поточної ліквідності показує, яку частину поточних зобов'язань підприємство спроможне погасити за рахунок найбільш ліквідних оборотних коштів – грошових коштів та їх еквівалентів, фінансових інвестицій та кредиторської заборгованості. Цей показник показує платіжні можливості підприємства щодо погашення поточних зобов'язань за умови своєчасного здійснення розрахунків з дебіторами. Теоретично значення коефіцієнта вважається достатнім, якщо воно перевищує 0,6.

Станом на 2020 р. видно, що підприємство має достатньо платіжних можливостей для погашення своїх поточних зобов'язань, за умови своєчасного здійснення розрахунків з дебіторами. Але потім стан ситуація покращується і вже у 2021-2023 рр. коефіцієнт відповідає нормативним значенням.

Коефіцієнт абсолютної ліквідності дозволяє визначити частку короткострокових зобов'язань, що підприємство може погасити найближчим часом, не чекаючи оплати дебіторської заборгованості й реалізації інших активів. Теоретично значення коефіцієнта вважається достатнім, якщо воно перевищує 0,2...0,3. Видно, що даний коефіцієнт протягом 2020-2023 рр. має значення, що відповідає теоретично обґрунтованому.

Нормальне мінімальне значення коефіцієнта автономії орієнтовано оцінюється на рівні 0,5, що припускає забезпеченість позикових коштів власними, тобто, реалізувавши майно, сформоване із власних джерел, підприємство зможе погасити зобов'язання, даний показник протягом всього періоду значно нижче норми, що вказує на високу залежність підприємства від зовнішніх джерел фінансування.

Коефіцієнт ефективності використання власних коштів показує скільки прибутку дає 1 грн. власних коштів. Теоретично, нормальним значенням цього коефіцієнта є значення не менше 0,4.

Динаміка зміни показників рентабельності і прибутковості підприємства ТОВ «Новапринт» за 2020-2023 рр. представлена на рисунку 2.4.

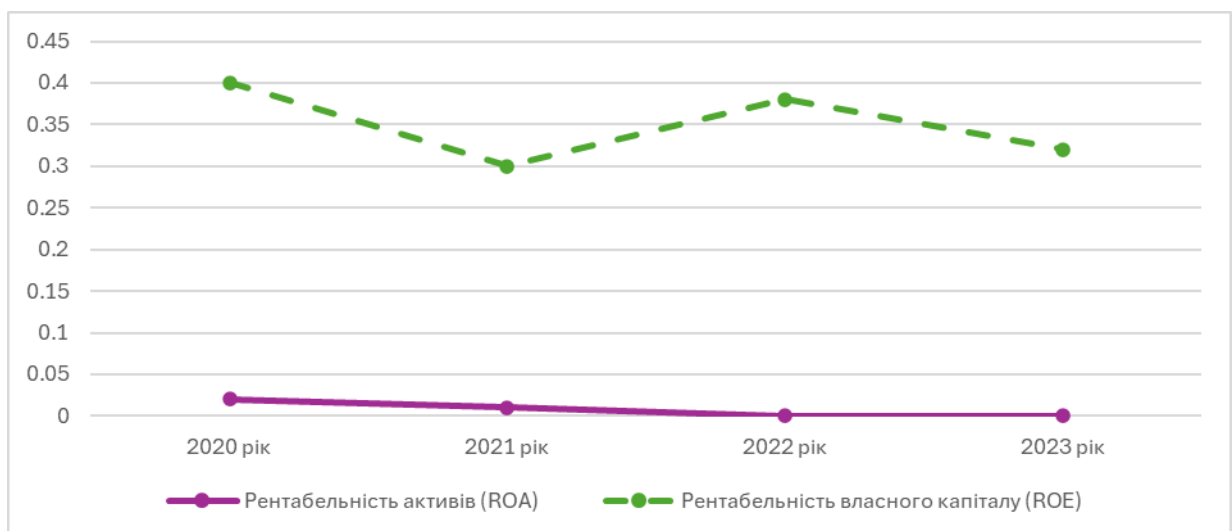


Рисунок 2.4 – Динаміка зміни показників рентабельності ТОВ «Новапринт» за 2020-2023 рр.

Коефіцієнт рентабельності активів (економічна рентабельність) характеризує – рівень прибутку, що створюється всіма активами підприємства, які перебувають у його використанні згідно з балансом.

Порівняно з 2020 р. бачимо зменшення даного коефіцієнта, тобто підприємство втратило свою економічну рентабельність, активи підприємства не мають змоги створити належний рівень прибутку.

Коефіцієнт рентабельності власного капіталу (фінансова рентабельність) характеризує рівень прибутковості власного капіталу, вкладеного в дане підприємство, тому найбільший інтерес представляє для наявних і потенційних власників й акціонерів й є одним з основних показників інвестиційної привабливості підприємства, тому що його рівень показує верхню межу дивідендних виплат. Також бачимо зменшення даного коефіцієнту, тобто власний капітал підприємства не несе в собі прибутку.

Таким чином, можна зробити висновок, що станом на 2023р. фінансове становище ТОВ «Новапринт» зазнає негативних змін, підприємство має досить вагомий рівень неплатоспроможності, воно є мало ліквідним і фінансово залежним. Отже, рівень ефективності використання фінансових ресурсів є незадовільним.

2.4 Аналіз управління оборотними активами ТОВ «Новапринт»

Основним елементом матеріальних ресурсів підприємства є матеріальні активи. В табл. 2.5 представлено динаміку зміни оборотних активів ТОВ «Новапринт», зміни елементів оборотних активів.

В своїй діяльності підприємство використовує і оборотні активи, що безпосередньо приймають участь у виробничому процесі (виробничі запаси, незавершене виробництво, готова продукція, товари, векселі) і оборотні кошти, що обслуговують виробничий процес і знаходяться в сфері обігу підприємства (дебіторська заборгованість та грошові кошти і їх еквіваленти).

В цілому сума оборотних активів ТОВ «Новапринт» поступово зростала. Так станом на 2022 р. вона збільшилася на 1160,9 тис. грн. За даними табл. 2.5 видно, що у 2022 р. зросла вартість майже всіх складових оборотних активів підприємства. Найбільшими темпами зростали товари, а також кошти в національній валюті.

Таблиця 2.5 – Динаміка вартості оборотних активів ТОВ «Новапінт»
за 2021-2023рр., тис. грн

Оборотні активи	Абсолютне значення		Відхилення (2022/2021)		Абсолютне значення 2023	Відхилення (2023/2022)	
	2021	2022	абсолютне (+/-)	відносне (%)		абсолютне (+/-)	відносне (%)
Виробничі запаси	4289	4371	82	1,9	1953	-2418	-55,3
Незавершене виробництво	115	717	602	523,5	251	-466	-64,9
Готова продукція	319	278	-41	-12,9	918	640	230,3
Товари	28	169	141	503,8	36	-133	-78,7
Векселі одержані	0	0	0	0	0	0	0
Дебіторська заборгованість за товари, послуги, роботи:							
Чиста реалізаційна вартість	6315	3176	-3139	-49,7	6062	2886	90,7
Дебіторська заборгованість за розрахунками:							
З бюджетом	567	666	99	17,5	136	-530	-79,6
За виданими авансами	159	107	-52	-32,7	607	500	467,3
Інша поточна дебіторська заборгованість	4541	5873	1332	29,3	9226	3353	57,1
Грошові кошти та їх еквіваленти:							
В національній валюті	166	197	31	18,7	3	-194	-98,5
В іноземній валюті	0	0	0	0	0	0	0
Інші оборотні активи	13	34	21	161,5	87	53	155,9
Усього оборотних активів	16512	15588	-924	-5,6	19279	3691	23,7

Також суттєво збільшилося незавершене виробництво на 523,5%. На 2023 р. сума оборотних активів є більшою на 924 тис. грн (або на 23,7%). Можна відзначити наступне покращення – зменшення дебіторської

заборгованості з бюджетом на 79,6%, але в той самий час спостерігаються наступні негативні тенденції: збільшується дебіторська заборгованість за виданими авансами на 500 тис. грн (або на 467,3%) та інша дебіторська заборгованість на 3353 тис. грн (або на 57,1%). Це свідчить про те, що підприємство надало послуги та товари, але боржники не оплатили їх, підприємству не повертають значну суму заборгованих коштів.

Як наочно видно з даних табл. 2.5, найбільшу частку в сукупній сумі оборотних активів підприємства займає саме дебіторська заборгованість. На 2023 р. сума дебіторської заборгованості у зрівнянні з 2022 р. зросла на 9041 тис. грн (або на 69,2%). Також констатуємо, що зменшилася сума виробничих запасів, в цілому за три роки вона зменшилася на 1593 тис. грн. Отже, і частка запасів у загальній сумі оборотних активів підприємства зменшилася до розміру 12,49%. Також бачимо значне зменшення суми грошових коштів та їх еквівалентів, так станом на 2022 р. вона становила 199 тис. грн, а вже у 2023р. – усього 6 тис. грн, тобто сума зменшилася на 193 тис. грн. Це призвело до зменшення їхньої частки до 0,03%, що є досить несуттєвим.

У табл. 2.6 представлено аналіз структури оборотних активів ТОВ «Новапринт» за період, що аналізується.

Таблиця 2.6 – Динаміка структури оборотних активів ТОВ «Новапринт» за 2021-2023рр.

Показник	Питома вага, %		
	2021	2022	2023
Запаси	20,81	29,43	12,49
Дебіторська заборгованість	78,45	69,51	87,48
Грошові кошти та їх еквіваленти	0,74	1,06	0,03
Разом оборотних активів	100	100	100

Як наочно видно з даних табл. 2.6, найбільшу частку в сукупній сумі оборотних активів підприємства займає саме дебіторська заборгованість. На 2023 р. сума дебіторської заборгованості у зрівнянні з 2022 р. зросла на 9041 тис. грн (або на 69,2%). Також констатуємо, що зменшилася сума виробничих запасів, в цілому за три роки вона зменшилася на 1593 тис. грн. Отже, і частка запасів у загальній сумі оборотних активів підприємства зменшилася до розміру 12,49%. Також бачимо значне зменшення суми грошових коштів та їх еквівалентів, так станом на 2022р. вона становила 199 тис. грн, а вже у 2023 р. – усього 6 тис. грн, тобто сума зменшилася на 193 тис. грн. Це призвело до зменшення їхньої частки до 0,03%, що є досить несуттєвим.

В цілому можна стверджувати, що найбільша частка оборотних активів ТОВ «Новапринт» знаходиться саме в сфері обігу – обслуговує процес виробництва і забезпечує комерційні (в тому числі і збутові) процеси підприємства. Суттєво менша сума оборотних активів знаходиться безпосередньо у виробничому процесі.

Як бачимо, управління оборотними активами знаходиться не на належному рівні, тому найбільшу увагу ми приділяємо оборотним засобам, а саме управлінню матеріальними запасами, що починаються з формування замовлення. Процес отримання замовлення, починаючи з консультації менеджера типографії і закінчуючи відвантаженням готової продукції, відображено на рис. 2.5-2.7.

У найбільш загальному вигляді процес виходу книги до друку відображено на нульовому рівні бізнес-процесу. Починається він з виникнення бажання у клієнта надрукувати книгу, у разі здійснення замовлення та досягнення взаємної згоди з усіма умовами, клієнт отримує готову продукцію, у зворотному варіанті, замовлення скасовується.

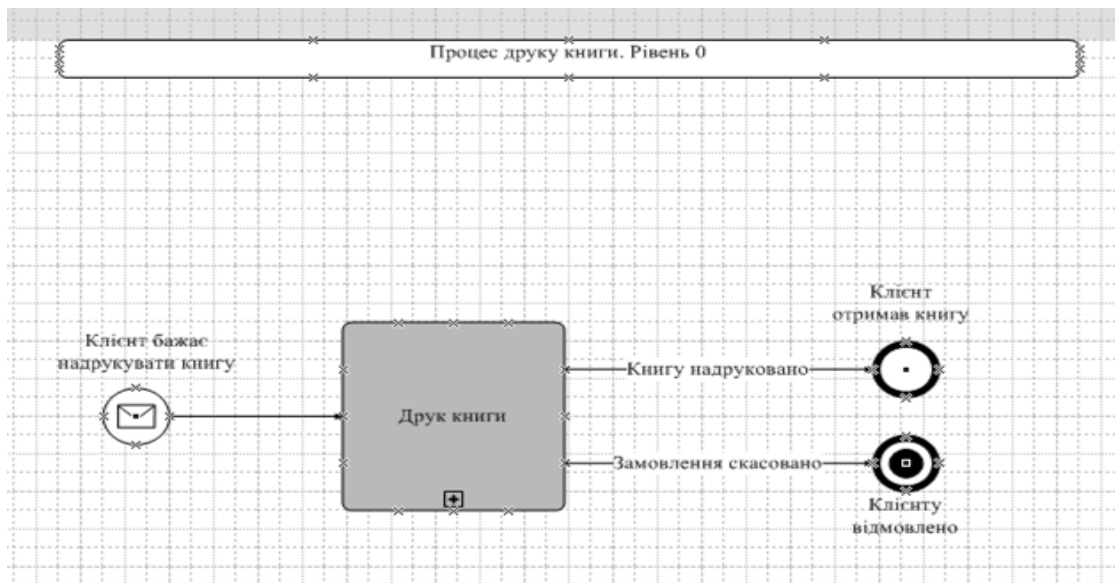


Рисунок 2.5 – Загальна інтерпретація процесу друку книги. Нульовий рівень

На першому рівні процесу друку книги розкривається саме задача «Друк книги», а саме беруться до розгляду такі задачі як:

- обробка замовлення;
- передплата замовлення;
- друк книги;
- доплата за замовлення;
- відгрузка замовлення.

Усі ці задачі є базовим алгоритмом розміщення замовлення та друку книги.

Будь-яку з задач можна розкрити та розглянути більш детально. Оскільки нас найбільше цікавить задача управління запасами, то, очевидно, що до детального розгляду виноситься задача «Обробка замовлення» (рис.2.6), саме ця задача включає в себе перелік та кількість необхідних матеріалів та сировини, що повинна бути використана для виконання замовлення (рис. 2.7).

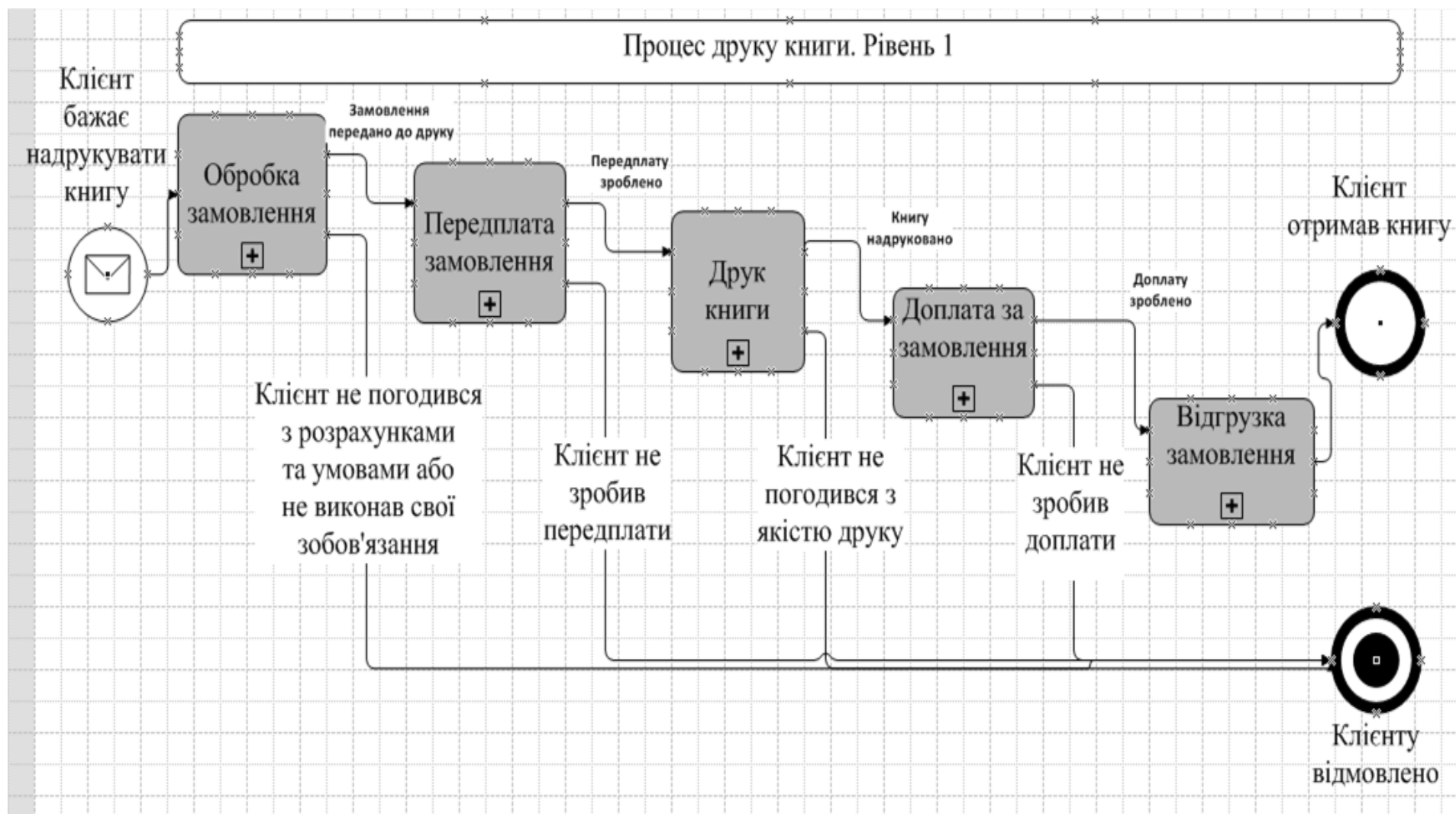


Рисунок 2.6 – Розгорнутий процес друку книги. Перший рівень

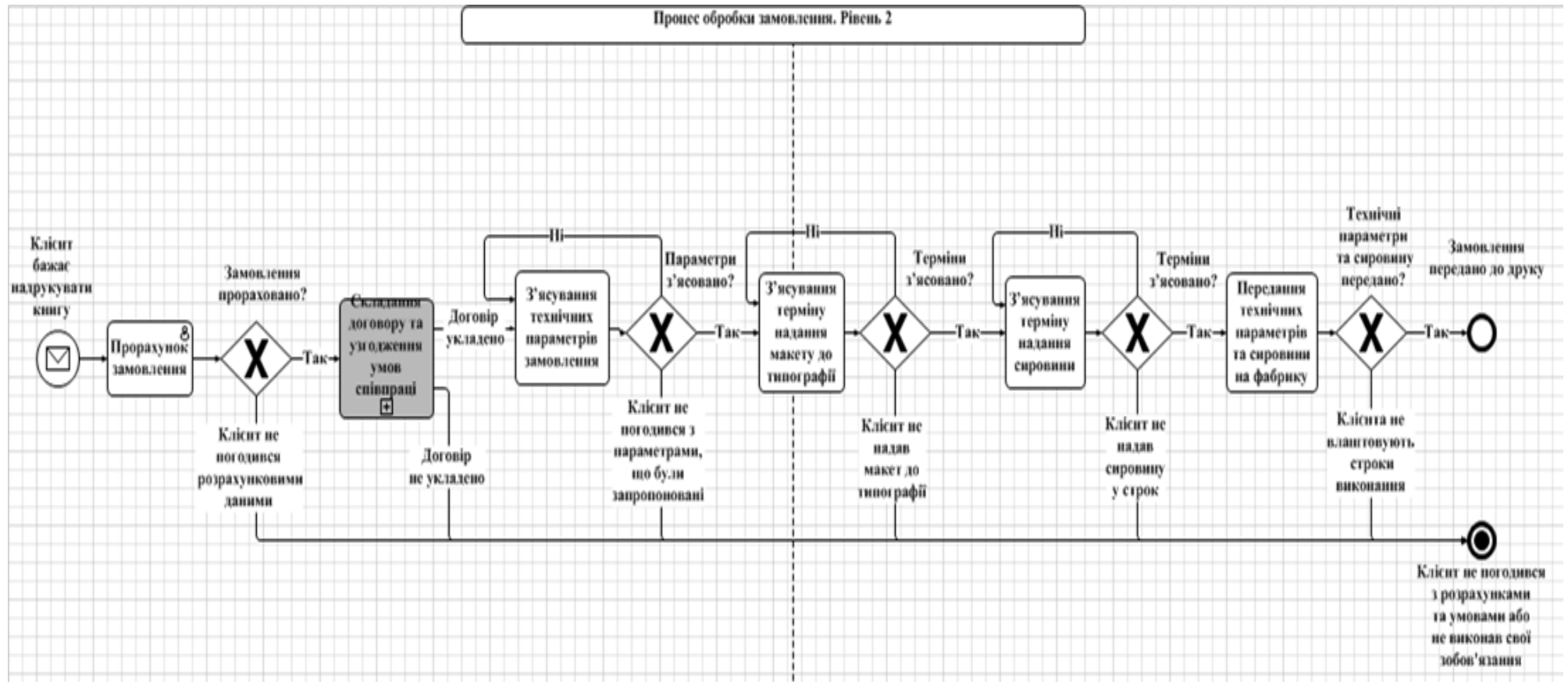


Рисунок 2.7 – Процес обробки замовлення. Другий рівень

Висновки до другого розділу

В другому розділі кваліфікаційної роботи було аналізовано стан та тенденції розвитку поліграфічної галузі. Визначено, що сучасними тенденціями в цій галузі є індивідуалізація замовлень, цифровий та 3d друк.

Проаналізовано діяльність ТОВ «Новапринт», що надає широкий спектр послуг друку. Маючи сучасне обладнання та активний колектив працівників підприємство ефективно функціонує на ринку поліграфічних послуг в Полтаві та всьому східному регіоні.

В 2022-2023 р. відбувалося зростання первісної вартості основних засобів, тобто підприємство вкладає кошти в їх оновлення, ремонт та заміну. Це значно сприяє підвищенню конкурентоспроможності підприємства.

Сума оборотних активів ТОВ «Новапринт» поступово зростала. Так станом на 2022 р. вона збільшилася на 1160,9 тис. грн. Коефіцієнт рентабельності активів (економічна рентабельність) характеризує рівень прибутку, що створюється всіма активами підприємства, які перебувають у його використанні згідно з балансом. Порівняно з 2020 р. бачимо зменшення даного коефіцієнта, тобто підприємство втратило свою економічну рентабельність, активи підприємства не мають змоги створити належний рівень прибутку.

У 2021-2023 рр. коефіцієнт поточної ліквідності відповідає нормативним значенням.

В цілому, не дивлячись на високий рівень залежності підприємства від зовнішнього фінансування, підприємство діє з прибутком, тобто має розвиток та спрямоване на нього.

3 МОДЕЛЬ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ З УРАХУВАННЯМ НЕПОСТІЙНОГО ПОПИТУ

3.1 Основні характеристики випадкового попиту

В загальних випадках, при плануванні необхідного рівня запасів, випадковість ігнорують. В деяких ситуаціях, випадкові впливи на процес не враховуються тому, що вони малі і несуттєві, в інших, випадкові фактори, що можуть мати вплив на діяльність (поломка обладнання, катастрофи, соціальні потрясіння и т. ін.), відбуваються доволі рідко. В умовах постійного попиту, модель фіксованого розміру замовлення передбачає, що поповнення запасів відбувається періодично, і при цьому розмір замовлення завжди один і той же. Модель визначає оптимальний розмір замовлення, з міркувань мінімізації суми витрат на зберігання і витрат замовлення за 1 рік, задаючи тим самим рівень замовлення даного товару на складі і частоту його замовлення у постачальника. Якщо постачальник виконує подане замовлення за L днів, то для правильного функціонування відповідно з моделлю фіксованого розміру замовлення необхідно робити замовлення на нову партію товару тоді, коли на складі залишилося $(d \times L)$ одиниць даного товару (де d – величина денного попиту). В цьому випадку (рис. 3.1) як раз до того моменту, коли новий ресурс прийде до складу, весь запас цього ресурсу, що до того зберігався на складі, буде повністю проданим. При цьому рівень запасів на складі буде змінюватися з часом періодично від EOQ (економічний розмір замовлення) до нуля.

У реальному житті існують багато причин, коли попит не є сталим. При випадковому попиті (навіть, якщо в середньому він є постійною величиною) ситуація ускладнюється.

Якщо попит за час очікування поставки нової партії випадково виявився більше залишеного запасу, що дорівнює очікуваному середньому попиту $(d \times L)$, то виникне дефіцит (крива рівня запасу на рис. 3.1 в другому циклі уходить в від'ємну область).

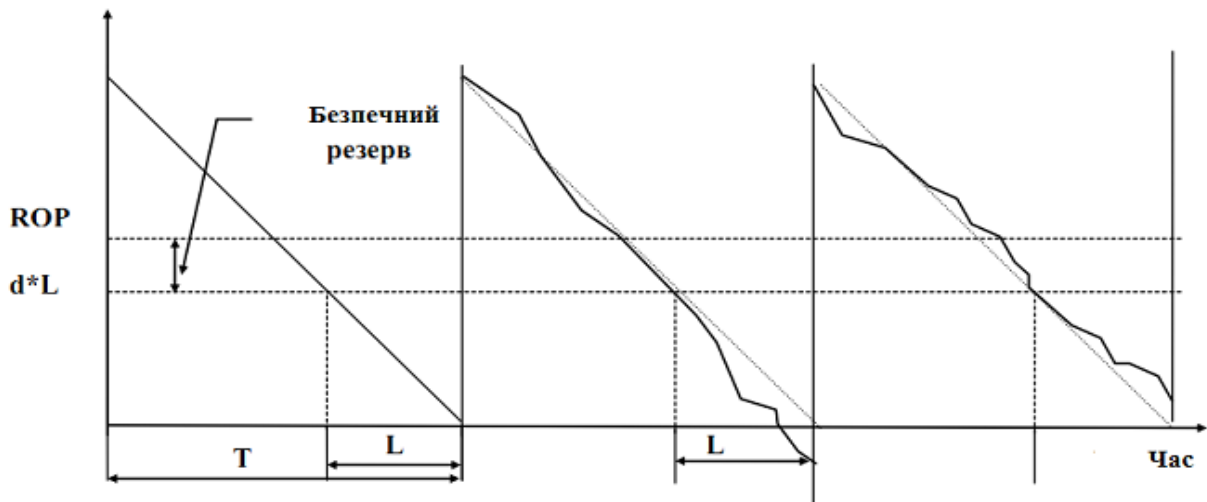


Рисунок 3.1 – Графік планування замовлення нової партії у моделях з фіксованим розміром замовлення

Якщо він випадково виявився нижче залишеного запасу ($d \times L$), то в момент приходу на склад нової партії товару, розміром EOQ на складі ще залишиться деяка кількість цього товару, і рівень запасу буде вищим, ніж потребує модель економічного розміру замовлення. Уникнути випадкових варіацій рівня запасу при випадковому попиті, зрозуміло, що не можна, а ось виникнення дефіциту, в ринкових умовах звичайно треба намагатися уникнути.

По-перше, дефіцит означає втрату прибутку від продажу (попит, якого був реально зафіксованим) і, по-друге, загрожує втратою доброго відношення клієнтів, котрі не знайшли товар, що був заявлений у асортименті, що знизить попит на відповідний ресурс у майбутньому. Як наслідок цього, правильна оцінка ризику настання дефіциту, проведення заходів по зниженню ризику дефіциту до прийняттого рівня, що забезпечить гідний рівень обслуговування клієнтів, і оцінка, пов'язаних з цим втрат, є важливою задачею. Якщо на час очікування поставки нової партії (L -днів) залишати запас, що дорівнює середньому попиту за цей час ($d \times L$ -одиниць товару), то очевидно, що ймовірність дефіциту складатиме 50%, оскільки, як часто і сильно попит відхиляється від середнього значення вгору, так часто и так сильно він

відхиляється від нього і вниз. Також зрозуміло, що для того, щоб знизити ризик настання дефіциту, необхідно зробити замовлення постачальнику на поповнення запасу тоді, коли запас даного товару на складі вищий середнього попиту за час очікування поставки. Чим вища величина цього резервного запасу (або «безпечного резерву»), тим нижчим є ризик настання дефіциту.

З іншої сторони, утримання безпечного резерву означає підвищення рівня запасу даного ресурсу на складі. Дійсно, для мінімізації втрат на управління запасами, рівень запасу повинен змінюватися від EOQ, в момент вивантаження товару на склад, що прийшов від постачальника, до нуля в момент, коли наступна партія товару від постачальника прийшла на склад (одразу після її вивантаження, рівень товару підійметься до EOQ). За умови випадкового попиту, рівень запасу у момент прибуття нової партії товару від постачальника у середньому буде складати «нуль»: іноді на складі залишатиметься нерозпроданий товар, а іноді рівень запасу буде формально від'ємним (рис.3.1), що означатиме невдоволений попит, дефіцит. Якщо для зниження ризику настання дефіциту створюється безпечний резерв, то середній рівень запасу в момент прибуття нової партії товару від постачальника буде дорівнювати не нулю, а безпечному резерву. Останнє означає, що підвищення середнього рівня запасу на складі на величину безпечного резерву і, відповідно, збільшення величини витрат на зберігання у порівнянні з їх оптимальним значенням. Ці додаткові витрати - плата за зниження ризику настання дефіциту:

$$\Delta TH = H \cdot SS, \quad (3.1)$$

де ΔTH – додаткові витрати на зберігання безпечного резерву;

SS – (safety stock) – величина безпечного резерву в одиницях зберігання (шт.);

H – питома витрата на зберігання, представляє собою відсоток від вартості одиниці запасу.

Для кількісної оцінки ризику настання дефіциту, при заданому рівні безпечного резерву або, навпаки, для знаходження величини безпечного резерву, при заданому рівні ризику настання дефіциту, необхідно знати основні характеристики випадкового попиту: його очікуване (середнє) значення, стандартне відхилення і частотний розподіл (або, більш точно, розподілення ймовірностей) за час поставки.

Як і будь-яка інша величина, попит характеризується своїм очікуваним (середнім) значенням, стандартним відхиленням (характеристика розкидування відносно середнього) і частотним розподіленням.

Середнє значення і стандартне відхилення попиту за прийнятий одиничний період (день, неділя) повинні бути розподілені за історичними даними про продаж даного товару, тобто за числовою вибіркою. Із числової вибірки бажано виключати будь-які катастрофічні періоди (природні, фінансові, політичні), будь-які періоди, що містять заходи просування даного товару и т. і., залишаючи лише «сірі будні», котрі не різняться один від одного. Приклад такої вибірки приведено на рис. 3.2. На вертикальній осі відкладено кількість проданого у різні дні товару, а на горизонтальній – номер дня.

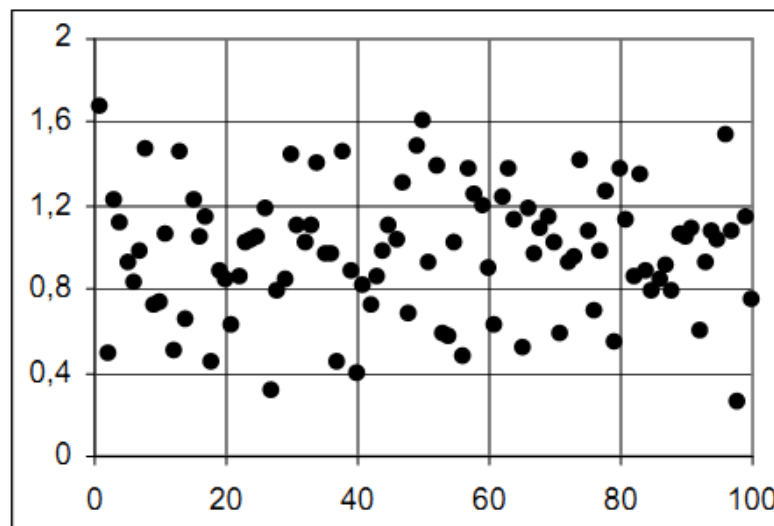


Рисунок 3.2 – Відфільтрована числова вибірка на основі даних продажу

Як видно, з діаграми (рис 3.2), не дивлячись на те, що в приведеному прикладі попит досить значно варіює кожний день, у середньому він – постійний. Якщо провести по вибраній сукупності точок лінію тренду, то вона буде майже горизонтальною. Звичайно її проводять, використовуючи «принцип максимальної правдоподібності» так, щоб сума квадратів відхилень точок вибірки від лінії тренду була мінімальною.

Оскільки, в даному прикладі попит у середньому не змінюється з часом, його середнє значення можна знайти простим усередненням усіх точок вибірки за формулою:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}, \quad (3.2)$$

де x_i – попит в i -ий день;

N – кількість днів вибірки;

\bar{x} – незмінне у часі середнє значення попиту за 1 день.

Очевидно, що одного середнього значення недостатньо для характеристики випадкового попиту. Необхідно також охарактеризувати величину розкиду точок вибірки навколо середнього значення. Найбільш використовуваною характеристикою розкиду точок вибірки можна вважати «середньоквадратичне» або «стандартне відхилення» S . Ця величина знаходиться як квадратний корінь із середнього значення квадрату відхилень щоденного попиту від його середнього значення. Середнє значення квадрату відхилень називається «дисперсією» S^2 і визначається за формулою:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N-1}}. \quad (3.3)$$

Причиною популярності саме цієї характеристики розкиду, а не скажемо, середнього значення модулів відхилення попиту від середнього, або

максимальних відхилень від середнього и т.і., полягає у наступному. Якщо нас цікавить сумарний попит за L днів або сумарний попит на один і той же товар в L магазинах (позначимо його X_L), іншими словами, якщо ми розглядаємо випадковий попит, котрий можна представити, як суму випадкових величин:

$$X_L = x_1 + x_2 + \dots + x_L, \quad (3.4)$$

то бачимо, що середнє значення цього сумарного попиту дорівнює сумі середніх значень кожного з випадкових доданків, тобто сумі середніх (очікуваних) значень попиту кожного дня, котрі у випадку середнього постійного попиту є рівними \bar{x} , тобто:

$$\bar{X}_L = \bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \dots + \bar{x}_L = L \cdot \bar{x}. \quad (3.5)$$

Аналогічно, дисперсія цього сумарного попиту дорівнює сумі дисперсій кожного випадкового доданку, котрі у випадку незмінного попиту, також однакові і дорівнюють дисперсіям щоденного попиту S^2 , тобто:

$$S_x^2 = S_1^2 + S_2^2 + \dots + S_L^2 = L \cdot S^2. \quad (3.6)$$

Тоді для стандартного відхилення сумарного попиту за L днів отримаємо:

$$S_x = \sqrt{L} \cdot S. \quad (3.7)$$

Приведені співвідношення, є відомими теоремами теорії ймовірності і відображають найважливіші закономірності випадковості, що мають місце на практиці. Якщо ми реально зробимо вибірку значень сумарного попиту за L днів і порівняємо його зі стандартним відхиленням попиту за 1 день, ми знайдемо, що стандартне відхилення зросло в L раз, в той час, як середнє

значення сумарного попиту стало в L разів вище середнього значення щоденного попиту. Таким чином, відносні варіації сумарного попиту за L днів в \sqrt{L} разів менше, ніж відносні варіації щоденного попиту. Для характеристики відносних варіацій випадкової величини використовують коефіцієнт варіації:

$$CV = \frac{S}{\bar{x}}. \quad (3.8)$$

Тоді можна записати, що коефіцієнт варіації сумарного попиту за L днів в L разів менше, ніж коефіцієнт варіації денного попиту:

$$CV_L = \frac{CV_1}{\sqrt{L}}. \quad (3.9)$$

Тобто сумарний попит за L днів в \sqrt{L} разів менш випадковий, ніж щоденний попит. Підкреслимо ще раз, що при знаходженні стандартного відхилення суми випадкових величин не можна складати стандартні відхилення кожної з них. Річ у тім, що відхилення від середнього значення однаково часто і «з однаковим розмахом» відбуваються як униз, так і вгору від нього. Тому для суми випадкових величин вони частково компенсують одна одну. Закон стверджує, що дисперсії величин (квадрати стандартних відхилень), котрі складаються, характеризують ступінь цієї компенсації.

Зазначимо, що жодна будь-яка інша характеристика розкиду, окрім стандартного відхилення (кореня із дисперсії), не дозволяє виразити ці найважливіші закономірності настільки наглядно.

У випадку, коли числова вибірка значень попиту свідчить про те, що попит не є постійним (рис. 3.3), очікувана величина попиту, звичайно, не може бути розрахована, як просте середнє за вибіркою, за формулою:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}. \quad (3.10)$$

У цьому випадку, за допомогою спеціальних статистичних методів прогнозу, необхідно виділити лінію тренду (у даному випадку вона включає тренд з сезонними коливаннями) і продовжити виділені тенденції на деякий проміжок часу у майбутньому (рис. 3.3).

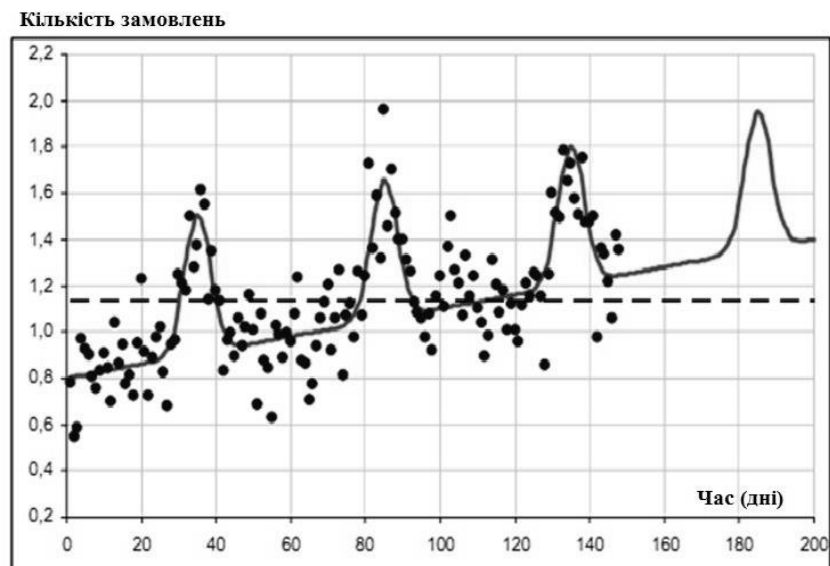


Рисунок 3.3 – Числова вибірка значень випадкового попиту

Зрозуміло, що неможливо визначити, як довго визначена тенденція буде продовжуватися. Але, якщо вона існувала достатньо довго у минулому, є всі підстави сподіватися, що вона буде зберігатися і найближчому майбутньому. Отримана лінія тренду визначає очікуване (середнє) значення попиту у різні моменти часу у минулому і майбутньому $\bar{x}(t)$. Окрім того, статистичний метод прогнозу, що використовується, обов'язково надасть стандартне відхилення точок вибірки від лінії тренду – S (оскільки сама лінія проведена на основі мінімізації S^2).

Підкреслимо, що якщо навіть і розрахувати очікуваний попит, як просте середнє, то отримаємо лінію «прогнозу», що показана пунктиром на рис. 3.3. «Очікуване» значення попиту, що пророкує дана лінія, не може мати нічого спільного з дійсністю, але, що є ще більш важливим, розраховане на основі цього «очікуваного» значення стандартне відхилення попиту за формулою:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N-1}}, \quad (3.11)$$

буде, очевидно, набагато більше реального.

3.2 Оцінка ризику виникнення дефіциту за нормальним розподілом

Припустимо, що в результаті аналізу числової вибірки попиту на деякий товар отримано, що середнє (очікуване на плановий період) значення щоденного попиту $\bar{x} \approx 1$ (в одиницях виміру товару), а стандартне відхилення щоденного попиту оцінене, як $s \approx 0,1$. Нехай час виконання постачальником заявки на поповнення запасу складає L . Це означає, відповідно до формул (3.4) та (3.5), що середнє значення сумарного попиту за L днів очікування поставки складатиме:

$$\bar{X}_L = L \cdot \bar{x}, \quad (3.12)$$

а стандартне відхилення цього сумарного попиту відповідно дорівнює:

$$S_x = \sqrt{L} \cdot s. \quad (3.13)$$

При цьому випадкове значення сумарного попиту X_L розподілене нормально.

Припустимо, що менеджер залишає на час очікування запас ROP – (Reorder Point – точка повторного замовлення) $ROP = X_L$. Дефіцит виникне, якщо попит перевищить залишений менеджером запас. В даному випадку – якщо попит за час очікування буде вище середнього значення X_L . Ймовірність цієї

події буде вимірюватися сумарною площею усіх стовбців на частотній діаграмі нормального розподілу (рис. 3.4), що знаходяться праворуч від значення $z=0$ (або $x=\bar{X}_L$). Очевидно, що ця площа (площа під правою половиною кривої нормального розподілу) дорівнює 0.5, а значить, ймовірність дефіциту складатиме 50%.

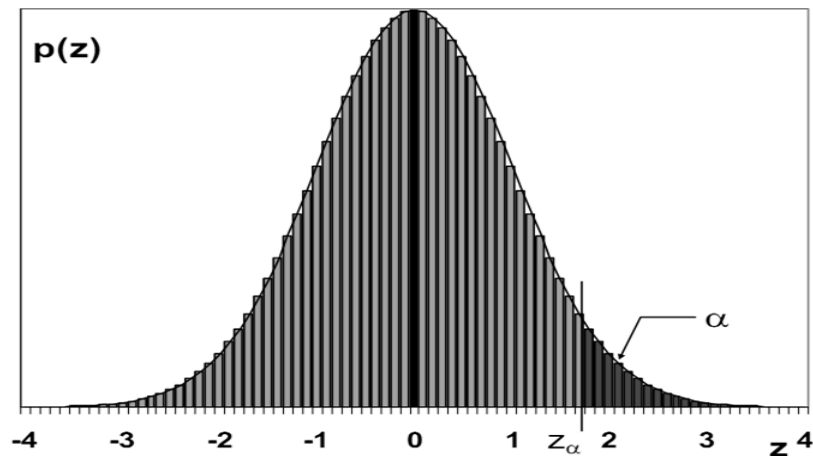


Рисунок 3.4 – Частотна діаграма нормального розподілу попиту

Допустимо, що менеджер, бажаючи знизити ризик виникнення дефіциту, робить повторне замовлення, коли запас даного товару на складі $ROP > X_L$. Нехай залишений запас перевищує величину середнього сумарного попиту за час виконання поставки на z_α стандартних відхилень сумарного попиту за цей час, тобто:

$$z_\alpha = \frac{ROP - \bar{X}_L}{S_x} \quad (3.14)$$

Тоді ризик виникнення дефіциту буде вимірюватися площею під хвостом кривої нормального розподілу праворуч від значення z_α (рис. 3.4). Таким чином, z_α показує, який безпечний резерв:

$$SS = z_\alpha S_x \quad (3.15)$$

необхідно додати до середнього попиту за час очікування поставки так, щоб ризик виникнення дефіциту у цьому періоді не перевищував би α .

Практично розрахунок ризику виникнення дефіциту α при заданому значенню точки повторного замовлення ROP, або, навпаки, розрахунок величини безпечного резерву SS та точки повторного замовлення ROP при обраному значенні ризику виникнення дефіциту α , зводиться до розрахунку площ під кривою стандартного нормального розподілу. Цей розрахунок легко виконати за допомогою спеціальних функцій MS Excel.

Функція НОРМСТРАСП(z) розраховує площу під кривою стандартного нормального розподілу від $(-\infty)$ до (z). Таким чином, якщо задати:

$$z = z_{\alpha} = \frac{ROP - \bar{X}_L}{S_x}, \quad (3.16)$$

то ризик виникнення дефіциту при такому запасі можна отримати за формулою:

$$\alpha = 1 - \text{НОРМСТРАСП}(z_{\alpha}). \quad (3.17)$$

Функція НОРМСТОБР(ймовірність) вирішує обернену задачу: розраховує величину z так, щоб площа під кривою стандартного нормального розподілу, що спирається на інтервал від $(-\infty)$ до (z), дорівнювала заданій ймовірності. Таким чином, якщо задати необхідний ризик виникнення дефіциту за час очікування поставки α , то величину z_{α} , що показує який безпечний резерв $SS = z_{\alpha} S_x$ необхідно створити для того, щоб знизити ризик дефіциту до заданого значення α , необхідно розрахувати за формулою:

$$z_{\alpha} = \text{НОРМСТОБР}(1 - \alpha). \quad (3.18)$$

Підкреслимо, що у якості ймовірності необхідно підставити ймовірність того, що дефіциту за час очікування поставки не буде, тобто $(1-\alpha)$. При цьому точка повторного замовлення буде визначатися як:

$$ROP = \bar{X}_L + z_\alpha s_x. \quad (3.19)$$

3.3 Модель максимізації прибутку в умовах випадкового попиту, при заданому рівні виникнення дефіциту і відомій функції числа відмов

Модель визначає оптимальний розмір замовлення, що максимізує прибуток продавця в умовах випадкового попиту, коли неминучі або розпродаж надлишків, або втрачена вигода при виникненні дефіциту товару.

Нехай прогнозований середній попит на даний товар на сезон складає \bar{d} , а стандартне відхилення попиту s . Нехай нормальна ціна при продажі товару у сезон складає p , при собівартості c , а ціна одиниці товару на розпродажі: $p_{уцін} < c$. Тоді втрати від розпродажу 1 одиниці надлишку товару оцінимо, як втрачений прибуток, що не відбувся від продажу цієї одиниці товару: $c_{деф} = p - c$. При оцінці оптимального розміру запасу, що максимізує прибуток, економісти використовують підхід, відомий як «маржинальний аналіз». Згідно цього підходу, максимум прибутку (або мінімум втрачених можливостей, що рівнозначно, якщо під втраченими можливостями розуміти на рівних підставах і прямі втрати і незароблений прибуток) виходить, якщо очікувані втрати від дефіциту дорівнюють одиниці надлишку. Термін «очікувані» означає середнє значення втрат при багаторазовому повторенні замовлення (тобто втрати за багато сезонів підряд, або в багатьох магазинах в даному сезоні). Якщо ймовірність дефіциту позначити α , а ймовірність надлишку, відповідно $(1-\alpha)$, то умова максимуму прибутку має вигляд:

$$\alpha \cdot c_{\text{деф}} = (1-\alpha) \cdot c_{\text{надл}} \quad (3.20)$$

де α – ймовірність дефіциту;

$c_{\text{деф}}$ – очікувані втрати від дефіциту;

$c_{\text{надл}}$ – очікувані витрати від надлишку резервів товарів.

Звідси можна визначити оптимальне значення ризику виникнення дефіциту, що визначає максимум прибутку:

$$\alpha = \frac{c_{\text{надл}}}{c_{\text{деф}} + c_{\text{надл}}}, \quad (3.21)$$

а далі, використовуючи формули (3.19) і (3.20), можна знайти оптимальний розмір замовлення ($z_\alpha = \text{НОРМСТОБР}(1-\alpha)$):

$$Q_{\text{опт}} = \bar{d} + z_\alpha \cdot s. \quad (3.22)$$

Зауважимо, що сформульоване на основі маржинального аналізу співвідношення (3.19) є результатом точної математичної процедури максимізації прибутку (або мінімізації втрачених можливостей).

Розглянемо більш детально як саме виводиться співвідношення (3.19), через середнє значення функції безперервної випадкової величини та інтегрування.

Отже, позначимо розмір замовлення на даний період Q . Тоді, якщо попит за період розподілений нормально, середнє значення прибутку від продажу товару в сезон складатиме:

$$P(Q) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}s} \int_{-\infty}^{\infty} P(x, Q) \cdot e^{-\frac{(x-\bar{d})^2}{2s^2}} dx, \quad (3.23)$$

де $P(x, Q)$ – прибуток, який отримає продавець, якщо він зробив замовлення Q , а попит був x ;

x – величина попиту;

\bar{d} – середнє значення попиту.

Вираз для $P(x, Q)$, очевидно має вигляд:

$$P(x, Q) = \begin{cases} (p - c) \cdot x - (c - p_{\text{уцін}}) \cdot (Q - x), & \text{якщо } x \leq Q \\ (p - c) \cdot Q, & \text{якщо } x > Q \end{cases}. \quad (3.24)$$

де p – звичайна ціна;

$p_{\text{уцін}}$ – ціна з уцінкою.

c – витрати на товар.

Зрозуміло, що попит не може бути від'ємним, тому нижня межа в інтегралі (3.24) повинна дорівнювати нулю. Однак, якщо $\bar{d} > 3 \cdot s$ (а тільки в цьому випадку попит можна вважати розподіленим приблизно нормально), заміна нижньої межі на $-\infty$ цілком прийнятна. З урахуванням (3.24), інтеграл (3.23) можна переписати у вигляді:

$$P(Q) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}s} \int_{-\infty}^Q [(p-c) \cdot x - (c-p_{\text{уцін}}) \cdot (Q-x)] \cdot e^{-\frac{(x-\bar{d})^2}{2s^2}} dx + \frac{(p-c) \cdot Q}{\sqrt{2\pi}s} \int_Q^{\infty} e^{-\frac{(x-\bar{d})^2}{2s^2}} dx. \quad (3.25)$$

Диференціюючи цей вираз по Q , вводимо позначення вартості дефіциту

$$c_{\text{деф}} = p - c, \quad (3.26)$$

та вартості надлишку

$$c_{\text{надл}} = c - p_{\text{уцін}}, \quad (3.27)$$

отримуємо:

$$\frac{\partial P(Q)}{\partial Q} = \frac{1}{\sqrt{2\pi s}} \left[(c_{\text{деф}} + c_{\text{надл}}) \cdot Q \cdot e^{-\frac{(Q-\bar{d})^2}{2s^2}} - c_{\text{надл}} \cdot Q \cdot e^{-\frac{(Q-\bar{d})^2}{2s^2}} \right] \frac{1}{\sqrt{2\pi s}} \left[c_{\text{надл}} \int_{-\infty}^Q e^{-\frac{(x-\bar{d})^2}{2s^2}} dx - c_{\text{деф}} e^{-\frac{(Q-\bar{d})^2}{2s^2}} + c_{\text{деф}} \int_Q^{\infty} e^{-\frac{(x-\bar{d})^2}{2s^2}} dx \right]. \quad (3.28)$$

Приводимо подібні члени, звертаючи увагу на те, що

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi s}} \int_{-\infty}^Q e^{-\frac{(x-\bar{d})^2}{2s^2}} dx = 1 - \alpha, \quad (3.29)$$

та

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi s}} \int_Q^{\infty} e^{-\frac{(x-\bar{d})^2}{2s^2}} dx = \alpha, \quad (3.30)$$

знаходимо співвідношення (3.21), тобто $\alpha \cdot c_{\text{деф}} = (1 - \alpha) \cdot c_{\text{надл}}$.

Тепер розрахуємо величину максимального прибутку, яку забезпечує оптимальне замовлення.

Введемо змінну:

$$z = \frac{x - \bar{d}}{s_x}, \quad (3.31)$$

визначаючи:

$$z_{\alpha} = \frac{Q - \bar{d}}{s_x}, \quad (3.32)$$

де α – ризик виникнення дефіциту (якщо попит x перевищить Q), перетворимо вираз для середнього значення прибутку $P(\alpha)$ до виду:

$$P(\alpha) = \frac{(c_{\text{деф}} + c_{\text{надл}}) \cdot S^z}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\alpha} (\bar{d} + zs) \cdot e^{-\frac{z^2}{2}} dz - \frac{c_{\text{надл}} (\bar{d} + z_{\alpha} s)^2}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\alpha} e^{-\frac{z^2}{2}} dz + \frac{c_{\text{деф}} (\bar{d} + z_{\alpha} s)^2}{\sqrt{2\pi}} \int_{z_{\alpha}}^{\infty} e^{-\frac{z^2}{2}} dz. \quad (3.33)$$

Обчислюємо кожний з інтегралів, приводимо подібні члени. Отже, функція максимізації прибутку в умовах випадкового попиту, при заданому рівні виникнення дефіциту і відомій функції числа відмов має вигляд:

$$P(\alpha) = (p-c) \cdot \bar{d} \cdot s \cdot [c_{\text{надл}} \cdot z_{\alpha} + (c_{\text{надл}} + c_{\text{деф}}) \cdot E(\alpha)] \rightarrow \max, \quad (3.34)$$

де $E(\alpha)$ – відома функція числа відмов при заданому ризику виникнення дефіциту α , що розраховується за формулою:

$$\bar{E}(\alpha) = S_x \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z_{\alpha}^2}{2}} - z_{\alpha} \cdot \alpha \right). \quad (3.35)$$

Для розрахунку очікуваного максимального прибутку у вираз (3.34) необхідно підставити значення α , з формули (3.21).

Вираз для максимально очікуваного прибутку менший, ніж прибуток від одиниці товару, помножений на середню величину попиту, оскільки є неминучими або прямі втрати від розпродажу при наявному надлишку товару, або втрачені можливості від невдоволеного попиту при дефіциті.

3.4 Практичне застосування моделей управління запасами в умовах непостійного попиту

ТОВ «Новапринт» має кілька пунктів, що займаються продажем видань різноманітного формату. Декотрі з видань постійно знаходяться у реалізації за ціною 25 грн. Рівень продажу за останні 12 тижнів приведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Рівень продажу видання за останні 12 тижнів

145	259	184	263	279	203	155	209	189	226	132	249
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

За оцінкою менеджера, він відповідає звичайному середньому попиту на даний товар. За практикою замовляє приблизно по 900 екземплярів даного видання раз на місяць. Замовлення, витрати на оформлення та доставка обходиться у 300 грн, виконується на протязі 10 днів. Закупівельна ціна складає 15 грн. Менеджер не знає цифри за внутрішньою нормою прибутковості магазину і вважає, що єдиним надійним орієнтиром для порівняння ефективності вкладу коштів є дохід за терміновим вкладом, що складає у регіоні не менш 15% на рік. Запас на складі не страхується і не підлягає оподаткуванню.

Дана задача є задачею, в котрій розглядується модель управління запасами в умовах випадкового попиту. Оскільки середній попит і його стандартне відхилення явно не вказані, але приведена невелика статистична вибірка об'ємів продажу за останні тижні, ми оцінимо дані параметри самостійно. Для цього використаємо програму для роботи з таблицями «Microsoft Excel», а саме вбудовану функцію =СРЗНАЧ(). У якості параметрів функції необхідно вказати всю таблицю з даними продажу. При цьому середній попит за тиждень складає 207,8 одиниць. Для оцінки стандартного відхилення попиту від середнього також можна використати вбудовану функцію MS Excel = СТАНДОТКЛОН(). У якості параметру функції знову

вкажемо таблицю з даними. Середнє тижневе відхилення приблизно дорівнює 48,8 одиниць.

Зрозуміло, що при такому невеликому розмірі вибірки, точність виявлення реальних значень середнього попиту і його стандартного відхилення є невеликою. Але тут, на жаль, нічого зробити не можна, якщо більш обширної статистики немає. Наші сумніви у коректності розрахунків цих параметрів попиту у деякій мірі може розвіяти зауваження, що за оцінкою менеджера, попит відповідав звичайному середньому попиту на даний товар. Тобто продажі за будь-якій період не виходили за межі звичайних.

Для того, що закріпити свою впевненість у можливості використання моделі економічного розміру, у даній ситуації можна побудувати діаграму попиту. За діаграмою ми змогли би оцінити чи існує який-небудь сталий тренд продажу – падіння чи росту. Для цього додаємо на діаграму лінію тренду, вказуємо рівняння на діаграмі і величину достовірності апроксимації (R^2). Отримаємо наступну діаграму (рис. 3.5). За даними видно, що ніякого явного тренду не спостерігається. Але і математичний інструмент, за допомогою якого ми побудували лінію тренду «насилено», показує, що достовірність приведеного рівняння, для запропонованої лінії тренду ($y = -11,643x + 2153,2$) близька до нуля.

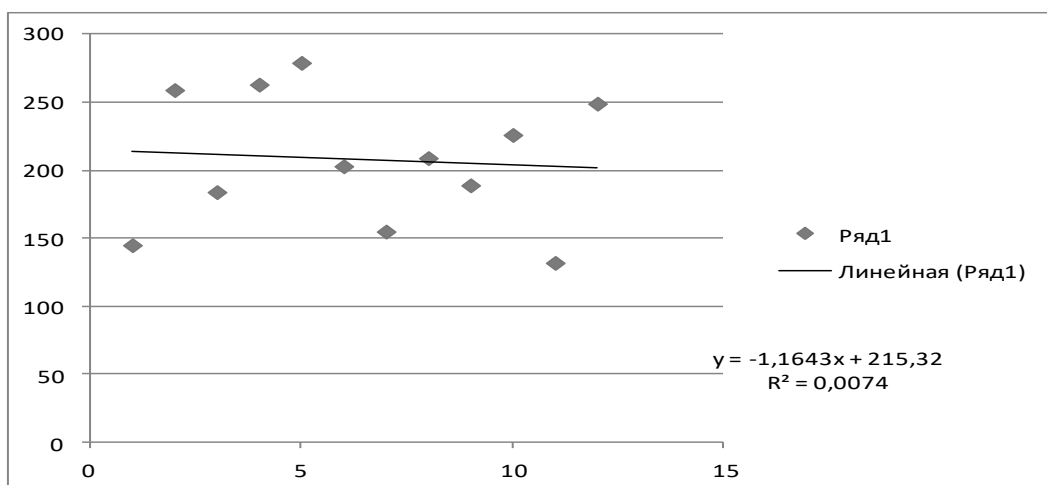


Рисунок 3.5 – Діаграма продажу товару, з вказаною лінією тренду

Для нас це є достатньою підставою для використання моделі економічного розміру замовлення. Тепер виявимо в умові задачі усі дані, котрі необхідні на розрахунку EOQ і витрат на зберігання замовлення. Відносно витрат на зберігання нам відома тільки вартість грошей – 15% на рік. Оскільки, про будь-які інші витрати мови не було, то приймемо це число, як поточну величину витрат на зберігання – (h). Цю величину ми можемо використати тільки у поєднанні з кількістю грошей, що заморожуються в одиниці товару. Хоча в задачі вказані два числа: роздрібна ціна – 25 грн і закупівельна – 15грн, необхідно обрати, зрозуміло, лише закупівельну ціну. Саме ці гроші виявляються замороженими, якщо товар не продається, отже $C=15$. Витрати замовлення $S=300$ грн. Таким чином, ми маємо усі дані для розрахунків EOQ і витрат на зберігання замовлення при різних розмірах партії. Значення витрат на зберігання в грошових одиницях знайдемо за формулою:

$$H=h*C. \quad (3.36)$$

За цими даними, використовуючи стандартну формулу, знаходимо економічний розмір замовлення EOQ. Зазвичай, у задачах на управління запасами, знайдена величина EOQ, є тільки орієнтиром для вибору реального значення Q_{real} , його можна отримати у даному випадку, наприклад, простим округленням, оскільки жодних вимог до розміру замовлення немає. Скористаємося наближеним значенням отриманого $EOQ=1697,3$ до цілого числа і виберемо Q_{real} рівним 1700 одиниць. При цьому у середньому буде зроблено 6,35 замовлень. За умовою задачі відомо, що за практикою, що склалася, розмір замовлення дорівнює 900 одиниць, що майже вдвічі менше оптимуму. Розрахуємо витрати на зберігання TH , замовлення TS і загальні витрати T для двох політик управління запасами: з замовленням $Q_{real}=900$ одиниць і $Q_{real}=1700$ одиниць. Виходить, що різниця в витратах існує – 795грн, але вона не драматично велика. Таким чином, за рахунок зміни

замовлення можна заощадити приблизно $17\% = (4614 - 3819) / 4614 * 100\%$. Розумно було би визначити, як зміняться витрати, якщо ми будемо робити ціле число замовлень на рік, наприклад 6. При цьому замовлення будуть робитися приблизно 2 рази на місяць, а розмір одного замовлення буде приблизно 1800 одиниць. Як видно з табл. 3.2, загальні витрати зростають лише на 7 одиниць. Таким чином, якщо немає жодних перешкод, не вказаних у задачі, було би розумно робити замовлення в 2 рази рідше, ніж вони робляться зараз. Результати розрахунків занесені до табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Результати розрахунків економічного розміру замовлення та величини витрат

48,8	на тиждень	351,9	на рік	Стандартне відхилення попиту					
207,8	на тиждень	10803,0	на рік	Середній попит					
S=	300	грн	EOQ=	1697,3	Q=	900	1700	1800	
h=	15%		Q _{real} =	1700	ТН=	1013	1912,5	2025	
C=	15	грн	N=	6,35	TS=	3601	1906	1801	
h=	2,25	грн			T=	4614	3819	3826	17,1%

Тепер необхідно перерахувати точку повторного замовлення. Відмітимо, що фактично на підприємстві використовується модель фіксованого розміру замовлення, саме тому в умові задачі не згадуються залишки на складі на поточний час. А та обставина, що замовлення робиться раз на місяць, пов'язана з тим, що середній строк продажу 900 екземплярів видання складає трохи більше місяця. Фактично ми повинні визначити, при якій кількості екземплярів видань на складі, ми повинні робити наступне замовлення у розмірі 1800 одиниць, якщо бажана величина ризику складає 1%. Результати розрахунків занесені до табл. 3.3. Відхилення запасу від середнього z , що забезпечує заданий ризик дефіциту розраховуємо за звичайною формулою:

$$Z = \text{НОРМСТОБР}(1-A). \quad (3.37)$$

Для того, щоб розрахувати безпечний резерв ($S = z * S_L$) залишається знайти стандартне відхилення попиту за час виконання замовлення. Так як час виконання не варіює, то можна використати звичайну формулу:

$$S_L = S\sqrt{L}, \quad (3.38)$$

точка повторного замовлення ROP також розраховується за звичайною формулою:

$$\text{ROP} = DL + Z^* S_L. \quad (3.39)$$

Результати розрахунків повторного замовлення ROP наведені в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Результати розрахунків повторного замовлення ROP

			S_L	
L=	1,43			58,32
SS=	135,67			
z=	2,33			
α =	0,01			
ROP=	432,46			
t=	4,57			

Для z отримуємо приблизно +2,33 стандартних відхилення. Відтак, як ми і очікували, безпечний резерв буде позитивним і нове замовлення буде зроблено раніше, ніж на складі залишиться запас для торгівлі на 10 днів (час виконання замовлення). При цьому отримуємо, що $S_L = 58,32$, тому безпечний резерв складатиме приблизно 136 одиниць. Це дає нам кінцевий результат

ROP=432,46, котрий необхідно округлити до найближчого цілого – 433 одиниці.

Якщо ми хочемо відмовитися від безпечного резерву і дізнатися на скільки днів пізніше можна зробити замовлення у порівнянні з попередніми розрахунками, коли $\alpha = 1\%$, достатньо розрахувати, за який час у середньому розпродається безпечний резерв. При середньому тижневому продажі у 207,8 штук, безпечний резерв у розмірі 135,6 штук буде продано за 4,6 дні. Після цього на складі залишиться рівно стільки, скільки у середньому продається за час виконання замовлення – 10 днів. Тому при переході від однієї моделі до іншої, оформлення замовлення відкладеться на 4-5 днів.

Зазначимо ще раз, що середній строк між замовленнями в обох моделях – з безпечний резервом і без нього – один і той же. Лише при одній стратегії до моменту отримання замовлення на складі буде залишатися у середньому безпечний резерв, а другий склад буде порожнім.

Більш зручний підхід щодо формування безпечного резерву пов'язаний з завданням рівня обслуговування. Річ у тім, що буває доволі важко визначити, яка величина ризику дефіциту економічно виправдана. Для визначення безпечного резерву бажано знати, скільки потенціальних клієнтів ви можете загубити із-за дефіциту. Саме ця величина і визначає безпечний резерв.

Припустимо, що ризик не дефіциту не є заданою величиною, а рівень обслуговування складає $P_{sl}=99\%$. В цій задачі йде мова про рівень обслуговування 99%. Це означає, що ви сподіваєтесь обслужити 99% усіх клієнтів, що мають бажання придбати цей товар, не зважаючи на випадковість попиту. Оцінити приблизну кількість клієнтів, котрим буде бракувати товару можна за формулою:

$$E(P_{sl}) = (1 - P_{sl}) \cdot Q, \quad (3.40)$$

де Q – середня кількість проданого товару за період і вона дорівнює розміру замовлення;

P_{s1} – рівень обслуговування, у %.

Якщо середня покупка дорівнює 1 штуці, то Q – це і число клієнтів. Якщо ж середня покупка дорівнює q то число клієнтів, яких не обслуговували складатиме:

$$E(P_{s1})/q. \quad (3.41)$$

На жаль, простого зв'язку між рівнем обслуговування і ризиком дефіциту α немає, тобто в цілому кажучи:

$$\alpha \neq 1 - P_{s1}!.. \quad (3.42)$$

Але з іншої сторони, ми можемо визначити частку втрачених клієнтів, або, краще сказати, частку втрачених покупок, через нормальний розподіл. Для цього необхідно використати формулу:

$$E(z) = S_L \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{z^2}{2}\right) - z\alpha \right). \quad (3.43)$$

Оскільки в цій формулі відома тільки величина стандартного відхилення за час виконання замовлення S_L , величину z і α доведеться підбирати. Точніше підбирати доведеться лише z тому, що $\alpha = 1 - \text{НОРМСТРАСП}(z)$.

Так як оцінки частки втрачених покупок двома способами повинні давати однаків результат, то підібрав таке значення z , щоб виконувалася умова:

$$E(P_{s1}) = E(z), \quad (3.44)$$

ми знайдемо z і α , які відповідають заданому рівню обслуговування P_{sl} . Зробити це зручніше усього за допомогою додаткового компоненту «Поиск решения», використовуючи нелінійну модель. В завданні «Пошук рішення» необхідно вказати тільки цільове поле, ціль оптимізації – рівність цільового поля нулю і змінюване поле. Обмеження не потрібні, так як z може приймати будь-які значення на відміну від α , котра змінюється від 0 до 1 (цим, власне, і обумовлений наш вибір змінної). Після запуску «Пошук рішення» отримаємо наступний результат (табл. 3.4).

Таблиця 3.4. – Результати розрахунків частки втрачених покупок

L=	1,43		S_l	58,3
SS=	135,7		SS=	11,40
z=	2,326		z=	0,196
α =	0,01		α_z	42,20%
ROP=	432,46		ROP=	308,22
t=	4,57		P_{sl}	99,00%
			E_{sl}	18,00
			$E(z) - E_{sl} = 0$	0,00

А це значить, що середньому рівню 99% відповідає ризик дефіциту 42,2% і точка повторного замовлення $ROP=308,2$. Безпечний резерв виявляється рівним усього 11,4 одиницям, що є меншим за щоденний попит. На практиці це означає відсутність страхування від дефіциту. Давайте, заодно підберемо величину сервісного рівня, що відповідає ризику дефіциту $\alpha=1\%$. Для цього можна декілька разів запустити «Пошук рішення», змінюючи величину P_{sl} . З достатньою для наших цілей точністю, величина $P_{sl}=99,989\%$ відповідає ризику дефіциту приблизно 1% (табл.3.5). Зрозуміло, що і величини z і ROP

виходять такими ж, як и при розрахунках в попередній моделі. Різниця між цими розрахунками полягає тільки в тому що раніше нам було невідомо, скільки клієнтів втрачається за один період замовлення. З практичної точки зору необхідно зробити висновок про те, що заданий ризик дефіциту в 1% зайво жорсткий, оскільки при ньому втрачається лише 1 клієнт на рік ($0,2 \cdot 6$ замовлень). Навіть, якщо ця покупка втрачена для магазину підприємства, то втрачена вигода складає лише 10 грн. А платимо ми за це 305 грн. ($135,7 \cdot 2,25$ – вартість зберігання безпечного резерву).

Таблиця 3.5 – Результати розрахунків величини сервісного рівня відповідного ризику дефіциту $\alpha=1\%$

L=	1,43		S_l	58,3	58,30
SS=	135,7		SS=	11,40	135,60
z=	2,326		z=	0,196	2,33
$\alpha=$	0,01		α_z	42,20%	1.0%
ROP=	432,46		ROP=	308,22	432,40
t=	4,57		P_{sl}	99,00%	99,989%
			E_{sl}	18,00	0,20
			$E(z) - E_{sl} = 0$	0,00	0,00

Зазначимо, на кінець, що неможливо побудувати жодної таблиці відповідності між P_{sl} і α , так як зв'язок між ними залежить від співвідношення між середнім попитом і стандартним відхиленням попиту за час виконання замовлення. Зроблено структурно-логічну схему отриманих результатів дослідження та їх практичної значущості на основі проведених досліджень, яка наведена на рисунку 3.6.

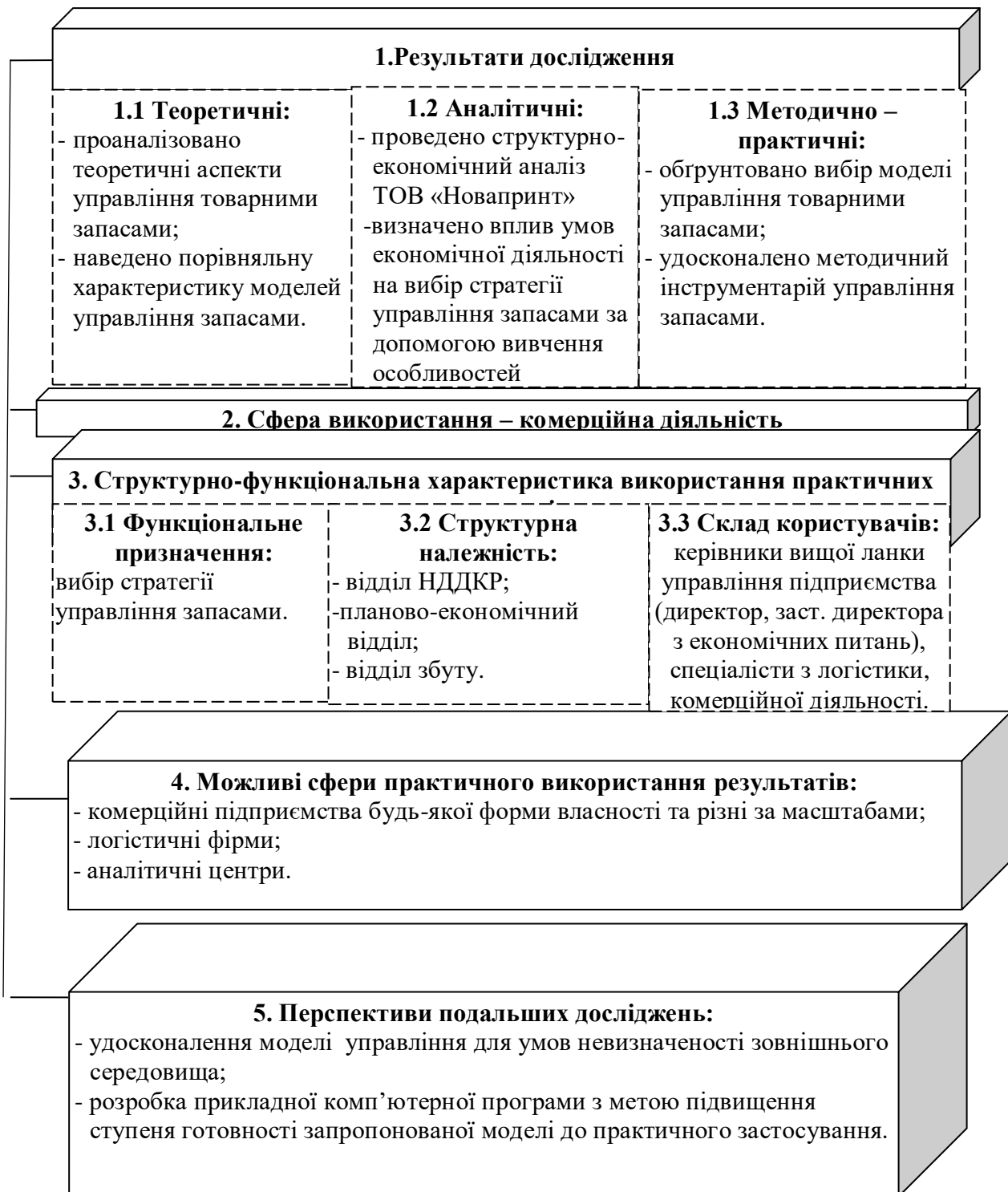


Рисунок 3.6 – Структурно-логічна характеристика результатів дослідження

Висновки до третього розділу

Результати представленої дослідження дають змогу зробити конкретні висновки. В загальних випадках, при плануванні необхідного рівня запасів, випадковість ігнорують. В деяких ситуаціях, випадкові впливи на процес, що нас цікавить, не враховуються тому, що вони малі і несуттєві, в інших, випадкові фактори, що можуть мати вплив на діяльність (поломка обладнання, катастрофи, соціальні потрясіння и т.ін.), відбуваються доволі рідко. Але у реальному житті не існує таке визначення, як: «повна визначеність». При випадковому попиті (навіть, якщо в середньому він є постійною величиною) ситуація ускладнюється.

Якщо попит за час очікування поставки нової партії випадково виявився залишеного запасу, що дорівнює очікуваному середньому попиту ($d \times L$), то виникне дефіцит, Якщо він випадково виявився нижче залишеного запасу ($d \times L$), то в момент приходу на склад нової партії товару, розміром EOQ на складі ще залишиться деяка кількість цього товару, і рівень запасу буде вищим, ніж потребує модель економічного розміру замовлення. Правильна оцінка ризику настання дефіциту, проведення заходів по зниженню ризику дефіциту до прийняттого рівня, що забезпечить гідний рівень обслуговування клієнтів, і оцінка, пов'язаних з цим втрат, є важливою задачею менеджера, що несе відповідальність за управління запасами. Щоб знизити ризик настання дефіциту, необхідно зробити замовлення постачальнику на поповнення запасу тоді, коли запас даного товару на складі вищий середнього попиту за час очікування поставки. Чим вища величина цього резервного запасу (або «безпечного резерву»), тим нижчим є ризик настання дефіциту. Розроблена модель максимізації прибутку в умовах випадкового попиту, при заданому рівні виникнення дефіциту і відомій функції числа відмов використовується у ситуації, коли придбаний товар повинен бути розпроданий на протязі

обмеженого часу. Якщо товар не проданий за нормальною ціною в цей проміжок часу (в сезон), він обов'язково реалізується за зниженими цінами на поза сезонному розпродажі. Модель визначає оптимальний розмір замовлення, що максимізує прибуток продавця в умовах випадкового попиту, коли неминучі або розпродаж надлишків, або втрачена вигода при виникненні дефіциту товару. Але при цьому максимально очікуваний прибуток буде завжди менший, ніж прибуток від одиниці товару, помножений на середню величину попиту, оскільки є неминучими або прямі втрати від розпродажу при наявному надлишку товару, або втрачені можливості від невдоволеного попиту при дефіциті.

ВИСНОВКИ

Дана кваліфікаційна робота присвячена розробці моделі оптимізації витрат підприємства на ресурсне забезпечення його діяльності. Сучасна концепція діяльності підприємств, що безпосередньо пов'язані з покупцем продукції та послуг заснована на двох основних принципах, які надають йому особливих переваг у висококонкурентних областях:

- тісна взаємодія з покупцем, врахування всіляких його вимог та потреб;
- оптимізація діяльності за рахунок гнучкого керування процесами дохідності та витратами.

Управління запасами є одним з найбільш дієвих способів зниження операційних витрат підприємства. А тому дослідження в цьому напрямку є актуальними, тим більше для торгових підприємств, де сам виробничий процес заснований на зміні власності на товари.

У першому розділі кваліфікаційної роботи були розглянуті сутність та основні поняття, на які спираються на логістичну теорію управління запасами, визначені стратегії управління запасами. На даний момент не існує єдиного визначення запасів як економічної категорії, однак в економічній науці були створені методи та моделі, що дозволяють ефективно планувати та керувати запасами.

Було проведено аналіз найбільш розповсюджених моделей управління запасами, а також зроблено висновки щодо переваг та недоліків кожної з моделей. Підсумовуючи аналіз в роботі доведено, що дані моделі є прийнятними для специфічних ідеалізованих умов, які не завжди є близькими до реальності та дають оптимальне значення з невисокою точністю.

Для апробації результатів даного дослідження було досліджено ТОВ «Новапринт», що діє на ринку роздрібною та оптовою торгівлі

поліграфічними продуктами. ТОВ «Новапринт» успішно працює на ринку Полтавщини та України.

Аналіз фінансово-економічних показників ТОВ «Новапринт» за період дослідження виявив негативні тенденції з точки фінансового стану. Розглядаючи зміну структури активів ТОВ «Новапринт», неважко помітити, що станом на 2023 р. загальна сума активів зросла. Слід зазначити, що сума необоротних активів підприємства зросла. В цілому можна сказати, що сума активів ТОВ «Новапринт» стала більшою. Це пов'язано зі змінами оборотних та необоротних активів підприємства. Відбувається постійне зростання первісної вартості основних засобів, тобто підприємство вкладає кошти в їх оновлення, ремонт та заміну. В той же час постійно зростає сума зносу.

У зв'язку з тим що планування необхідного рівня запасів, як свідчить його аналіз, в 2021-2023 рр. перебувало не на належному рівні, а ситуація з великою долею позикових коштів, витраченою на придбання товарних запасів примушує керівництво шукати варіанти вирішення цієї проблеми. Одним з найбільш ефективних методів досягнення мети, є створення оптимальної моделі управління запасами, яка б дозволила сформувати необхідний товарно-матеріальний запас, з урахуванням випадкових варіацій попиту на продукцію та максимізувала би прибуток підприємства.

Результати дослідження предметної області показали, що у реальному житті не існує таке визначення, як: «повна визначеність». При випадковому попиту (навіть, якщо в середньому він є постійною величиною) ситуація ускладнюється.

Розроблена модель максимізації прибутку в умовах випадкового попиту, при заданому рівні виникнення дефіциту і відомій функції числа відмов використовується у ситуації, коли придбаний товар повинен бути розпроданий на протязі обмеженого часу. Якщо товар не проданий за нормальною ціною в цей проміжок часу (в сезон), він обов'язково реалізується за зниженими цінами на поза сезонному розпродажі. Модель визначає оптимальний розмір

замовлення, що максимізує прибуток продавця в умовах випадкового попиту, коли неминучі або розпродаж надлишків, або втрачена вигода при виникненні дефіциту товару. Але при цьому максимально очікуваний прибуток буде завжди менший, ніж прибуток від одиниці товару, помножений на середню величину попиту, оскільки є неминучими або прямі втрати від розпродажу при наявному надлишку товару, або втрачені можливості від невдоволеного попиту при дефіциті.

Модель, що є результатом даної роботи, може бути використана підприємствами роздрібною та оптовою торгівлі з будь-яким обігом, якщо точність результатів, які дає модель, задовольняє вимогам вирішення задачі.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Rogers M. B., McConnell B. M., Hodgson T. J., Kay M. G., King R. E., Parlier G. & Thoney-Barletta, K. A Military Logistics Network Planning System. *Military Operations Research*, 2018. 23(4), pp. 5-24. URL: <https://www.jstor.org/stable/26553094>.
2. Zeimpekis V., Kaimakamis G., Daras N.J. Military logistics: research advances and future trends. *Springer*. 2015. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-12075-1>. ISBN: 978-3-319-12075-1.
3. Kostiuchenko L., Solomon D. The basic terminology of the modern military logistics. *Intellectualization of logistics and supply chain management*, 2020. 1(1), pp.91-98. URL: <https://doi.org/10.46783/smart-scm/2020-1-8>.
4. Milenkov M. A., Sokolović V.S., Milovanović V.R., Milić M.D. Logistics: Its role, significance and approaches. *Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier*, 2020. 68(1), pp. 79-106. URL: <https://doi.org/10.5937/vojtehg68-24805>.
5. Andrejić M., Nikolić N., Stojković D. Logistička podrška logističkim operacijama. *Vojnotehnički glasnik /Military Technical Courier*, 2004. 52(3-4), pp. 275- 285. URL: <https://doi.org/10.5937/vojtehg0404275A>.
6. Andrejić M. Methods and software for the support of planning in logistic organizational systems. *Vojnotehnički glasnik /Military Technical Courier*, 2001. 49 (1), pp. 36-52. URL: <https://doi.org/10.5937/vojtehg0101036A>.
7. Luss H. Equitable resource allocation: Models, Algorithms, and Applications. *Hoboken, NJ: John Wiley & Sons*. 2012. | ISBN: 978-1-118-05468-0.
8. Meran G., Siehlow M., von Hirschhausen C. Integrated Water Resource Management: Principles and Applications. *In: The Economics of Water*, Springer, Cham, 2021. pp. 23-121. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-48485-9_3. ISBN: 978-3-030-48485-9.

9. Skobelev P. Multi-agent systems for real-time resource allocation, scheduling, optimization and controlling: industrial applications. Lecture Notes in Computer Science. 2011. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-642-23181-0_1. ISBN: 978-3-642-23181-0.
10. Hameed A., Khoshkbarforoushha A., Ranjan R., Jayaraman P.P., Kolodziej J., Balaji P., Zeadally S, Malluhi Q.M., Tziritas N., Vishnu A., Khan S.U., Zomaya A. A survey and taxonomy on energy-efficient resource allocation techniques for cloud computing systems. *Computing*, 2016. 98(7), pp.751- 774. URL: <https://doi.org/10.1007/s00607-014-0407-8>.
11. Chevaleyre Y., Dunne P., Endriss U., Lang J., Lemaitre M., Maudet N., Padget J., Phelps S., Rodriguez-Aguilar J. & Sousa P. Issues in multiagent resource allocation. *Informatica*, 2006. 30 (1), pp. 3-31. URL: <https://www.informatica.si/index.php/informatica/article/view/70>.
12. Ogryczak W., Luss H., Pióro M., Nace D. & Tomaszewski A. Fair optimization and networks: A survey. *Journal of Applied Mathematics*, 2014. URL: <https://doi.org/10.1155/2014/612018>.
13. Luss H. On Equitable Resource Allocation Problems: A Lexicographic Minimax Approach. *Operations Research*. 1999. 47(3), pp.361-378. URL: <https://doi.org/10.1287/opre.47.3.361>.
14. Luss H. Equitable resource allocation: Models, Algorithms, and Applications. *Hoboken, NJ: John Wiley & Sons*. 2012. | ISBN: 978-1-118-05468-0.
15. Дубініна М. В. Сутність виробничих запасів як складової частини процесу виробництва. *Тенденції та закономірності розвитку обліково-аналітичного забезпечення в Україні: Тези доповідей на вузівської науково-практичної конференції*. Миколаїв: НУК, 2007. 156 с.
16. Білик М. С., Кіндрацька Г. І., Кобилюх О. Я. Ідентифікація запасів в управлінні логістичною системою. *Вісник національного університету «Львівська політехніка»*, 2010. № 669. С. 254–261.

17. Варченко О., Артимонова І., Герасименко І., Качан Д. Логістичне управління матеріально-технічним забезпеченням виробничої діяльності сільськогосподарських підприємств. *Економічний дискурс*. 2020. Випуск 3. С. 92-105. URL: https://rep.btsau.edu.ua/bitstream/BNAU/5579/1/ED_Issue_3_2020_new.pdf.

18. Багрій К. Л. Особливості аналізу ефективності використання матеріальних запасів підприємства. Збірник наукових праць. Луцький національний технічний університет. Економічні науки. Серія: «Облік і фінанси». 2010. Вип. 7(25), Ч. 1. С. 50–58.

19. Швець Ю. А. Логістичні методи управління матеріальними запасами підприємства: сутність, роль та особливості впровадження. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2017. № 58. С. 217–225.

20. Сумець О. М., Назарян М. М., Федоренко М. М. Управління матеріальними запасами - ключовий аспект логістичної діяльності сучасного підприємства: монографія. Харків. нац. техн. ун-т сіл. госп-ва ім. П. Василенка, Харків. ін-т упр. Харків: Міськдрук. 2014. 255 с.

21. Краєвська А. С., Безсмертна О. В., Шварц І. В. Логістичні моделі оптимізації процесу забезпечення підприємства матеріальними ресурсами. *Innovation and Sustainability*. 2022. № 4. С. 22-29.

22. Кучмєєв О. О. Особливості управління матеріальними потоками в логістичних системах торговельних підприємств. *Причорноморські економічні студії*. 2018. Вип. 30 (1). С. 99-103. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/bses_2018_30%281%29.

23. Кащена Н. Б., Цуконова О. В. Удосконалення методики аналізу виробничих запасів підприємства. *Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг*. 2011. № 2. С. 128–135.

24. Мороз О. В., Музика О.В. Системні фактори ефективності логістичної концепції постачання на підприємствах: монографія. Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2007. 165 с.

25. Собчишин В. М. Закупівельна логістика й логістичне управління закупівлями: сутність, функції та відмінності. *Ефективна економіка*. 2013. № 9. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2308>.
26. Bowersox D. J., Closs D. J. *Logistical Management – The Integrated Supply Chain Process*. Singapore: McGraw-Hill Companies, Inc. 1996. ISBN 0-07-006883-6.
27. Bazan E., Jaber M. Y., Zaroni S. A review of mathematical inventory models for reverse logistics and the future of its modeling: An environmental perspective, *Applied Mathematical Modelling*. 2016. № 40. pp. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apm.2015.11.027>.
28. Sixta J., Žižka M. *Logistika: metody používané pro řešení logistických projektů*. 1. vyd. Brno: ComputerPress. 2009. | ISBN 9788025125632.
29. Kuncová M. Modification of the EOQ Model for the Annual Constant Demand Situation and the Possibility of its Usage in a Supply Chain. In: SKALSKÁ, H. (ed.), *Mathematical Methods in Economics 2005*. Hradec Králové: Gaudeamus, 2005. pp. 227– 232. | ISBN 80-7041-535-5.
30. Lee Y. C. Integrated inventory-transportation model by synchronizing delivery and production cycles, *Transportation Research Part E. Logistics and Transportation Review*. 2016. No 91, pp. 68-89.
31. Basl J., Majer P., Šmíra M. *Teorie omezení v podnikové praxi – zvyšování výkonnosti podniku nástroji TOC*. Praha: Grada Publishing s.r.o. 2003. | ISBN 80-247-0613-X.
32. Daněk J., Plevný M. *Výrobní a logistické systémy*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni. 2005. | ISBN 80-7043-416-3.
33. Samal N. K., Pratihari D. K. Optimization of variable demand fuzzy economic order quantity inventory models without and with backordering, *Computers&Industrial Engineering*. 2014. No 78. pp. 148 – 162.
34. Emmett S. *Řízení zásob*. Brno: Computer Press, a.s. 2008. | ISBN 978-80-251-1828-3.

35. Bartmann D., Beckmann M. J. Inventory Control – Models and Methods. Berlin: Springer-Verlag. 1992. | ISBN 3-540-55820-9.
36. Lukáš L. Pravděpodobnostní modely v managementu. Markovovy řetězce a systémy hromadné obsluhy. Praha: ACADEMIA ČMT. 2009. | ISBN 978-80-200-1704-8.
37. Lukáš L. Pravděpodobnostní modely některých manažerských úloh. Plzeň: Západočeská univerzita. 2005. | ISBN 80-7043-402-3.
38. Jablonský J. Operační výzkum: kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování. 3.VYD. PRAHA: Professional publishing. 2007. | ISBN 978-80-86946-44-3.
39. Kořenář V. Stochastické procesy. 2. přeprac. vyd. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze. 2002. | ISBN 9788024516462.
40. Lukáš L. Pravděpodobnostní modely v managementu - teorie zásob a statistický popis poptávky. Praha: ČMT. 2012. | ISBN 978-80-200-2005-5.
41. Giri B. C., Chaudhuri K. S. Deterministic models of perishable inventory with stock-dependent demand rate and nonlinear holding cost. *EJOR*. 1998. 105(3). pp. 467-474.
42. Ter-Manuelianc A. Matematické modely řízení zásob. Praha: institut řízení. 1980. | ISBN 57-001-78.
43. Jablonský J. Operační výzkum: kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování. 3.VYD. PRAHA: Professional publishing. 2007. | ISBN 978-80-86946-44-3.
44. Tufail H., Qasim I., Masood M.F., Tanvir S., Butt, W.H. Towards the selection of Optimum Requirements Prioritization Technique: A Comparative Analysis. In: The 5th International Conference on Information Management, Cambridge, UK, 2019. pp. 227-231. URL: <https://doi.org/10.1109/INFOMAN.2019.8714709>.
45. Україна: поліграфічна промисловість. URL: <https://vue.gov.ua/%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B0:%D0%B>

F%D0%BE%D0%BB%D1%96%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C.

46. Printing Industry Statistics for 2023: Trends, Insights, Opportunities. URL: https://scanse.io/blog/printing-industrystatistics/#overall_print_market_size_and_revenue_growth.

47. Printing Market Definition. URL: <https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/printing-global-market-report>.

48. Бабина О. Стан та перспективи розвитку поліграфічної промисловості України в контексті маркетингу. *Економіка та суспільство*, 2022. (44). <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-44-38>.

49. Кваско А. В., Сухорукова О. А. Стан та тенденції розвитку видавничо-поліграфічної галузі України. *Економіка та суспільство*. 2023. № 51. | DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-51-42>.

50. Продукція ТОВ «Новапринт». URL: <https://novaprint.ua/equipment>.

51. Закон України Про бухгалтерський облік та фінансову звітність в Україні. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/996-14#Text>.

52. Фінансова звітність ТОВ «Новапринт». URL: https://clarity-project.info/edr/39995405/yearly-finances?current_year=2023.

53. Глогусь О. В. Логістика: Навч. посібник для студентів економічних спеціальностей. Тернопіль: Економічна думка, 2018. 167 с.

54. Гурочкіна В. В., Менчинська О. М. Особливості формування та функціонування інтегрованих структур в глобальних ланцюгах створення вартості. *Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки*. 2020. № 3. С. 248–257.

55. Крикавський Є. В., Похильченко О. А., Фертч М. Логістика та управління ланцюгами поставок: підручник. Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2020. 848 с.

56. Шевченко О. І. Логістичні системи у сучасному менеджменті: підручник. Київ: Університет «Києво-Могилянська академія», Інфо-Схід, 2021. 512 с.
57. Шевченко О. І. Стратегії логістичної оптимізації: підручник. Одеса: Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, Видавництво «Південний Вітер», 2024. 480 с.
58. Шевчук А. Л. Логістичні принципи формування запасів підприємства. *Наукові праці Міжрегіональної Академії управління персоналом. Економічні науки*. 2021. Випуск 4 (63). С. 70-74.
59. Іпполітова І., Білоцерківський О., Гудименко В. Вплив логістичних процесів на ефективність управління запасами підприємства. *Економіка та суспільство*. 2024. № 65. URL: <https://doi.org/10.32782/25240072/2024-65-9>.
60. Скаско О. І., Кут Д. М. Застосування нових систем управління запасами на підприємствах в умовах ринкової нестабільності та військового конфлікту. *Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Економічні науки*. 2024. No 76. URL: <http://journalslute.lviv.ua/index.php/visnyk-econom/article/view/1541/1452>.
61. Біловодська О. А., Смірнова Я. І. Ефективність систем управління запасами з фіксованою кількістю продукції та фіксованим часом. URL: <https://www.essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/28126/1/Produktsiya.pdf;jsessionid=BC79E9559DC4F478B6E8FA1DD1A8D755>.
62. Кривешко О. В., Шпарик Я. Я., Мельник Н. В. Особливості управління запасами в кризових умовах. *Ефективна економіка*. 2022. No 5. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=10301>.
63. Савицький Е. Е. Вплив оптимізації логістичних процесів на ефективність комерційної діяльності підприємства. *Економіка та суспільство*. 2023. No 52. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-52-47>.

64. Скуриневська Л. Основні аспекти управління запасами та логістики в процесах управління оборонними ресурсами та оборонного менеджменту. *Journal of Scientific Papers "Social Development and Security"*, 2023. № 13 (5). URL: https://www.researchgate.net/publication/376195968_Osnovni_aspekti_upravlinna_zapasami_ta_logistiki_v_procesah_upra_vlinna_oboronnimi_resursami_ta_oboronного_menedzmentu.

65. Спірідонова К., Каширнікова І., Кірнос, О. Управління товарними запасами торговельних підприємств в сучасних умовах. *Економічний простір*, 2024. № 191. С. 401-405. URL: <https://doi.org/10.32782/2224-6282/191-68>.

66. Заюков І. В. Вплив запасів на фінансові результати підприємств України. *Економіка і організація управління*. 2024. № 1 (53). С. 19-29.

67. Кривешко О. В., Шпарик Я. Я., Мельник Н. В. Особливості управління запасами в кризових умовах. *Ефективна економіка*. 2022. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=10301>.

68. Степаненко О. І. Виробничі запаси: їх економічна природа та роль в господарській діяльності підприємства. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. 2023. Вип. 47. С. 108–114. URL: http://www.visnykeconom.uzhnu.uz.ua/archive/47_2023ua/21.pdf.

69. Літвінова В., Блігадір М. Сутність та визначення категорії «запаси підприємства». *Український журнал прикладної економіки та техніки*. 2024. Том 9. № 4. С. 134 – 138.

70. Колісник О. П, Мазурок О. Р. Теоретико-методичні аспекти управління запасами. *Український економічний часопис*. 2024. № 3. С. 58-64. URL: <http://doi.org.10.32782/2786-8273/2023-3-10>.

71. Одношевна О., Пильгун О., Біловол Є. Аналітична діагностика ефективності використання запасів підприємством, як елемент оптимізації системи ведення обліку та контролю. *Проблеми сучасних трансформацій. Серія: економіка та управління*. 2024. Issue 15. URL: <https://doi.org/10.54929/2786-5738-2024-15-09-03>.

72. Тимчик А. М. Особливості управління логістичними процесами електронної комерції підприємства. *Бізнес Інформ*. 2024. №2. С. 272-278. URL: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-2-272-278>.

73. Кривещенко В., Хмурковський Г., Ляденко Т. Оптимізація логістичних ланцюгів постачання в умовах глобальних криз. *Економіка та суспільство*, 2024. № 63. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-63-110>.

74. Ремзина Н. Особливості управління ланцюгами постачання в умовах кризових явищ. *Розвиток методів управління та господарювання на транспорті*. 2023. № 1 (82). С. 110–124.

75. Терещенко С. І., Євтушенко А. М. Логістичний ланцюг постачання: управління та оптимізація. *Журнал стратегічних економічних досліджень*. 2023. № 6 (17). С. 207–214.

76. Кирій В. В., Брюхно О. В., Глушков А. В. Інвестиційний підхід до оцінки рівня економічної безпеки енергетичних підприємств. *Сталий економічний розвиток: інноваційні підходи та стратегічні перспективи: колективна монографія / За заг. ред. д.е.н., проф. Т. В. Полозової*. Харків: ХНУРЕ, 2024. С. 154-166.