

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет навчально-науковий центр заочної форми навчання
(повна назва)

Кафедра економічної кібернетики та управління економічною безпекою
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Пояснювальна записка

рівень вищої освіти другий (магістерський)

Модель визначення маршруту руху транспортних засобів підприємства
за умов нечітких даних

(тема)

Виконав:

студент 2 курсу, групи ЕКзм-20-1

Водолажченко Д.С.

(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. Кириї В. В.

(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри

(підпис)

Полозова Т.В.

(прізвище, ініціали)

2021 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет навчально-науковий центр заочної форми навчання
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

«_____» _____ 20__ р.
(підпис)

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

студентові Водолажченку Дмитру Сергійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Модель визначення маршруту руху транспортних засобів підприємства за умов нечітких даних

затверджена наказом по університету від 23 жовтня 2021 р. № 160 Стз

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 14 грудня 2021 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 управління операційними витратами підприємства. 2. Фінансово-економічний аналіз діяльності підприємства. 3. Розробка моделі визначення маршруту транспортних засобів підприємства. Висновки. Перелік джерел посилання. Додаток.

1. Об'єкт, предмет, мета і завдання дослідження, 2. Характеристика функцій операційного управління 3. Стратегії розподілу вантажів та транспортних мережі. 4. Етапи комплексного аналізу витрат операційної діяльності підприємства. 5-8. Аналіз діяльності підприємства. 9-10 Модель рішення задачі комівояжера. 11. Практична реалізація моделі

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

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Виконання першого розділу роботи	23.11. 2021-26.11. 2021	виконано
2	Виконання другого розділу роботи	27.11. 2021-30.11. 2021	виконано
3	Виконання третього розділу роботи	01.12. 2021-03.12. 2021	виконано
4	Оформлення роботи	04.12. 2021-05.12. 2021	виконано
5	Перевірка роботи на плагіат	06.12. 2021-07.12. 2021	виконано
6	Підготовка доповіді та ілюстративного матеріалу	08.12. 2021-10.12. 2021	виконано
7	Рецензування роботи	11.12.2021-13.12. 2021	виконано
8	Подання роботи до екзаменаційної комісії	14.12.2021	виконано

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

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 77 с., 12 табл., 12 рис., 48 джерел, 1 додаток.

УПРАВЛІННЯ ВИТРАТИМИ, ОПТИМІЗАЦІЯ МАРШРУТУ, НЕЧІТКІ ДАНІ.

Об'єктом дослідження є процес оптимізації витрат підприємства.

Метою роботи є теоретичне обґрунтування та розробка практичних рекомендацій з управління витратами підприємства за рахунок оптимізації маршруту руху транспортних засобів підприємства.

Розглянуто теоретико-методичні основи управління витратами підприємства. Визначена специфіка управління операційними витратами під час транспортних операцій. Проаналізовано результати фінансово-господарської діяльності ТОВ «ФМ ХЛАДОПРОМ». Здійснений аналіз стану системи управління витратами підприємства. Визначені шляхи вдосконалення системи управління транспортними витратами підприємства на основі побудови оптимальних маршрутів. Розроблена модель оптимізації маршруту руху транспортних засобів за умов нечітких даних. Обґрунтована доцільність використання пропонованої моделі на основі даних підприємства ТОВ «ФМ ХЛАДОПРОМ».

ABSTRACT

Master's thesis: 77 p., 12 tables, 12 fig., 48 sources, 1 exhibit.

COST MANAGEMENT, ROUTE OPTIMIZATION, FUZZY DATA.

The object of research is the process of enterprise costs.

The purpose of the work is the theoretical justification and development of practical recommendations for managing the costs of the enterprise by optimizing the route of movement of vehicles of the enterprise.

The theoretical and methodological bases of enterprise cost management are considered. The specifics of operational operations management taking into account the time of transport operations are introduced. The results of financial and economic activity of «FM KHLADOPROM» LLC are analyzed. Carry out an analysis of the state of system cost management of the enterprise. Transport ways of improvement of system management taking into account priorities on the basis of construction of optimum routes are entered. A model for optimizing the route of traffic in conditions of fuzzy data has been developed. The expediency of using the proposed model on the basis of the data of the enterprises of LLC «FM KHLADOPROM» is substantiated.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Теоретичні аспекти управління операційними витратами підприємства	9
1.1 Зміст операційного управління	9
1.2 Сутність операційних витрат підприємства	13
1.3 Аналіз моделей оптимізації транспортних шляхів підприємства.....	23
Висновки до першого розділу.....	29
2 Фінансово-економічний аналіз діяльності підприємства.....	30
2.1 Аналіз розвитку ринку морозива	30
2.2 Характеристика діяльності ТОВ «ФМ ХЛАДОПРОМ».....	36
Висновки до другого розділу.....	49
3 Розробка моделі визначення маршруту транспортних засобів підприємства	50
3.1 Комплексний підхід до визначення оптимального маршруту транспортних засобів за умов нечітких даних	50
3.2 Практична реалізація моделі	57
Висновки до третього розділу	70
Висновки.....	71
Перелік джерел посилення.....	73
Додаток А Копії публікацій	78

ВСТУП

Управління витратами в сучасних мінливих і кризових умовах постає для менеджменту на перший план. З методологічної точки зору цей процес полягає у формуванні класифікованого переліку контрольованих показників витрат, центрами виникнення, постійному контролю рівня витрат для комплексного та всебічного аналізу витрат, що виникають у поточній діяльності підприємства. Досягнення лідерства по витратах підприємства харчової промисловості вимагає постійного контролю за витратами в умовах нестабільного ринку цін, за умов зберігання ресурсів та продукції, конкурентної боротьби.

Аналіз, як набір наукових методів і прийомів, які дозволяють виявляти закономірності поведінки витрат, як об'єкта дослідження, ґрунтується на достовірній інформації та фактичних подіях. Статистичний аналіз витрат надає можливість констатувати окремі напрями витрат, підстави для висновків щодо центрів витрат, однак не дає розглянути можливість їх зменшення, перенесення на інші ділянки тощо. Моделювання, як метод наукового пізнання надає можливість отримати приблизний результат – в даному випадку рівень витрат – для оцінки змін в внутрішньому та зовнішньому середовищах за умов впровадження інших методів, засобів та шляхів виконання стандартних операційних дій виробничої діяльності підприємства.

Проблемам аналітичного забезпечення управління багато уваги приділяють такі науковці, як М.Г. Чумаченко, Дж. Шанк, В. Говиндараджан, С.З. Мошенський, Є.В. Мних та інші.

Актуальність проблеми зменшення витрат на перевезення в даному випадку розглядається як задача визначення найефективнішого маршруту руху транспортних засобів підприємства. З наукової точки зору це зумовлено тим фактом, що відомі науковці різних країн вже багато років

намагаються відшукати найефективніший спосіб розв'язання класичної задачі комівояжера різними методами, такими як жадібний алгоритм, дерев'яний алгоритм, метод гілок і границь, а також методами, пов'язаними з використанням новітніх комп'ютерних технологій. Така активна наукова зацікавленість пояснюється тим, що задача комівояжера має широке практичне застосування і в галузі економіки, і в галузі планування та оптимізації процесів. Дослідження проблематики є актуальним, праці Стенлі Р., Дрозд Ю. А., Оре О., Базилевич Л. Г., Аніщенко Л. М. та інших науковців досить широко розкривають суть проблеми. Однак переважна більшість евристичних методів дозволяє знайти не найефективніший маршрут, а наближений розв'язок. Крім того в більшості не враховується наближений характер вхідних даних, що значно спрощує пропоновані моделі.

Об'єктом дослідження є процес оптимізації витрат підприємства.

Предметом дослідження є методи та моделі оптимізації маршруту.

Метою роботи є теоретичне обґрунтування та розробка практичних рекомендацій з управління витратами підприємства за рахунок оптимізації маршруту руху транспортних засобів підприємства.

Задачі роботи:

- дослідити зміст та сутність управління витратами підприємства;
- критично проаналізувати існуючі методи оптимізації маршруту руху транспортних засобів підприємства;
- провести аналіз фінансово-економічної діяльності ТОВ «Хладопром»;
- розглянути існуючі на підприємстві механізми управління витратами;
- розробити модель оптимізації руху транспортних засобів підприємства.

Методичною основою для проведення дослідження є вітчизняні та іноземні джерела: монографії, збірники та навчальні посібники з

інтелектуальної власності, статті в періодичних виданнях і тези доповідей на наукових конференціях, звіти дослідницьких компаній, аналітичні матеріали, офіційна статистична звітність підприємства, галузеві веб-ресурси і профільні інтернет-видання, також законодавство України.

Для досягнення поставлених у роботі цілей використовуються такі методи: системного аналізу; аналітичного порівняння; синтезу, методи теорії оптимізації та теорій нечітких даних та інші загальноприйняті методи економічного дослідження.

Апробація результатів дослідження. Основні теоретичні положення та практичні результати проведених досліджень, висновки та рекомендації, які викладені в роботі, доповідались на 2-ій Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні стратегії економічного розвитку: наука, інновації та бізнес-освіта» (Харків, 2021).

Публікації. Результати досліджень опубліковано у 2 наукових працях, у тому числі в 1 статті (у співавторстві) у колективній монографії та у 1 тезах доповідей на конференції.

1 ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ УПРАВЛІННЯ ОПЕРАЦІЙНИМИ ВИТРАТАМИ ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Зміст операційного управління

Операційне управління підприємствами є одним з засобів поточного управління підприємством. Можна визначити операційне управління як:

- управління системами або процесами, які створюють товари та надають послуги;
- сфера управління, пов'язана з проектуванням і контролем процесу виробництва та перепроєктування ділових операцій у виробництві товарів і послуг;
- операційне управління включає планування, організацію, координацію та контроль усіх ресурсів, необхідних для виробництва товарів і послуг компанії, воно включає управління людьми, обладнанням, технологіями, інформацією та всіма іншими ресурсами, необхідними для виробництва товарів та послуг;
- бізнес-функція, відповідальна за управління процесом створення товарів і послуг, є центральною основною функцією кожної компанії;
- це процес, який об'єднує та перетворює різні ресурси, що використовуються у виробничій/операційній підсистемі організації, у продукт/послуги з доданою вартістю в контрольований спосіб відповідно до політики організації;
- це та частина організації, яка займається перетворенням ряду вхідних даних у необхідні (продукти/послуги) необхідного рівня якості;
- це процес, який перетворює вхідні ресурси організації в кінцеві товари (або послуги) за допомогою набору визначених, контрольованих і повторюваних політик;
- процес, за допомогою якого ресурси, що протікають у межах визначеної системи, об'єднуються та перетворюються контрольованим

способом для додавання вартості відповідно до політики, про яку повідомляє керівництво.

Основна роль операційного менеджменту в компанії полягає в його трансформаційній ролі в процесі перетворення таких ресурсів, як сировина, у готові товари та послуги. Трансформаційна роль операційного менеджменту робить цю функцію дуже важливою частиною всієї організації. Як наслідок, вона безпосередньо відповідальна за більшість рішень компанії та за дії, спрямовані на вирішення проблем з дизайном та доставкою продукції. Розробка та управління операціями сильно впливають на те, скільки матеріальних ресурсів витрачається на виробництво відповідних товарів або надання послуг клієнту. Таким чином, ми повинні переконатися, що є достатньо запасів для виробництва кількості, яку необхідно доставити клієнту, і гарантувати, що те, що ми зробили, це те, що хочуть наші клієнти. Характеристика основної функції управління операцією надається в таблиці 1.1.

Операційне управління є функцією, реалізованою в конкретній фірмі для покращення ефективності та фінансового результату.

Процес створення товарів і послуг включає перетворення або перетворення входів у вихідні. Ми можемо розрізняти різні типи введення і виведення. Також слід використовувати один або декілька процесів трансформації (наприклад: зберігання, транспортування, ремонт). Щоб гарантувати отримання бажаного результату, ми повинні враховувати різні вимірювання та різні точки процесу трансформації (зворотний зв'язок), а потім порівнювати їх із раніше встановленими стандартами, щоб визначити, чи потрібні коригувальні дії (контроль виробничих процесів).

Таблиця 1.1 – Характеристика функцій операційного управління

Функція	Характеристика
1	2
Планування	Включає вибір місця для бізнесу та планування виробництва. Місце розташування підприємства безпосередньо залежить від того, наскільки успішним буде бізнес. Цей факт справедливий як для компанії, яка відкриває свою першу фабрику чи магазин, так і для старого бізнесу, який розширюється на нову територію. Серед факторів, які слід враховувати, це близькість до ринків, сировина, пропозиція робочої сили та транспортні об'єкти.
Розпорядження	Операції включають встановлення часу початку та закінчення для кожного кроку виробничого процесу. Вона включає розпорядок та перевірку використання робочої сили, техніки та матеріалів, щоб виробництво рухалося безперебійно..
Організація	Діяльність, яка встановлює структуру завдань і повноважень. Операційні менеджери встановлюють структуру ролей і потік інформації в операційній підсистемі. Вони визначають діяльність, необхідну для досягнення цілей і присвоюють повноваження і відповідальність за їх виконання.
Закупівля	Щоб вести бізнес, компанія потребує сировини для виробництва своїх товарів або надання послуг. Він також повинен мати техніку, канцелярське приладдя та будь-які інші предмети, які він використовує. Отримання сировини, машин і матеріалів є закупівельною функцією виробничого процесу і передбачає отримання найкращої пропозиції для компанії.
Контролювання	Діяльність, яка забезпечує фактичну продуктивність відповідно до запланованих результатів. Щоб гарантувати виконання планів операційних підсистем, керівник операцій повинен здійснювати контроль, вимірюючи фактичні результати та порівнюючи їх із запланованим управлінням операцій. Контроль витрат, якості та графіків є тут важливі функції.
Контроль якості	Контроль якості – це перевірка якості виробленої продукції. Це передбачає нагляд за сортом або свіжістю товарів, їх міцністю або працездатністю, виготовленням або дизайном, нешкідливістю, дотриманням федеральних або галузевих стандартів та багатьма іншими факторами. Системи контролю якості можуть бути такими ж простими, як тестування тисячного виробу або тестування кожен виріб в готовому вигляді.

Продовження таблиці 1.1

1	2
Контроль запасів	Майже всім виробникам і багатьом сервісним підприємствам, таким як хімічистки, потрібні запаси або запаси матеріалів, які вони використовують для виготовлення своєї продукції або надання послуг. Виробники та підприємства, наприклад супермаркети, також зберігають запаси готової продукції на продаж, але запаси коштують дорого. Чим більше інвентарю має бізнес - тим менше у нього капіталу для інших видів діяльності. Вирішуючи, скільки запасів тримати під рукою, ті, хто відповідає за контроль запасів, також мають враховувати інші витрати. Часто постачальник робить знижку на великі замовлення. Деякі підприємства можуть вирішити, що знижки переважають витрати на утримання великого запасу.

Управління фінансами та операцією має співпрацювати в деяких сферах шляхом обміну інформацією та досвідом для досягнення своїх цілей. Особливо ці види діяльності пов'язані в наступних сферах:

- бюджетування. Для планування фінансових потреб необхідно періодично готувати бюджети. Інколи бюджети необхідно коригувати, а результативність щодо бюджету необхідно оцінити;
- економічний аналіз інвестиційних пропозицій. Оцінка альтернативних інвестицій у заводи та обладнання потребує внеску як з боку операційних, так і фінансових працівників;
- надання коштів. Необхідне фінансування операцій, а також обсяг і терміни фінансування можуть бути важливими і навіть критичними, коли коштів не вистачає. Ретельне планування може допомогти уникнути проблем із грошовими потоками.

Незважаючи на те, що управління фінансами та маркетингом також взаємодіє з іншими функціональними сферами організації, такими як:

- юридичні;
- бухгалтерський облік;
- інформаційні системи управління;

- людські ресурси;
- зв'язки з громадськістю.

Нині операційний менеджмент відіграє важливу роль в організаційному управлінні на виробничому підприємстві. Ми можемо виділити багато видів діяльності, які можна розглядати як сферу інтересу з управління операціями. З року в рік з першої половини XX століття і дотепер роль цього виду діяльності була на підйомі. Тепер можна виділити сім основних функцій управління операціями на промисловому підприємстві: планування, розпорядок, закупівля, контролювання, контроль якості та контроль запасів. У кожній із цих сфер операційні менеджери повинні приймати багато рішень, що впливають на ефективність організації.

1.2 Сутність операційних витрат підприємства

Одна з головних проблем компанії витрати – це їх відношення до отриманого прибутку, який особливо в ситуації, коли прибуток виявляє коливання тенденцій в різні фази розвитку компанії. Створення класифікації витрат пропорційно обсягу діяльності та їх розподіл між змінними витратами (залежно від обсягу діяльності) та фіксовані витрати (відносно незалежні від обсягу діяльності) став результатом спроб визначити вищезгадане відношення.

Поняття змінних і постійних витрат знаходиться на рівні окремих економічних суб'єктів, які використовуються для великої кількості завдань вирішення – зокрема для завдання, спрямовані на управління витратами та прибутком виробничі потужності, але й у розв'язанні завдань інвестиційного рішення.

Для дослідження коефіцієнту мінливості витрат по відношенню до продукції у різних галузях економіки необхідно було вибрати правильну базу

даних, щоб відповідати наступним критеріям:

- різноманітність орієнтації секторів виробництва: база даних повинна містити дані різних видів економічної діяльності – виробництво, торгівлі та надання послуг, так щоб фінансові висновки можна було вважати доречними;
- часовий аспект: в ідеальному випадку база даних повинна включати обидва періоди: економічного зростання, а також зниження – лише тоді змінність витрат можна перевірити на різних етапах діяльності компанії розвитку подій.

З практичних міркувань метод кореляційного аналізу, який за своєю суттю вивчає швидкість асоціації двох змінних, було використано щоб оцінити згадане відношення. Дві змінні, що розглядаються в цілому, співвідносяться (або асоціюються), якщо певні значення однієї змінної мають тенденцію з'являтися виразом з певними значеннями іншої змінної; тим не менш, швидкість тенденції може досягати нуля, коли немає кореляції, а також абсолютної кореляції. З точки зору використаного статистичного методу (кореляційний аналіз), ступінь відношення двох випадкових неперервних величин X і Y при використанні досліджує коефіцієнт кореляції. Говорячи про це, наприклад [5], згадати про можливість використання парних, часткових, багатофакторний, або ранговий коефіцієнт кореляції. З іншого боку, Хендл стверджує в основному коефіцієнт кореляції Пірсона r , розрахований з n -парні значення $\{(x_i, y_i)\}$, виміряні в n одиницях (які він вважає найважливішим співвідношенням змінних), і цей тип коефіцієнту кореляції був обраний основним для аналізу вищезазначених даних.

До другої проблеми: суть проблеми – чи використовуємо загальні витрати чи часткові типи витрат на ідентифікацію змінних і постійних складових витрат. Це питання в теорії управління вирішується зокрема шляхом застосування синтетичних та аналітичних моделей витрат. Синтетичні вартісні моделі характерні високим ступенем узагальненості; різними факторами, що викликають витрати та виражаються у відношенні до

витрат у вигляді єдиної загальної причини, яка впливає на їх залягання та висоту. Цей вид вартості особливості моделі з такими основними атрибутами:

- загальні витрати, витрачені на виконання певного обсягу продукції, що є відмітною ознакою та залежність від обсягу виконаної продукції, є предметом дослідження;
- витрати досліджуються на певне виробництво: система в цілому (наприклад, для компанії, фабрики, діяльності, але й окремої операції), не враховуючи їхню внутрішню структуру;
- лише один переважаючий фактор – обсяг виробленої продукції – має впливати виникнення та розвиток витрат.

Аналітичні моделі вартості взято від цитованих авторів характеризуються як моделі, які викривають характери та відносини, що розпізнаються в термінах аналізу синтетичних моделей. Ці ознаки, однак, піддаються подальшому аналізу, який спрямований на вивчення внутрішньої структури витрачених витрат та при більш детальній ідентифікації факторів, впливають на виникнення витрат.

На відміну від синтетичних моделей, аналітичні моделі мають наступні характеристики:

- витрати не вважаються однорідними одиницями; у їх відношенні до кінцевих результатів, витрати визначаються системою функції споживання, виражені через класифікацію за типами;
- витрати не розглядаються для виробничої системи в цілому; їх відношення до індивідуальної діяльності, відповідно до окремих елементів собівартості;
- при вивченні взаємовідносин не один і лише один переважаючий фактор, але ціла структура факторів, що впливають на виникнення і розвиток витрат є основою для дослідження; ці фактори в кінцевому підсумку можна виділити і вивчатися окремо, але також у взаємозалежності з іншими.

Загальна структура економічного аналізу витрат підприємства включає

в себе такі етапи:

- узагальнюючий аналіз витрат;
- аналіз граничного рівня витрат;
- аналіз виконання кошторису витрат;
- аналіз витрат за калькуляційними статтями;
- аналіз нормативної бази формування витрат за видами діяльності;
- аналіз витрат за центрами формування та відповідальності;
- аналіз впливу зміни витрат на кінцеві результати.

Слід відзначити, що економічний аналіз витрат підприємства стане підґрунтям процесу управління, тільки маючи змістовне інформаційне забезпечення.

Інформаційною базою для економістів-аналітиків підприємства є вихідна інформація кошторисів витрат, дані бухгалтерського, статистичного та управлінського обліку, матеріали ревізій та обстежень.

Створюючи інформаційне забезпечення, треба дотримуватися таких принципів та вимог:

- цілісність;
- вірогідність;
- контроль;
- захист;
- однаковість;
- гнучкість;
- стандартизація та уніфікація інформації [1].

До складу інформаційного забезпечення входять методичні інструктивні (нормативні) матеріали, системи класифікації та кодування, а також інформаційні бази даних.

Джерелами інформації для аналізу служать дані звітного характеру, тобто документи управлінського обліку, статистична та бухгалтерська звітність. Ці документи характеризують використання трудових ресурсів,

коштів, фінансові результати, дані про витрати тощо. Використовуються дані фінансової звітності, баланс, звіти, а також податкова звітність.

Особливе місце у аналізі посідають відомості з облікових реєстрів, рахунків, статей, оборотних відомостей, карток та книг обліку, первинних документів, вимогах, нарядах, накладних, передавальних дорученнях тощо.

Усі види планів, що розроблено на фірмі,— плани виробництва, модернізації та стратегічного розвитку, фінансові, збутові, постачання, технологічна документація – широко використовуються для цілей аналізу. Для проведення періодичного (щоденного, місячного, квартального та річного) оперативного аналізу витрат, спираючись на рекомендації, вважаємо за доцільне пропонувати таку «пірамідальну» структуру формування інформаційного забезпечення:

- 1-й рівень – збирання даних з первинних джерел інформації (найбільший обсяг інформації) про виконання виробничих завдань, про наявність та рух матеріалів, сировини по технологічних переділах, постачання матеріалів, відвантаження готової продукції на склад і споживачу;

- 2-й рівень – дані планування та аналізу виробничих процесів, результати оцінки використання трудових ресурсів, завантаження обладнання, використання енергоносіїв, планування періодичних виробничих планів, планів постачання та збуту, планування підготовки серійного виробництва, дані про надходження коштів, облік витрат на виробництво, виконання адміністративних функцій та комерційну діяльність, визначення фактичної собівартості продукції;

- 3-й рівень – формування обмеженого набору ключових показників виробничого процесу, комерційної діяльності та фінансових результатів для першого керівника та інших осіб, які уповноважені приймати управлінські рішення.

Кожний рівень із запропонованої структури даних несе інформаційне забезпечення для аналізу та контролю саме того об'єкта чи місця виникнення

витрат, яке потрібно аналізувати саме зараз, при виникненні потреби аналізу чи контролю. Класифікація даних в групі саме для управлінського аналізу проводиться залежно від видів аналізу, що планується провести, потреб контролю, специфіки кожного підприємства залежно від особливостей виробництва та галузі.

З урахуванням трактування сутності понять «витрати» та «операційна діяльність» у НПСБО 1 «Загальні вимоги до фінансової звітності», а також «витрати» у ПСБО 16 «Витрати», під операційними витратами (або витратами операційної діяльності) промислового підприємства як обліково-аналітичним об'єктом запропоновано розуміти вибуття активів, пов'язане з виробництвом або реалізацією продукції, яке відбувається під впливом структурних та функціональних факторів операційної діяльності та забезпечує одержання конкурентних переваг у галузі функціонування в сучасних умовах господарювання. Схематично запропоноване визначення ілюструє рис.1.1.

Витрати на експлуатацію транспортних засобів відносяться до витрат, які змінюються в залежності від використання транспортного засобу, включаючи паливо, шини, технічне обслуговування, ремонт і витрати на амортизацію, що залежать від пробігу. Маршрути, які змінюють пройдені кілометри транспортних засобів, швидкість і затримки руху, поверхні проїжджої частини або геометрію проїжджої частини можуть вплинути на експлуатаційні витрати транспортних засобів мандрівників, що слід враховувати при аналізі доходів і витрат.

Вартість володіння відноситься до постійних витрат, на які безпосередньо не впливає пробіг транспортного засобу, включаючи залежну від часу амортизацію, страхові та реєстраційні збори, фінансування та паркування для житла.

ТЕХНОЛОГІЯ АНАЛІТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	МЕТОДИЧНІ ІНСТРУМЕНТИ АНАЛІЗУ ВИТРАТ ОПЕРАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ	РІВЕНЬ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ
СТРАТЕГІЧНИЙ АНАЛІЗ ВИТРАТ ОПЕРАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ		
Етап 4	- аналіз витрат за ланцюжком створення вартості; - аналіз витрат за життєвим циклом операційної діяльності; - конкурентний та порівняльний аналіз за прийомом бенчмаркінгу; - аналіз витрат на забезпечення якості	Менеджмент високого рівня (топ-менеджмент)
ОПЕРАТИВНИЙ АНАЛІЗ ВИРОБНИЧИХ ВИТРАТ		
Етап 3	Аналіз собівартості одиниці продукції за функціями виробів і процесами: - аналіз витрат за методом «кайзен-костинг»; - аналіз витрат за методом «таргет-костинг»; - процесний аналіз загальновиробничих витрат (АВ-костинг)	Менеджмент середнього рівня – начальники підрозділів, провідні спеціалісти
Етап 2	Аналіз собівартості окремого виду продукції за складом груп: - у «стандарт-костинг» або при нормативному методі - у «директ-костинг» - у «абсорпшен-костинг»	Менеджмент середнього рівня – начальники підрозділів, провідні спеціалісти
ТРАДИЦІЙНИЙ ПІДХІД ДО АНАЛІЗУ ВИТРАТ ОПЕРАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ		
Етап 1	Аналіз загальної суми собівартості реалізованої продукції: - оцінка обґрунтованості планового рівня собівартості готової продукції (за нормами, цінами на матеріали); - аналіз виконання кошторису виробництва; - аналіз витрат за економічними елементами - аналіз витрат за статтями калькуляції та зміни залишків готової продукції на складі; - аналіз витрат на 1 грн. реалізованої продукції; - аналіз собівартості окремих видів продукції	Економісти, обліковці, нормувальники, технологи, модельєри

Рисунок 1.1 – Методичні етапи комплексного аналізу витрат операційної діяльності підприємства

Маршрути, які змінюють рівень володіння транспортними засобами на душу населення, такі як значні зміни якості альтернативних видів транспорту та доступності транспортних шляхів, можуть вплинути на вартість володіння транспортними засобами, що слід враховувати при аналізі вигод і витрат:

- зміни загальної кількості кілометрів, пройдених транспортними засобами;
- зміни швидкості руху транспортного засобу та затримки через дорожні та дорожні умови;
- норми споживання палива, ціни на паливо та експлуатаційні

витрати, не пов'язані з паливом;

- загальні зміни експлуатаційних витрат транспортного засобу;
- зміни у власності транспортних засобів на душу населення в регіоні;
- середня вартість володіння транспортним засобом;
- загальні зміни вартості володіння транспортним засобом;
- фактори, що впливають на експлуатаційні витрати транспортних засобів.

На вартість транспортних засобів впливають такі фактори:

- тип транспортного засобу – витрати на володіння та експлуатацію залежать від розміру автомобіля, класу та інших характеристик. Вантажівки зазвичай мають набагато вищі витрати на транспортні засоби, ніж легкові;
- швидкість транспортного засобу – швидкість транспортного засобу є домінуючим фактором, що впливає на експлуатаційні витрати транспортного засобу. Зазвичай експлуатаційні витрати зменшуються зі збільшенням швидкості до певної точки, а потім починають зростати зі збільшенням швидкості;
- зміни швидкості – зміни швидкості (також відомі як цикли швидкості) збільшують експлуатаційні витрати автомобіля. Ця додаткова вартість вища, коли швидкісний цикл відбувається на більших швидкостях;
- градієнт – оцінки можуть бути як додатними (вгору), так і негативними (униз). Позитивні оцінки більш вимогливі до двигунів транспортних засобів і вимагають більшої витрати палива. Це призводить до збільшення експлуатаційних витрат. Негативні оцінки можуть знизити експлуатаційні витрати, але також можуть збільшити знос гальм;
- кривизна – крива шосе вимагає більшого виходу енергії від транспортного засобу для протидії відцентровій силі. Це в поєднанні з додатковим зносом шин автомобіля призводить до збільшення експлуатаційних витрат;
- покриття дороги – шорсткість дорожнього покриття може вплинути

на експлуатаційні витрати автомобіля, впливаючи на опір коченню. Шорсткі поверхні можуть знизити швидкість, вимагати більшої витрати палива, збільшити знос шин і збільшити витрати на технічне обслуговування.

Різні оцінки вартості експлуатації транспортних засобів доступні для використання в економічному аналізі. Вони повинні бути оновлені, щоб відображати зміни у витратах та операційній ефективності, які відбуваються з часом. Значення вартості транспортних засобів доступні у консультантів з управління бізнесом і автомобільних клубів. Але ці оцінки базуються на нових транспортних засобах (зазвичай перші чотири або шість років експлуатації транспортного засобу), щоб відобразити типи транспортних засобів, які використовуються підприємствами та членами клубу, і, таким чином, мають тенденцію перебільшувати витрати на фінансування, амортизацію та страхування порівняно з реальними середніми показниками автопарку.

Розрахунок доходів і витрат діяльності може бути таким простим, як використання середньої ціни за милю для всіх аналізованих маршрутів, або настільки ж складним, як застосування моделі, яка розраховує різні типи витрат для різних типів транспортних засобів для кожного сегмента дороги. Окремий аналіз потрібен для маршрутів, які впливають на володіння транспортним засобом і, отже, на вартість володіння транспортним засобом.

Категорії вартості транспортних засобів.

Витрати на транспортні засоби включають прямі витрати користувача на володіння та користування транспортними засобами. Вони вказують на економію, яка є результатом зменшення кількості володіння та використання транспортних засобів. Їх можна розділити на постійні (також звані на основі власності чи часу, на які не впливає кількість проїзду транспортним засобом) і змінні (також звані робочими, граничними або додатковими, які збільшуються зі збільшенням пробігу автомобіля). Деякі витрати зазвичай класифікуються як постійні, такі як амортизація та страхування, фактично збільшуються з пробігом автомобіля. Наприклад, збільшення річного пробігу

транспортного засобу, як правило, збільшує частоту технічного обслуговування та ремонту транспортного засобу та знижує вартість перепродажу. Приватні автомобілі зазвичай амортизуються протягом 10 років, вантажівки та автобуси – понад 20 років.

Зв'язок між витратами палива та швидкістю є найбільш широко зрозумілим з факторів експлуатаційних витрат. Модель Cal-B/C використовує норми споживання палива, отримані з моделей інвентаризації викидів автомобільних транспортних засобів (MVEI) Каліфорнійської ради з повітряних ресурсів, і співвідношення споживання за швидкістю, змодельовані в HEEM. Однак ці криві ефективності мають тенденцію змінюватися з часом через технологічні зміни, тому важливо отримати останні доступні дані.

Ці норми споживання палива можна помножити на кількість транспортних засобів, довжину проїжджої частини та ціну палива, щоб оцінити загальні експлуатаційні витрати, пов'язані з паливом. Витрати на паливо зазвичай становлять найбільшу частину витрат на експлуатацію автомобіля. Витрати на паливо не повинні включати податки на пальне, які вважаються трансфертними платежами.

Витрати, не пов'язані з паливом. Витрати, не пов'язані з паливом, включають витрати на масло, шини, технічне обслуговування та ремонт, а також амортизацію. Модель STEAM оцінює витрати на шини та технічне обслуговування, використовуючи фіксовану ціну за кілометр для автомобілів і вантажівок незалежно від швидкості, ігноруючи амортизацію або витрати на масло. У моделі Cal-B/C використовується така ж фіксована ціна за милю плюс додаткова оцінка амортизації. Ця оцінка амортизації базується на звіті Jack Faucett Associates для FHWA.

Після визначення обох компонентів експлуатаційних витрат транспортного засобу їх можна підсумувати, щоб знайти загальні експлуатаційні витрати транспортного засобу.

Методології Cal-B/C і STEAM оцінюють експлуатаційні витрати

транспортного засобу, використовуючи VMT і швидкість руху. Однак, як було зазначено раніше інші фактори, такі як швидкість їзди транспортного засобу, нахил, кривизна проїжджої частини та покриття дороги також можуть впливати на експлуатаційні витрати транспортного засобу. Для багатьох цілей підходить методологія, яку використовує Cal-B/C. Однак удосконалення транспортних засобів, які суттєво впливають на геометрію дорожнього полотна та/або дорожнє покриття, змінять експлуатаційні витрати транспортного засобу, і їх слід враховувати, якщо це можливо.

1.3 Аналіз моделей оптимізації транспортних шляхів підприємства

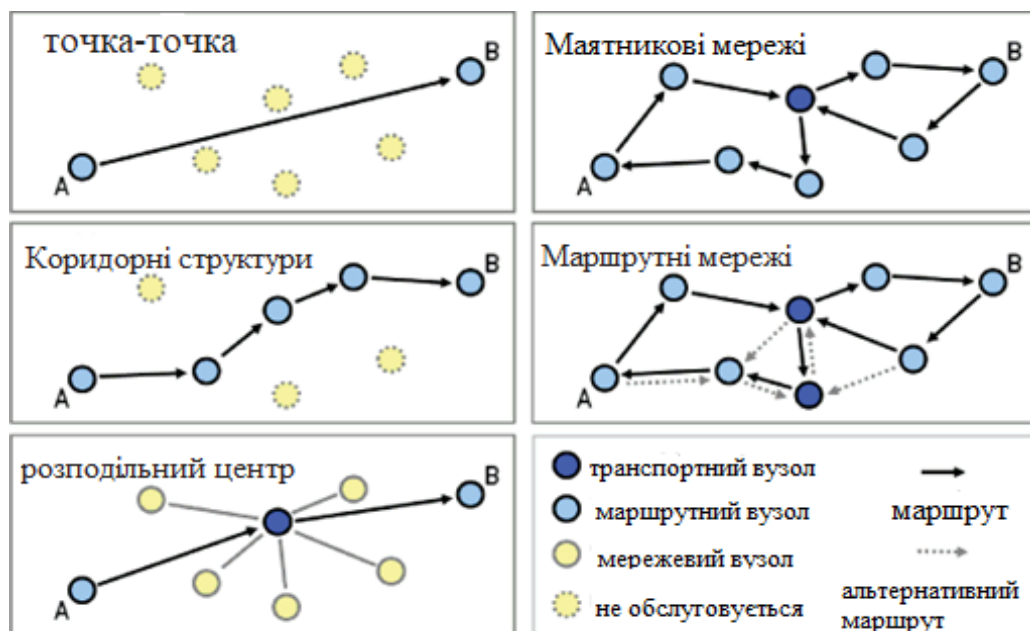
Задача комівояжера (TSP) — це проблема дискретної та комбінаторної оптимізації. Вона відноситься до групи задач NP-складності, її складність $O(n!)$. Математичні задачі, подібні до задачі комівояжера, були спершу розглянуті Ейлером, який хотів знати, яким чином стрибун на шаховій дошці відвідає всі 64 поля лише один раз.

На початку 20-го століття математики Вільям Роуен Гамільтон і Омас Кіркман обговорювали проблеми, які зводяться до проблеми комівояжера, і її рання загальна форма з'являється в 30-х роках 20-го століття. Термін «комівояжер» вперше було використано у 1932 році.

Більшість існуючих програмних рішень дають змогу розрахувати та зрозуміти лиш одне оптимальне рішення. Використовуючи візуальні та об'єктні методи в програмуванні та моделюванні для формування алгоритму детальних критеріїв пошуку, можна моделювати моделі з більш ніж одним оптимальним рішенням для дрібномасштабних шаблонів, з чіткою інтерпретацією результатів, причому не лише оптимальних, але й результатів із приблизно рівними значеннями та їх відхиленням від оптимального. Знаходження великої кількості оптимальних транспортних

відношень надає більшу гнучкість у здійсненні багатоцільового вибору оптимального транспортного відношення, особливо за різні періоди часу. У цій роботі основним критерієм вибору оптимального транспортного сполучення є відстань між містами (торгівельно-транспортними центрами). У випадках однакової або схожої відстані існує можливість динамічного вибору множинних транспортних зв'язків за різні періоди часу, тому з точки зору інших відповідних критеріїв може бути одне оптимальне відношення для певного періоду часу і інше оптимальне співвідношення для інших періодів.

Логістика має чіткий географічний вимір, виражений у вигляді потоків, вузлів і мереж у ланцюжку поставок. Просторова структура сучасних транспортних мереж є результатом просторової структури розподілу. Налаштування мереж веде до зсуву в бік більших центрів розподілу і часто служить значним транснаціональним припливом. Однак національні чи регіональні центри розподілу не зникають, а деякі товари все ще потребують трирівневої системи розподілу (регіональні, національні та міжнародні центри розподілу). Рисунок 1.2 ілюструє п'ять основних мережевих стратегій.



Джерело: Woxenius, J.[6]

Рисунок 1.2 – Стратегії розподілу вантажів та транспортних мереж

У наведеному нижче описі коротко пояснені стратегії розподілу.

Розподіл «точка-точка» є звичайним для завершення спеціалізованих, а також конкретних одноразових замовлень, що часто призводить до неповного завантаження та порожнього повернення. Логістичні вимоги такої структури мінімальні, але залишають відбиток на ефективності.

Коридорні структури розподілу часто зв'язують агломерації високої щільності з такими послугами, як наземний міст, де контейнерні потяги зв'язані з човнами. Трафік уздовж коридору може бути завантажений або розвантажений на місцевих / регіональних розподільних центрах, що діють як суб-хаби в цій системі розподілу.

Зіркоподібні мережі, в основному виникли у зв'язку з розподілом повітряних вантажів і з високопродуктивними розподільними центрами, якими користуються служби посилок. Така структура можлива лише в тому випадку, якщо центр має здатність обробляти великі обсяги вантажів, чутливих до часу. Логістичні вимоги до зіркоподібної структури, або інакше - до структури з вузловими спицями є обширними оскільки ефективність в основному нарощується на терміналі хаба.

Як правило, великий розподільний центр, розташований у хабі, матиме привілейований доступ до терміналу.

Маршрутні мережі, як правило, використовують кругові конфігурації там, де можливо перевантажуватись з одного маршруту на інший у певних вузлах.

Маятникові мережі що характеризують багато контейнерних перевезень є відповідними прикладами розподільних мереж із фіксованою маршрутизацією.

Досягнення гнучкої маршрутизації є складною стратегією роботи мереж, що вимагає високого рівня логістичної інтеграції, оскільки маршрути та вузли змінюються залежно від очікуваних змін попиту на інтегрований вантажний транспорт.

Якщо спостерігати за розподілом товарів, то можна побачити, що його ефективність пропорційна ступеню розбудови транспортної мережі, а стратегічне планування розподілу повинно базуватися на оптимальному руху транспортної мережі. Стратегічне планування вимагає від менеджерів розуміти типи факторів у середовищі і, відповідно, побудувати гнучку та адаптивну транспортну мережу. Гнучкість і адаптивність транспортної мережі можна досягти шляхом оптимізації маршрутів для транспортних засобів, які рухаються від одного місця відправлення до потрібного, або декількох пунктів призначення. Найважливішим оперативним рішенням, пов'язаним з транспортуванням у ланцюжку поставок, є маршрутизація та планування поставок [3].

Задача комівояжера (TSP) може бути сформульована так: вибрати оптимальний шлях за заданим критерієм. При цьому критерієм оптимальності зазвичай є мінімальна відстань між містами або мінімальні витрати на проїзд. Комівояжер повинен відвідати певну кількість міст і повернутися до місця відправлення так, щоб він відвідав кожне місто лише один раз. Проблема комівояжера (TSP) є однією з найбільш вивчених проблем у науці менеджменту. Оптимальні підходи до вирішення задач комівояжера базуються на математичному програмуванні. Але насправді більшість проблем TSP не вирішуються оптимально. Коли проблема настільки велика, що неможливо отримати оптимальне рішення, або коли наближені рішення достатньо хороші, застосовуються евристики. Дві широко використовувані евристики для задачі комівояжера – це процедура найближчого сусіда та евристика заощаджень Кларка і Райта [8]. Складність TSP яскраво продемонстрована на рисунку 1.3.

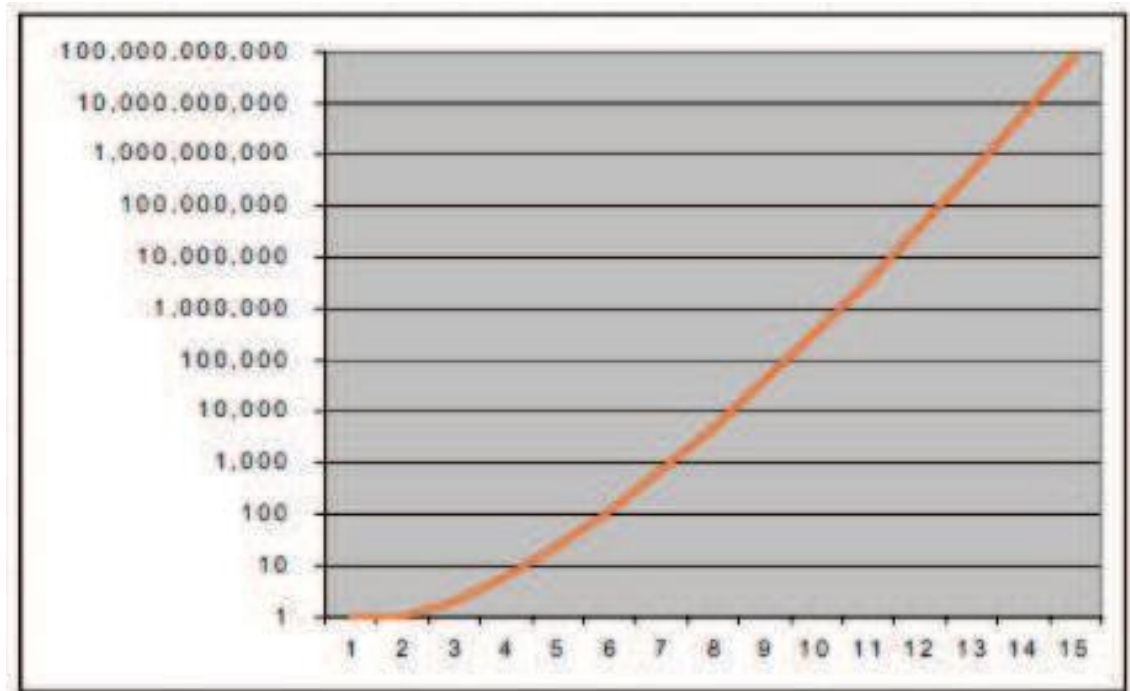


Рисунок 1.3 – Кількість альтернативних маршрутів до n міст

Задача комівояжера (TSP) з точки зору комбінаторної оптимізації може бути сформульована так: заданий набір з n міст C і відстаней d_{ij} від міста i до міста j . Починаючи з даного міста, треба відвідати кожне місто лише один раз, щоб загальна тривалість подорожі була мінімальною. відповідно до наведеного вище визначення, виведіть такі формули та терміни:

– довжини транспортних відстаней (відстаней між містами) симетричні:

$$d_{ij} = d_{ji}, \quad (1.1)$$

– вхідна змінна визначається як кінцева множина міст $C = (c_1 \dots c_n)$, а матриця відстаней визначається через $d(c_i, c_j)$, що вказує на відстань між міста c_i і міста c_j для кожної пари i, j . Оскільки матриця відстаней симетрична, наступна формула застосовується $c_{ij} = c_{ji}$;

– перестановки обчислюються як результуюча змінні, тобто всі

переставлені відношення, які має отримати задана кількість міст. Перестановки $p(1), \dots, p(n)$ з множини $1, \dots, n$ обчислюються та порівнюються так, що сума формули мінімальна.

Отже, проблему комівояжера можна виразити формулою:

$$\sum_{1 \leq i \leq n-1} d(c_{\pi(i)}, c_{\pi(i+1)}) + d(c_{\pi(n)}, c_{\pi(1)}) \quad (1.2)$$

Формула – це сума довжин відносин, починаючи з міста $c_p(i)$, $i=1$, так що кожне місто відвідується в певній послідовності $(c_p(i), c_p(i+1))$ і, зрештою, до повернення до міста початкового відправлення $c_p(1)$. Алгоритм обчислює довжину для всіх можливих відношень і знаходить відношення з найменшою довжиною. Крім того, число можливих відношень є факторіалом від n числа міст, тобто числа перестановок n елементів.

Об'єктна програма для алгоритму детального пошуку в інтерфейсі електронних таблиць досліджує та знаходить усі відносини з мінімальним досягнутим значенням. Крім того, програма може досліджувати і знаходити відносини зі значеннями, близькими до оптимальних (мінімальних) значення із заданим мінімальним відхиленням. Вирішальний фактор для структуризації транспортної мережі з транспортуванням із мінімальними витратами, максимальними прибутками та мінімальним часом є використання відповідних інформаційних технологій та комп'ютерних додатків, які дозволяють розрахувати оптимальну зв'язність вузлів (міст) та спланувати транспортні відносини. Незважаючи на це, рівень використання комп'ютерних методів для оптимізації транспортних мереж у українських компаніях значно нижчий порівняно з потребами та можливостями, які надають природні, людські та технологічні ресурси.

Висновки до першого розділу

В першому розділі кваліфікаційної роботи наведено узагальнену характеристику операційного менеджменту діяльності виробничого підприємства. Доведено, що активний аналіз процесів, що є складовими операційної діяльності дозволить значно покращити рівень управління підприємством:

- зменшити операційні витрати;
- підвищити рівень керованості окремими операціями, процесами, в цілому виробництвом;
- виявити шляхи оптимізації діяльності.

Операційні витрати є загальним поняттям, що об'єднує досить значну кількість статей витрат, пов'язаних з поточною діяльністю, проте прискіпливий погляд на них дозволяє виокремити деякі з них для досягнення окремих цілей підприємства. З метою удосконалення операційної діяльності підприємства в даній роботі виокремлено транспортні витрати підприємства.

В роботі наведено детальний аналіз урахування транспортних витрат з метою їх аналізу та оптимізації, визначено окремі статті таких витрат та характеристики, за якими вони змінюються.

Задача оптимізації транспортних шляхів, відома як задача комівояжера відома досить давно, її вирішенню присвячено багато наукових та практичних доробок. Проте у виробничій діяльності такі рішення не завжди є досконалими через додаткові параметри такої діяльності. Проаналізовані пропоновані рішення, їх позитивні сторони та недоліки.

2 ФІНАНСОВО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

2.1 Аналіз розвитку ринку морозива

За давніх часів, як свідчать археологи та історики, людство ласувало блюдами схожими на морозиво: слов'яни змішували сніг, вершки та мед; китайці – фрукти з льодом, а для імператора добавляли молоко. У Стародавній Греції існували спеціальні добувачі снігу з гірських схилів – швидкі бігуни повинні були доставляти сніг, не давши йому розтанути, який складували у льодовики для заморозки різних продуктів, що ставали бажаною їжею в спекотну погоду. Пройшли тисячоліття, по світу розповсюдились цукор і шоколад, кращі повари експериментували з рецептами і з'явився такий продукт як морозиво.

Сьогодні морозиво найпопулярніший та доступний десерт у світі. За оцінкою Statista, у 2024 р. обсяг світового ринку за даним продукту може скласти 75 млрд. дол. США.

Сучасні тенденції споживання морозива змінюються. Стають популярними сорти які вважаються дієтичними і корисними. У більшості країн зростає попит на товари преміальної якості, такі як «gelato» з інноваційними смаковими добавками, а також безлактозні сорти морозива на основі соєвого, мигдального і кокосового молока, більше уваги приділяється якості інгредієнтів, з яких виготовляється морозиво. Згідно з дослідженням Mintel, кожен другий дорослий споживач вважає високу якість важливішою калорійності і готовий платити більше за якісне, корисне морозиво, виготовлене з натуральних інгредієнтів.

Рисунок 2.1 демонструє світовий об'єм ринку морозива за даними Statista (<https://www.statista.com/>).

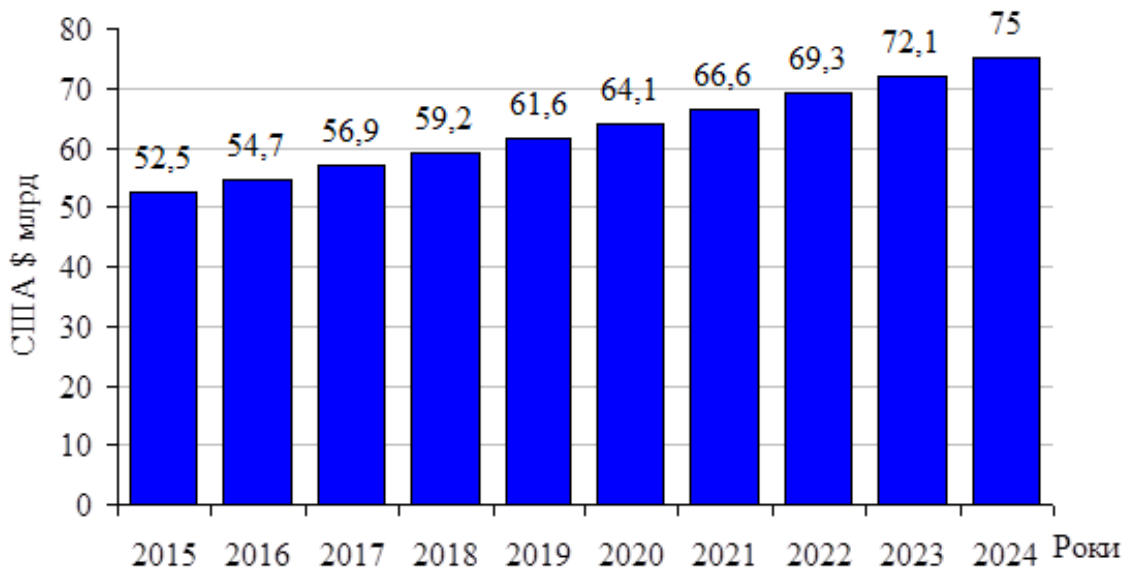


Рисунок 2.1 – Світовий об'єм ринку морозива

Середньорічне зростання в період 2015-2019 років склало 3,3%; в період 2020-2024 років даний показник, складе 4,0%. При цьому, згідно з даними аналітичного огляду, середньорічне зростання в період 2020-2025 років буде вище і складе 7,8%, а світовий ринок морозива до 2025 р. досягне обсягу 98 млрд. дол. США.

Міжнародний торговий центр (International Trade Centre – ITC <https://www.intracen.org/itc/market-info-tools/trade-statistics/>) дає наступну статистику щодо світового імпорту морозива, яка відображена на рисунку 2.2.

Діаграма на рисунку 2.2 показує, що обсяг світового імпорту морозива демонстрував позитивну динаміку зростання до 2019 року включно, з незначним падінням (на 1,7% у натуральному вираженні і на 6,2% у вартісному) у 2020 р.

Обсяг імпорту морозива по країнах за 2016-2020 роки наведені в таблицях 2.1, 2.2.

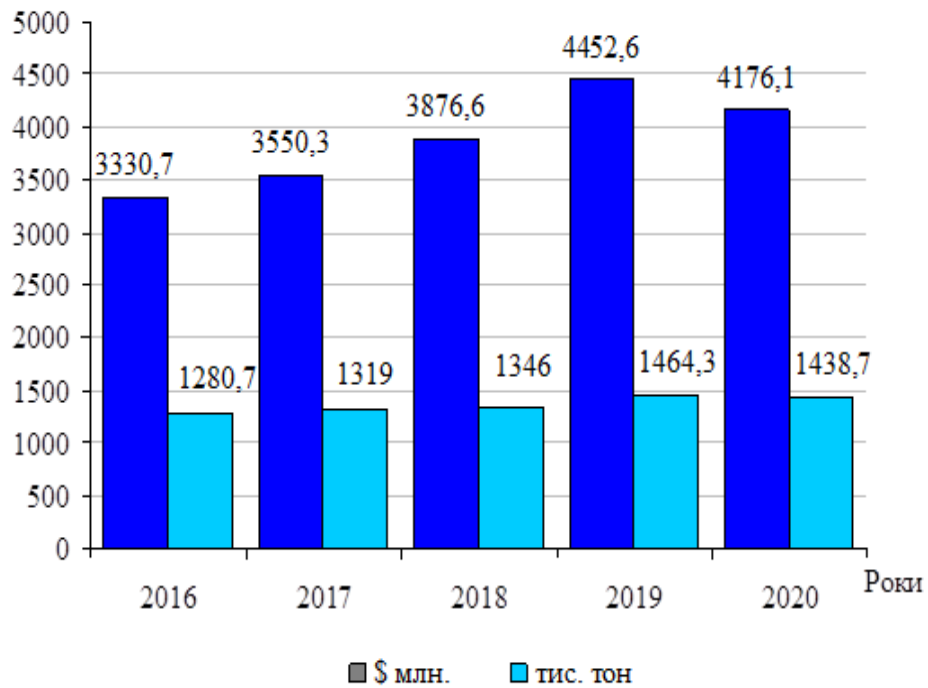


Рисунок 2.2 – Світовий імпорт морозива

Таблиця 2.1 – Обсяг імпорту морозива по країнах за 2016-2020 роки, в млн. дол.

N з/п	Країна	2016 рік	2017 рік	2018 рік	2019 рік	2020 рік	2020 рік (%)
1	Німеччина	295,6	325,6	366,5	456,3	421,5	10,1%
2	Великобританія	283,8	315,3	340,4	433,5	410,4	9,8%
3	Франція	237,9	228,6	230,7	261,1	276,3	6,6%
4	Нідерланди	158,6	189,5	214,1	241,0	250,1	6,0%
5	Іспанія	179,0	180,6	199,3	204,2	194,2	4,7%
6	Бельгія	137,3	171,3	179,1	182,2	191,0	4,6%
7	Італія	133,8	137,0	123,5	116,9	110,5	2,6%
8	Китай	64,7	60,7	67,8	89,1	102,8	2,5%
9	Португалія	73,5	80,4	92,3	99,4	101,2	2,4%
10	Росія	25,5	28,3	36,8	43,6	47,7	1,1%
11	Інші	1 741,0	1 832,9	2 026,2	2 325,3	2 070,4	49,6%
12	Всього	3 330,7	3 550,2	3 876,7	4 452,6	4 176,1	100%

Таблиця 2.2 – Обсяг імпорту морозива по країнах за 2016-2020 роки, в

тис. тонн

N з/п	Країна	2016 рік	2017 рік	2018 рік	2019 рік	2020 рік	2020 рік (%)
1	Німеччина	111,5	125,1	135,3	160,1	155,0	10,8%
2	Великобританія	120,0	127,6	128,0	144,7	147,7	10,3%
3	Франція	82,9	76,7	75,5	81,7	91,8	6,4%
4	Нідерланди	70,3	82,3	84,2	88,8	92,2	6,4%
5	Іспанія	67,6	68,0	68,8	66,6	72,7	5,1%
6	Бельгія	52,1	70,3	63,9	59,3	65,2	4,5%
7	Італія	47,0	47,3	38,5	34,8	34,4	2,4%
8	Китай	17,7	16,5	18,2	21,6	24,7	1,7%
9	Португалія	31,8	34,5	37,0	37,3	38,7	2,7%
10	Росія	8,3	9,7	11,0	13,2	14,8	1,0%
11	Інші	671,5	661,0	685,6	756,2	701,6	48,8%
12	Всього	1 280,7	1 319	1 346	1 464,3	1 438,8	100%

Основними країнами-імпортерами морозива у 2020 р. були:

- Німеччина (421,5 млн. дол. США та 155 тис. тонн);
- Великобританія (410,4 млн. дол. США та 147,7 тис. тонн);
- Франція (276,3 млн. дол. США та 91,8 тис. тонн);
- Нідерланди (250,1 млн. дол. США та 92,2 тис. тонн) (табл. 2.1-2.2; рис.2.3).

Середньорічні темпи зростання світового імпорту: 3,0% (у вартісному вираженні) і 3,8% (у натуральному вираженні).

Україна забезпечує свій ринок морозива на 99%., тобто імпорт становить близько 1%, можливо тому, що українці вважають вітчизняну продукцію найсмачнішою. За останні 5 років експорт українського морозива збільшився у півтора рази — з 4 464,2 тонн у 2016 році до 6 743,0 тонн у 2020 році.

В Україні сильні традиції споживання морозива. Хоча цей продукт вважається сезонним, але потепління клімату (м'якіші зими, більш спекотливе літо) впливають на зростання попиту отже і виробництва

морозива. Це, в свою чергу, спонукало вітчизняних виробників спробувати вийти на світовий ринок морозива. Допомогли «закріпитися» колишні співвітчизники, що проживають зараз за кордоном, які скучили за пломбіром у вафельному стаканчику (за кордоном такий вид морозива майже не випускають). Зараз українське морозиво вийшло за межі спільноти іммігрантів і продається у супермаркетах вже три роки. За чотири місяці 2021 року, експорт морозива збільшився на 20% і склав 2 300,9 тонн. У 2018 році експорт становив 4 464,2 тонн, а у 2020 збільшився до 6 743 тонн.

Найбільше реалізується продукту до Молдови, Китаю, Ізраїлю, Болгарії, Литви та Чехії. Разом з тим, до країн Євросоюзу в поточному році експортовано 1 077,4 тонн, або 46,8% від загального обсягу експорту.

За даними Асоціації українських виробників «Морозиво та заморожені продукти» <http://www.auvm.com.ua> найбільшими регіонами-виробниками морозива в Україні є Житомирська (54,1% від загального обсягу виробництва за п'ять місяців 2021), Харківська (18,5%), Дніпропетровська (11,2%), Львівська (5,6%) та Кіровоградська (4,5%) області. (рис. 2.3).

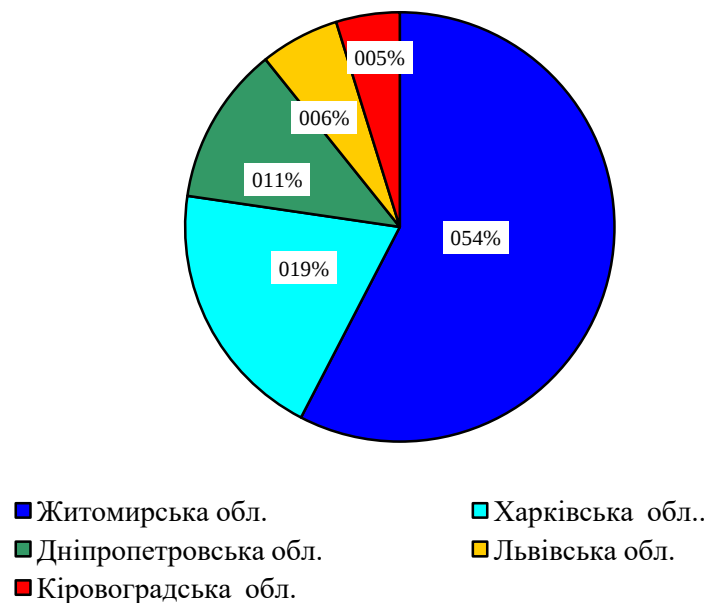


Рисунок 2.3 – Виробництво морозива в Україні за регіонами у 2021 році

Таблиця 2.3 визначає основних постачальників морозива в Україні.

Лідерами виробництва і реалізації продукції у 2019-2020 роках стали:

- ТМ «Рудь» (м. Житомир);
- ТМ «Хладик» (м. Харків);
- ТМ «Лимо» (м. Львів);
- Фірма Ласка (м. Дніпро);
- Ласунка (м. Кропивницький).

Таблиця 2.3 – Виробництво морозива лідерами компаній виробників морозива в Україні у 2019-2020 роках

Назва компанії	Обсяг, тис. т		Зміни (2020/2019)	Доля, %	
	2020 р.	2019 р.		2019 р.	2020 р.
1	2	3	4	5	6
ТМ «Рудь» (м. Житомир)	24,747	24,536	0,9%	25,6%	26,0%
ТМ «Хладик» (м. Харків)	20,000	18,893	5,9%	20,7%	20,0%
ТМ «Лимо» (м. Львів)	14,492	17,066	-15,1%	15,0%	18,1%
Фірма Ласка (м. Дніпро)	13,254	11,893	11,4%	13,7%	12,6%
Ласунка (м. Кропивницький)	10,292	9,205	11,8%	10,7%	9,76%
Три Ведмеді (м. Київ)	4,675	2,924	59,9%	4,84%	3,10%
Галичина Ласунка (м. Тернопіль)	3,172	3,398	-6,7%	3,28%	3,60%
ТМ «Мозаїка» (м. Ізмаїл, Одеська обл.)	1,819	1,491	22,0%	1,88%	1,58%
Полтавахолод (м. Полтава)	1,326	1,415	-6,3%	1,37%	1,50%
ЖЛК-Україна (м. Біла Церква)	1,278	1,245	2,7%	1,32%	1,32%
ТОВ «Укрмолпродукт» (м. Рівно)	0,712	0,448	58,9%	0,74%	0,47%
ТМ Гармонія (м. Лубни, Полтавська обл.)	0,203	0,248	-18,1%	0,21%	0,26%
ТД Мушкетер (м. Дніпро)	0,195	0,781	-75,0%	0,20%	0,83%
ЕлітЛуцьк (м. Луцьк)	0,188	0,467	-59,7%	0,19%	0,50%

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5	6
Обухівський молокозавод (м. Обухів, Київська обл.)	0,173	0,180	-3,9%	0,18%	0,19%
Інші	0,41	0,132	-68,9%	0,04%	0,14%
Всього	96,567	94,322	2,4%	100%	100%

Український ринок морозива характеризують наступні тенденції, що виділили аналітики АВ-group за останні роки:

- позитивна динаміка обсягів внутрішнього споживання морозива;
- стабільний статус п'ятох компаній-лідерів;
- конкурентна боротьба між лідерами виробництва морозива;
- витиснення з ринку дрібних виробників (злиття та поглинання сильнішими компаніями), тобто продовження концентрації. Основні бренди підсилюють свої позиції;
- зростання експорту морозива українськими виробниками та розширення географії експортних поставок;
- велика значимість бренду для вітчизняного споживача морозива;
- формування нових сортів та сегментів (дитяче морозиво, органічне морозиво, морозиво має «радянський смак»).

Одним із самих впливових гравців на Українському ринку морозива та заморожених продуктів являється ТОВ «Фабрика морозива ХЛАДОПРОМ».

2.2 Характеристика діяльності ТОВ «ФМ ХЛАДОПРОМ»

Підприємство має багаторічну історію: від цеху виробництва морозива, що був заснований у 1932 році до великого комбінату, що продовжує розвиватись, розширятись, нарощувати потужності.

ТОВ «ФМ ХЛАДОПРОМ» є суб'єктом господарювання, юридичною особою, яка створена і діє відповідно до чинного законодавства України. Товариство здійснює свою діяльність на комерційній основі в Україні та за її межами відповідно до Статуту підприємства і законодавства України з метою отримання прибутку.

Основним предметом діяльності ТОВ «ФМ ХЛАДОПРОМ» є виробництво та реалізація морозива. Виробництво розташоване на двох майданчиках – у місті Харкові та у місті Сміла Черкаської області, на яких знаходяться виробничі цехи і низькотемпературні склади зберігання.

Продукція підприємства має торгові марки «КАШТАН», «ХЛАДИК» і «ХРЕЩАТИК», а також випускає морозиво під торговими марками клієнтів (Private Label) рис. 2.4.



Рисунок 2.4 – Торгівельні марки «ТОВ ФМ Хладопром»

Підприємство кожного року вдосконалює та урізноманітнює існуючі види готової продукції, враховуючи потреби покупців на ринку (різні об'єми фасування, форми, смаки тощо). ТОВ «ФМ ХЛАДОПРОМ» впроваджує нові види продукції:

- морозиво 12% жиру, сендвіч «Хладик Артек», 75 г.;
- морозиво зі смаком крем-брюле 12% жиру, сендвіч «Хладик Артек», 75 г.;
- морозиво шоколадне 12% жиру, сендвіч «Хладик Артек», 75 г.;
- морозиво пломбір 15% жиру, у вафельному ріжку «Хрещатик Київський Торт», 140 г.;
- морозиво пломбір 15% жиру, сендвіч на печиві з какао «Хрещатик», 75 г.;
- морозиво пломбір 15% жиру, з полуничним наповнювачем у вафельному ріжку «Хрещатик», 140г.

Підприємство оновлює та розробляє більш привабливі та лаконічні дизайном, а також більш удосконалені за інформативністю та зручністю використанні види упаковок. Послуги з розробки дизайну замовляються провідних компаній на ринку постачальників таких послуг. На такі заходи було витрачено 1 227,4 тис. грн

З метою згладжування сезонності, на підприємстві налагоджена дистрибуція заморожених напівфабрикатів: пельмені, вареники, крабові палички і заморожені хлібобулочні вироби, овочі та фрукти.

Власна виробнича лабораторія ТОВ «ФМ ХЛАДОПРОМ» ретельно контролює всю сировину, що надходить для виробництва та перевіряє готову продукцію, що випускається. Смак і склад кожної партії повністю аналізується, беруться необхідні проби і проводяться відповідні експертизи. Для кожної випущеної партії морозива зберігаються арбітражні зразки, які зберігаються протягом усього терміну придатності продукції. ІТ-система дозволяє проводити зворотне відстеження партій продукції та сировини.

Підприємство постійно збільшує обсяги виробництва та розширює ринок збуту, знаходячи нових покупців та розширюючи його територіально, як в Україні, так за її межами.

Процес реалізації організовано в усіх регіонах України, серед найбільших: Харків, Київ, Полтава, Дніпро та інші. Створені нові регіональні підрозділи у містах: Конотоп (Сумська обл.), Краматорськ (Донецька обл.) Миколаїв (Одеська обл.), Хмельницький.

Збільшення обсягу виробництва вимагає розширення території збуту. Для досягнення поставлених цілей планується відкриття трьох нових територіальних підрозділів збуту у містах: Львів, Одеса, Кривий Ріг.

Загальна кількість працівників ТОВ «ФМ ХЛАДОПРОМ» станом на 31.12.2020 р становила 1 121 чол. (в т. ч. жінок – 451 або 40 %). На керівних посадах – 160 працівників (в т.ч. жінок 35%).

Всі громадяни мають рівні можливості при працевлаштуванні на підприємстві, з урахуванням характеру роботи або умов її виконання. Також всім працівникам товариства гарантується повага до прав людини без будь-яких обмежень щодо раси, кольору шкіри, політичних, релігійних та інших переконань, статі, тендерної ідентичності, сексуальної орієнтації, етнічного та соціального походження, віку, стану здоров'я, сімейного та майнового стану, місця проживання, за мовними або іншими ознаками.

На підприємстві у 2020 році були працевлаштовані 49 осіб з інвалідністю.

Для реалізації прав працівників на здорові й безпечні умови праці, пільги та компенсації за роботу у несприятливих умовах підприємством зі встановленою Законодавством України періодичністю проводиться атестація робочих місць за умовами праці, в ході якої спеціалізованими лабораторіями проводяться дослідження факторів виробничого середовища і трудового процесу. Відповідно до оцінки умов праці встановлюються пільги і компенсації, на які працівник має право відповідно до Законодавства України.

Витрати підприємства за 2020 рік на дотримання вимог охорони праці, створення безпечних і нешкідливих умов праці склали набагато більше за передбачений ст.19 Закону України «Про охорону праці» мінімум, який повинен складати не менше 0,5% від фонду оплати праці за попередній рік.

Діяльність підприємства супроводжується суттєвими ризиками, основними з яких є (рис. 2.5):

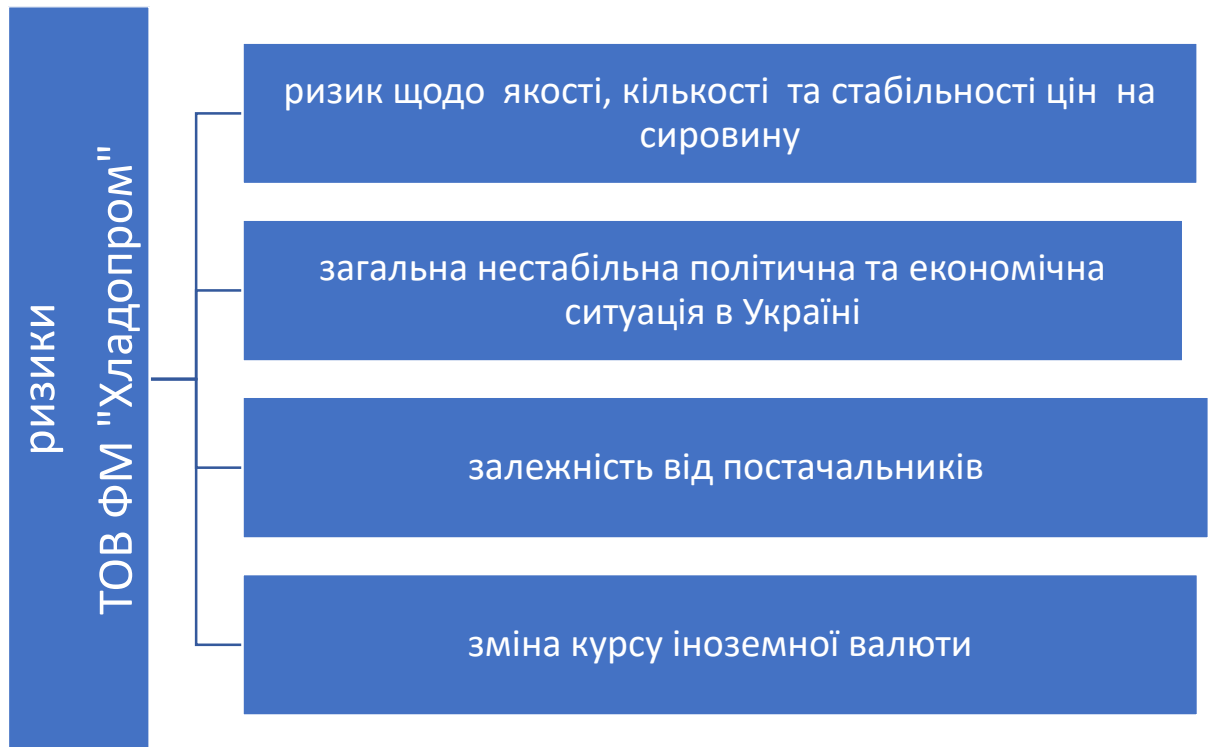


Рисунок 2.5 – Основні ризики ТОВ ФМ «Хладопром»

– ризик щодо якості, кількості та стабільності цін на сировину – вершкове масло. Воно є основним видом сировини для виробництва морозива, є виключною сировиною для виробництва морозива «пломбір», та усіх інших сортів морозива, крім плодово-ягідної групи. Протягом останніх років в Україні через низку зовнішніх та внутрішніх факторів виявляється негативна динаміка ситуація на ринку молочних продуктів та вершкового масла зокрема, Це відбулося в наслідок скасування торгівельних бар'єрів та створення дефіциту цього продукту на внутрішньому ринку, що, в свою чергу веде до зростання ціни. Подальше зростання ціни на вершкове масло

вимагатиме від підприємства збільшення ціни на готову продукцію, що може призвести до падіння попиту на морозиво. Усунення негативного впливу з цього фактору досягається шляхом створення максимального запасу вершкового масла, для поповнення якого використовує також кредитні ресурси;

– залежність від постачальників: для підприємств харчової промисловості постачальники сировини мають значення для ритмічності та безперервності виробничого процесу. Якість та обсяги запасів сировини визначають якість кінцевої продукції, а тому підприємство створює необхідний запас важливих позицій сировини. Проте, оскільки це продукція не споживання необхідного для життя, велике значення мають якість допоміжних матеріалів: упаковка, тара, етикетка, дерев'яні держачи для морозива тощо. Враховуючи кількість сортів готової продукції морозива, яке виробляє підприємство, таке питання набуває першочергового значення, адже незабезпечення наявного асортименту не тільки не задовольняє наявний попит, що призводить до зменшення прибутку, а й призводить до накладання штрафних санкцій покупцями за невиконані замовлення. Тому на підприємстві створений планово-економічний відділ, який займається розрахунком планової потреби у сировині та матеріалах в залежності від плану виробництва готової продукції;

– зміна курсу іноземної валюти. Цей фактор ризику є одним з найголовніших для усіх виробничих підприємств в Україні, і ТОВ «ФМ ХЛАДОПРОМ» не є виключенням. Використання у виробництві європейського обладнання, імпортової сировини, зростання вартості пального та інших товарно-матеріальних цінностей пропорційно збільшує собівартість виробництва та накладні витрати, що зрештою негативно впливає на обсяги реалізації кінцевим споживачам. Єдиним вирішенням цього питання підприємство бачить у зменшенні залежності від коливань курсу валюти, що досягається шляхом власних надходжень у іноземній валюті у результаті експорту продукції за кордон;

— загальна нестабільна політична та економічна ситуація в Україні. морозиво це не продукт найпершої необхідності, а в великій мірі продукт, споживання якого залежить від загальної заможності населення, тому у більш економічно розвинених країнах споживання морозива на душу населення більше у декілька разів, ніж в Україні. Крім того, постійна нестабільна політична та економічна ситуація, яка спостерігається в нашій країні протягом останніх років, ніяким чином не може позитивно впливати на збільшення споживання морозива. Підприємство не може впливати на цей фактор ризику, але на своєму рівні намагається створити для своїх співробітників комфортні умови для праці, забезпечити гідною заробітної платою та загалом створити якісний та доступний продукт, який би дарував лише позитивні емоції від його споживання.

Фабрика Морозива Хладопром» є потужним та щороку зростаючим національним виробником морозива. Компанія представляє собою велику логістичну машину з системою холодних складів та авторефрижераторів по всій країні.

Безпосередній контроль за якістю поставок до власного холодильного обладнання є запорукою регулярного забезпечення улюбленою продукцією наших споживачів.

Фабрика Морозива Хладопром» є потужним та щороку зростаючим національним виробником морозива. Компанія представляє собою велику логістичну машину з системою холодних складів та авторефрижераторів по всій країні.

Безпосередній контроль за якістю поставок до власного холодильного обладнання є запорукою регулярного забезпечення улюбленою продукцією наших споживачів.

Основні техніко-економічні показники діяльності ТОВ «ФМ «ХЛАДОПРОМ» за 2018 – 2020 рр. наведені в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Основні техніко-економічні показники діяльності ТОВ «ФМ «ХЛАДОПРОМ» за 2018 – 2020 рр. (тис. грн.)

Показники	Роки			Зміни, %	
	2018	2019	2020	2019 /2018	2020 /2019
Чистий дохід від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг)	543 475	811 374	1 020 294	149,29	125,75
Собівартість реалізованих товарів, продукції, робіт, послуг	330 884	542 128	473 759	163,84	87,38
Валовий прибуток	212 591	269 246	546 535	126,64	202,98
Адміністративні витрати	9 989	11 642	14 824	116,54	127,33
Витрати на збут	176 685	252 316	426 689	142,80	169,10
Прибуток від реалізації товарів, продукції, робіт, послуг	3 296	7 420	4 868	225,12	65,60
Прибуток (Збиток) до оподаткування	8 675	13 057	42 343	150,51	324,29
Чистий прибуток	7 113	10 638	34 682	149,55	326,02

У 2020 році виручка від реалізації продукції без урахування податків і відрахувань склала 1 020 294 тис. грн., що на 25,75% перевищує аналогічний показник у 2019 році. Впродовж аналізованого періоду спостерігається значне збільшення чистого прибутку на 226,02% до значення 34 682 тис. грн., зменшення собівартості продукції на 12,6% до значення 473 759 тис. грн.

Отримані дані свідчать про ефективну діяльність підприємства.

Тенденція зростання показників ефективності представлена на рисунку 2.6.

Прибуток – це частина виручки після покриття всіх витрат на виробничу і комерційну діяльність. Валовий прибуток – різниця між виручкою та собівартістю реалізованої продукції.

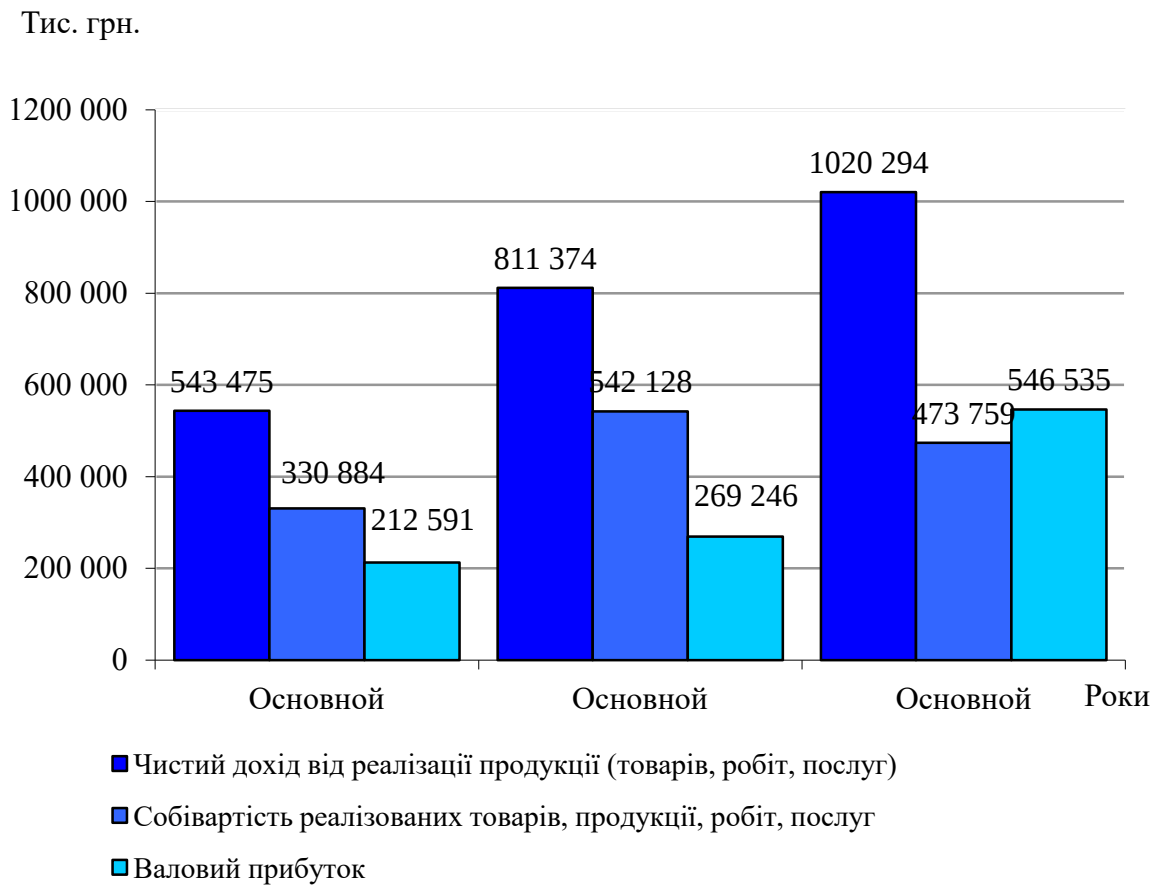


Рисунок 2.6 – Тенденція зміни показників ефективності ТОВ
«Харківський холодокомбінат»

За аналізом таблиці 2.4 можна простежити зміну структури виручки від реалізації продукції, тобто збільшення (зменшення) долі валового прибутку у відсотковому відношенні.

Так доля прибутку у 2018 році складала 39,11% в загальній виручці від реалізації продукції, у 2019 році – 33,18% а у 2020 році – 53,56%.

Зміна структури виручки за 2018-2020 роки представлено на рисунку 2.7.

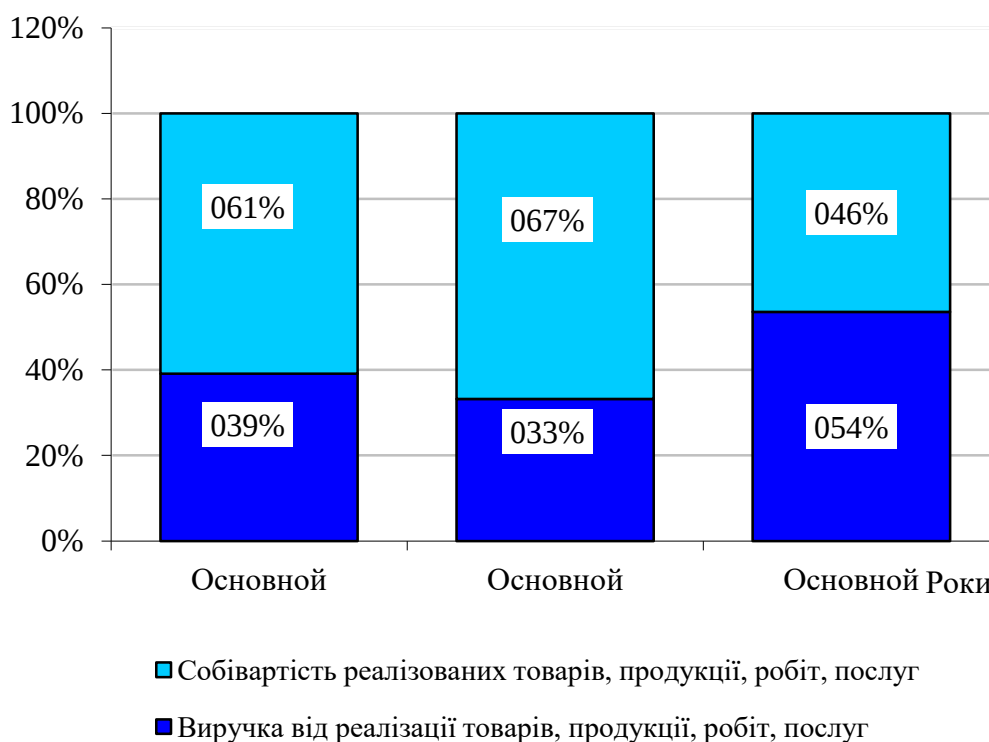


Рисунок 2.7 – Зміна структури виручки ТОВ «Харківський холодокомбінат» в період 2018-2020 роках

З рисунку 2.7 можна побачити що у 2019 році собівартість зросла на 5,93%, але у 2020 році цей показник значно зменшився – на 20%. Така тенденція призвела до росту прибутку від реалізації і збільшення росту показника рентабельності реалізації підприємства.

Витрати від операційної діяльності утворюються певним набором факторів, що поділяються на структурні та функціональні.

До структурних витратоутворюючих факторів відносяться такі, якими оперують під час управління собівартістю реалізованої продукції, тобто: складність операційної діяльності, технологія, досвід, обсяг і т.д. Функціональні витратоутворюючі фактори це: ефективна взаємодія з партнерами (постачальниками, замовниками і т.д.), залучення професійно досвідчених кадрів, ретельне використання потужностей, досконале планування, тобто такі фактори, якими оперують під час управління конкурентоспроможністю готової продукції.

Операційні витрати – це вибуття активів, що пов’язане з виробництвом або реалізацією продукції і на яке впливають витратоутворюючі фактори: функціональні та структурні. Структуру витрат від оперативної діяльності зображено на рисунку 2.8.

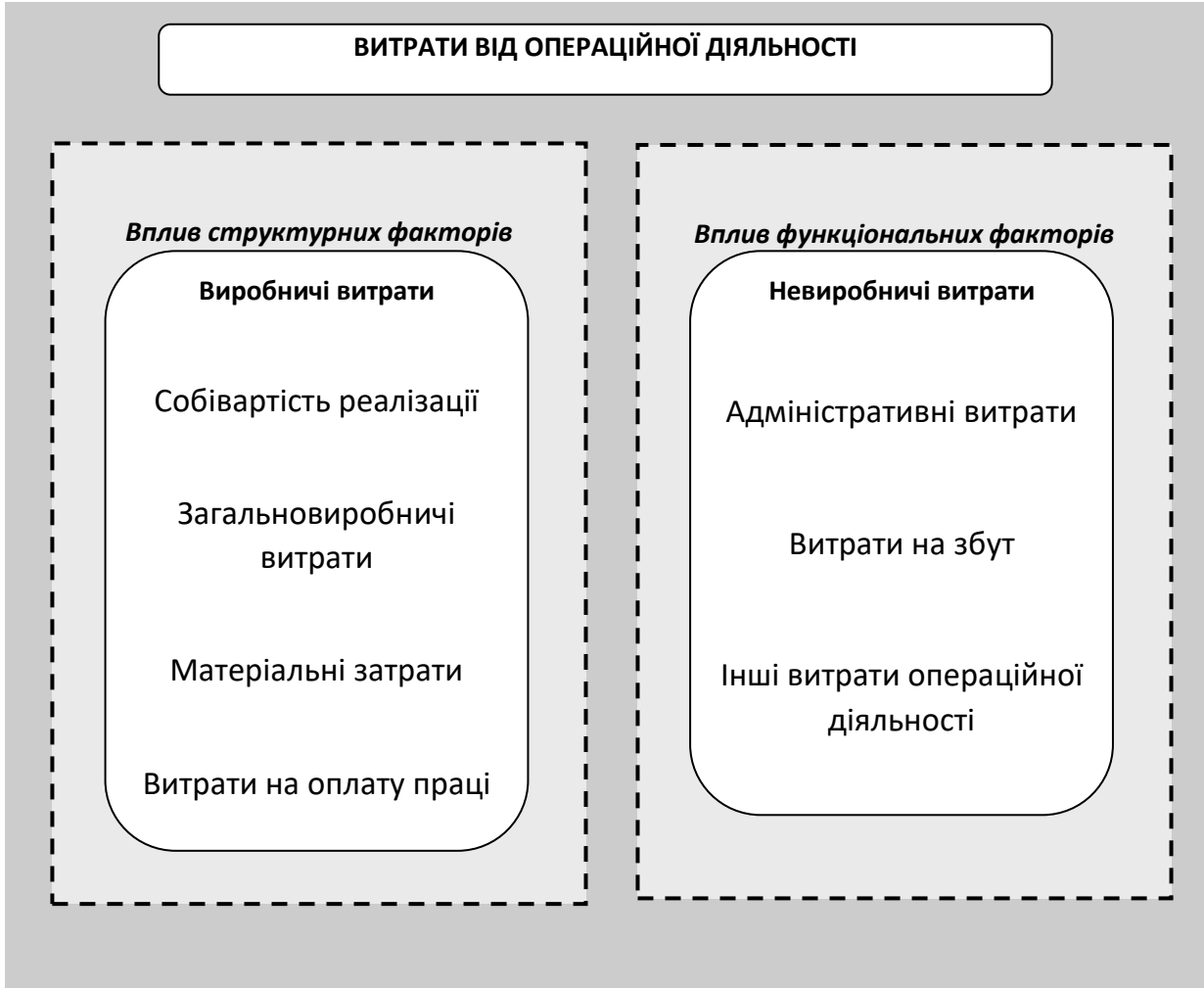


Рисунок 2.8 – Характеристика витрат операційної діяльності

Елементи операційних витрат ТОВ «Фабрика морозива Хладопром» зведені в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 – Операційні витрати ТОВ «Фабрика морозива Хладопром»

Показники	Роки			Зміни, %	
	2018	2019	2020	2019 /2018	2020 /2019
Собівартість реалізованих товарів, продукції, робіт, послуг	330 884	542 128	473 759	163,84	87,38
Матеріальні затрати	329 677	431 987	494 059	131,03	114,37
Витрати на оплату праці	64 494	85 137	116 501	132,01	136,84
Відрахування на соціальні заходи	14 070	18 820	25 618	133,76	136,12
Амортизація	17 162	16 690	19 839	97,25	118,87
Інші витрати операційної діяльності	126 142	185 863	247 946	147,34	133,40
Адміністративні витрати	9 989	11 642	14 824	116,54	127,33
Витрати на збут	176 685	252 316	426 689	142,80	169,10
Інші операційні витрати	3 217	8 301	7582	258,03	91,33
Всього	1 072 320	1 552 884	1 826 817	144,81	117,64

Аналіз складових операційних витрат у 2020 році показав, що у відсотковому відношенні найбільша доля належить матеріальним затратам (27,04%); собівартості – 25,93%; витратам на збут – 23,36%. (рис. 2.9) Підприємство повинно прагнути до зменшення цих показників.

Можна побачити, що з 2019 року по 2020 рік зменшення виявили показники собівартості – на 12,62% та інших операційних витрат – на 5,67%. Це – є позитивним моментом.

За останніх два роки загальна сума витрат збільшилась на 273 933 тис. грн. На цю величину найбільше вплинули такі показники як витрати на збут – 69,1%, витрати на оплату праці – 36,84%, відрахування на соціальні заходи – 36,12%. Підвищення витрат на збут обумовлене відкриттям нових підрозділів підприємства по збуту, проектом і виготовленням упаковок для нової продукції, рекламою, тощо. Витрати на

оплату праці зросли із зростанням кількості працівників на основному комбінаті і його підрозділах, в тому числі і поза Харковом.

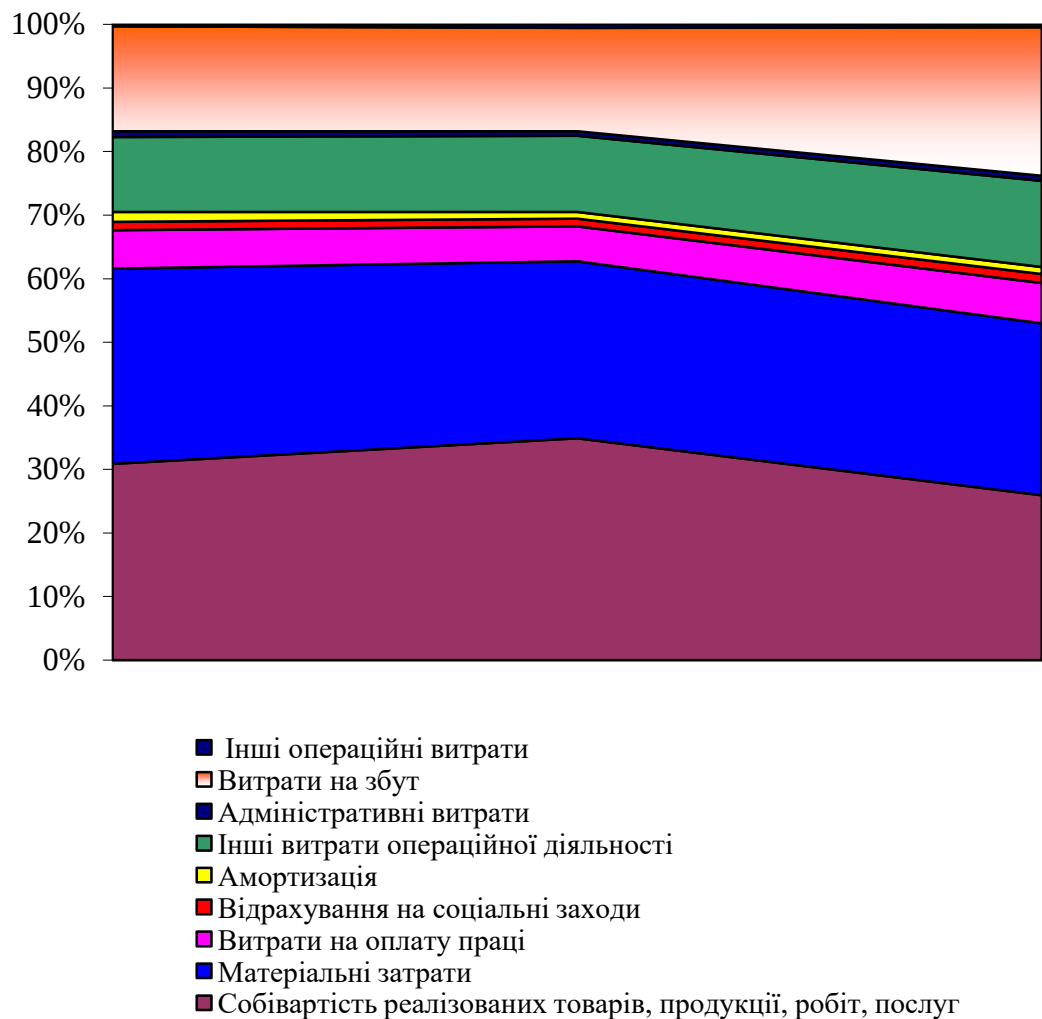


Рисунок 2.9 – Складові операційних витрат

Відрахування на соціальні заходи підвищились тому, що витрати підприємства за 2020 рік на дотримання вимог охорони праці, створення безпечних і нешкідливих умов праці склали набагато більше за передбачений ст.19 Закону України «Про охорону праці» мінімум, який повинен складати не менше 0,5% від фонду оплати праці за попередній рік, а також із-за встановлених пільг і компенсацій, на які працівник має право відповідно до Законодавства України.

Висновки до другого розділу

В другому розділі кваліфікаційної роботи проведено аналіз діяльності підприємств харчової промисловості, що спеціалізуються на виготовленні морозива.

Наведено характеристику діяльності ТОВ «ФМ ХЛАДОПРОМ». Підприємство є одним з провідних на ринку морозива в Україні, підприємство має стабільний попит на продукцію, проте висока конкуренція на ринку потребує постійної уваги до якості продукції, системи збуту та якості ресурсів, що використовуються на виробництво. Проаналізовано структуру витрат підприємства, визначено шляхи покращення діяльності.

3 РОЗРОБКА МОДЕЛІ ВИЗНАЧЕННЯ МАРШРУТУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПІДПРИЄМСТВА

3.1 Комплексний підхід до визначення оптимального маршруту транспортних засобів за умов нечітких даних

Функціонування системи економічної безпеки підприємства залежить від якості, повноти, достовірності та своєчасності інформації, яка формується самим підприємством і надходить назовні. Якісну інформацію можна отримати лише завдяки взаємозв'язку бухгалтерії з іншими структурними підрозділами підприємства. Витрати на формування та управління такою безпекою є важливою частиною обліково-аналітичної інформації щодо економічної безпеки підприємства. Вивчення ролі витрат в управлінні економічною безпекою підприємства може мати досить розгалужену мережу напрямів [1].

У бухгалтерському обліку основою формування витрат, пов'язаних з певною діяльністю, є функціональний підхід, який передбачає віднесення витрат до того чи іншого виду залежно від сфер діяльності – виробничої чи невиробничої. Такий підхід є недостатньо розумним з точки зору витрат на економічну безпеку. Наприклад, за правилами бухгалтерського обліку витрати на охорону праці відображаються на рахунку 91 «Загальні витрати виробництва» і вважаються витратами на виробництво, тобто стосуються всього підприємства.

Однак, згідно з інструкціями в плані бухгалтерського обліку, загальні виробничі витрати відносяться до допоміжної виробничої діяльності, і в цьому випадку їх зміст не зовсім відповідає їх економічній природі. Розглядаючи витрати на фізичний захист основних засобів та інших матеріальних цінностей, які викликають збут продукції підприємства, ми розуміємо, що забезпечення їх збереження стосується всіх сфер діяльності підприємства, а не лише діяльності, пов'язаної з реалізацією продукції.

У системі бухгалтерського обліку витрати розрізняють як витрати, що входять до собівартості продукції (витрати виробництва), так і витрати, що фінансуються за рахунок прибутку (невиробничі витрати). За цими правилами витрати на охорону праці списуються на собівартість продукції, а представницькі витрати компенсуються прибутком.

Тому витрати економічної безпеки можна класифікувати як внутрішньоорганізаційні та трансакційні. Варто з'ясувати, які витрати слід віднести до тієї чи іншої класифікаційної групи.

Проблема комівояжера TSP – це проблема комбінаторної оптимізації, де завдання складається з набору вузлів (міст), а вартість (відстань, час або вартість перевезень) відомі між будь-якими двома вузлами. Продавець стартує з міста відправлення, відвідує всі міста рівно один раз і повертається в місто, з якого він стартував, таким чином, щоб загальна відстань, час або вартість були мінімально можливими.

Тому метою завдання є знаходження найкоротшого шляху (туру) через безліч міст, які необхідно відвідати, таким чином, щоб кожне місто було відвідане тільки один раз, за винятком міста відправлення, який він відвідує двічі [7].

В галузі дослідження для задачі комівояжера було розглянуто два типи методів. При визначенні типу задачі для задачі комівояжера було прийнято матрицю даних задачі. Матриця даних проблеми – це відстань, величина, прийнята між кожними двома вузлами у проблемі, називається евклідовою, тобто з обчисленим значенням. Було виділено два типи проблеми [7]:

- симетрична;
- асиметрична.

Тобто коли вартість шляху між містами однакова поза залежністю з якого місця в яке прямує комівояжер, або, навпаки, коли вартість різна в залежності від того, прямий чи зворотній порядок та напрям руху. Відповідно до цієї концепції, проблема може бути представлена для вищезгаданих видів наступним чином [5,8]:

Симетрична проблема. Цей тип проблеми може бути представлений таким чином:

$$\begin{aligned} X(i, j) &= X(j, i), \\ i &= 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n, \end{aligned} \quad (3.1)$$

Асиметрична проблема:

$$\begin{aligned} X(i, j) &\neq X(j, i), \\ i &= 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n. \end{aligned} \quad (3.2)$$

Розглянемо математичну модель задачі комівояжера з наявністю мультицілі. Математична модель може бути сформульована так [5,7,8]:

— за наявності одноцільового завдання математична модель виглядає так:

$$\left\{ \begin{aligned} &\text{Minimize } Z_1 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \\ &x_{ij} + x_{ji} \leq 1 \\ &\sum_{i=1}^m x_{ij} = 1 \\ &\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \\ &x_{ij} \geq 0 \end{aligned} \right. , \quad (3.3)$$

де:

$$\begin{aligned} i &= 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad i \neq j \\ c_{ij} &= 0 \text{ де } i = j, \end{aligned} \quad (3.4)$$

де c_{ij} – значення змінної для конкретної одиниці виміру від міста i до міста j
та критерій для симетричної задачі комівояжера, якщо $c_{ij} = c_{ji}$;

n – кількість значень параметрів змінної рішення;

m – кількість змінних рішення та $n = m$;

x_{ij} – змінну рішення для двох випадків:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{де } i \rightarrow j \text{ найдено} \\ 0 & \text{інакше} \end{cases} . \quad (3.5)$$

За наявності багатоцільових завдань математична модель виглядає так:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Max or Min } Z_r = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \\ \sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \\ \sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \\ x_{ij} + x_{ji} = 1. \quad \forall i, j \end{array} \right. , \quad (3.6)$$

де:

$$\begin{aligned} i &= 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad i \neq j, \\ r &= 1, 2, \dots, k \\ x_{ij} &\geq 0 \quad c_{ij} = 0 \text{ всі } i = j. \end{aligned} \quad (3.7)$$

Оскільки c_{ij} є значення змінної певної одиниці виміру від міста i до міста j та вищевказаний критерій вважається симетричною задачею комівояжера, якщо він ($c_{ij} = c_{ji}$):

n – кількість значень параметрів змінної рішення, і (m) є кількість змінних рішення і завжди є ($n = m$);

k – кількість цілей у дослідженні;

x_{ij} – змінна рішення і наступним чином:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{де } i \rightarrow j \text{ знайдено} \\ 0 & \text{інакше} \end{cases} . \quad (3.8)$$

Існують два основні способи вирішення задач програмування цілей, а саме [9,10]:

Зважений метод програмування цілей: цей метод залежить від визначення зважених ваг для кожної мети. Ці ваги є коефіцієнтами змінних відхилень, які є в кожній меті; наприклад, якщо у компанії є проблема, яку вона хоче вирішити, і вирішення цієї проблеми полягає в досягненні трьох цілей, особа, яка приймає рішення, надасть найважливішій меті більшої ваги, ніж решті, і так далі.

Випереджальний метод програмування цілей. Ваговий алгоритм характеризується складністю досягнення найкращого рішення для множини цілей, в якому складність полягає у визначенні ваг та їх важливості для інших цілей, що залишилися. Тому особи, які приймають рішення, вважають за краще використовувати натомість метод пріоритетів, при якому найбільш важлива мета отримує перший пріоритет, потім слід менш важлива мета і так далі відповідно до класифікації особи, яка приймає рішення.

Ці два методи представляють і втілюють множину цілей однієї функції мети, яка є оптимізується на мінімумі. Визначення ваги та пріоритетів для кожної мети не підпорядковується певному закону або конкретній формулі, а, швидше, вони розробляються особою, яка приймає рішення, та бажанням надати важливим цілям більшого пріоритету, ніж іншим.

Нечіткі попередні відомості.

Заде висунув теорію нечітких множин у 1965 році. Теорія нечітких множин надала математичну модель для роботи з неточними поняттями та проблемами, які мають багато можливих рішень. Наступні визначення

нечітких чисел і деякі основні арифметичні операції з них можуть бути корисні [9].

Нечітка кількість $\tilde{A}$ - це трикутне нечітке число, представлене у вигляді (a_1, a, a_2) [40,41] функцією приналежності $\mu_{\tilde{A}}(x)$:

$$\mu_A(x, a_1, a, a_2) = \begin{cases} 0, & \text{якщо } x < a_1 \\ \frac{x-a_1}{a-a_1}, & \text{якщо } a_1 \leq x \leq a \\ \frac{a_2-x}{a_2-a}, & \text{якщо } a \leq x \leq a_2 \\ 0, & \text{якщо } x > a_2 \end{cases}, \quad (3.9)$$

α -відрізком трикутного нечіткого числа $A = (a_1, a, a_2)$ є замкнутий інтервал.

Нехай $\tilde{A} = (a_1, \alpha_1, \beta_1)$ та $\tilde{B} = (a_2, \alpha_2, \beta_2)$ - два трикутні нечіткі числа. Тоді [40]:

$$\tilde{A} \oplus \tilde{B} = (a_1, \alpha_1, \beta_1) \oplus (a_2, \alpha_2, \beta_2) = (a_1 + a_2, \alpha_1 + \alpha_2, \beta_1 + \beta_2), \quad (3.10)$$

$$\tilde{A} \ominus \tilde{B} = (a_1, \alpha_1, \beta_1) \ominus (a_2, \alpha_2, \beta_2) = (a_1 - a_2, \alpha_1 - \alpha_2, \beta_1 - \beta_2). \quad (3.11)$$

Визначимо функції ранжування для нечітких множин.

Зручним методом порівняння нечітких чисел є використання ранжування функції [41,42]. Ранжуюча функція:

$$\mathfrak{R}: F(R) \rightarrow R, \quad (3.12)$$

де $F(R)$ – множина всіх нечітких чисел, визначених на множині дійсних чисел, перетворює кожне нечітке число в дійсне число з $F(R)$.

Нехай $\tilde{a}$ та $\tilde{b}$ - два нечіткі числа в $F(R)$, тоді:

$$\begin{aligned}
\tilde{a} &\geq_{\mathfrak{R}} \tilde{b} \text{ якщо і тільки якщо } \mathfrak{R}(\tilde{a}) \geq \mathfrak{R}(\tilde{b}), \\
\tilde{a} &>_{\mathfrak{R}} \tilde{b} \text{ якщо і тільки якщо } \mathfrak{R}(\tilde{a}) > \mathfrak{R}(\tilde{b}), \\
\tilde{a} &=_{\mathfrak{R}} \tilde{b} \text{ якщо і тільки якщо } \mathfrak{R}(\tilde{a}) = \mathfrak{R}(\tilde{b}).
\end{aligned} \tag{3.13}$$

Нехай $\mathfrak{R}$ – будь-яка лінійна функція ранжирування. Тоді:

$$\begin{aligned}
\tilde{a} &\geq_{\mathfrak{R}} \tilde{b} \text{ тоді і тільки тоді якщо } \tilde{a} - \tilde{b} \geq_{\mathfrak{R}} \tilde{0}, \\
\tilde{0} &\text{ тоді і тільки тоді якщо } -\tilde{b} \geq_{\mathfrak{R}} -\tilde{a}.
\end{aligned} \tag{3.14}$$

Якщо $\tilde{a} \geq_{\mathfrak{R}} \tilde{b}$ та $\tilde{c} \geq_{\mathfrak{R}} \tilde{d}$, тоді:

$$\tilde{a} + \tilde{c} \geq_{\mathfrak{R}} \tilde{b} + \tilde{d}. \tag{3.15}$$

Функції ранжування для трикутного нечіткого числа.

Трикутне нечітке число $\tilde{a} = (a_1, a, a_2)$ чи (a, α, β) , функція ранжування задається:

$$\mathfrak{R}(\tilde{a}) = \frac{1}{2} \int_0^1 (\inf a_\alpha + \sup a_\alpha) d_\alpha, \tag{3.16}$$

де a_α це α – кут на $\tilde{a}$.

Це зменшується до:

$$\mathfrak{R}(\tilde{a}) = \frac{1}{4} (a_1 + 2a + a_2) \text{ чи } \{a + \frac{(\beta - \alpha)}{4}\}. \tag{3.17}$$

Тоді трикутне нечітке число $\tilde{a} = (a, \alpha, \beta)$ та $\tilde{b} = (b, \gamma, \theta)$, має $\tilde{a} \geq_{\mathfrak{R}} \tilde{b}$ якщо і тільки якщо:

$$\mathfrak{R}(\tilde{a}) = [a + \frac{(\beta - \alpha)}{4}] \geq [b + \frac{(\theta - \gamma)}{4}] = \mathfrak{R}(\tilde{b}). \tag{3.18}$$

3.2 Практична реалізація моделі

Фабрика Хладопром – одна з найвідоміших фабрик обробки молока в Україні. Фабрика виробляє різні види молочних продуктів. Виробництво в основному залежить від сирого молока, яке фабрика закуповує в деяких селах і сільських районах навколо Харкова використовуючи вантажівку-рефрижератор для збору та транспортування молока з центрів збору в цих районах на фабрику Хладопром як перший етап, а також транспортування готової продукції та розподілу її з фабрики Хладопром до торгових центрів як другий етап.

Розробка плану для процесу збирання та транспортування сирого молока від його джерел до заводу за наявності чотирьох цілей та бажання особи, яка приймає рішення, надати важливим цілям більшого пріоритету, ніж іншим, ці цілі відповідно до їх важливості є наступні.

Перша мета – отримати молоко з високою щільністю жиру. Відсоток щільності молочного жиру, який відсоток вимірюється відділом контролю якості на заводі, що є нечітким відсотком. Відділ контролю якості визначив нечіткий відсоток жирності молока в ряді чотирьох зазначених центрів, які виглядають так:

- центр Красноград = (38%, 48%, 58%), Фудайлія;
- центр Лозова = (35%, 45%, 55%), Алкамалія;
- центр Мерефа = (26%, 36%, 46%), Хан Бані Саад;
- центр Валки = (25%) , 35%, 45%). Халіс.

Завод прагне отримати вершки з високою густиною жиру, оскільки це сприяє підвищенню якості кінцевого продукту для всіх видів морозива.

Друга мета – збирання та транспортування молока за мінімально можливий час.

Дані нечіткого часу (у хвилинах) на процес збирання та транспортування молока з районів, де є сире молоко, а також часу, необхідного для поїздки з одного району до іншого, наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Нечіткий час (у хвилинах) між заводом (Харків) та центрами збору молока та між тими ж районами

	Харків	Красноград	Лозова	Мерефа	Валки
Харків	(0,0,0)	(25,35,45)	(35,45,55)	(40,45,50)	(60,70,80)
Красноград	(25,35,45)	(0,0,0)	(15,20,25)	(22,25,33)	(65,70,75)
Лозова	(35,45,55)	(15,20,25)	(0,0,0)	(20,25,30)	(60,70,80)
Мерефа	(40,45,50)	(22,25,33)	(20,25,30)	(0,0,0)	(50,60,70)
Валки	(60,70,80)	(65,70,75)	(60,70,80)	(50,60,70)	(0,0,0)

Третя мета – збирання та транспортування молока з мінімально можливими витратами на паливо.

Дані нечіткої вартості спожитого палива (у динарах) для вантажівок, що використовуються для збирання та транспортування сирого молока із центрів збору молока на завод, а також нечіткої вартості спожитого палива для переміщення між одним центром та іншим, як показано в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Нечітка вартість палива, що споживається вантажівками, що використовуються в процесі збирання та транспортування молока

	Харків	Красноград	Лозова	Мерефа	Валки
Харків	(0,0,0)	(8,10,12)	(9,11,13)	(11,13,15)	(15,17,19)
Красноград	(8,10,12)	(0,0,0)	(3,5,7)	(5,7,9)	(16,18,20)
Лозова	(9,11,13)	(3,5,7)	(0,0,0)	(4,6,8)	(15,17,19)
Мерефа	(11,13,15)	(5,7,9)	(4,6,8)	(0,0,0)	(16,18,20)
Валки	(15,17,19)	(16,18,20)	(15,17,19)	(16,18,20)	(0,0,0)

Четверта мета - кількість попиту (в тонах) сирого молока не менше ніж 25 тонн на день. Дані нечіткого запиту кількості сирого молока з центрів збору (визначеного особою, яка приймає рішення на заводі), і ці кількості були визначені відповідно до відсотка жиру в ньому та в кожному центрі таким чином:

- центр Красноград = (7,9,11) тонн сирого молока;
- центр Лозова = (5,6,7) тонн сирого молока;
- центр Мерефа = (3,4,5) тонн сирого молока;
- центр Валки = (2, 4,6) тонн сирого молока.

Побудова нечіткої математичної моделі для першого етапу. Нечітка математична модель побудована для першого етапу, який полягає у збиранні та транспортуванні сирого молока від джерел (центрів збору) до заводу, відповідно до загальної формули нечіткого методу багатоцільового завдання комівояжера.

Змінні нечіткої математичної моделі. Змінні рішення та їх нечіткі параметри представлені у таблиці 3.3 наступним чином:

Таблиця 3.3 – Матриця змінних рішень та їх нечітких властивостей

	x_0	x_1	x_2	x_3	x_4
x_0	0	$\tilde{c}_{01}x_{01}$	$\tilde{c}_{02}x_{02}$	$\tilde{c}_{03}x_{03}$	$\tilde{c}_{04}x_{04}$
x_1	$\tilde{c}_{10}x_{10}$	0	$\tilde{c}_{12}x_{12}$	$\tilde{c}_{13}x_{13}$	$\tilde{c}_{14}x_{14}$
x_2	$\tilde{c}_{20}x_{20}$	$\tilde{c}_{21}x_{21}$	0	$\tilde{c}_{23}x_{23}$	$\tilde{c}_{24}x_{24}$
x_3	$\tilde{c}_{30}x_{30}$	$\tilde{c}_{31}x_{31}$	$\tilde{c}_{32}x_{32}$	0	$\tilde{c}_{34}x_{34}$
x_4	$\tilde{c}_{40}x_{40}$	$\tilde{c}_{41}x_{41}$	$\tilde{c}_{42}x_{42}$	$\tilde{c}_{43}x_{43}$	0

В даному випадку ухвалюємо наступні змінні:

- x_0 – змінна ухвалення рішення, що вказує на місце розташування фабрики (Харків);
- x_1 – змінна ухвалення рішення, що вказує на центр збору молока у Красноград;
- x_2 – змінна ухвалення рішення, що вказує на центр збору молока в Лозова;

– x_3 – змінна рішення, що вказує на центр збирання молока в Мерефа;

– x_4 – змінна рішення, що вказує на центр збирання молока в Валки.

Інші змінні рішення такі:

– x_{ij} – змінна рішення від вузла (i) до вузла (j), наприклад:

– x_{01} – змінна рішення від заводу в Харкові до центру збору молока у Краснограді, і так далі для інших змінних від заводу в Харкові до інших центрів збору молока.

– $\tilde{c}_{ij}$ – нечіткий параметр змінної рішення, який є відстанню, час, вартість палива і т.д. між вузлом (i) та вузлом (j).

Об'єктивні обмеження нечіткої математичної моделі.

Першим об'єктивним обмеженням є отримання сирого молока з високим відсотком густини жиру, оскільки особа, яка приймає рішення, хоче, щоб нечіткий відсоток жиру в сирому молоці був не меншим (0,38, 0,48, 0,58).

$$\text{Max } \tilde{Z}_1 = (38\%, 48\%, 58\%)x_{01} + (35\%, 45\%, 55\%)x_{02} + (26\%, 36\%, 46\%)x_{03} + (25\%, 35\%, 45\%)x_{04} \geq (38\%, 48\%, 58\%).$$

Другим цільовим обмеженням є скорочення нечіткого часу на переміщення від заводу до центрів збирання сирого молока та на переміщення між самими центрами, і особа, яка приймає рішення, бажає, щоб нечіткий загальний час на процес збирання та транспортування сирого молока від джерел до заводу становив не більше (170,180,190) хвилин/день.

$$\begin{aligned} \text{Min } \tilde{Z}_2 = & (25, 35, 45)x_{01} + (35, 45, 55)x_{02} + (40, 45, 50)x_{03} + (60, 70, 80)x_{04} + \\ & (25, 35, 45)x_{10} + (15, 20, 25)x_{12} + (22, 25, 33)x_{13} + (65, 70, 75)x_{14} + (35, 45, 55)x_{20} + \\ & (15, 20, 25)x_{21} + (20, 25, 30)x_{23} + (60, 70, 80)x_{24} + (40, 45, 50)x_{30} + (22, 25, 33)x_{31} + \\ & (20, 25, 30)x_{32} + (50, 60, 70)x_{34} + (60, 70, 80)x_{40} + (65, 70, 75)x_{41} + (60, 70, 80)x_{42} + \\ & (50, 60, 70)x_{43} \leq (170, 180, 190). \end{aligned}$$

Третьою метою є зниження нечіткості палива, споживаного вантажівками в процесі переміщення із заводу на центри збору сирого молока, а також переміщення між самими центрами і назад на завод, і особа, яка приймає рішення, бажає, щоб нечіткість палива, що споживається, не перевищувала (180,200,220) літрів в день.

$$\begin{aligned} \text{Min } \tilde{Z}_3 = & (8,10,12)x_{01} + (9,11,13)x_{02} + (11,13,15)x_{03} + (15,17,19)x_{04} + \\ & (8,10,12)x_{10} + (3,5,7)x_{12} + (5,7,9)x_{13} + (16,18,20)x_{14} + (9,11,13)x_{20} + (3,5,7)x_{21} + \\ & (4,6,8)x_{23} + (15,17,19)x_{24} + (11,13,15)x_{30} + (5,7,9)x_{31} + (4,6,8)x_{32} + (16,18,20)x_{34} + \\ & (15,17,19)x_{40} + (16,18,20)x_{41} + (15,17,19)x_{42} + (16,18,10)x_{43} \leq (48,50,52). \end{aligned}$$

Четверте об'єктивне обмеження - максимізація нечіткої кількості попиту на сире молоко (у тонах), і особа, яка приймає рішення, хоче максимізувати цю кількість у межах (17,19,21) тонн/день сирого молока.

$$\text{Max } \tilde{Z}_4 = (7,9,11)x_{01} + (5,6,7)x_{02} + (3,4,5)x_{03} + (2,4,6)x_{04} \geq (17,19,21).$$

Об'єктивні обмеження математичної моделі після дефазифікації.

Після використання функції ранжирування, як (6), для усунення нечіткості об'єктивних обмежень математичної моделі, об'єктивні обмеження виглядають наступним чином:

$$\text{Max } Z_1 = 48\%x_{01} + 45\%x_{02} + 36\%x_{03} + 35\%x_{04} \geq 48\%.$$

$$\begin{aligned} \text{Min } Z_2 = & 35x_{01} + 45x_{02} + 45x_{03} + 70x_{04} + 35x_{10} + 20x_{12} + 25x_{13} + 70x_{14} + \\ & 45x_{20} + 20x_{21} + 25x_{23} + 70x_{24} + 45x_{30} + 25x_{31} + 25x_{32} + 60x_{34} + 70x_{40} + 70x_{41} + \\ & 70x_{42} + 60x_{43} \leq 180. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Min } Z_3 = & 10x_{01} + 11x_{02} + 13x_{03} + 17x_{04} + 10x_{10} + 5x_{12} + 7x_{13} + 18x_{14} + \\ & 11x_{20} + 5x_{21} + 6x_{23} + 17x_{24} + 13x_{30} + 7x_{31} + 6x_{32} + 18x_{34} + 17x_{40} + 18x_{41} + 17x_{42} + \\ & 18x_{43} \leq 50. \end{aligned}$$

$$\text{Max } Z_4 = 9x_{01} + 6x_{02} + 4x_{03} + 4x_{04} \geq 19.$$

Обмеження системи такі:

Відповідно,

$$\begin{aligned} x_{01} + x_{02} + x_{03} + x_{04} &= 1, & x_{10} + x_{20} + x_{30} + x_{40} &= 1, \\ x_{10} + x_{12} + x_{13} + x_{14} &= 1, & x_{01} + x_{21} + x_{31} + x_{41} &= 1, \\ x_{20} + x_{21} + x_{23} + x_{24} &= 1, & x_{02} + x_{12} + x_{13} + x_{14} &= 1, \\ x_{30} + x_{31} + x_{32} + x_{34} &= 1, & x_{03} + x_{13} + x_{23} + x_{24} &= 1, \\ x_{40} + x_{41} + x_{42} + x_{43} &= 1, & x_{04} + x_{41} + x_{42} + x_{43} &= 1, \\ x_{01} + x_{10} &\leq 1, & x_{02} + x_{20} &\leq 1 & x_{03} + x_{30} &\leq 1, \\ x_{04} + x_{40} &\leq 1, & x_{12} + x_{21} &\leq 1 & x_{13} + x_{31} &\leq 1, \\ x_{14} + x_{41} &\leq 1, & x_{23} + x_{32} &\leq 1 & x_{24} + x_{42} &\leq 1, \\ x_{34} + x_{43} &\leq 1, \\ x_{ij}(0,1) &\geq 0. \end{aligned}$$

Отримання оптимального шляху збору та транспортування сирого молока від його джерел (центрів збору) до заводу відповідно до загальної формули методу багатоцільової задачі мандрівного комівояжера, яка виглядає так:

$$X_{01} \rightarrow X_{13} \rightarrow X_{32} \rightarrow X_{24} \rightarrow X_{40} \rightarrow X_{01}.$$

Харків → Красноград → Мерефа → Лозова → Валки → Харків.

За допомогою результатів програмних рішень було встановлено, що перша мета була досягнута, де значення p_1^- дорівнює нулю, що означає отримання сирого молока з найвищим відсотком жирності з центру збору молока Красноград.

Що стосується другої цілі, то вона не була досягнута, так як її p_2^+ значення дорівнює 25. Це означає, що час переміщення від фабрики Хладопром до центрів збору сирого молока та переміщення між тими

самими центрами на 25 хвилин більше, ніж доступний час, тоді як третья ціль була досягнута, так як значення p_3^+ дорівнює нулю, що означає, що паливо, що використовується вантажівками в процесі переміщення від заводу до центру збору сирого молока, а також переміщення між самими центрами і назад на заводі, не перевищує 60 літрів на день.

Нарешті, останньої мети не було досягнуто, оскільки величина p_4^- дорівнює 2, і це означає, що кількість сирого молока, що поставляється центру Хладопром, який був обраний у першій меті для отримання сирого молока з найвищим відсотком жирності, меншою кількістю сирого молока, необхідного заводу Хладопром.

Механізм другого етапу.

Процес транспортування та розподілу готової продукції є дуже важливим процесом, оскільки він впливає на всі елементи процесу, що починається з процесу збору молока, потім виробничого процесу, що виникає на заводі, і закінчується процесом транспортування та розподілу готової продукції.

Процес розподілу здійснюється групою осіб, що працюють в організації, через яку здійснюється процес транспортування кінцевої продукції через рефрижератор фабрики Хладопром і подальшого її розподілу в торгові центри, розташовані по обидва боки. Особа, яка приймає рішення, хоче досягти двох цілей під час процесу передачі та розповсюдження кінцевого продукту в торгові центри, а саме:

Перша мета - знизити нечіткі транспортні витрати вантажівки в процесі транспортування та розподілу основної продукції від заводу до торгових центрів, а потім повернути на завод.

Дані нечіткої транспортної вартості вантажівки в фінансовому вимірі для перевезення основної продукції з заводу та розподілу її за точкою продажу, а також нечіткого транспортного вантажу для процесу переміщення між центрами продажу, як у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Нечітка транспортна вартість вантажівки (в долларах) для процесу транспортування продукції з заводу Хладопром та розподілу її за торговими центрами, а також нечітка транспортна вартість вантажів для процесу переміщення між центрами продажу

	Харків	Чугуїв	Смт. Рогань	Дерачі	Смт. Високий	Безлюдо вка	Пісочин
Харків	(0,0,0)	(2,3,4)	(5,7,9)	(7,9,11)	(6,8,10)	(8,10,12)	(5,7,9)
Чугуїв	(2,3,4)	(0,0,0)	(6,7,8)	(8,10,12)	(6,8,10)	(9,11,13)	(4,5,6)
Смт. Рогань	(5,7,9)	(6,7,8)	(0,0,0)	(7,9,11)	(4,5,6)	(7,9,11)	(5,7,9)
Дерачі	(7,9,11)	(8,10,12)	(7,9,11)	(0,0,0)	(8,10,12)	(8,10,12)	(6,8,10)
Смт. Високий	(6,8,10)	(6,8,10)	(4,5,6)	(8,10,12)	(0,0,0)	(7,9,11)	(5,7,9)
Безлюдо вка	(8,10,12)	(9,11,13)	(7,9,11)	(8,10,12)	(7,9,11)	(0,0,0)	(8,10,12)
Пісочин	(5,7,9)	(4,5,6)	(5,7,9)	(6,8,10)	(5,7,9)	(8,10,12)	(0,0,0)

Друга мета – скоротити нечітке загальне час транспортування і розподіл основної продукції від заводу до торгових центрів.

Дані нечіткого часу для процесу транспортування та розподілу основної продукції від заводів до торгових центрів та між самими центрами, як показано в таблиці 3.5.

Побудова нечіткої математичної моделі для другого етапу.

Нечітка математична модель, побудована для другого етапу, яка представляє собою транспортування основних продуктів із заводу Хладопром та їх розподіл за торговими центрами, відповідно до загальної формули методу багатоцільових завдань стороннього комівояжера, таким чином.

Таблиця 3.5 – Нечіткий час (у хвилині) для процесу транспортування основних продуктів із заводу Хладопром та розподілу їх по торговим центрам

	Харків	Чугуїв	Смт. Рогань	Дерачі	Смт. Високий	Безлюдов ка	Пісочин
Харків	(0,0,0)	(10,15,20)	(15,20,25)	(30,40,50)	(25,35,45)	(50,60,70)	(25,35,45)
Чугуїв	(10,15,20)	(0,0,0)	(22,27,32)	(35,40,45)	(28,33,38)	(45,55,65)	(20,25,30)
Смт. Рогань	(15,20,25)	(22,27,32)	(0,0,0)	(30,40,50)	(10,15,20)	(50,60,70)	(15,20,25)
Дерачі	(30,40,50)	(35,40,45)	(30,40,50)	(0,0,0)	(50,60,70)	(35,40,45)	(40,50,60)
Смт. Високий	(25,35,45)	(28,33,38)	(10,15,20)	(50,60,70)	(0,0,0)	(60,70,80)	(35,45,55)
Безлюдо вка	(50,60,70)	(45,55,65)	(50,60,70)	(35,40,45)	(60,70,80)	(0,0,0)	(30,40,50)
Пісочин	(25,35,45)	(20,25,30)	(15,20,25)	(40,50,60)	(35,45,55)	(30,40,50)	(0,0,0)

Змінні нечіткої математичної моделі.

Змінні рішення та їх нечіткі параметри представлені в таблиці 3.6 наступним чином:

Таблиця 3.6 – Матриця змінних рішень і їх нечітких параметрів

	x_0	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_5
x_0	0	$\tilde{c}_{01}x_{01}$	$\tilde{c}_{02}x_{02}$	$\tilde{c}_{03}x_{03}$	$\tilde{c}_{04}x_{04}$	$\tilde{c}_{05}x_{05}$	$\tilde{c}_{06}x_{06}$
x_1	$\tilde{c}_{10}x_{10}$	0	$\tilde{c}_{12}x_{12}$	$\tilde{c}_{13}x_{13}$	$\tilde{c}_{14}x_{14}$	$\tilde{c}_{15}x_{15}$	$\tilde{c}_{16}x_{16}$
x_2	$\tilde{c}_{20}x_{20}$	$\tilde{c}_{21}x_{21}$	0	$\tilde{c}_{23}x_{23}$	$\tilde{c}_{24}x_{24}$	$\tilde{c}_{25}x_{25}$	$\tilde{c}_{26}x_{26}$
x_3	$\tilde{c}_{30}x_{30}$	$\tilde{c}_{31}x_{31}$	$\tilde{c}_{32}x_{32}$	0	$\tilde{c}_{34}x_{34}$	$\tilde{c}_{35}x_{35}$	$\tilde{c}_{36}x_{36}$
x_4	$\tilde{c}_{40}x_{40}$	$\tilde{c}_{41}x_{41}$	$\tilde{c}_{42}x_{42}$	$\tilde{c}_{43}x_{43}$	0	$\tilde{c}_{45}x_{45}$	$\tilde{c}_{46}x_{46}$
x_5	$\tilde{c}_{50}x_{40}$	$\tilde{c}_{51}x_{41}$	$\tilde{c}_{52}x_{42}$	$\tilde{c}_{53}x_{43}$	$\tilde{c}_{54}x_{54}$	0	$\tilde{c}_{56}x_{56}$
x_6	$\tilde{c}_{60}x_{60}$	$\tilde{c}_{61}x_{61}$	$\tilde{c}_{62}x_{62}$	$\tilde{c}_{63}x_{63}$	$\tilde{c}_{64}x_{64}$	$\tilde{c}_{65}x_{65}$	0

У той час як:

- x_0 – Змінна прийняття рішення, що вказує на розташування заводу в Харків;
- x_1 – Змінна прийняття рішень, що вказує на розташування в торговому центрі Чугуїв;
- x_2 – Змінна прийняття рішень, що вказує на розташування в торговому центрі смт. Рогань;
- x_3 – прийняття рішень, що вказує на розташування в торговому центрі Дергачі;
- x_4 – Змінна прийняття рішень, що вказує на розташування в торговому центрі смт. Високий;
- x_5 – Змінна рішення, що вказує розташування до торгового центру Безлюдівка;
- x_6 – Змінна рішення, що вказує розташування до вулиці Пісочин.

Останні змінні рішення визначаються таким чином:

- x_{ij} – відноситься до змінної рішення від вузла (і) до вузла (j), наприклад: такі як:
 - x_{01} – відноситься до змінних рішень заводу «Хладопром» до торгового центру Чугуїв і так далі для інших змінних від заводу «Хладопром» до інших торгових центрів;
 - $\tilde{c}_{ij}$ – Відноситься до коефіцієнту змінної рішення і є або відстанню, або часом, або вартості палива і т.д. між вузлом (і) і вузлом (j).

Об'єктивні обмеження нечіткої математичної моделі.

Особа, яка приймає рішення, бажає досягти двох цілей, на додаток до прояснення внеску кожної змінної рішення в досягнення визначених рівнів цілей, ці дві цілі впорядковані відповідно до їхньої важливості для особи, яка приймає рішення, і таким чином.

Першим об'єктивним обмеженням є зниження нечітких транспортних витрат вантажівки в процесі переміщення із заводу в торгові центри та

подальшого повернення на завод. Особа, що приймає рішення, бажає, щоб нечіткі транспортні витрати вантажівки не перевищували

$$\begin{aligned}
 \text{Min } Z_1 = & (2,3,4)x_{01} + (5,7,9)x_{02} + (7,9,11)x_{03} + (6,8,10)x_{04} + (8,10,12)x_{05} + (5,7,9)x_{06} \\
 & + (2,3,4)x_{10} + (5,7,9)x_{12} + (8,10,12)x_{13} + (7,9,11)x_{14} + (9,11,13)x_{15} \\
 & + (4,5,6)x_{16} + (5,7,9)x_{20} + (6,7,8)x_{21} + (7,9,11)x_{23} + (4,5,6)x_{24} \\
 & + (7,9,11)x_{25} + (5,7,9)x_{26} + (7,9,11)x_{30} + (8,10,12)x_{31} + (7,9,11)x_{32} \\
 & + (8,10,12)x_{34} + (8,10,12)x_{35} + (6,8,10)x_{36} + (7,9,11)x_{41} + (4,5,6)x_{42} \\
 & + (8,10,12)x_{43} + (7,9,11)x_{45} + (5,7,9)x_{46} + (8,10,12)x_{50} + (9,11,13)x_{51} \\
 & + (7,9,11)x_{52} + (8,10,12)x_{53} + (7,9,11)x_{54} + (8,10,12)x_{56} + (5,7,9)x_{60} \\
 & + (4,5,6)x_{61} + (5,7,9)x_{62} + (6,8,10)x_{63} + (5,7,9)x_{64} + (8,10,12)x_{65} \\
 & \leq (55,60,65).
 \end{aligned}$$

Другим цільовим обмеженням є скорочення нечіткого часу переміщення із заводу в торговельні центри та подальше повернення на завод, при цьому особа, що приймає рішення, бажає, щоб нечіткий загальний час розподілу продукції в торгових центрах не перевищував (220 225 230) хвилин/день.

$$\begin{aligned}
 \text{Min } Z_2 = & (10,15,20)x_{01} + (15,20,25)x_{02} + (30,40,50)x_{03} + (25,35,45)x_{04} \\
 & + (50,60,70)x_{05} + (25,35,45)x_{06} + (10,15,20)x_{10} \\
 & + (22,27,32)x_{12} + (35,40,45)x_{13} + (28,33,38)x_{14} \\
 & + (45,55,65)x_{15} + (20,25,30)x_{16} + (15,20,25)x_{20} \\
 & + (22,27,32)x_{21} + (30,40,50)x_{23} + (10,15,20)x_{24} \\
 & + (40,50,60)x_{25} + (15,20,25)x_{26} + (30,40,50)x_{30} \\
 & + (35,40,45)x_{31} + (30,40,50)x_{32} + (50,60,70)x_{34} \\
 & + (35,40,45)x_{35} + (40,50,60)x_{36} + (25,35,45)x_{41} \\
 & + (10,15,20)x_{42} + (50,60,70)x_{43} + (60,70,80)x_{45} \\
 & + (35,45,55)x_{46} + (50,60,70)x_{50} + (45,55,65)x_{51} \\
 & + (40,50,60)x_{52} + (35,40,45)x_{53} + (60,70,80)x_{54} \\
 & + (30,40,50)x_{56} + (25,35,45)x_{60} + (20,25,30)x_{61} \\
 & + (15,20,25)x_{62} + (40,50,60)x_{63} + (35,45,55)x_{64} \\
 & + (30,40,50)x_{65} \leq (220,225,230).
 \end{aligned}$$

Об'єктивні обмеження математичної моделі після дефазифікації.

Після використання функції ранжування, як в (2), для видалення нечіткості об'єктивних обмежень математичних моделей, об'єктивні обмеження виглядають таким чином:

$$\begin{aligned} \text{Min } Z_1 = & 3x_{01} + 7x_{02} + 9x_{03} + 8x_{04} + 10x_{05} + 7x_{06} + 3x_{10} + 7x_{12} + 10x_{13} + \\ & 9x_{14} + 11x_{15} + 5x_{16} + 7x_{20} + 7x_{21} + 9x_{23} + 5x_{24} + 9x_{25} + 7x_{26} + 9x_{30} + 10x_{31} + 9x_{32} + \\ & 10x_{34} + 10x_{35} + 8x_{36} + 9x_{41} + 5x_{42} + 10x_{43} + 9x_{45} + 7x_{46} + 10x_{50} + 11x_{51} + 9x_{52} + \\ & 10x_{53} + 9x_{54} + 10x_{56} + 7x_{60} + 5x_{61} + 7x_{62} + 8x_{63} + 7x_{64} + 10x_{65} \leq 60. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Min } Z_2 = & 15x_{01} + 20x_{02} + 40x_{03} + 35x_{04} + 60x_{05} + 35x_{06} + 15x_{10} + \\ & 27x_{12} + 40x_{13} + 33x_{14} + 55x_{15} + 25x_{16} + 20x_{20} + 27x_{21} + 40x_{23} + 15x_{24} + \\ & 50x_{25} + 20x_{26} + 40x_{30} + 40x_{31} + 40x_{32} + 60x_{34} + 40x_{35} + 50x_{36} + 35x_{41} + \\ & 15x_{42} + 60x_{43} + 70x_{45} + 45x_{46} + 60x_{50} + 55x_{51} + 50x_{52} + 40x_{53} + 70x_{54} + \\ & 40x_{56} + 35x_{60} + 25x_{61} + 20x_{62} + 50x_{63} + 45x_{64} + 40x_{65} \leq 225. \end{aligned}$$

Системні обмеження: наступні:

$$\begin{aligned} x_{01} + x_{02} + x_{03} + x_{04} + x_{05} + x_{06} &= 1, \\ x_{10} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} &= 1, \\ x_{20} + x_{21} + x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{26} &= 1, \\ x_{30} + x_{31} + x_{32} + x_{34} + x_{35} + x_{36} &= 1, \\ x_{40} + x_{41} + x_{42} + x_{43} + x_{45} + x_{46} &= 1, \\ x_{50} + x_{51} + x_{52} + x_{53} + x_{54} + x_{56} &= 1, \\ x_{60} + x_{61} + x_{62} + x_{63} + x_{64} + x_{65} &= 1, \\ x_{10} + x_{20} + x_{30} + x_{40} + x_{50} + x_{60} &= 1, \\ x_{01} + x_{21} + x_{31} + x_{41} + x_{51} + x_{61} &= 1, \\ x_{02} + x_{12} + x_{32} + x_{42} + x_{52} + x_{62} &= 1, \\ x_{03} + x_{13} + x_{23} + x_{43} + x_{53} + x_{63} &= 1, \\ x_{04} + x_{14} + x_{24} + x_{34} + x_{54} + x_{64} &= 1, \\ x_{05} + x_{15} + x_{25} + x_{35} + x_{45} + x_{65} &= 1, \\ x_{06} + x_{16} + x_{26} + x_{36} + x_{46} + x_{56} &= 1, \\ x_{01} + x_{10} \leq 1, \quad x_{01} + x_{20} \leq 1, \quad x_{03} + x_{30} &\leq 1, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& x_{04} + x_{40} \leq 1, \quad x_{05} + x_{50} \leq 1, \quad x_{06} + x_{60} \leq 1, \\
& x_{12} + x_{21} \leq 1, \quad x_{13} + x_{31} \leq 1, \quad x_{14} + x_{41} \leq 1, \\
& x_{15} + x_{51} \leq 1, \quad x_{16} + x_{61} \leq 1, \quad x_{23} + x_{32} \leq 1, \\
& x_{24} + x_{42} \leq 1, \quad x_{25} + x_{52} \leq 1, \quad x_{26} + x_{62} \leq 1, \\
& x_{34} + x_{43} \leq 1, \quad x_{35} + x_{53} \leq 1, \quad x_{64} + x_{46} \leq 1, \\
& x_{45} + x_{54} \leq 1, \quad x_{46} + x_{64} \leq 1, \quad x_{56} + x_{65} \leq 1, \\
& (0, X_{IJ}, 1).
\end{aligned}$$

Найважливіші результати отримані таким чином.

Найкращий шлях транспортування та розподілу основної продукції від фабрики до торгових центрів, а потім повернення на фабрику наступним чином:

$$X_{01} \rightarrow X_{12} \rightarrow X_{23} \rightarrow X_{35} \rightarrow X_{54} \rightarrow X_{46} \rightarrow X_{60}.$$

Харків→Чугуїв→Рогань→Безлюдіва→Дергачі→Пісочин→сmt Високий→Харків.

За результатами рішень було встановлено, що перша мета була досягнута, де значення p_1^+ дорівнює нулю, що означає, що транспортні витрати вантажівки в процесі перевезення та розподілу основної продукції від заводів до торгових центрів і подальшого повернення на завод не перевищують 160 гривень /день

Що стосується другої мети, то вона також була досягнута, де значення p_2^+ дорівнює нулю. Це означає, що час транспортування вантажівки в процесі перевезення та розподілу основної продукції від заводів до торгових центрів і подальшого звороту на заводі не перевищує доступного часу для заводу.

Висновки до третього розділу

В третьому розділі кваліфікаційної роботи було запропоновано модель оптимізації шляхів для задачі комівояжера. Така задача включає завдання щодо збирання ресурсів так і завдання розподілу продукції, яка є підприємстві. Така модель враховує нечіткість початкових даних.

У цьому дослідженні було розроблено ефективний план процесів транспортування та розподілу на заводі Хладопром в нечіткому середовищі, де була розроблена теорія нечітких множин, яка допомогла надати запропоновані прийнятні рішення для осіб, які приймають рішення.

Рівняння функції ранжування було використано для усунення нечіткості цільових обмежень математичної моделі.

У цьому дослідженні було розроблено ефективний план процесів транспортування та розподілу на заводі Хладопром в нечіткому середовищі, де багатоцільова проблема комівояжера використовувалася для визначення найкращих шляхів для двох етапів шляхом застосування двох важливих наукових методів: задачі комівояжера та метод програмування цілей, де математична модель була побудована та розв'язана, що досягло найкращих результатів у кількох цілях для особи, яка приймає рішення.

За результатами першого етапу було встановлено, що шлях (Харків → Красноград → Мерефа → Лозова → Валки → Харків) є ефективним шляхом для процесу збору та транспортування молока від центрів збору до заводу Хладопром.

За результатами другого етапу було виявлено, що шлях (Харків → Чугуїв → Рогань → Безлюдівка → Дергачі → Пісочин → смт Високий → Харків) є найкращим шляхом для процесу транспортування та розподілу основної продукції з заводу Хладопром до торгових центрів, а потім повернутися на фабрику.

ВИСНОВКИ

Представлена кваліфікаційна робота присвячена питанням оцінки та оптимізації операційних витрат підприємства. Загальна характеристика операційного менеджменту діяльності виробничого підприємства включає питання оптимізації витрат на кожному етапі виробництва. В першому розділі оведено, що активний аналіз процесів, що є складовими операційної діяльності дозволить значно покращити рівень управління підприємством:

- зменшити операційні витрати;
- підвищити рівень керованості окремими операціями, процесами, в цілому виробництвом;
- виявити шляхи оптимізації діяльності.

Операційні витрати є загальним поняттям, що об'єднує досить значну кількість статей витрат, пов'язаних з поточною діяльністю, проте прискіпливий погляд на них дозволяє виокремити деякі з них для досягнення окремих цілей підприємства. З метою удосконалення операційної діяльності підприємства в даній роботі виокремлено транспортні витрати підприємства.

Задача оптимізації транспортних шляхів, відома як задача комівояжера відома досить давно, її вирішенню присвячено багато наукових та практичних доробок. Проте у виробничий діяльності такі рішення не завжди є досконалими через додаткові параметри такої діяльності. Проаналізовані пропоновані рішення, їх позитивні сторони та недоліки. Облік операційних витрат із запровадженням запропонованих допоміжних моделей забезпечує детальний аналіз цих витрат з метою визначення їх ефективності, необхідності та доцільності їх здійснення.

В другому розділі кваліфікаційної роботи проведено аналіз діяльності підприємств харчової промисловості, що спеціалізуються на виготовленні морозива.

Наведено характеристику діяльності ТОВ «ФМ ХЛАДОПРОМ». Підприємство є одним з провідних на ринку морозива в Україні, підприємство має стабільний попит на продукцію, проте висока конкуренція на ринку потребує постійної уваги до якості продукції, системи збуту та якості ресурсів, що використовуються на виробництво. Проаналізовано структуру витрат підприємства, визначено шляхи покращення діяльності.

В роботі було запропоновано модель оптимізації шляхів для задачі комівояжера для випадків, коли транспортна задача вирішується для постачання продукції та постачання ресурсів одночасно. Крім того, така модель враховує нечіткість початкових даних.

Використання цих шляхів дозволить отримати ефективне та переконливе рішення для особи, яка приймає рішення, в рамках обмежених ресурсів фабрики.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Caplice C. Logistics Systems, MIT Center for Transportation & Logistics, available at: <http://ocw.mit.edu/courses/sloan-school-of-management/index.htm>, (accessed 01-04-2013). 2006.
2. Certo S., Certo T. Modern Management, 10th edition, Pearson Education, ISBN: 0-13-149470-8. 2008.
3. Chopra S., Meindl P. Supply Chain Management, Prentice Hall New Jersey, ISBN: 0-13-026465-2. 2001.
4. Heizer J., Render B. Operations Management, seventh edition, Pearson Prentice Hall, ISBN 0-13-120974-4, New Jersey. 2004.
5. Rodrigue J.P. et al. Geography of Transport Systems, Routledge, London and New York, ISBN: 0-415-35441-2. 2006.
6. Woxenius J. Conceptual Modelling of an Intermodal Express Transport System, International Congress on Freight Transport Automation and Multimodality: Delft, Netherlands.
7. Базилевич Л.Г. Дискретна математика у прикладах і задачах. Львів: Видавець І. Е. Чижигов, 2013. 487 с.
8. Дрозд Ю.А. Дискретна математика. К.: Освіта, 2004. 420 с.
9. Оре О. Теорія графів. К.: Освіта, 2004. 420 с.
10. Стенли Р. Дискретна математика. К.: Техніка, 2005. 768 с.
11. Deriy V.A. Normatyvno-pravove zabezpechennya obliku i kontrolyu vytrat ta dokhodiv pidpryyemstv [Normative-legal provision of accounting and control of expenses and revenues of enterprises]. Zhytomyr: ZhDTU. International Collection of Scientific Works. Series: Accounting, control and analysis. Vol 2 (17), 2010. P. 77–83.
12. Didorenko T.V. Sutnist' vytrat yak ob'yekta bukhgalters'koho obliku [The essence of expenses as an object of accounting] Young scientist № 1 (1), 2015. P 78–81. [in Ukrainian].

13. Овчарук В.В. Типологія систем адміністрування в управлінні підприємствами з урахуванням євроінтеграційних процесів. *Бізнес-інформ* 2018. №8. С. 211–216.

14. Haiduchok T., Sysoieva I., Vasylishyn S., Lysiuk A., Kundrya-Vysotska O., Kostyrko A. Accounting and control of settlements with counterparties under the conditions of quarantine measures. *International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology (IJARET)*. 2020. Volume 11, Issue 5, May. P. 141–152.

15. Мілаш І., Красноусов А. Методичний інструментарій оцінки результативності стратегічного управління витратами торговельного підприємства. *Бізнес Інформ*. 2014. № 4. С. 245–250.

16. Денисюк О.М. Аналіз операційних витрат машинобудівних підприємств на прикладі вінницької області. *Агросвіт*. 2015. № 22. С. 38–44.

17. Павелко О.В. Доходи і витрати основної діяльності будівельних підприємств у системі обліку та контролю: монографія. Рівне: НУВГП, 2012. 236 с.

18. Гнилицька Л. Відображення витрат, пов'язаних з діяльністю із забезпечення безпеки підприємства в системі бухгалтерського обліку та відкритої звітності. *Бухгалтерський облік і аудит*. 2014. № 4. С. 39–46.

19. Shatalkin, I.A. Problemyi izmereniya transaktsionnyih izderjeki sposobyi ih preodoleniya [Problems of transaction costs' measurement] Scientists notes of Petrozavsk State University. 2014. P. 108–110. [in Russian]

20. Економічний інструментарій в управлінні промисловим підприємством: теоретичні та методологічні аспекти. Колективна монографія/ І.Й. Яремко, І.І. Жигало, Л.Г. Квасній, І.В. Фарінович, І.Я. Кулиняк. Львів: Растр-7, 2020. 240 с.

21. Oleksiv I. Theoretical and practical approaches to identification of stakeholder interests of the company. Lviv: Economics, Entrepreneurship, Management. Lviv Polytechnic National University. 2014. P. 31–35.

22. Обліково-аналітичне забезпечення системи менеджменту підприємства: монографія / Спільне видання Національного університету «Львівська політехніка» і університету Марії Кюрі-Склядовської (Польща). – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. 280с.

23. Іщенко Я.П., Мельник О.С. Правове забезпечення обліку витрат на виробництво сільськогосподарської продукції в Україні. *ЕКОНОМІКА. ФІНАНСИ. МЕНЕДЖМЕНТ: актуальні питання науки і практики*. 2019. №8. С. 120–130.

24. Babich I., Sheludchenkova A., Borkovska V., Tsegelnik N., Grytsay O. (2020) Accounting and analysis of equipment overhaul costs. *Estudios de Economia Aplicada*. Vol. 38, No. 4, 1–9. <https://doi.org/10.25115/eea.v38i4.4047>.

25. Ляшенко О.М. Концептуалізація управління економічною безпекою підприємства: монографія. 2-ге вид., переробл. К. : НІСД, 2015. 348 с.

26. Погорелов Ю. С., Булкот Г. В. Принципи та складові контролю як елементу системи економічної безпеки підприємства *Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки*. 2014. № 3(3). С. 39–43.

27. Grytsay O., Havran M. Accounting and analytical support for formation of enterprise economic security expenses and their controlling process. *Economics, Entrepreneurship, Management*. Vol.7, No.1, P.75–83. <https://doi.org/10.23939/eem2020.01.075>.

28. Qi, Z., Shi, Z., Li, F., Zhang, H., Liu, H. & Feng J. Development and application of the security stability control management system. *Power System Protection and Control*. 2016. 44 (1), P. 122–127.

29. Герасименко С.С. Формування інформаційної бази ефективного публічного управління. Нові джерела та методи поширення даних у статистиці: матеріали XVII Міжнародної науково-практичної конференції з нагоди Дня працівників статистики. Київ: «Інформаційно-аналітичне агентство», 2019. С. 140–143.

30. C. Changdar, G.S. Mahapatra and R. Kumar Pal, «An efficient genetic algorithm for multi-objective solid travelling salesman problem under fuzziness», *Swarm and Evolutionary Computation*, vol. 15, April, 2014. P. 27–37.
31. G.D. Yalcın and N. Erginel, «Fuzzy multi-objective programming algorithm for vehicle routing problems with backhauls», *Expert Systems with Applications: An International Journal*, vol. 42, no. 13, August, 2015. P. 5632–5644.
32. P.A. Miranda, C.A. Blazquez, C. Obreque, J. Maturana-Ross and G. Gutierrez-Jarpa, «The bi-objective insular traveling salesman problem with maritime and ground transportation costs», *European Journal of Operational Research*, vol. 271, no. 3, December, 2018. P. 1014–1036.
33. R.J. O’Neil and K. Hoffman, Exact Methods for Solving Single-Vehicle Pickup and Delivery Problems in Real Time, A Dissertation Submitted to the Graduate Faculty of George Mason University, The Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy Systems Engineering and Operations Research, 2018.
34. M. Pavithraa and K. Ganesanb, “A Simple Approach for the Solution of Fuzzy Multi Objective Travelling Salesman Problem,” *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1377, National Conference on Progress in Mathematics towards Industrial Applications, Chennai, India, 27–28 September 2019.
35. B. Remer and A.A. Malikopoulos, «The Multi-objective Dynamic Traveling Salesman Problem: Last Mile Delivery with Unmanned Aerial Vehicles Assistance», American Control Conference (ACC) Philadelphia, PA, USA, July 10-12, 2019.
36. I. Khan, M.M. Kumar and K. Basuli, «Multi-objective traveling salesman problem: an ABC approach», *Applied Intelligence (APIN)* vol. 50, 2020. P. 3942–3960.
37. O. Cheikhrouhou and I. Khoufi «A comprehensive survey on the Multiple Traveling Salesman Problem: Applications, approaches and taxonomy», *Computer Science Review*, vol. 40, 100369, May 2021.

38. B.A. Abdulmajeed and W.S. Khalaf, «A multi-stages multi-objective assignment for facilities layout design», *Periodicals of Engineering and Natural Sciences*, vol. 8, no. 1, 2020. p. 321–335.
39. Ali, M.G. and W.S. Khalaf, «Aggregate Production Planning of Abu Ghraib Dairy Factories based on Forecasting and Goal Programming», *International Journal of Operational Research*, (in press).
40. D.J. Dubois, and H. Prade, *Fuzzy Sets and Systems: Theory and Applications*. Academic Press, New York, 1990.
41. W.S. Khalaf «Solving Fuzzy Transportation Problems using a New Algorithm», *Journal of Applied Sciences*, vol. 14, 2014. P. 252–258.
42. W.S. Khalaf «Solving the Fuzzy Project Scheduling Problem Based on a Ranking Function» *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, vol. 7, no. 8, 2013. P. 806-811.
43. Stevenson W.J. *Operation management*, McGraw-Hill, London. 2002.
44. Bellgran M., Säfsen K., *Production development. Design and operation of production systems*, Springer, London. 2009.
45. Fiorentino R. Operations strategy: a firm boundary-based perspective, *Business Process Management Journal*, 6, 2018. P. 1022–1043.
46. Johnston R. Operations: From Factory to Service Management, *International Journal of Service Industry Management*, 1, 1994. P. 49–63.
47. Чанас С., Кухта Д. Концепція оптимального вирішення транспортної задачі з нечіткими коефіцієнтами витрат Нечіткі множини та системи. 82, № 3. 1996. С. 299–305.
48. Х. Басирзаде, «Підхід до вирішення нечіткої транспортної задачі», *Прикладні математичні науки*, вип. 7, 2011. С. 1549–1566.