

Міністерство освіти і науки України  
 Національний технічний університет  
 «Дніпровська політехніка»

Інститут електроенергетики

(інститут)

Факультет інформаційних технологій

(факультет)

Кафедра

Системного аналізу та управління

(повна назва)

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра  
 (бакалавра, магістра)

студента Зайцева Микити Олексійовича  
 (ПІБ)

академічної групи 124-20ск-1  
 (шифр)

спеціальності 124 - Системний аналіз  
 (код і назва спеціальності)

на тему «Аналіз та оптимізація роботи логістичного підприємства у умовах  
 ринкових відносин регіону»  
 (наказ 350-с від 16.05.2023)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	К.т.н.,доц. Малієнко А. В.			
розділів:				
Інформаційно- аналітичний	К.т.н.,доц. Малієнко А. В.			
Спеціальний	К.т.н.,доц. Малієнко А. В.			

Рецензент				
-----------	--	--	--	--

Нормоконтролер	Хом'як Т.В.			
----------------	-------------	--	--	--

Дніпро

2023

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**  
завідувач кафедри  
системного аналізу  
та управління  
(повна назва)

\_\_\_\_\_ Желдак Т.А.  
(підпис) (прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 року

**ЗАВДАННЯ**  
на кваліфікаційну роботу  
ступеня бакалавра  
(бакалавра, магістра)

Студенту Зайцев М. О. академічної групи 124-20ск-1  
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності Системний аналіз  
за освітньо-професійною програмою « Системний аналіз »  
на тему «Аналіз та оптимізація роботи логістичного підприємства у умовах  
ринкових відносин регіону»

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» № 350-с від 16 .05.2023

Розділ	Зміст	Термін виконання
Інформаційно-аналітичний	Розглянути ключові характеристики логістичних принципів роботи компаній. Проаналізувати методи які застосовуються в умовах логістичних питань, визначити методи для поліпшення діяльності підприємства, що виникають при виборі оптимізації транспортування готової продукції для компаній роздрібної торгівлі.	05.03.2022
Спеціальний	Постановка задачі оптимізації логістичних послуг. Розв'язання постановки задачі за допомогою сучасних методів вирішення транспортної задачі для підприємства роздрібної торгівлі.	30.05.2022

**Завдання видано** \_\_\_\_\_ Малієнко А.В.  
(підпис керівника) (прізвище, ініціали)

**Дата видачі** 06.09.2022

**Дата подання до екзаменаційної комісії**

24.06.2022

**Прийнято до виконання** \_\_\_\_\_

Зайцев М. О.  
(прізвище, ініціали)

(підпис студента)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи складається з: 128 сторінки, 63 таблиці, 20 малюнків, 3 додатків, 32 джерела.

**Об'єктом дослідження** процес вантажоперевезень та доставки вантажів в умовах сучасних підприємств.

**Предметом дослідження** є функціонування підприємства, теоретичні, методичні та практичні питання, які пов'язані з організацією логістичної діяльності підприємства м'ясокомбінату "Ювілейний", транспортування готової продукції в мережу роздрібною торгівлі.

**Метою кваліфікаційної роботи** є покращення технології транспортної логістики за допомогою сучасних методів математичного розрахунку та оптимізації шляхів транспортування готової продукції в мережу магазинів роздрібною торгівлі

Актуальність роботи обумовлена значенням логістичних послуг для економіки країни в умовах постійного зростання обсягу товарообігу та товарних перевезень.

*Методи дослідження:* методи вирішення транспортної задачі, метод комівояжера, метод наукового узагальнення і систематизації, аналітичні методи.

В *інформаційно-аналітичному розділі* описано системний аналіз предметної області, представлені техніко-економічні показники обраного підприємства та його технологічні процеси. Визначено та описано роботу логістичної структури підприємства.

У *спеціальному розділі* наведено перелік, аналіз та описані алгоритми та існуючі методи рішення відповідно до поставлених задач, а також наведені теоретичні відомості про використані методи. Наведено існуючі методи вирішення задач оптимізації витрат при транспортуванні готової продукції та обраний найбільш оптимальний. Був проведений аналіз сучасних методів і моделей транспортного обслуговування логістичних систем, а також знайдений оптимальний план перевезень готової продукції споживачам.

Практична цінність отриманих у роботі результатів полягає у визначенні та оптимізації шляху доставки готової продукції транспортними засобами відділу логістики підприємства виробництва та реалізації готової продукції, кваліфікаційна робота може бути використане як методологічний аспект для підприємств логістичного напрямку або відділу логістики для сучасного підприємства виробництва та реалізації готової продукції

*Ключові слова:* ТРАНСПОРТНА ЗАДАЧА, МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ, ОПТИМІЗАЦІЯ, АЛГОРИТМ, МЕТОДИ ЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ, ЗАДАЧА КОМІВОЯЖЕРА, ТРАНСПОРТУВАННЯ, ОБСЛУГВУВАННЯ, ТРАНСПОРТУВАННЯ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ.

## THE ABSTRACT

Explanatory note: 128 p., 20 fig., 63 tabl., 3 applications, 32 references

The object of the study is the process of logistics delivery of finished products to retail locations using modern methods of calculating logistics services.

*The object* of research is the process of cargo transportation and cargo delivery in the conditions of modern enterprises.

*The subject* of research is the functioning of the enterprise, theoretical, methodical, and the questionnaires, which are related to the organization of logistics. i.

*The purpose* of the qualification work is to improve the technology of transport logistics using modern methods of mathematical calculation and optimization of the ways of transporting finished products to a network of retail stores.

Research methods: methods of solving the transport problem, the traveling salesman method, the method of scientific generalization and systematization, analytical methods.

*The informational and analytical section* describes the system analysis of the subject area, presents the technical and economic indicators of the selected enterprise and its technological processes. The operation of the logistics structure of the enterprise is defined and described.

*A special section* lists, analyzes and describes algorithms and existing solution methods in accordance with the tasks, as well as theoretical information about the methods used. The existing methods of solving problems of cost optimization during the transportation of finished products are presented and the most optimal one is selected. An analysis of modern methods and models of transport service of logistics systems was carried out, as well as an optimal plan for transportation of finished products to consumers was found.

The practical value of the results obtained in the work consists in determining and optimizing the way of delivery of finished products by vehicles of the logistics department of the enterprise for the production and sale of finished products, the qualification work can be used as a methodological aspect for enterprises in the logistics direction or the logistics department for a modern enterprise for the production and sale of finished products

**Key words:** TRANSPORTATION PROBLEM, MATHEMATICAL MODEL, OPTIMIZATION, ALGORITHM, LINEAR PROGRAMMING METHODS, PROBLEM OF TRAVELER, TRANSPORTATION, SERVICE, TRANSPORTATION OF FINISHED PRODUCTS.

## Зміст

Вступ.....	6
РОЗДІЛ 1. ІНФОРМАЦІЙНО АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ.....	8
1.1 Аналіз та опис логістичної діяльності сучасного підприємства.....	8
1.2 Види логістичної діяльності та логістичних функцій.....	11
1.3 Класифікація логістичних операцій підприємства.....	15
1.4 Тенденції розвитку стратегії транспортних послуг сучасних підприємств.....	19
1.5. Аналіз ринку логістичних послуг України.....	25
1.6. Аналіз діяльності ТОВ «М'ясокомбінат «Ювілейний»».....	33
1.6.1 Фінансовий аналіз м'ясокомбінату «Ювілейний».....	43
1.7. Аналіз логістичної діяльності м'ясокомбінату «Ювілейний».....	49
1.8. Висновок по розділу.....	56
РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ.....	58
2.1. Математичні моделі та методи розподільчих мереж.....	58
2.2. Моделі прогнозу та розрахунку логістичних послуг сучасного мережевого торговельного підприємства.....	59
2.3. Задача комівояжера. Математична постановка задачі.....	68

ВИСНОВКИ.....	122
СПИСОК	ВИКОРИСТАНИХ
ДЖЕРЕЛ.....	125
Додаток А.....	128
Додаток Б.....	129
Додаток С.....	130

## ВСТУП

Сучасний транспорт забезпечує більшість потреб населення та всіх форм бізнесу по всьому світу. Завдяки швидкому та ефективному функціонуванню всієї транспортної системи формуються ланцюги товарних поставок, при цьому забезпечується постійний розвиток господарських відносин в Україні. Збільшення обсягів вантажоперевезень свідчить про зростання економіки, як окремо взятої галузі так в країні в цілому. На сьогодні є актуальним дослідження транспортної системи, транспортних ланцюгів, роботи підприємств логістичного напрямку, пошук сучасних шляхів вдосконалення, розвитку ринку автомобільних вантажоперевезень є надзвичайно актуальним та потребує включення оптимізаційних задач на основі математичних методів розрахунку.

**Актуальність.** Вирішення задач оптимальної доставки вантажів залишається актуальним в умовах постійної зміни ринкових відносин та конкуренції навіть на сьогоднішній день. При великих об'ємах виробництва економія навіть декількох процентів в результаті оптимального вантажоперевезення дозволяє зберегти значну кількість фінансів у умовах конкурентної боротьби на ринку. При цьому, при наявності великого числа змінних, пошук оптимального рішення без застосування математичних методів стає практично неможливим, тому вкрай важливо впроваджувати їх застосування для оптимізації та розрахунку шляхів та варіантів доставки готової продукції в ринкових умовах..

**Об'єктом дослідження** процес вантажоперевезень та доставки вантажів в умовах сучасних підприємств.

**Предметом дослідження** є функціонування підприємства, теоретичні, методичні та практичні питання, які пов'язані з організацією логістичної діяльністю підприємства м'ясокомбінату "Ювілейний", транспортування готової продукції в мережу роздрібною торгівлі.

**Метою кваліфікаційної роботи** є покращення технології транспортної логістики за допомогою сучасних методів математичного розрахунку та оптимізації шляхів транспортування готової продукції в мережу магазинів роздрібною торгівлі

Для досягнення поставленої мети в кваліфікаційній роботі вирішувалися наступні завдання:

- визначення сутності, цілей та підтверджена необхідність оптимізації роботи логістичного відділу та визначено вирішення задачі розрахунку оптимальних логістичних маршрутів магазину для доставки готової продукції в мережу роздрібною торгівлі м'ясокомбінату «Ювілейний»;
- проведений розрахунок логістичних маршрутів математичним методом розрахунку - метод комівояжера, та запропонований вибір нового маршруту для зменшення витрат на паливо та підвищення якості роботи логістичного відділу м'ясокомбінату «Ювілейний»;

Таким чином, тема кваліфікаційної роботи має актуальне значення.

Наукова новизна роботи полягає у застосуванні сучасних методів нечіткої математики до прийняття управлінських рішень в процесах сучасного підприємства виробництва та реалізації готової продукції.

Практична цінність отриманих у роботі результатів полягає у можливості врахування факторів, що впливають на оптимальний вибір шляху транспортування готової продукції.

Для цього необхідно вирішити ряд **завдань**:

- навести характеристику діяльності та структуру підприємства ;
- дослідити структуру технологічного процесу ;
- навести перспективи розвитку відділу логістики.
- виконати розрахунок та провести вибір оптимального шляху доставки готової продукції в мережу роздрібною торгівлі підприємства.





## 1 ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

### 1.1 Аналіз та опис логістичної діяльності сучасного підприємства

Робота сучасного підприємства в умовах ринкових відносин постійно вимагають вдосконалення функціонування та економічної діяльності. Успіх роботи підприємств, їх ефективність, постійні зміни та темпи розвитку економіки, конкурентоспроможність значною мірою залежать від ефективної організації та управління на підприємстві, а як основною складовою - логістичною діяльністю в умовах постійних змін на ринках торгівлі та доставки готової продукції.

Для досягнення певних висот на ринку виробництва готової продукції, її реалізації не достатньо проводити лише маркетингові дії, потрібно впроваджувати найефективніші методи управління потоками та процесами. Зазначимо що вчасна доставка товарної групи до споживача є основою успіху, а за це відповідає логістична служба.

Логістика – це організація, контроль, планування, регулювання, управління матеріальних потоків від виробника, складу до кінцевого споживача. Система логістики повинна координувати всі структурні підрозділи на підприємстві, при цьому аналізувати рентабельність та продуктивність всього підприємства. Виходячи з цього логістика займає велике значення в формуванні життєдіяльності сучасних підприємств.

Сучасна логістика, як наука управління, формує три етапи своєї діяльності [1]:

- Перший етап. Завдяки якому сформовано два положення: істотний економічний ефект дає поєднання окремих функцій фізичного розподілу матеріалів; єдиною системою управління є об'єднані окремі потоки матеріалів на зберіганні, виробництві та транспортуванні.

- Другий етап. Для нього було характерним збільшення інтеграційної логістики. Під час цього етапу: підвищується вартість фізичного розподілу;

збільшується використання персональної комп'ютерної техніки при аналізі та управлінні товарними цінностями; централізація при розподілу вантажу; зниження запасу та етапів товарних ланцюгів.

- Третій етап - сучасні умови та логістичні підходи. Інноваційне планування при менеджменті процесів ринку світової економіки; новітні технології та комунікаційні розробки; розвиток послуг та методів надання логістичних послуг.

Логістична діяльність – це практична реалізація комплексних логістичних функцій і логістичних операцій. Комплексні логістичні операції розділяють на: базисні, основні та підтримуючі.

«Організація логістичної діяльності – це координація та оптимізація в часі та просторі всіх її матеріальних, трудових елементів логістичного процесу для досягнення поставлених цілей за умови мінімальних витратах ресурсів» [2].

Сама ідея логістики – полягає в організації процесу переміщення самого матеріалу від основного складу (виробника) до кінцевого споживача (отримувача вантажу). Для ефективної роботи логістики на сучасних підприємствах, потрібно постійне матеріально-технічне забезпечення всього процесу транспортування МТЦ (матеріально-технічних цінностей) (від виробництва, транспорту, збуту при обробці інформації актуальними методами управління, розрахунку та аналізу).

Загальна мета логістичних процесів підприємства пов'язана зі здійсненням основних правил логістики (транспортування лише необхідної кількості товару, якість, час, наявність товару в потрібному місці в потрібний час та з мінімальними витратами на транспортування). Виконання цих простих правил забезпечить невідкладну реакцію ринку на попит продукту за мінімальними цінами та з мінімальними витратами. Основними напрямками логістичної діяльності сучасних підприємств є: оптимізація зовнішніх потоків МТЦ у відображенні зворотного зв'язку з

постачальниками або виробниками готової продукції; удосконалення процесів перевезення та узгодженість з відповідними службами підприємства [2].

Згідно опису загального рівня удосконалення, розвитку логістичної діяльності сучасного підприємства маємо[3]:

- Перший рівень – полягає у виконанні короткострокових планових завдань, вони виконують функції збереження готової продукції та її транспортування. Є потреба постійно слідкувати та реагувати на зміну попиту яка надходить від споживачів. Якість роботи логістичної системи можна визначити 8 частиною транспортних та інших витрат з розподілу продукції з усієї виручки в реалізації.

- Другий рівень – він характеризує умови корегування та управління логістичного потоку готової продукції від виробника до споживача. До функцій цієї логістичної системи відноситься: обробка замовлень від замовника або кінцевого споживача, обробка замовлень, зберігання відповідної товарної групи на складі, визначення та контроль залишків, планування транспортної логістики відповідного періоду часу. Оцінка цієї логістичної системи відбувається порівнянням кошторису витрат з реальними витратами на цьому етапі.

- Третій рівень – розвитку логістичної діяльності полягає у проведенні контролю логістичних операцій від попереднього моменту закупок сировини до відвантаження та доставки готової продукції кінцевому споживачу. До ланцюгів такого технологічного процесу відноситься: закупівля сировини для виробництва, прогноз збуту готової продукції, контроль складських запасів, організація певного принципу виробництва. Для визначення ефективності поточних дій використовуються порівняння з ідеалом якості послуг які надані. Метою сучасних підприємств на цьому рівні є підвищення продуктивності всіх процесів, на відміну від попереднього рівня зосередженого на скорочення витрат.

· Наступний, четвертий рівень, що відрізняється від третього інтеграцією актуальності процесів планування на процесах логістики підприємства. Цей рівень характеризується об'єднанням процесу планування та контролю транспортної логістики на підприємстві та маркетинговими діями, збутом, виробництвом та фінансуванням.

Оцінка якості дій на підприємстві формується за міжнародними стандартами. Головним завданням для логістики підприємства готової продукції це створення та забезпечення ефективної діяльності систем управління МТЦ. Сучасний аналіз, принципи логістики, методи управління забезпечують оптимізацію усіх процесів сучасного підприємства в умовах ринкових відносин. Логістичні концепції та системи дозволяють зменшити запаси продукції у виробництві, ланцюгах постачання, що в свою чергу відображається на зниженні собівартості, забезпечуючи споживача якісним продуктом за меншою ціною [4].

## 1.2 Види логістичної діяльності та логістичних функцій

Для аналізу логістичних дій розглянемо параметри та складову діяльності в сучасному огляді. Як описується в літературі – ми не маємо єдиного методу оцінки та визначення логістичної діяльності, її функцій, але деякі науковці пропонують класифікувати логістичну діяльність за видами (табл. 1.1) [3].

Таблиця 1.1

### Класифікація видів логістичної діяльності.

Фазова логістична діяльність	Функціональна логістична діяльність
Виробнича логістика Логістика розподілу та збуту Логістика постачань Логістика фінансів Інформаційна логістика Логістика повторного вжитку та утилізації	Логістика контролю замовлень Логістика транспортування Складська логістика Логістика управління запасами Логістика пакування Логістика обслуговування

Фазова логістична діяльність включає: логістику ТМЦ, фінансову та інформаційну логістику. До фаз переміщення ТМЦ на сучасному підприємстві виробництва та торгівлі готовою продукцією відносять: доставку матеріалу для виробництва, виробництво готової продукції, даставка продукції до роздрібної мережі, реалізацію товару, зворотне повернення упаковки чи транспортної тари, утилізацію непотрібного матеріалу. До фінансової логістики можливо віднести керування фінансовими потоками всього процесу логістики. Інформаційна логістика – керування інформацією логістичних процесів. Функціональна логістична діяльність – виконання завдань та процесів логістики. Логістика контролю замовлень – вона пов’язана з обробкою замовлень (обробка, відвантаження, доставки, оформлення документів, одержання оплати за товар). Функція контролю виконання замовлень представляє собою чіткий алгоритм одержання та обробку запитів, визначає терміни виконання замовлення, відвантаження товару.

За умовами вірного управління в організаційній структурі обробки та виконання замовлень, сучасне підприємство може вийти на гарні показники економічних досягнень, при цьому формуючи сучасні методи управління логістикою. Обробка та реалізація, виконання замовлень – це великий потік інформації від замовника до виконавця (постачальника, виробника).

Методологія ланцюга постачання, або надання логістичних послуг включає перелік дій: отримання та обробка замовлень за визначеним алгоритмом підприємства, розміщення замовлення на порталі підприємства, формування рахунків на оплату, комплектація та збір замовлення, відвантаження, контроль виконання замовлень [5].

Уявлення цього процесу представлено на рисунку 1.1-1.3.

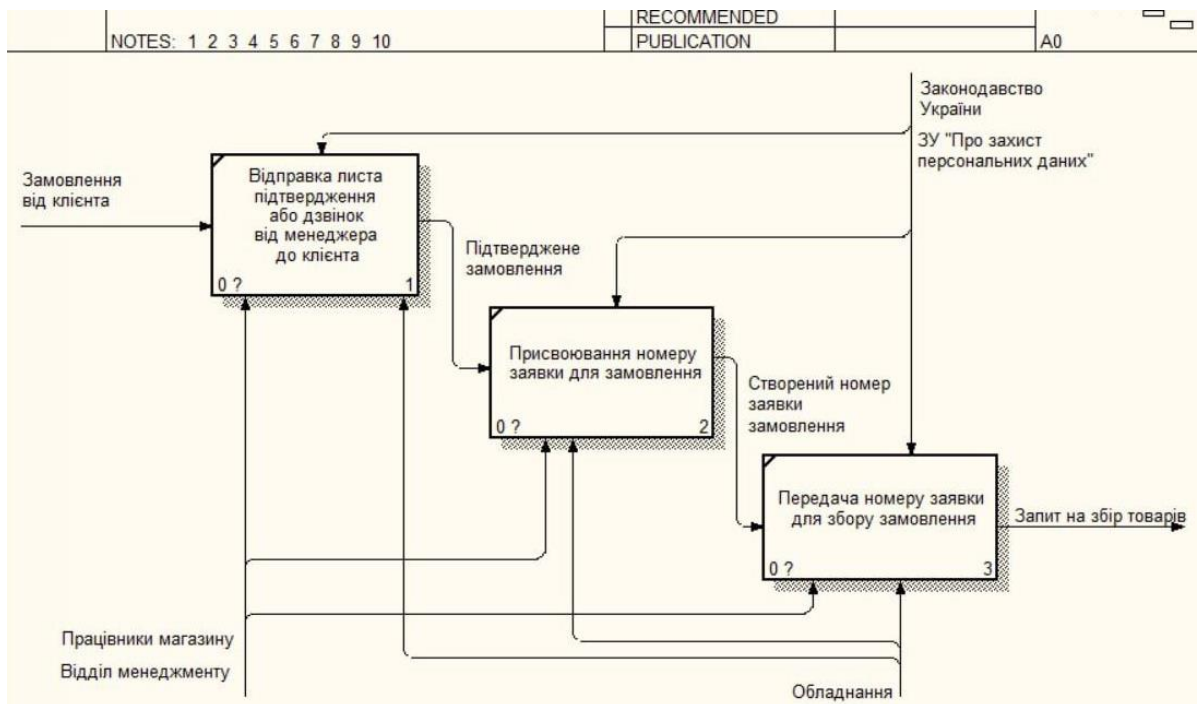


Рис. 1.1 – Перевірка замовлення менеджером.

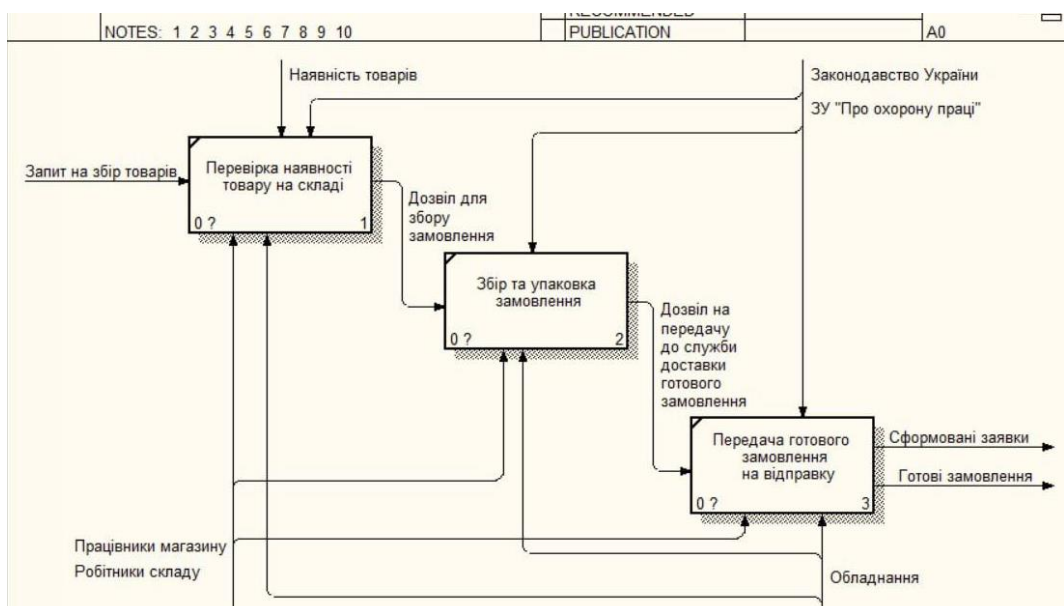


Рис. 1.2 – Процес збору товару на складі

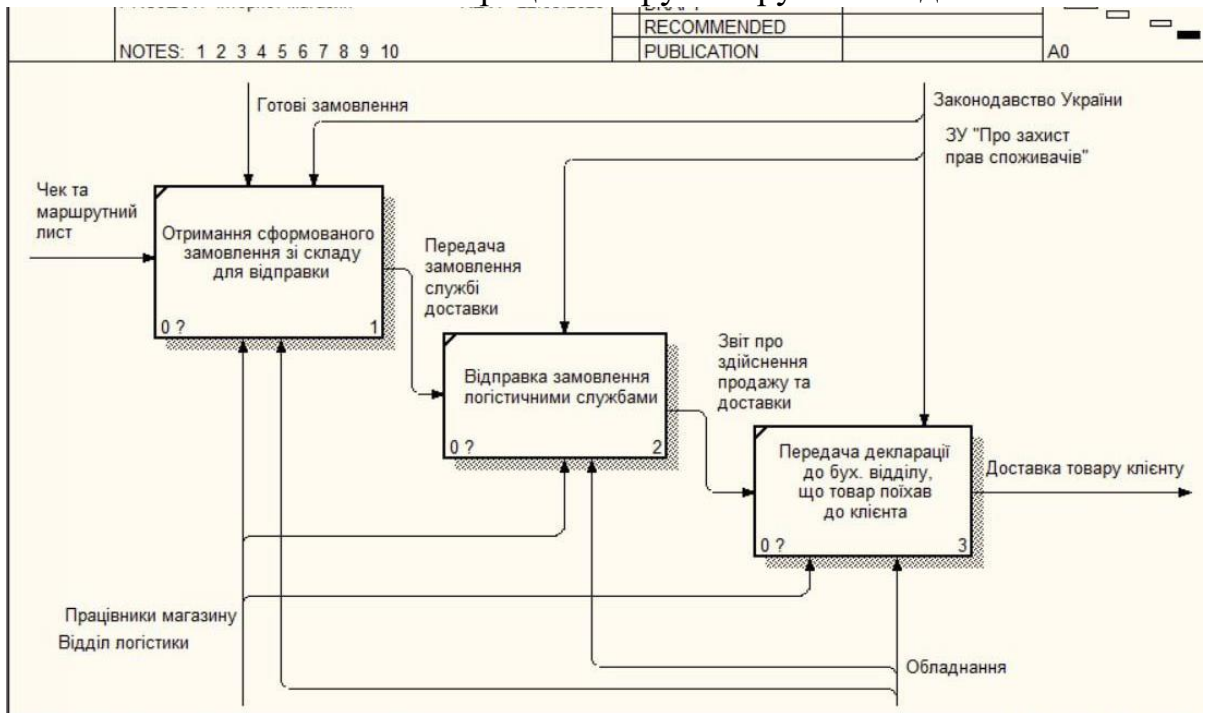


Рис. 1.3 – Передача товару на доставку .

До функціональних процесів логістичних послуг віднесено основні логістичні функції, які представлені у таблиці 1.2. [2].



Таблиця 1.2

## Фазові логістичні функції

Вид логістичної діяльності	Функції та процеси
Збут (розподіл)	Організація плану маркетингу, передбачення попиту, організація мережі збуту, контроль запасу готового товару, обробка замовлень, пакування, доставлення товару клієнту, транспортні роботи для збуту тощо.
Постачання	Корегування з планом виробництва, організація замовлень, закупка, транспортування, контроль запасів у поставках, транспортні роботи для постачання тощо.
Рециклювання	Організація процесів рециклювання, складання та збереження виробничих відходів, товару, матеріалу, утилізація та переробка відходів, контролювання зворотного повернення тари, товару тощо.
Підтримка виробництва	Координування плану фізичного розподілу, контролювання транспортування незакінченого виробництва, транспортування матеріалу, контролювання сировини, матеріалу, комплектуючих виробів, складування незакінченого виробництва тощо.

## 1.3 Класифікація логістичних операцій підприємства

Всі матеріальні потоки відображають алгоритм та результати комплексних дій підприємства з матеріальними ресурсами. В умовах ринкових відносин, при керуванні, контролі переміщення ТМЦ необхідно своєчасно отримувати інформацію, яка супроводжує весь цей процес. Всі ці дії формують комплекс логістичних операцій.

Логістична операція – це є частка логістичного процесу на сучасному підприємстві та відбувається постійно.

Логістичні операції – комплекс сформованих дій, вони направлені на трансформацію потоків ТМЦ.

Класифікація основних логістичних операцій, згідно [6] представлена в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3

### Класифікація логістичних операцій

Ознака класифікації	Вид логістичної операції
Перехід права власності на товар .	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Односторонні: логістична операція, яка характеризується переходом права власності товару та страхових ризиків, які відбуваються в середині логістичного процесу;</li> <li>• Двосторонні: логістична операція, яка характеризується переходом права власності товару та страхових ризиків, від однієї особи до іншої.</li> </ul>
Відношення до логістичної системи	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Зовнішні: направлені на поєднання логістичної системи разом з зовнішнім середовищем;</li> <li>• Внутрішні: логістичні операції, які здійснюються в середині логістичної системи.</li> </ul>
Спрямованість	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Прямі логістичні операції відбуваються коли товар надходить від виробника до споживача;</li> <li>• Зворотні логістичні операції несуть відповідальність за зворотній зв'язок, а саме повернення матеріального і інформаційного потоку до початкової стадії.</li> </ul>
Природа потоку	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Операцій матеріального потоку: внутрішнє транспортування сировини та матеріалів; комплектація, пакування, складування товару тощо;</li> <li>• Операції інформаційного потоку: зберігання, обробка, передача та збір інформації.</li> <li>• Операції фінансового потоку збігаються з логістичними операціями інформаційного потоку;</li> <li>• Операції сервісного потоку.</li> </ul>
Характер виконання робіт	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Операції з доданою вартістю;</li> <li>• Операції без доданої вартості</li> </ul>

Згідно сучасних тенденцій роботи на ринку, кожне підприємство планує бути більш рентабельним та продуктивним, для цього приділяється

велика увага логістичній складовій. Це актуальне питання потребує формування алгоритму певних дій на основі сучасних методів аналізу, розрахунку та управління. Щоб зайняти конкурентоспроможне місце на ринку логістичних послуг, збільшити ефективність всієї діяльності торговельного підприємства необхідно постійно розвивати логістичну інфраструктуру. При аналізі зовнішньо-економічної діяльності, то логістично-транспортний фактор відіграє важливу роль, він формує основну вартість торговельних операцій.

Як визначають передові фахівці – основними шляхами покращення роботи логістичної складової сучасного підприємства є:

1. Використання сучасних інформаційних технологій для управління логістичними процесами та операціями;
2. Зниження витрат за допомогою оптимізації роботи транспорту, витрат на використання складських площ;
3. Збільшення зв'язку структурних елементів.

Введення стандартизації вантажу підвищує ефективність логістичного процесу на сучасному підприємстві: спрощує сортування вантажу при переміщенні в межах складу, зменшує час на завантажувальні роботи, полегшує контроль, зменшує використання складських площ для збереження, збільшує кількість оброблених замовлень [7].

Серед основних факторів, які впливають на ефективність логістичної діяльності можливо виділити [8]:

1. Якість обслуговування. Виконання замовлень споживача з урахуванням попередніх помилок допоможе удосконалити сервіс та збільшити якість обслуговування;
2. Час ( визначення тривалості логістичного ланцюга). Щоб провести оцінку ефективності за часом використовують величину робочого часу на час здійснення операції;
3. Логістичні витрати. При оцінці зіставляють рівень логістичних витрат за фактом та за бюджетом. Функціональні підрозділи

повинні бути тісно пов'язані між собою, аби досягти ефективності в логістиці.

Підприємства мають індивідуальні особливі дані для розвитку логістичних послуг, вони потребують визначати підходи до всіх варіантів, які можливі в управлінні ТМЦ, на це має свій вплив: попит на готову товарну групу; об'єм виробництва; кількість замовників та кінцевих споживачів.

Ефективність логістичної діяльності постійно збільшується, за рахунок [9]:

- Удосконалення управління ТМЦ;
- Удосконалення системи управління складським запасом;
- Покращення транспортних потоків;
- Прогнозування та своєчасне реагування на діяльність підприємства;
- Покращення обслуговування клієнтів.

Як показує практика, підвищення ефективності логістичної діяльності підприємства забезпечується загальною роботою всіх підсистем підприємства підсистеми ( рис. 1.4 ), а саме [10]

- Організаційне забезпечення: здійснення всіх організаційних заходів, з приводу оптимізації фінансовим, матеріальним управлінням та всіма інформаційними потоком;
- Фінансово-економічне забезпечення: оптимізація фінансових потоків на підприємстві;
- Наукове забезпечення: дослідження, аналіз, обґрунтування, розрахунки з логістичної складової;
- Кадрове забезпечення: стимулювання, навчання , проходження тренінгів персоналом;
- Правове забезпечення: стандарти та нормативи;
- Інформаційне забезпечення: оптимізація інформаційних потоків всіх процесів на підприємстві;
- Техніко-економічне забезпечення: оптимізація фінансової та інформаційної діяльності на підприємстві.

Таким чином, збільшення ефективності діяльності сучасного підприємства можливе за оптимізацією всіх підсистем роботи підприємства, транспортно-логістичної системи, складської підсистеми, якісним управлінням потоку ТМЦ. Серед факторів впливу можливо виділити: час витрачений на доставку, витрати на логістичні послуги та обслуговування логістичних процесів.

#### 1.4. Тенденції розвитку стратегії транспортних послуг сучасних підприємств

Постійні зміни та підвищений попит на логістичні послуги не може бути пояснений лише зростанням потреб в транспортуванні ТМЦ. Нові умови роботи досягаються роботою науково-технічного складу та прогресу новітньої методології розрахунків послуги переміщення ТМЦ. Аналіз логістичних ланцюгів в підприємствах залучених в процес виробництва та торгівельну діяльність набуває значної актуальності та підвищує свою значимість, оскільки, постійний розвиток характеризується динамічністю, складністю умов та механізмів формування, появою та узгодженістю нових факторів впливу на процес. Застосуванню логістичних умов та підходів до підприємств замкнутого циклу ( від виробництва до реалізації на своїх магазинах роздрібною торгівлі) сприяли:

1. Розвитку конкуренції, зміна ринку – від торгівельної організації до ринку покупної спроможності постійних покупців, при цьому обумовлюється координації логістичних процесів, організованих в ланцюгах доставок для значного зниження собівартості товарної групи. Також це дозволить здійснити доставку товарів в обумовлений строк у замовленому об'ємі, відповідної якості, що для споживача становить максимальну цінність.

2. Підвищення вартості логістичних послуг, які пов'язані з транспортуванням товарів, при цьому постійно потрібно проводити пошук сучасних методів підвищення економічності доставки товарів.

3. Впровадження сучасних інформаційних систем, на базі сучасних інформаційних технологій, сприяє проведенню оптимізації основних та додаткових витрат, які виникають при управлінні потоками при поставці товарів.

Розглядаючи системи управління товарними потоками, необхідно врахувати розвиток технологій роздрібною торгівлі:

– чіткий поділ окремих системи, до яких можна віднести логістичні підприємства оптової та роздрібною торгівлі, для формування великої єдиної інтегрованої системи з коротких ланцюгів поставок товарної групи;

– нормування та упорядковування класифікації видів торговельних підприємств, при контролі та чіткою організацією управління процесів торговельної діяльності, з підтримкою стандартів обслуговування;

– раціональність в потоках товарів на основі використання РТЦ (розподільчих товарних центрів) роздрібною торгівлі.

До основних змін торговельної діяльності можна віднести:

- динамічний розвиток складської систем;
- розвиток інформаційної системи зв'язків між системами торговельного напрямку;

- вдосконалення організаційної структури торговельної систем;

- зміна мети основної функції торговельних систем, додавання в неї ланцюга логістичної складової та її включення в загальну схему.

Таким чином, впровадження логістичних систем управління на сучасних підприємствах торгівлі дозволить підвищити дохідну частину всього підприємства, а саме:

- підвищити лояльність клієнтів за умовами зменшення дефіциту товару, що виникає при порушенні часу доставки, що приводить до втрат прибутку від дефіциту товарів; підприємство зменшить надлишкові запаси на

торгівельних точках, зменшимо вартість яку витрачаємо на утримання товарів на точках продажу.

– скорочення витрат при розрахунку та опису перевезення товарних, грошових та сучасних інформаційних потоків при використанні раціональної схеми товарообігу; оптимізацію об'ємів запасів по всіх каналах товароруку; комбінування різних видів логістичного транспорту; розробка гнучкого графіку відвантаження та доставки товарів при розрахунку та оптимізації замовлень; оптимізація розміщення складів ближче до території підприємств, які обслуговуються; використання сучасних видів складського обслуговування; зменшення постійних втрат на доставці та зберіганні ТМЦ; зменшення витрат на управління товарними потоками.

Аналіз та дослідження систем логістичних послуг, це основна стратегія розвитку підприємства яка передбачає постійне вивчення основних факторів внутрішнього та зовнішнього середовища сучасного підприємства, що несуть вплив на розвиток транспортної системи. Формування логістичних стратегій, на основі врахування сучасні методів управління всій логістичній діяльністю підприємства виготовлення та реалізації продуктів.

В літературі є багато описів логістичних послуг, та відсутні погляди у визначенні змісту самого поняття «логістична стратегія». Стратегічний підхід вивчення розглядає функціонал та завдання, процес визначення стратегії, перспективу розвитку сучасного підприємства.

Так монографія досліджень визначає основні положення, сутності логістичної стратегії розвідки: формування, призначення, мету, сучасні вимоги до формування логістичної стратегії розвитку, фактори впливу та методика дослідження сучасної логістичної діяльності підприємства роздрібною торгівлі. В роботах вчених В. Руделіус, Л.В. Балабанова, О.А. Виноградов, описано що сучасна логістична стратегія – це одна із функціональних стратегій сучасного підприємства (разом із виробничою розвитку, фінансовою розвитку, маркетинговою стратегією розвитку), що ідентифікується в актуальних логістичних системах.

Розглядають теоретичні засади розробки логістичних стратегій при практичних аспектах та впровадження розглянуто у працях сучасних вчених: М. Портер, Ф. Котлер, Г.Л. Азоев, А.М. Гаджинський, В.І. Сергєєв, Д. Дж. Бауерсокс, Д. Дж. Клосс. При цьому значні досягнення у теоретичній частині, практичній складовій сучасної логістичної стратегії, науковий підхід має деякі невирішені проблеми, які залишаються постійним предметом обговорення вчених та потребують подальших досконалих досліджень. При цьому поняття «стратегія» етимологічно походить від грецького слова *strategia*, за допомогою якого описували найважливішу частину військового мистецтва [11].

Крім цього, є розуміння і економічної стратегії – довгострокові наміри керівників сучасного підприємства щодо виробничої, маркетингової, комерційної, фінансової діяльності підприємства. Зміни у самому визначенні поняття «стратегія» відбуваються відповідно під впливом світового економічного розвитку суспільства. Вибір стратегії розвитку це шлях і спосіб дій, що відкривають перед підприємства, обираючи власний напрямок перспективного розвитку для досягнення мети при конкурентних перевагах на ринку роботи підприємства.

Стратегічний рівень управління логістичною діяльністю підприємства визначає загальну систему цілей оптимізації всіх бізнес процесів, що підтримують подальший розвитку підприємства логістики та торгівлі. Враховуючи загальну стратегію підприємства, потрібно сформувати сучасну функціональну стратегій. Логістична стратегія постійно відображає реалізації загальної стратегії підприємства за допомогою інструментарію управління в логістиці діяльністю підприємства. Розглядаючи дії та підходи до розробки, впровадження стратегії управління логістичною діяльністю виробничо-торговельних сучасних підприємств у літературі зазначені проблеми застосування аналітичних і математичних методів при формуванні логістичних стратегій сучасного підприємства.



Таким чином, аналіз літературних джерел та підхід науковців до поняття «логістична стратегія» показує, що логістична стратегія сучасних підприємств, це:

- формування на часі (довгострокове стратегічне планування), стратегічна (взаємозв'язок стратегій логістичної та корпоративної), інтегрована (інтегрування усіх елементів логістики), економічна (оптимізація потоку товарів) та інформаційна (формування інформаційних мереж);
- зміст цілей, критерії їх досягнення, сучасні заходи раціонального управління всіма процесами підприємства;
- підтримка сучасної корпоративної (маркетингової, операційної) стратегії підприємства;
- зниження витрат для досягнення максимально можливого рівня задоволення потреб споживача підприємств.

Також необхідно розподілити логістичні стратегії підприємства по типам та видам. Конкретний тип відображає сукупність всіх стратегій за ознаками або однорідну спрямованість стратегії.

Як уже зазначалося раніше, логістична концепція повинна мати стратегічний вплив на всю діяльність виробничо-торговельних підприємств, у тому числі на отриманий прибуток і доходну частину підприємства, від них, насамперед, залежить час витрачений на виконання замовлень, сприйняття цінності товарної групи, надійність всього ланцюга поставок.

Велика стратегічна значимість основної логістичної концепції визначається неможливістю, насамперед ефективно виконувати загальні операції сучасного підприємства роздрібною торгівлі. Якщо основні бізнес-стратегії описують загальні цілі підприємства, то логістична стратегія займається фактичним транспортуванням та переміщенням в межах товарної мережі основних товарів та наданням послуг, які необхідні для досягнення основних цілей. Споживач зацікавлений у якісному рівні обслуговуванні, надійності, постійній наявності обраного товару, гнучкості та швидкості доставки, розміщення товару, партнерські відносини з основним

постачальником та виробником, екологічна складова, переробка втор сировини та інші чинники. Усі ці критерії залежать від вибору основної логістичної стратегії підприємства.

Таким чином, найчастіше логістична стратегія сучасного підприємства роздрібної торгівлі спрямована на:

- мінімізацію витрат. Стратегія мінімізації витрат на логістичні послуги обумовлена підвищенням прибутку та зниження вартості товару; – оптимізацію часових параметрів. Логістична стратегія сприяє швидкій доставці товарів;

- ефективне обслуговування споживачів. Сучасне підприємство прагне отримати перевагу завдяки використанню логістичній стратегії, оптимізацію всіх ланцюгів поставок ТМЦ;

- високу якість. Сучасна логістична стратегія гарантує наявність товару або послуги найвищої якості;

- гнучкість зміни наявності обсягу товарів. Постійний рівень зміни попиту на товар регулюється логістичною складовою, що дозволить враховувати інтереси всіх покупців;

- застосування новітніх технологій. Інформаційні технології використовують в сучасних логістичних системах;

- географічне розміщення. Логістична стратегія передбачає розміщення виробництва або постачальників, складські бази або фірми дистриб'ютори на невеликому віддалені.

Таким чином, сучасна логістична стратегія це великий комплекс упорядкованих процесів, спрямованих на отримання відповідних результатів систем створення цінової політики та вартості, за умовами покращання якості обслуговування для споживачів.

### 1.5. Аналіз ринку логістичних послуг України

Як вже зазначалось однією із важливіших галузей економіки України є транспортно-логістична структурована галузь. Для стабільної роботи та розвитку цієї галузі існує деяка кількість транспортних, транспортно-експедиційних, комплексних логістичних центрів, посередницьких компаній та компаній виробників продукції зі своїми транспортними підрозділами. Серед перелічених підприємств значну частку займають транспортно-експедиційні підприємства операторів логістичного ринку.

Згідно зі ст. 1 Закону № 1955 транспортно-експедиторська діяльність — підприємницька діяльність із надання транспортно-експедиторських послуг з організації та забезпечення перевезень експортних, імпорتنих, транзитних або інших вантажів [12]; транспортно-експедиторська послуга — це робота, що безпосередньо пов'язана з організацією та забезпеченням перевезень експортного, імпортного, транзитного або іншого вантажу, за договором транспортного експедитування» [13].

До видів транспортно-експедиторської послуг експерти галузі відносяться:

- 1) охорона та експертиза всіх вантажів;
- 2) оптимізація транспортно-логістичного обслуговування;
- 3) організація вантажних перевезень із залученням різних видів транспорту;
- 4) інші види послуг [12].

Таким чином транспортно-експедиторська діяльність та послуги компаній це загальна сукупність різних послуг, які пов'язані з перевезенням ТМЦ.

Але також є декілька класифікацій транспортних послуг:

1. За процедурами: 1. пасажирські перевезення; 2. Вантажні перевезення за призначенням: імпорт; експорт; транзит; 3. вантажні

перевезення за особливими умовами транспортування: налив; насип; контейнер; штучні; навал.

2. За транспортними операціями: 1. зовнішньо галузеві; 2. внутрішньогалузеві

3. За видом діяльності підприємств: 1) перевіз; - вид транспорту що використовується: водний, залізничний, автомобільний, повітряний та змішаний. - за територіальною роботи та перевезень: внутрішньодержавні перевезення та міжнародні; - за визначенням періодичності перевезень: регулярні та нерегулярні перевезення; - за видами сполучень: прямі та непрямі сполучення; - за видом транспортно-технологічної системи: пакетні, контейнерні, ролкерні та ін. 2) неперевізні. - Комплексно-експедиційні: Послуги з відвантаження (прийому, маркування, пакування всіх вантажів, оформлення супровідної документації); Загальні послуги по супроводу ТМЦ (забезпечення охорони, цілісності вантажу в дорозі, перевантаження та послуга самого транспортування); Послуги контролю постачання (контроль за прибуттям кінцевому замовнику, інформування про прибуття та розвантаження ТМЦ, сама організація розвантаження, оформлення відповідних документів, звіт постачальнику).

Розвиток транспортно-логістичних послуг позитивно впливає на розвиток ринкових відносин України:

- 1) Раціональне та ефективне використання ресурсів;
- 2) Розвиток ринку та здорова конкуренція;
- 3) зниження витрат на перевезення, розміщення та складування вантажу тощо.

Якщо провести аналіз загальних даних - експорт та імпорт всіх видів транспортних послуг становить більше 23% (5,5 трлн. умовних одиниць). Українські постачальники логістичних послуг, на світовому ринку програють за параметрами вартості послуг, показниками експортного об'єму, але тільки самим великим корпораціям та підприємствам [14]. До початку 2021 року в Україні спостерігався постійний ріст розвитку логістичних послуг, про це

вказано у звітах Світового банку щодо індексу ефективності логістичних послуг Українських підприємств (рис.1.4) [15]. Аналіз показав, що серед 160 країн Україна на 66 місці (LPI=2,83) у 2018 році проти 80 у 2016 (LPI=2,74).

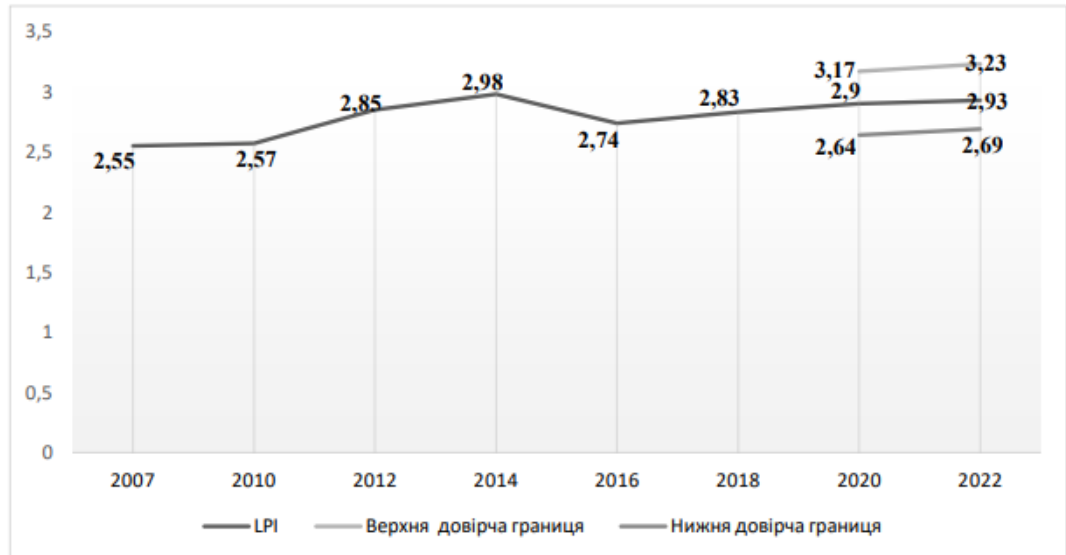


Рис. 1.4 - Показники LPI в Україні, період 2007-2018 рр., прогноз на 2020–2022 рр.

Данні LPI ґрунтуються на всесвітньому опитуванні операторів на місцях, забезпечуючи чіткий зворотний зв'язок та реальні показники щодо країн «приймача» вантажу. Ці дані поєднують глибокі знання про відповідну країну, в яких здійснюється логістична діяльність та перетин оцінки якості країн, де вони відбувається сама діяльність [16].

Індекс LPI (Logistics Performance Index) включає в себе:

- митну логістику;
- логістичну компетентність;
- інфраструктурні дані;
- спостереження за переміщенням транспорту та вантажу;
- відповідна логістична компетентність та якість послуг;
- своєчасні виконання замовлень та доставка у відповідний.

Максимальний бал Україна отримала своєчасні доставки вантажу (3,42 бали на 2018 рік), але найнижчий бал то є – інфраструктурні показники (2,22

бали). Графічна частина LPI України по роках аналізу [17] представлені на рисунку 1.5.



Рис. 1.5 - Динаміка структури LPI по роках

Як показує аналіз ринку логістики України – визначальним трендом є виконання доставки термінових замовлень при забезпеченні рентабельності підприємства логістичних послуг. Таким чином, більш конкурентними та затребуваними є компанії які впроваджують інноваційні технології, які відображають гнучкість при виконанні замовлень, використання цифрових технологій, новітніх математичних методів з метою зниження витрат у мережі логістичної складової сучасних підприємств.

Як показала практика, постійні зростання замовлень, роздрібною торгівлі та інтернет замовлень привило до швидких темпів зростання і сектору логістичної доставки маломірних вантажів [18]. На сьогодні багатьох основних логістичних та експедиторських підприємств об'єднує Асоціація міжнародних експедиторів (перевізників) України (АМЕУ) та Асоціація «Укрзовніштранс», які включені у Міжнародну Федерацію логістичних та експедиторських асоціацій (FIATA). Кількість членів АМЕУ більша за 180 транспортно-експедиторських підприємств усіх форм власності, при цьому

«Укрзовніштранс» нараховує 34 компаній. Ці компанії надають свої послуги на всій території України, працюють з використанням всіх видів транспорту. Частка компаній, що входять до цих асоціацій, транспортують та перевозять більше 50 % імпорту та експорту товарної групи, до 75 % припадає на транзит [19].

Що стосується логістичного ринку України, який включає основні види перевезень вантажів: це залізничний, автомобільний, авіаційний, водний (морський та річковий). Найбільш розвиненим транспортом України є залізничний вид транспортування вантажів який займає 54% ринку всіх перевезень, при цьому найменшим в користуванні є водний – лише 0,01% транспортних послуг.

Як показує аналіз літератури [17], графічне уявлення (рис 1.6) наведене в порівняльній характеристиці загального ринку логістичних послуг в період 2013-2019 роки, то спостерігається постійне зниження відсотку використання залізничного виду перевезень (з 58% до 52%), та збільшення відсотку перевезень з використанням автомобільного транспорту (збільшення на 6%).

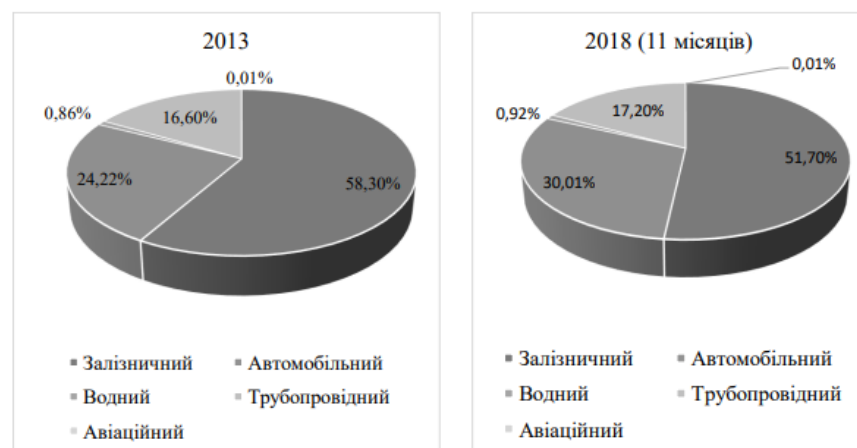


Рис. 1.6 – Логістичні послуги за видами транспорту в період 2013 - 2019 роки

Проведений аналіз літературних джерел, трафік (рис.1.7) показує динаміку обсягів вантажообігу основного наземного транспорту [17], який свідчить про зниження, за рахунок основних факторів: це дестабілізація політичних та економічних процесів в Україні, військовий стан, втрата великої території в тому числі і інфраструктури, зменшення транспорту, вплив іноземних інвестицій та вплив політичної складової інших та ін.

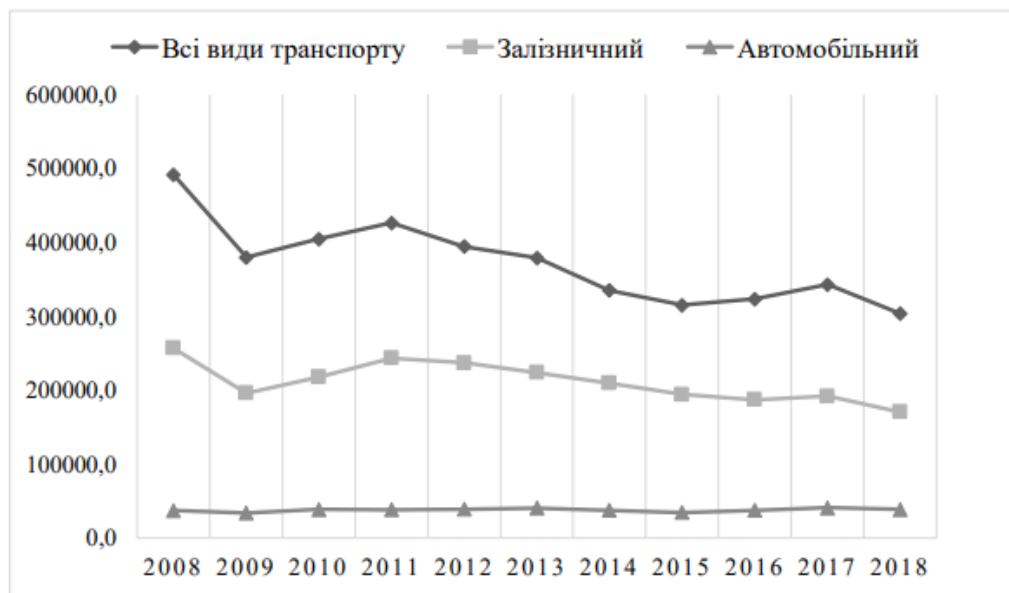


Рис. 1.7 - Динаміка вантажообігу наземних транспортних підприємств (млн.т/км)

Загальний обсяг логістичного ринку України, з урахуванням транспортних та логістично-складських послуг складає понад 500.000 млрд. грн. Значна частина транспортування припадає на наземний вид транспорт – 97%, а лише 3% розподіляють між собою водний та повітряний транспорт. Але все ж таки, залізничний транспорт переважає зі 52% [16; 17; 20].

При аналізі перспектив розвитку логістичних послуг, статистичне моделювання та прогнозування включають ряд важливих етапів: аналіз тенденції розвитку, визначення та побудова тренду, побудова адаптивної моделі, побудова авторегресійної моделі [21].



Згідно аналізу літературних джерел, та наведеної інформації [22], автор проводить прогноз одним із екстраполяційних методів короткострокового прогнозування. При короткостроковому прогнозуванні, а також при прогнозуванні при постійних змінах зовнішніх умов, коли своєчасно потрібно формувати останні реалізації досліджуваного процесу найбільш ефективними виявляються адаптивні методи, які враховують нерівноцінність тимчасового ряду [23]. Авторами, вищезазначених літературних джерел, проведено аналіз даних за допомогою моделі Брауна. Результати аналізу представлені на рисунках 1.8 та 1.9

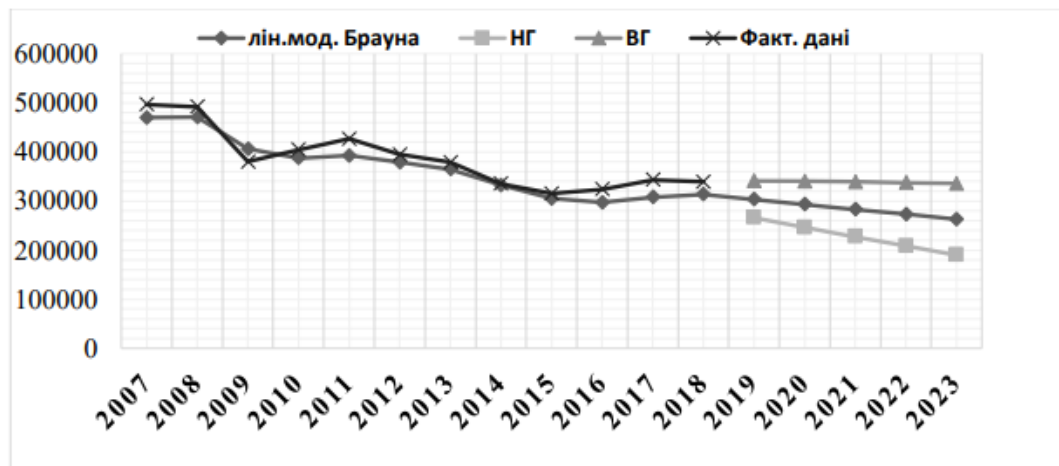


Рис. 1.8 – Прогнозна модель Брауна

Після проведення ідентифікації лінійної моделі Брауна проводиться перевірка статистичної достовірності та розрахунок точності моделі за відповідними критеріями. Для умов статистичної достовірності можливо застосувати F-критерій :  $F_{розр.} > F_{табл.} (48, 05 > 4,96)$ , тому відповідна гіпотеза статистичної достовірності лінійної моделі Брауна з ймовірністю 0,95 використовується як базова. Статистична точність перевіряється за допомогою відносної помилки апроксимації. Оскільки  $\epsilon_{відн} (5,57)$

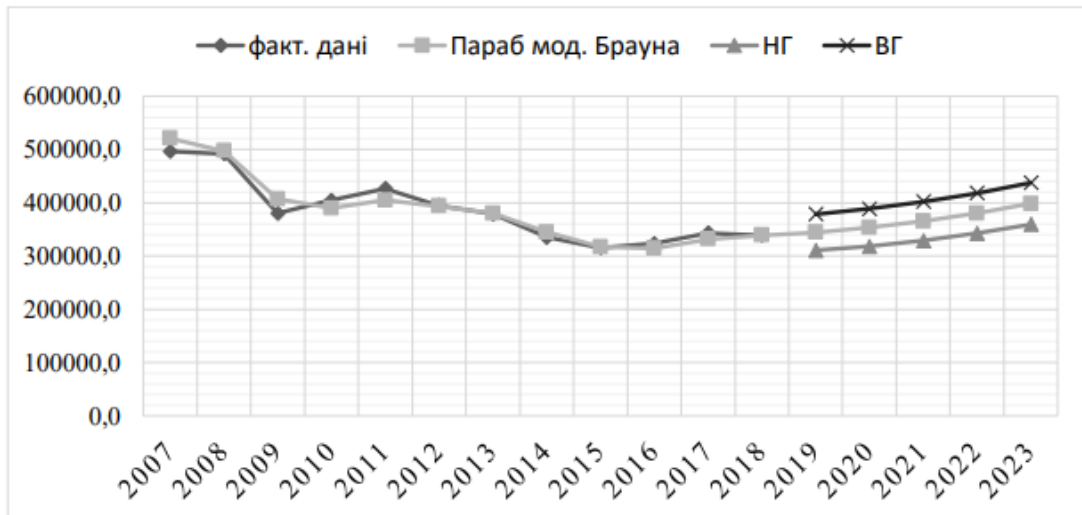


Рис. 1.9 - Результати прогнозування по параболічній моделі Брауна (параболічна модель)

Таким чином, логістичні послуги сучасної економіки займають основне місце в господарчій діяльності підприємств. Логістична галузь в Україні знаходиться в розвитку та потребує наукового підходу. Аналіз динаміки розвитку логістики та її ефективності показує постійний розвиток всієї сфери логістики, незважаючи на всі труднощі сучасного світу (економічна криза в країні, несприятлива політична та економічна ситуація в Україні, війна та ін.). Однією із найважливіших складових ринку логістики є вибір виду транспорту та шляхи транспортування. Ці показники відіграють важливу роль у розвитку національної господарчої діяльності в Україні. Найбільша частка вантажоперевезень, це залізничний транспорт (52%), але реальність показує що перевезення вантажним автомобільним видом транспорту має значні перспективи та включає в себе вагомі дані для розвитку цього напрямку логістичних перевезення.

## 1.6. Аналіз діяльності ТОВ «М'ясокомбінат «Ювілейний»»

М'ясокомбінат «Ювілейний» (м. Дніпро) - м'ясопереробна компанія, що постійно розвивається та є успішною регіональною компанією на м'ясопереробному ринку України. Вона є перспективною компанією цієї галузі з відповідним рівнем якості продукції, широким асортиментом виробленої ковбасної та м'ясної продукції регіону. Виробництво м'ясокомбінату «Ювілейний» побудовано за принципом повного замкнутого технологічного циклу. Процес виробництва починається із забою завезеної худоби, та завершується виробництвом готової продукції, яка зберігається на території підприємства та реалізується в роздрібній мережі своїх магазинів, а також постачається в великі мережі роздрібною торгівлі міста та регіону. Тільки за такою схемою можливий повний контроль якісної складової на всіх етапах виготовлення продукції, її доставка та реалізація.

Наявність власного підрозділу логістичних послуг та мережі роздрібною торгівлі дозволяє зменшити собівартість виробленої продукції та запропонувати замовнику якісний продукт за низькою ціною. У структуру м'ясокомбінату входять: адміністративний корпус, забійний цех, цех обвалки, виробничий комплекс, цех упаковки продукції, розподільний комплекс, лабораторія і транспортно-логістичний відділ. У 2011 році введений в експлуатацію і запущений новий ультрамодерний цех з виробництва сиркопчених і сиров'ялених ковбас. У 2012 року введений в експлуатацію цех по виробництву напівфабрикатів.

На підставі оцінки системи управління безпекою харчових продуктів України, органом сертифікації систем якості державного підприємства м'ясокомбінату виданий сертифікат на систему управління безпекою

харчових продуктів, цей сертифікат підтверджує відповідність вимогам ДСТУ ISO 22000-2007 на ДСТУ 4161-2003.

На даний момент підприємство співпрацює майже з 13 000 торгових точок роздрібної торгівлі в різних областях України. Ці магазини отримують продукцію м'ясокомбінату «Ювілейний» через власні філіали компанії, через дистриб'юторів, при цьому власна мережа отримує товар власним транспортом. Продукція м'ясокомбінату «Ювілейний» представлена у багатьох національних роздрібних мережах. Філії м'ясокомбінату «Ювілейний» працюють в містах: Дніпро, Кривий ріг, Запоріжжя, Донецьк, Одеса.

#### ІСТОРІЯ КОМПАНІЇ [ 24]

Офіційним днем народження ТОВ м'ясокомбінат «Ювілейний» вважається 19 грудня 1996.

Важливі дати:

19 грудня 1996 р. – дата створення МКЮ, відкриття першого цеху по виробництву ковбасної продукції.

1998 р. – розпочав свою діяльність забійний цех, розпочато виробництво продукції у вакуумній упаковці

1999 р. – відкрито філіалу Кривому Розі

2001 р. – відкрито другий цех з виробництва ковбасної продукції

2001 р. – відкрито першу фірмову крамницю МКЮ

2001 р. – Компанія стає генеральним спонсором дитячого футбольного клубу «Ювілейний»

2002 р. – відкрито філіал в Запоріжжі

2003 р. – на ринок виводиться торгова марка «Ювілейний Класика»

2003 р. – на ринок виводиться торгова марка «Ювілейний Преміум»

2004 р. – відкрито найсучасніший на території України виробничий цех і розподільний комплекс

2007 р. – відкрито філіали у Луганську та Донецьку

2007-2010 рр. – Компанією відкрито десять магазинів фірмової торгівлі мережі МКЮ

З 1998 по 2013 м'ясокомбінат “Ювілейний” нагороджено дипломами, медалями і кубками: «Кращий виробник регіону», «За кращу продукцію», «За задоволення потреб громадян», «Улюблена м'ясна марка» і головний приз – премія Вищої проби. В 2009 році колектив підприємства м'ясокомбінат “Ювілейний” отримує “Подяку прем'єр-міністра України”.

З 2009 по 2010 на підприємстві м'ясокомбінат “Ювілейний” працював член Європейської асоціації м'ясопереробних заводів від Словачії і експерт з якості м'ясокомбінату «Ювілейний» Вільям Похлі.

Зазначимо що за 17 років своєї діяльності м'ясокомбінат “Ювілейний” зайняв лідируючі позиції на ринку регіону та став одним з найбільших м'ясопереробного комплексу в Україні.

М'ясо – це основна сировина для виробництва готової продукції м'ясокомбінату “Ювілейний”. Постійний контроль якості розпочинається ще на виробничих фермах та господарствах партнерах, які є постачальниками сировини для виготовлення готової продукції. М'ясокомбінат “Ювілейний” має власний забійний цех, який гарантує виготовлення всієї продукції зі свіжого м'яса. Кожна тварина, що попадає на м'ясокомбінат, проходить перевірку державною та власною ветеринарними службами.

Завдяки багаторічному досвідові розробки та виготовлення готової м'ясної продукції, сучасних технологій та сучасному обладнанню цехів, м'ясокомбінат “Ювілейний” це один з небагатьох підприємств в Україні, що виготовляє продукцію, враховуючи вибагливі побажання споживачів та замовників. Потрібно зауважити, що м'ясокомбінат “Ювілейний” входить до ТОП-20 підприємств України м'ясної галузі, що виготовляють 80% від національного об'єму готової м'ясної продукції (22% від загального виробництва України)

Як вже зазначалося раніше, використання на виробництві лише тільки якісної сировини для гарної продукції – це запорука створення високоякісного продукту, що відповідає усім вимогам ДСТУ та вибагливим покупцям.

В продукції м'ясокомбінату “Ювілейний” не використовуються сировина з вмістом ГМО. Як написано на сайті компанії мета м'ясокомбінату – «Натуральність у кожному грамі готової продукції». Цей самий принцип перекладається і на роздрібну мережу та на партнерів підприємства. Партнери м'ясокомбінату “Ювілейний”, це лідери регіону в своїх галузях – виробники якісної м'ясої сировини України, Європейські виробники спецій торгівельних марок Almi(Австрія), Wiberg(Австрія), RAPS(Німеччина).

Використання сучасного обладнання. Організація сучасного виробничого процесу включає в себе: розширену структуру підприємства та виробничих цехів, потужності та оптимальне розташування обладнання згідно рекомендацій “Lissner”, яке спеціалізується на проектуванні та відкритті м'ясопереробних підприємств. М'ясокомбінат “Ювілейний” використовує сучасну та інноваційну структуру підприємства та впроваджує технології, відповідно до найсучасніших європейських технологій. При проектуванні та запуску проекту м'ясокомбінат “Ювілейний”, було закуплено та використовується обладнання від світових лідерів, серед яких Banns (Німеччина), KJ (Данія), Seydelmann (Німеччина), Alpina (Швейцарія), Laska (Австрія), Bizerba (Німеччина), Schroter (Німеччина), Poly-Clip (Німеччина), Handtmann (Німеччина), Webomatic (Німеччина).

Таким чином був створений сучасний та унікальний м'ясокомбінат повного виробничого циклу, в якому сформований весь процес від заготовки м'яса до пакування готової продукції проходить на одній території. Завдяки цьому як усі технологічні процеси, так і переходи між ними, проводяться на високому професійному рівні. На сьогоднішній день

виробничий комплекс м'ясокомбінату “Ювілейний” є зразковим на значній території України, що підтверджено Українськими та Європейськими експертами в області м'ясопереробної промисловості.

Все виробництво м'ясокомбінату “Ювілейний” пройшло сертифікацію НАССР (міжнародний стандарт безпеки харчової продукції) відповідно до вимог ДСТУ 4161-2003 системи управління безпеки харчових продуктів. Ця система забезпечує контроль всіх етапів проходження сучасного технологічного циклу, в будь-якій точці процесу виробництва готової продукції, зберігання на складах, доставці та реалізації продукції через роздрібну мережу магазинів. Для отримання системі НАССР м'ясокомбінат “Ювілейний” постійно досліджує свій власний готовий продукт, перевіряє методи виробництва продукції, але й застосовує систему перевірки і контролю до своїх постачальників сировини, допоміжного матеріалу, а також своїй та партнерській системі роздрібної торгівлі. Для ізолювання виробництва від негативних впливів зовнішнього, використовується сучасні безконтактні крани для транспортування сировини та готової продукції, сучасний спецодяг для м'ясопереробної галузі. Здійснюється щоденна обробка всіх приміщень та цехів за допомогою обладнання компанії Ecolab— професійними миючими та дезінфікуючими засобами. Це дозволяє гарантувати повну безпеку та якість всій продукції м'ясокомбінату “Ювілейний”.

Що стосується пакування продукції, то це додатковий захист якості та безпека наших споживачів, вся упаковка інноваційна в цій галузі. М'ясокомбінату “Ювілейний” співпрацює з лідерами матеріалів для упакування – Multivac (Німеччина), Webomatic(Німеччина), Cryovac (США), Атланіс-Пак (Росія), Zudpack (Німеччина). Усі вони, лідери у цій галузі, постачають сучасне обладнання та пакувальні матеріали, завдяки яким продукція зберігає свій смак, поживні властивості та безпечні для споживача.

Всі співробітники м'ясокомбінату “Ювілейний” – це професійна команда спеціалістів. Весь персонал компанії постійно підвищує рівень професійної підготовки, проходить регулярне тестування персоналу на кваліфікаційний рівень, це дає змогу – успішної роботи м'ясокомбінату згідно установленим правилам, нормам якості та безпеки.

Сучасне та ефективне управління, використання комплексної автоматизованої система управління підприємством – це запорука отримання продукції, яка відповідає європейським стандартам якості. Вся система автоматизації побудована на основі Oracle – лідеру галузі програмного забезпечення для сучасного управління підприємствами. Ця система охоплює основні бізнес-процеси м'ясокомбінату “Ювілейний”: управління закупками, процесом виробництва, аналізом та збутом готової продукції, логістикою, фінансовими складовими та управління персоналом. Чітке дотримання усіх виробничих процесів на м'ясокомбінату “Ювілейний” підтверджено сертифікатом міжнародного стандарту ISO22000-2007.

Сучасна логістика відбувається на власному транспорті, обладнаному холодильними установками, системою спостереження за температурним режимом при транспортуванні, при цьому продукція швидко, якісно та без затримок доставляється в мережу роздрібною торгівлі до споживачів.

М'ясокомбінату “Ювілейний” працює для споживача та турбується щоб на прилавках всіх магазинів біла тільки якісна та свіжа продукція. Підприємство постійно збільшує кількість торгових роздрібних точок реалізації готової продукції, розвиваючи мережу власних спеціалізованих магазинів. М'ясокомбінату “Ювілейний” постійно слідкує за своїм асортиментом у точках продажу, щоб у покупців завжди був вибір продукції нашого м'ясокомбінату на будь-який смак. А це потребує сучасного апарату розрахунку логістичної складової – оптимізацію витрат на доставку продукції.



М'ясокомбінату “Ювілейний” має децентралізовану функціональну організаційну структуру управління, яка представлена на рисунку 1.10.

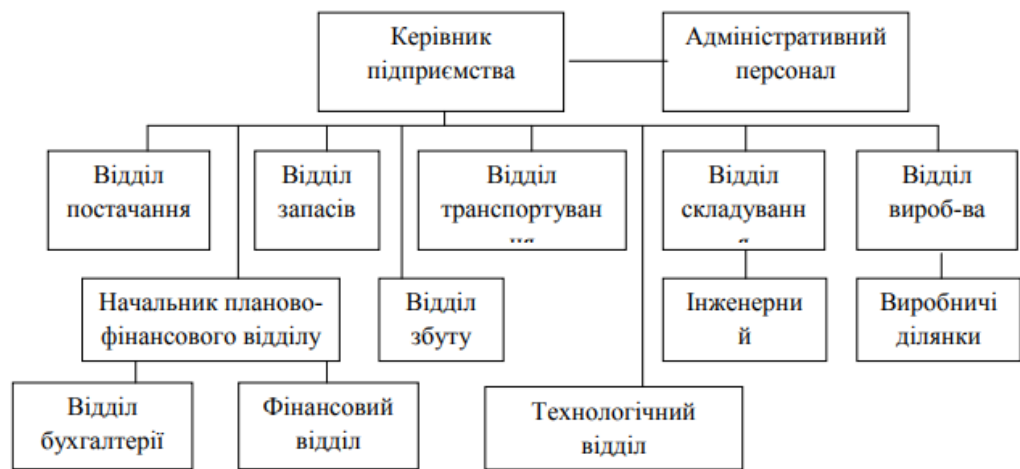


Рисунок 1.10 – Структура управління М'ясокомбінату “Ювілейний”

Розглянемо частку, яку має підприємство на ринку збуту готової продукції в регіонах України порівняно з іншими підприємствами цієї галузі табл 1.4. та на рисунку 1.11 [25].

Таблиця 1.4.

**Частка реалізації готової продукції в регіоні М'ясокомбінату  
“Ювілейний”.**

М'ясна фабрика «Фаворит»	13,00%
«Глобинський комбінат»	10,50%
М'ясокомбінат «Ятрань»	7,50%
Підприємство «Український бекон»	7,30%
М'ясокомбінат «Ювілейний»	6,50%
«Кременчугм'ясо»	4,80%
«Наша Ряба»	4,10%
ТМ «Дружба Народів»	4,00%
ТМ «Бащинський»	3,80%
ТМ «Індекс»	3,50%
ТМ «Легко»	3,30%
ТМ «Маршалок»	3,30%
ТМ «М'яско»	1,50%
ТМ «Наш продукт»	1,44%
ТМ «Пан Курчак»	1,40%
інше	25,46%

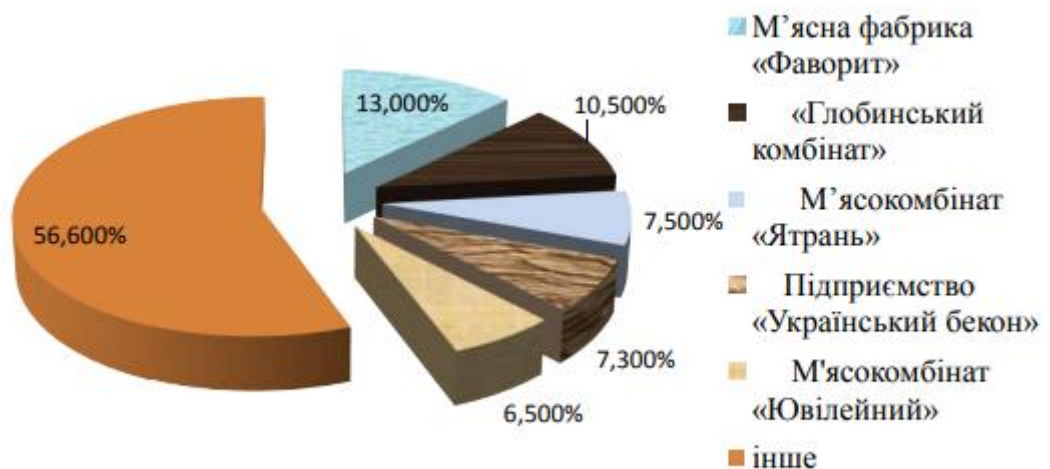


Рис. 1.11 – Графічне представлення частки реалізації готової продукції м'ясокомбінату «Ювілейний»

Графічний матеріал показує літерів м'ясної галузі, в які входять: М'ясна фабрика «Фаворит», Глобинський комбінат, М'ясокомбінат Ятрань, підприємство «Український бекон» та м'ясокомбінат «Ювілейний».

Аналізуючи показники діяльність підприємства за допомогою таблиці SWOT-аналізу – при встановленні зав'язків між можливостями та загрозами для м'ясокомбінату “Ювілейний”, сильними та слабкими сторонами.

За результатами аналізу сильних та слабких сторін внутрішнього середовища м'ясокомбінату “Ювілейний”, можливостей підприємства та загроз зовнішнього середовища формуються чотири поля: сильні сторони та можливості, сильні сторони та загрози, слабкі сторони та можливості, слабкі сторони та загрози. Поле сильні сторони та можливості припускає стратегії, що використовують сильні сторони м'ясокомбінату “Ювілейний”, для реалізації можливостей, що з'явилися в зовнішньому середовищі. Поле сильні сторони та загрози припускає стратегії, що використовують сильні сторони для усунення загроз у зовнішньому середовищі м'ясокомбінату “Ювілейний”. Поле слабкі сторони та можливості припускають стратегії, що мінімізують слабкі сторони м'ясокомбінату “Ювілейний”, використовуючи можливості ситуації на ринку галузі м'ясопереробний. Поле слабкі сторони та загрози припускає стратегії, що мінімізують як слабкі сторони підприємства, так і загрози, що з'явилися в зовнішньому середовищі м'ясокомбінату “Ювілейний”,.. SWOT-аналіз для м'ясокомбінату “Ювілейний” представлено в таблиці 1.5

Таблиця 1.5.

### SWOT-аналіз підприємства м'ясокомбінату “Ювілейний”

Сильні сторони	Слабкі сторони
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Достовірний аналіз ринку.</li> <li>2. Стабільне сприятливе фінансове становище.</li> <li>3. Постійний контроль якості, висока якість пропонуваної продукції.</li> <li>4. Висококваліфікований персонал.</li> <li>5. Потужні внутрішні джерела фінансування.</li> <li>6. Турбота про здоров'я споживачів.</li> <li>7. Соціальна спрямованість.</li> <li>8. Чітко сформульована стратегія подальшого розвитку бізнесу.</li> <li>9. Економія на масштабах виробництва.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Стратегія компанії може стати частково нездійсненою.</li> <li>2. Продукція компанії, як правило, має більш високу вартість у порівнянні з конкурентами на місцевих ринках, що викликано унікальністю технологій.</li> <li>3. Основний збут продукції відбувається через великі супермаркети, більш схильні до негативних наслідків кризових явищ в меншій мірі здатні адаптуватися до нових умов ринку</li> </ol>

10. Надійна мережу розподілу, гнучка політика продажів.	
11. Стратегія врахування національно-культурних стандартів і традицій	
Можливості	Загрози
1. Розширення асортименту, впровадження нових розробок. 2. Велика доступність ресурсів при використанні місцевих ресурсних баз кожного регіону. 3. Зростання рівня попиту на продукцію. 4. Удосконалення технологій виробництва. 5. Зниження цін за рахунок вдосконалення технологій виробництва, стабільного сприятливого фінансового положення, низького ступеня ймовірності банкрутства. 6. Завоювання частки ринку у конкурентів за рахунок довіри споживачів, високого рівня іміджу компанії	1. Послаблення зростання ринку, обумовлене його насиченням. 2. Існування великої кількості конкурентів на ринку з товарами низької вартості. 3. Нестабільність економічного стану країни. 4. Втрата деякого відсотку частки ринку. 5. Швидкий розвиток слабких конкурентів

Аналізуючи всі можливості м'ясокомбінату “Ювілейний” до зовнішнього середовища, зазначимо що перелік можливостей досить кількісний, що підтверджує ринкову складову кожного сучасного підприємства на розвиток з впровадженням нових видів готової продукції.

Також визначення цільової аудиторії є важливим моментів у розвитку процесу виготовлення готової продукції. Це сприятиме налагоджуванню роботи відділу маркетингу для запуску відповідної рекламної кампанії, створення та випуск продукції різного формату, а також продукції широкої цінової політики.

Аналіз загроз підприємства м'ясокомбінату “Ювілейний”, підтверджує високий рівень конкуренції на ринку м'ясопереробний в регіоні. Розглядаючи одну з загроз – як замітник, потрібно зазначити, що м'ясокомбінату “Ювілейний” випускає продукцію високої якості в різних цінових категоріях, тому загрозою для м'ясокомбінату “Ювілейний” у вигляді товарів – альтернатив або заміна може бути лише продукція найвищої якості.

Розглядаючи послаблення якості у постачальників м'ясокомбінату “Ювілейний” матиме, безпосередньо, прямий вплив на кінцеву реалізацію готової продукції, оскільки за рахунок зменшення якості отриманої сировини для виробництва вся продукція може втратити свого вибагливого споживача та створити негативні відгуки та збавити іміджеву складову м'ясокомбінату “Ювілейний”, що в подальшому потребувати досить великих затрат на виправлення ситуації.

Щодо активності конкурентів в регіоні – дана загроза є значущою, оскільки конкуренти, за рахунок підвищення якості своєї продукції, рекламних дій, захопленого певного сегменту торгівельного ринку, підприємства-конкуренти мають змогу збільшити ринок збуту своєї продукції, та матимуть можливості просувати своїх інтересів в галузі м'ясопереробний та реалізації готової продукції.

### 1.6.1 Фінансовий аналіз м'ясокомбінату “Ювілейний”

Фінансовий аналіз проведено на основі звітностей підприємств, що опубліковані Державною податковою службою України на порталі відкритих даних [26].

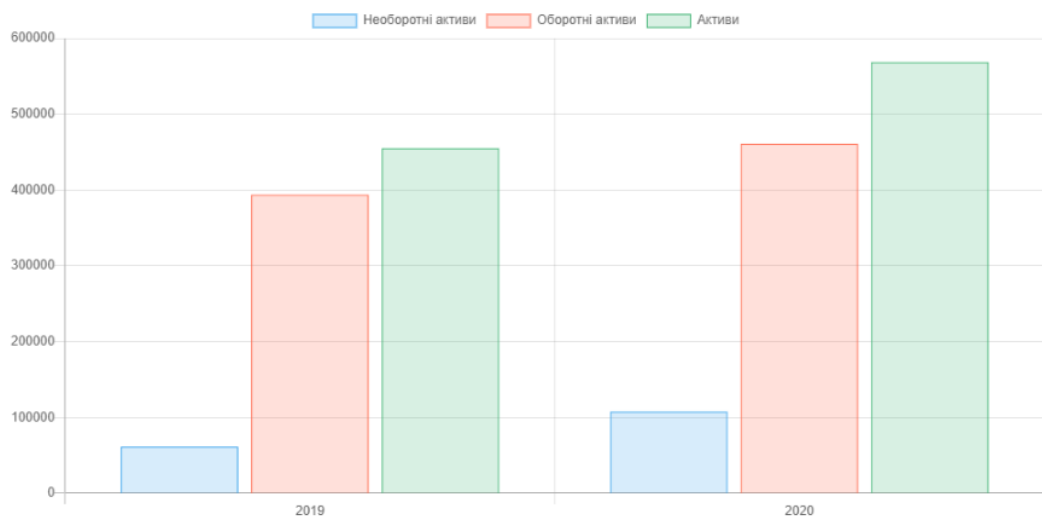


Рис. 1.12 – Динаміка активів «ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ М'ЯСОКОМБІНАТ «ЮВІЛЕЙНИЙ» у 2019-2020 рр., тис. грн.

Згідно даним спостерігається посилення господарського потенціалу – суми активів збільшена на 24,93%. Тобто у підприємства збільшується обсяг наявного у розпорядженні майна. Той факт, що активи зростають більш швидко, ніж дохід від продажу товарів і послуг, вказує на необхідність пошуку резервів оптимізації поточної структури активів.

Таблиця 1.6

**Горизонтальний аналіз активів «ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ М'ЯСОКОМБІНАТ «ЮВІЛЕЙНИЙ» у 2019-2020 рр., тис. грн.**

Показник	2019	2020	Абс. приріст, +,-	Відн. приріст, %
Основні засоби	50617	62529	11912	23,53
інші фінансові інвестиції	291	40298	40007	13748,11
<b>НЕОБОРОТНІ АКТИВИ</b>	<b>61372</b>	<b>107764</b>	<b>46392</b>	<b>75,59</b>
Запаси	98079	134158	36079	36,79
Дебіторська заборгованість за продукцію, товари, роботи, послуги	216836	257185	40349	18,61
Дебіторська заборгованість за розрахунками: за виданими авансами	68354	57617	-10737	-15,71
<b>ОБОРОТНІ АКТИВИ</b>	<b>393852</b>	<b>460939</b>	<b>67087</b>	<b>17,03</b>
<b>АКТИВИ</b>	<b>455224</b>	<b>568703</b>	<b>113479</b>	<b>24,93</b>



Рис. 1.13 – Динаміка джерел фінансування «ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ М'ЯСОКОМБІНАТ «ЮВІЛЕЙНИЙ» у 2019-2020 рр., тис. грн.

Як ми бачимо збільшується сума наявних джерел фінансування для залучення активів, що зумовлено зростанням власного капіталу (+355,22%).

Таблиця 1.7

**Горизонтальний аналіз пасивів (джерел фінансування активів)  
«ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ  
М'ЯСОКОМБІНАТ «ЮВІЛЕЙНИЙ» у 2019-2020 рр., тис. грн.**

Показник	2019	2020	Абс. приріст, +,-	Відн. приріст, %
Зареєстрований (пайовий капітал)	16597	136597	120000	723,02
<b>ВЛАСНИЙ КАПІТАЛ</b>	37218	169425	132207	355,22
<b>ДОВГОСТРОКОВІ ЗОБОВ'ЯЗАННЯ</b>	15828	13619	-2209	-13,96
Короткострокові кредити банків	94820	137826	43006	45,36
Векселі видані	80300	62254	-18046	-22,47
товари, роботи, послуги за одержаними авансами	169223	165392	-3831	-2,26
Короткострокові зобов'язання	50932	221	-50711	-99,57
<b>КОРОТКОСТРОКОВІ ЗОБОВ'ЯЗАННЯ</b>	402178	385659	-16519	-4,11
<b>БАЛАНС</b>	455224	568703	113479	24,93

Як ми бачимо, є фактичне зростання об'єму власного капіталу, що вказує на підвищення фінансового рівня підприємства.

При цьому скорочення загальної суми всіх зобов'язань призводить до підвищення незалежності від зовнішніх фінансових компаній та ресурсів кредиторів, хоча стримує наявний потенціал компанії.

Таблиця 1.8

**Показники стійкості та платоспроможності «ТОВАРИСТВО З  
ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ М'ЯСОКОМБІНАТ  
«ЮВІЛЕЙНИЙ» у 2019-2020 рр., частка одиниці**

Показник	2019	2020	Абс. приріст, +/-	Відн. приріст, %
Фінансова автономія	0,08	0,3	0,22	264,39
Поточна ліквідність	0,15	0,28	0,13	83,11

Спостерігається підвищення фінансової незалежності компанії, про що свідчить динаміка коефіцієнта фінансової автономії. На кінець 2020р. підприємство спроможне самостійно профінансувати 29,79% своїх активів.

Значення поточної ліквідності знаходиться нижче нормативної межі (1,5), що може вказувати на імовірність втрати платоспроможності у найближчій перспективі.

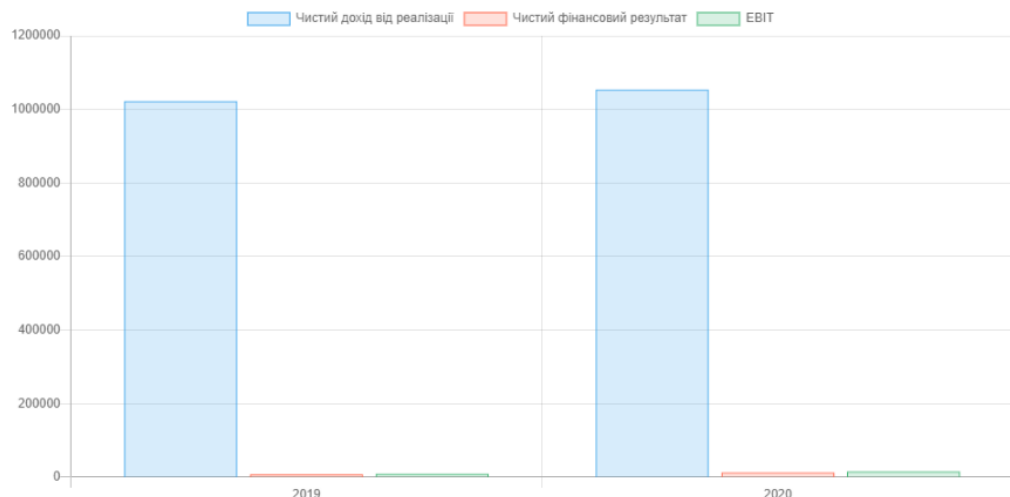


Рис. 1.14 – Динаміка фінансових результатів «ТОВАРИСТВО З  
ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ М'ЯСОКОМБІНАТ «ЮВІЛЕЙНИЙ»  
у 2019-2020 рр., тис. грн.



Збільшення чистого доходу від реалізації товарів та послуг на 3,09%, що вказує на високу конкурентоспроможність в динамічному середовищі галузі м'ясопереробний регіону.

Сума чистого прибутку компанії є додатною (12777 тис. грн у 2020 році), що вказує на чітку бізнес-модель та вірний напрямок розвитку.

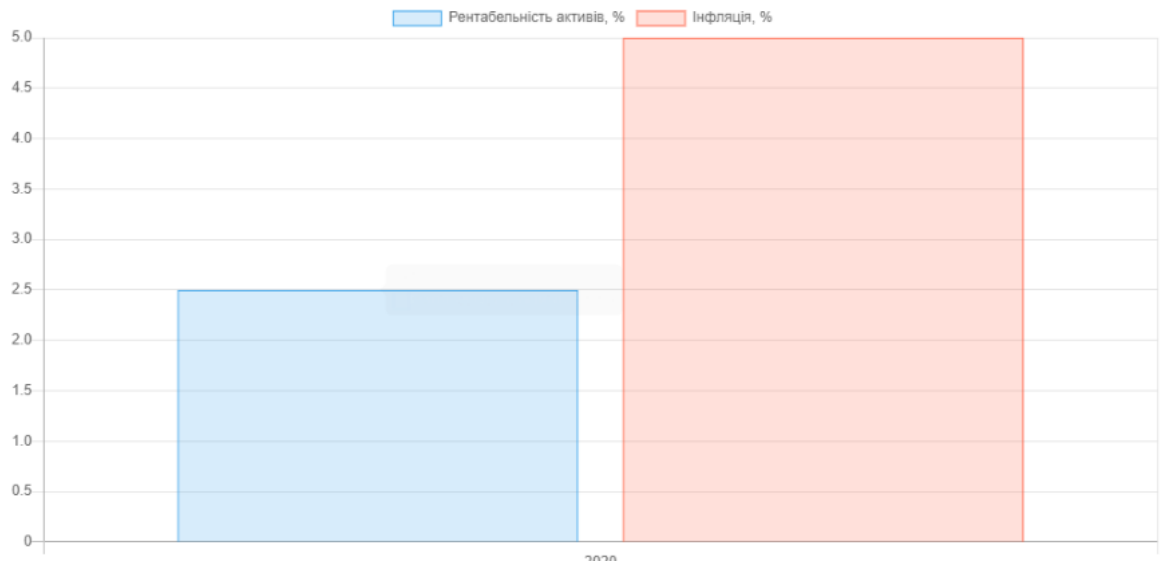


Рис. 1.15 – Співставлення рентабельності активів «ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ М'ЯСОКОМБІНАТ «ЮВІЛЕЙНИЙ» з інфляцією в Україні у 2020 р., %

Рентабельність активів у 2020р. нижча інфляції, що свідчить про реальне знецінення вартості наявних у компанії активів.

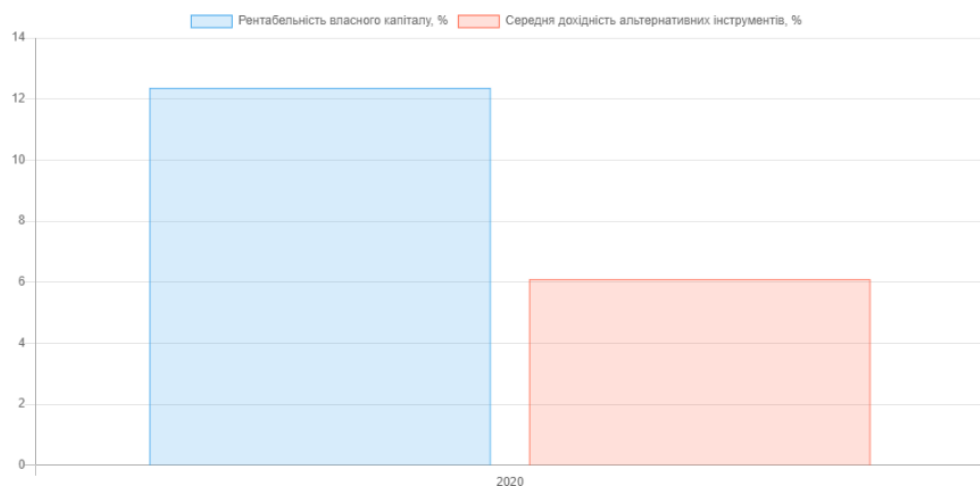


Рис. 1.16 – Співставлення рентабельності власного капіталу «ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ М'ЯСОКОМБІНАТ «ЮВІЛЕЙНИЙ» з дохідністю альтернативних інструментів у 2020 р., %

Для визначення фінансової привабливості компанії доцільно співставляти рентабельність власного капіталу підприємства та рентабельність іншого альтернативного напрямку вкладення капіталу власниками підприємства. Для простоти розрахунку використовуються дані Національного банку України щодо середньої доходності депозитів за 2020р. Таким чином, перевищення рентабельністю власного капіталу доходності за альтернативним інструментом вказує, що рівень компанії зростає, причому більш швидкими темпами, ніж це характерно в середньому для фінансового ринку України за період 2020 року.

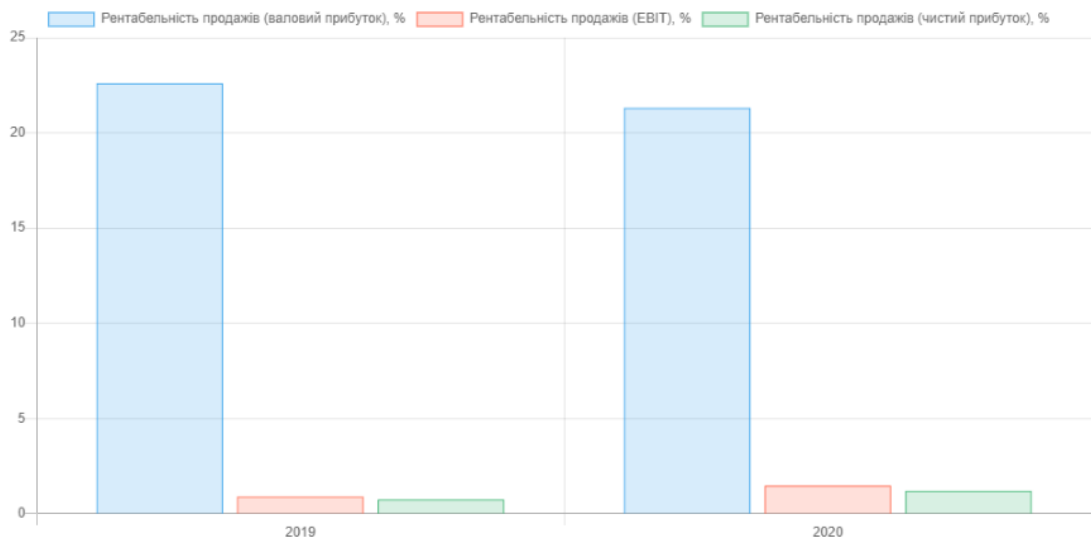


Рис. 1.17 – Динаміка показників рентабельності продажів «ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ М'ЯСОКОМБІНАТ «ЮВІЛЕЙНИЙ» у 2019-2020 рр., %

Показник валової рентабельності демонструє додатне значення за період 2020р. Це вказує на подальшу необхідність пошуку можливостей для

збільшення обсягу продажів готової продукції та надання послуг для максимізації кінцевого фінансового результату.

### 1.7. Аналіз логістичної діяльності м'ясокомбінат “Ювілейний”

Логістична діяльність м'ясокомбінату “Ювілейний” є однією з основних допоміжних напрямків всього процесу діяльності сучасного підприємства, логістика, насамперед, забезпечує потоки ТМЦ при доставці сировини та виготовленої продукції.

Так звана, виробнича логістика - це основний процес підтримки всього виробничого процесу виготовлення якісної продукції, та забезпечення всіма необхідними ресурсами шляхом заходів підтримки всього виробничого процесу.

Логістика м'ясокомбінату “Ювілейний” охоплює всі фактори, які були пов'язані з постачанням сировиною, напівфабрикатів, всіма допоміжними матеріалами для експлуатації виробничих потужностей підприємства, а також доставкою готової продукції до складів магазинів збуту та магазинів власної мережі. Чітка методологія ефективної логістики поставок та формування логістичних процесів набуває великого значення в організації всієї діяльності сучасного підприємства.

Таким чином, сучасне підприємство повного циклу знижує транспортні та складські витрати, які в логістичній діяльності є фактором найбільших витрат. Оскільки сучасне підприємство прагне залишитися на ринку м'ясопереробки та бути конкурентоспроможним за реалізацією готової продукції, воно повинно змінювати сферу маркетингу, сферу логістичних потоків сировини та готової продукції, використовуючи логістику під впливом сучасних аналітичних методів оптимізації.

Як ми знаємо, логістика - це система, що підтримує всі сучасні виробничі процеси на підприємствах, при переміщенні усіх необхідних ресурсів, шляхом інтеграції в технологічні процеси виробничої діяльності сучасних підприємств. Логістика охоплює всі фактори постачання до виробничого процесу: сировиною, напівфабриків, допоміжних та матеріалів що підтримують експлуатаційні можливості виробництва.

Ефективна логістична діяльність всього ланцюга технологічного процесу, при правильному фінансуванні, формуванні методів розрахунку логістичних процесів набуває значного та збільшує вплив на організаційні процеси підприємств. Таким чином, сучасне підприємство значно знижує транспортні витрати, що є найбільшим фактором витрат, і краще може використовувати існуючі фінансові ресурси.

Важливість логістики на сучасному підприємстві постійно зростає, і її недооцінка може призвести до серйозних та неминучих наслідків для всього підприємства. За рахунок вірного управління логістичних процесів, підприємство може керувати потоком ТМЦ «зі складу до кінцевого споживача», що дозволяє скоротити час доставки від виробництва до клієнта або роздрібної мережі магазинів.

На певному етапі розвитку сучасного підприємства, логістика формує зв'язки зі всіма функціональними областями роботи компанії: процес виробництва, маркетингові дії та чіткий бухгалтерський облік. Підвищення якості обслуговування клієнтів це основна тенденція підвищення конкурентної переваги на ринку, вона визначається визначалося двома основними факторами:

- постійне підвищення очікувань клієнтів щодо якості виробника;
- зниження міцності традиційних брендів.

Якщо у споживача буде вибір з двох продуктів, з ідентичною технологією виготовлення, споживач придбає продукт без вибору якісної складової, він бере продукт доступніший. Саме тому питання якісного обслуговування споживача має багато вимірну структуру та складну

взаємодію. Сучасні підприємства м'ясопереробної галузі постійно повинні контролювати елементну базу логістичної структури, шляхом ефективного управління. Збільшений рівень логістичного обслуговування постійних клієнтів стає стратегічним способом виділення компанії на внутрішньо-регіональному ринку. На сьогоднішній день обслуговування вибагливих клієнтів є важливою складовою всіх ланцюгів поставок готової продукції. Підвищення запитів та вимог клієнтів, їх збільшення значно впливають на сучасне управління транспортними потоками на підприємствах. Для підвищеного контролю якості, підприємство зобов'язано простежувати походження сировини, технологічний процес виготовлення продукції, відповідність маркування та контроль якості з моменту закупівлі сировини до її обробки та розподілу у точки реалізації готової продукції.

Питання відстежування та явного контролю за походженням сировини та готової продукції важливого. Відстеження має на своїй меті, захисту свого вибагливого споживача, та усунення ризику виробника від неякісної сировини та порушень технологічного процесу виготовлення та транспортування готової продукції.

Сучасна концепція загальної відповідальності за безпеку свого споживача, та якісну складову готової продукції, що поставляється в розгалужених ланцюгах поставок ТМЦ та логістичній структурі, вона включає в себе:

- ідентифікацію складу продукту і гарантія правдивості представленої інформації;
- гарантія якості готової продукції, сертифікати відповідності, сертифікати стандартів якості, транспортування або зберігання;
- виключення можливості фальсифікації готової продукту;
- можливість швидкої доставки та розміщення продукту на полицях магазинів;
- забезпечення швидкого виходу повернення або вилучення з поставок, продукції яка несе загрозу безпеки життя і здоров'я споживача.

Розглянемо більш детально логістичну складову м'ясокомбінату “Ювілейний” , одним з основних завдань якої є оптимізація та управління внутрішньовиробничими процесами виготовлення та перевезення готової продукції підприємства. Логістика м'ясної продуктів включає управління потоком ТМЦ та інформації виробничого комплексу(постачання сировини, упаковка, переробка, зберігання на складах, розподіл та транспортування до мережі реалізації готової продукції). У технологічних процесах виготовлення продукції на м'ясокомбінаті “Ювілейний” виділяються визначені підсистеми та основні вимоги до них, зі засобів комунікації:

- підсистема постачання сировини на виробництво (процес придбання сировини, додаткової харчової продукції, необхідні матеріалів та складова (упаковки));

- аналіз процесів ринку основних постачальників сировини та інгредієнтів;

- сучасні процеси постачання на склад та процес зберігання готової продукції в умовах визначених ДСТУ, ГОСТ;

- виробнича діяльність, процеси транспортування сировини та напівфабрикатів, зберігання в умовах виробництві, зберігання готової продукції в умовах проміжних складів;

- розподіл готової продукції;

Системне уявлення логістики та транспортування готової продукції в умовах підприємства м'ясокомбінат “Ювілейний” представлені на рисунку

1.18

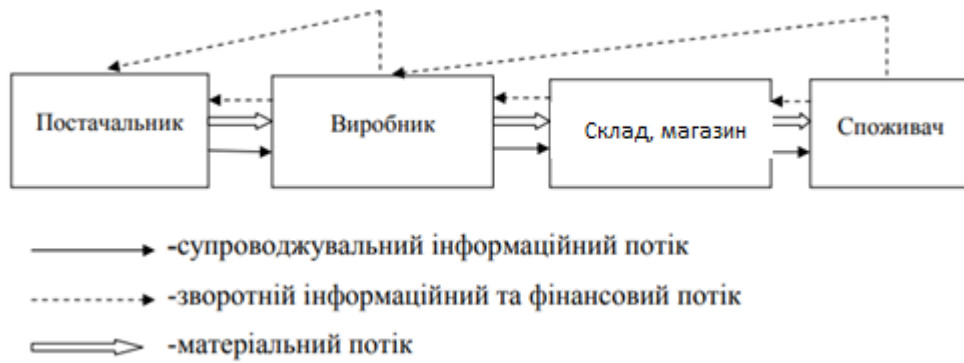


Рис. 1.18 – Уявлення доставки готової продукції в умовах м'ясокомбінату “Ювілейний”

Організаційна структура управління логістикою вт умовах м'ясокомбінату «Ювілейний» представлена на рисунку 1.19, зазначимо що ця структура постійно поліпшується, розвивається, модернізується та вдосконалюється, швидко пристосовується до всіх змін зовнішнього середовищі у сфері управління транспортуванням готової продукції.

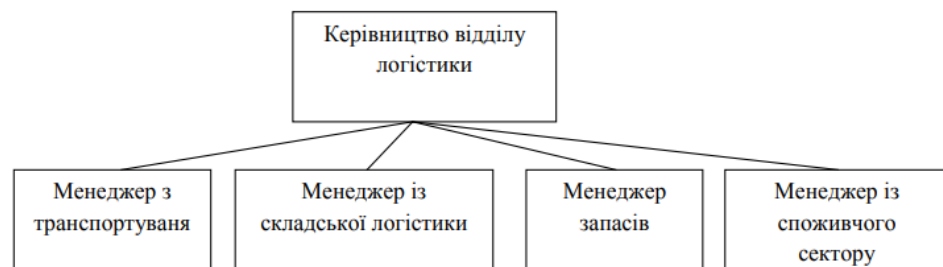


Рис. 1.19 – Організаційна структура логістичної системи

На відділ логістики м'ясокомбінату “Ювілейний” покладено відповідні функції:

- аналіз, розрахунок та контроль своєчасної доставки готової продукції кінцевому замовнику згідно до замовлень та укладених договорів;
- заповнення документації для доставки товару;
- розрахунок та забезпечення ефективних маршрутів доставки готової продукції шляхами міста;

- облік замовлень, відвантажена та залишки продукції що нереалізована в термін придатності;

- оптимізація рівня витрат на оплату послуг експедиторів;

- зниження витрат на складські операції та ресурси;

До складу відділу логістики включені: керівник відділу логістики, менеджер з транспортування, менеджер складської логістики, менеджер складських запасів, менеджер із споживчого сектору.

До обов'язків відділу входять:

- контроль стану запасів продукції на складі м'ясокомбінату “Ювілейний”;

- зменшення та мінімізації браку продукції, переміщення готової продукції на складі;

- оптимізація та раціоналізація використання транспорту підприємства та обладнання складу;

- управління запасами продукції, аналіз динаміки продажів розрахунок оптимальних запасів продукції на складі;

- контроль та розрахунок, планування оптимального обсягу запасів продукції;

- контроль якості та терміну реалізації готової продукції;

- складання кошторису та його оптимізація в відділі логістики м'ясокомбінату “Ювілейний”.

Загалом відділ логістики м'ясокомбінату “Ювілейний” концентрує зусилля на оптимізації запасів сировини та готової продукції на складах, для ефективного функціонування роздрібною мережі підприємства. Ефективність діяльності відділу логістики м'ясокомбінату “Ювілейний” оцінювати можливо з використанням визначеної кількості критеріїв. До основних критеріїв віднесемо якісні та кількісні показники діяльності: результативність логістичної діяльності, оперативність виконання логістичних операцій, здійснення якісного та швидкого обслуговування



поточних замовників та клієнтів. Крім того, важливим показником результативності служби логістики є використання трудового потенціалу працівників.

Аналіз витрат відділу логістики М'ясокомбінат "Ювілейний" формується не за структурними підрозділами сучасного підприємства, а за видами проведених робіт логістичного відділу та логістичними операціями. Аналіз і оцінка загальних логістичних витрат М'ясокомбінат "Ювілейний" дозволила виділити структуру логістичних витрат в окрему складову підприємства. Витрати по відділу наведені у таблиці , наведено в табл. 1.9.

Таблиця 1.9.

#### Витрати відділу логістики м'ясокомбінату "Ювілейний"

Стаття логістичних витрат	2017	2018	2019	Абсолютне відхилення		Відносне відхилення	
				18/17	19/18	18/17	19/18
Витрати на збут	19,7	304,2	168,2	288,4	-139,7	15,4	-0,4
Складські витрати	24,8	51,1	63,2	25,1	13,1	1,1	0,26
Виробничі витрати	24,1	48,6	66,1	24,5	12,5	1,01	0,26
Витрати на закупку	238,4	312,5	583,5	74,6	270,3	0,31	0,85
Витрати на транспорт	245,5	371,5	538	115,9	167,9	0,45	0,45
Витрати на адміністрування	17,9	77,5	58,4	58,5	-20,1	3,2	-0,21

Аналіз витрат показує постійно зростаючі витрати за визначений період.

Слід зазначити, логістичні витрати постійно пов'язані з рухом та зберіганням ТМЦ. До складу всіх логістичних витрат м'ясокомбінату, окрім фактичних визначених витрат, відносимо втрати прибутку від іммобілізації оборотних коштів (виробничих запасів, незавершеного виробництва, готової продукції), явні та неявні збитки підприємства від зменшення якості сировини та готової продукції, на протязі всього технологічного процесу, а

як слідство на етапах основного проходження логістичного ланцюга доставки – від постачання до розподілу та транспортування готової продукції підприємства [27].

Витрати на транспортування готової продукції є значними, до них включають:

- оплата тарифу за перевезення та розвантаження-навантаження вантажів (за умови, що такі витрати покладаються на покупця);
- провізна плата з усіма додатковими зборами (крім штрафних санкцій), якщо такі витрати покладаються на покупця;
- витрати на протипожежну та сторожову охорону при транспортуванні запасів до покупця транспортом (за умови, що такі витрати покладаються на покупця);
- витрати з доставки та розвантаження на складах підприємства запасів, що надійшли (крім оплати праці постійних складських працівників, яка належить до витрат на утримання заводських складів).

Таким чином ми бачимо, що логістичні витрати сучасного підприємства постійно збільшуються. Головною причиною постійного зростання витрат є збільшення обсягів перевезень у наслідку зростання попиту та збільшення реалізації готової продукції, також м'ясокомбінату “Ювілейний” більш раціонально використовує виділене фінансування, яке визначено на витрати логістичного відділу, що сформоване реінжинірингом логістичних процесів, але зазначимо зо використання сучасних методів математичного розрахунку постійно зменшую витрати на транспортування готової продукції.

## 1.8. Висновок по розділу

Проведений аналіз роботи логістичного відділу м'ясокомбінату "Ювілейний" показує, що в умовах конкуренції ринку, необхідно зменшувати витрати відповідного розділу за рахунок оптимізації плану руху транспорту найбільш раціональними шляхами на маршрутах доставки готової продукції. На даний момент організація маршрутів перевезення готової продукції відбувається без урахування сучасних математичних методів, які дозволяють значно знизити витрати на транспортування в умовах м'ясокомбінату "Ювілейний". Тому необхідно приділити увагу оптимізації роботи рухомого складу та провести планування його руху найбільш раціональними шляхами на маршрутах у місті Дніпро.

У кваліфікаційній роботі, для усунення зазначеного недоліку передбачається вирішити такі завдання:

- запропонувати та розробити математичну оптимізаційну модель транспортування вантажів в умовах відділу логістики м'ясокомбінату "Ювілейний»»;
- визначити економічну ефективність від застосування економіко-математичних моделі вирішувальної задачі в умовах м'ясокомбінату "Ювілейний".

## СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1. Математичні моделі та методи розподільчих мереж

Математичні моделі та методи, що застосовуються для аналізу транспортних мереж, вельми різноманітні за рахунок важливості справ, математичного апарату, використовуваним даними і ступеня деталізації опису руху. Тому не представляється можливим дати вичерпну класифікацію цих моделей та методів. Грунтуючись на функціональній ролі моделей, тобто на тих завданнях, для вирішення яких вони застосовуються, можна умовно виділити три основні класи:

1. • прогнозні моделі,
2. • імітаційні моделі,
3. • оптимізаційні моделі.

Прогнозні моделі призначені для вирішення наступного завдання. нехай відома геометрія і характеристики транспортної мережі, а також розміщення потокоутворюючих об'єктів в місті. Необхідно визначити, якими будуть транспортні потоки в цій мережі. Більш детально, прогноз завантаження транспортної мережі включає в себе розрахунок усереднених характеристик руху, таких як обсяги міжрайонних пересувань, інтенсивність потоку, розподіл автомобілів по шляхах руху та ін. За допомогою цих моделей можна прогнозувати наслідки змін у транспортній мережі або в розміщенні об'єктів.

Для динамічних моделей характерна велика деталізація опису руху. Застосування цих моделей дозволяє оцінити динаміку швидкості руху, затримки на перехрестях, довжини і динаміку швидкості руху, затримки на перехрестях або затори та інші характеристики руху. Основна область практичного застосування динамічних імітаційних моделей це поліпшення організації руху з оптимізацією циклів відвантаження продукції і ін. В даний час актуальним завданням є розробка систем автоматизованого оперативного

управління рухом, які працюють в режимі реального часу. Такі системи повинні використовувати інформацію з датчиків в поєднанні з динамічним імітаційним моделюванням на базі сучасних математичних методів. Однак крім практичних застосувань, розвиток динамічних моделей представляє великий науковий інтерес в зв'язку з вивченням транспортного потоку як фізичного явлення зі складними і нетривіальними властивостями. Серед таких властивостей – спонтанна втрата стійкості, явища самоорганізації і колективної поведінки та ін.

Моделі прогнозу потоків і імітаційні моделі ставлять собі за мету адекватне відтворення транспортних потоків. Існує, однак, велика кількість моделей, призначених для оптимізації функціонування транспортних мереж.

В цьому класі моделей вирішуються завдання оптимізації маршрутів вантажних перевезень, побудова оптимальної конфігурації мережі та ін. Основи цього класу задач викладено в [28,29].

## 2.2. Моделі прогнозу та розрахунку логістичних послуг сучасного мережевого торгівельного підприємства

Транспортні потоки складаються з окремих пересувань, що здійснюються учасниками руху, або користувачами транспортної мережі. Основними факторами, що визначають кількість скоєних пересувань і їх розподіл по транспортній мережі міста.

Для побудови математичних моделей необхідно формальний опис зазначених факторів опису графа. Основа такого опису - транспортний граф, вузли якого відповідають перехрест'ю і станціям транспорту, дуги сегментам вулиць і ліній транспорту. У число дуг також включаються дуги, що зображують пересадки з вуличного на інший вид транспорту. транспорт. Окремою складовою транспортного графа є маршрутний граф громадського транспорту. Вузлами маршрутного графа є пункти зупинки, дугами -

сегменти маршрутів між пунктами зупинок. - звичайними вузлами графа вузли зупинки з'єднані дугами-посадками і дугами-посадками.

### *Задача комівояжера*

Задача пошуку найкоротшого маршруту в мережі є одною з найпоширеніших задач, що використовуються на транспорті, і включає вирішення таких питань як визначення найкоротших відстаней на заданій мережі доріг, побудову найкоротшої мережі доріг, визначення максимального потоку в мережі, розрахунок пропускної здатності транспортної мережі та визначення "вузьких місць" в ній тощо. Такі задачі відносяться до задач лінійного програмування та можуть бути розв'язані за допомогою симплекс-методу, але через значну розмірність відповідних задач лінійного програмування ця можливість є лише принциповою. Тому використовуються спеціальні алгоритми їх розв'язання відповідно до структури задачі. Знання теоретичних основ та володіння алгоритмами дозволяє ефективно розв'язувати різноманітні практичні задачі.

У нашому випадку доцільно використовувати алгоритм ефективного розв'язання – задачу комівояжера. Основна ідея задачі комівояжера полягає у наступному: комівояжер повинен проїхати  $n$  міст. Для того, щоб зменшити витрати, він повинен побудувати маршрут таким чином, щоб побувати в кожному місті по одному разу і повернутися у початкове.

Математична постановка задачі комівояжера в загальному вигляді має наступний вигляд:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \longrightarrow \min \quad (2.1)$$

при обмеженнях: обмеження на одноразовий виїзд з міста призначення, обмеження на одноразовий в'їзд в місто призначення.

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 (i = \overline{1, n}) \quad (2.2)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 (j = \overline{1, n}) \quad (2.3)$$

де  $c_{ij}$  — матриця відстаней між усіма містами  $i, j = \overline{1, n}$ .

Якщо в моделі задачі обмежитися лише умовами (2.1) і (2.3), то вона буде еквівалентною задачі про призначення, план якої не обов'язково повинен бути циклічним. Тобто, маршрут комівояжера може розпастися на декілька незв'язних між собою циклів, тоді як насправді він повинен складатися з одного циклу. Щоб забезпечити цю вимогу введемо наступне обмеження:

$$u_i - u_j + nx_{ij} \leq n - 1; i, j = \overline{1, n}; i \neq j \quad (2.4)$$

Покажемо, що в довільному циклі, який починається в першому місті, можна знайти такі  $u_i$  та  $u_j$ , які задовольняють нерівність (2.4). Нехай на  $k$ -му кроці комівояжер переїжджає з міста  $i$  в місто  $j$ . І припустимо, що  $u_i = k$ . Далі, на  $k+1$ -му кроці комівояжер буде вирушати з  $j$ -го міста в наступному напрямку, тоді  $u_j = k + 1$ . Якщо підставити дані величини в (2.4), отримаємо:

$$u_i - u_j + nx_{ij} = k - (k + 1) + nx_{ij} = -1 + nx_{ij} \leq n - 1$$

Зауважимо, що дана нерівність виконується для будь-яких значень  $i$  та  $j$  при  $x_{ij} = 0$ . Якщо ж  $x_{ij} = 1$ , то нерівність (2.4) виконується як строга рівність:

$$u_i - u_j + nx_{ij} = k - (k + 1) + n = n - 1$$

Тобто, якщо комівояжер пересувається з  $i$ -го в  $j$ -те місто, то нерівність (2.4) фіксує порядкові номери цих міст.

Отже математична постановка задачі комівояжера полягає у мінімізації функції (2.1) при обмеженнях (2.2), (2.3) і (2.4)

Основою для моделювання поведінки користувачів є математична формулювання критерію, на підставі якого користувач оцінює альтернативні шляхи і способи пересування. Цей критерій прийнято називати узагальненою ціною шляху. Збільшення узагальненої ціни знижує привабливість шляху. Узагальнена ціна шляху складається з узагальнених цін входять до нього дуг. Крім того, в ціну шляху може додаватися ціна переходів з дуги на дугу,

наприклад ціна повороту при русі по вулично-дорожньої мережі (ВДМ) або ціна посадки при переході з дуги-пересадки на дугу, відповідну поїзді.

Узагальнена ціна визначається як зважена сума доданків, що виражають вплив факторів різної природи на оцінку шляху. У загальному випадку вона може включати в себе наступні складові:

- час пересування, який обчислюється на основі заданої функції залежності швидкості руху від завантаження дуги. Використовуються різні функції швидкості для доріг з різними фізичними характеристиками і умовами регулювання руху;
- додаткові затримки на різних елементах транспортної мережі (час паркування, час очікування та ін.);
- грошові витрати (платні магістралі, плата за в'їзд в певні зони міста і ін.);
- умовні штрафні добавки часу, використовувані для моделювання різних особливостей транспортної мережі та заходів з управління транспортом.

Як показують обстеження, час – основний фактор, що визначає ціну шляху. Інші фактори є коригуючими і кількісно виражаються в умовних хвилинах, що додаються до часу пересування. Тому шлях між двома точками мережі, що має мінімальну узагальнену ціну серед всіх можливих шляхів, часто для простоти називають *найкоротшим* шляхом.

У задачі моделювання транспортних потоків в мережі великого міста традиційно виділяють чотири основні етапи:

- оцінка загальних обсягів прибуття і відправлення з кожного району міста (Тріпгенераціон);
- розщеплення по способам пересувань, таким як піші пересування, пересування з використанням громадського транспорту, пересування на автомобілі та ін. (Modal split);



- визначення матриць вантажу, що визначають обсяг пересувань між кожною парою розрахункових районів міста (Trip distribution);
- розподіл вантажу по транспортній мережі, тобто визначення всіх шляхів, які обирають учасниками руху, і визначення кількості пересувань по кожній колії (Trip assignment).

#### *Гравітаційна модель.*

Історично однією з перших математичних моделей, запропонованих для оцінки міжрайонних (між складів) перевезень, була гравітаційна модель [30,31].

Розглянемо систему, що складається з певної кількості  $R$  районів прибуття-відправлення, з'єднаних між собою шляхами по транспортній мережі. Вихідними даними до розрахунку матриці кореспонденцій є:

$Q_i$  – обсяг відправлення з району  $i \in R$ .

$D_j$  – обсяг прибуття в район  $j \in R$ .

Залежно від типу вантажу обсяги можуть вимірюватися в автомобілях, пасажирів або інших зручних одиницях. Передбачається виконанням умова балансу загального прибуття і відправлення.

$$\sum_{i \in R} Q_i = \sum_{j \in R} D_j \quad (2.5)$$

Гравітаційна модель заснована на наступному простому становищі: вантаж з району  $i$  в район  $j$  пропорційно загальному обсягу відправлення з центру  $i$ , загальним обсягом прибуття в центр  $j$  та деякої функції  $C(t_{ij})$ , що залежить від транспортного відстані  $t_{ij}$  між центрами  $i$  та  $j$ . З інтуїтивної точки зору транспортна відстань відображає ступінь близькості районів з урахуванням швидкості та зручності пересування, що надаються транспортною мережею. Спосіб визначення цієї величини може відрізнятися в різних варіантах моделі.

При розрахунку однорідної матриці вантажу, тобто вантажів, складених з пересувань одного типу і користувачів одного класу, числовим виразом транспортної відстані є узагальнена ціна (в окремому випадку час проїзду) оптимального (найкоротшого) шляху, що з'єднує два склади. Якщо оцінюються змішані вантажі, , необхідно обчислити оптимальну ціну пересувань на різних видах транспорту  $t_i^k$ , де  $k$  - типи пересувань. В якості транспортної відстані приймаємо середньозважене цих цін з урахуванням коефіцієнтів розщеплення вантажів за типами пересувань:

$$\sum_k c^k(t^1, \dots, t^k), \quad t_{sj} = \sum_k c^k(t_{ij}^1, \dots, t_{ij}^k)t_{ij}^k, \quad (2.6)$$

де  $c^k$  – коефіцієнти розщеплення вантажів на типи транспорту, або функції набору оптимального часу доставки.

Для різних типів; ці коефіцієнти задовольняють умові

$$\sum_k c^k = 1 \quad (2.7)$$

Позначимо через  $F_{ij}$  кореспонденцію з району  $i$  в район  $j$ . Тоді гравітаційна модель може бути сформульована у вигляді :

$$F_{ij} = A_i O_s B_j D_j C(t_{ij}), i, j \in R \quad (2.8)$$

Де коефіцієнти визначаються з умов:

$$\begin{aligned} \sum_{i \in R} F_{ij} &= D_j, j \in R \\ \sum_{j \in R} F_{ij} &= O_i, i \in R \\ F_{ij} &\geq 0, i, j \in R \end{aligned} \quad (2.9)$$

Розділ вантажів за типами пересувань може бути вироблено двома способами. По-перше, можна спочатку оцінити обсяги  $O_{ik}$  та  $D_{jk}$  окремо для кожного типу пересувань  $k$ , ґрунтуючись на соціально-демографічних

показниках. Далі для кожного типу розраховується окрема матриця кореспонденцій методом балансування. Альтернативний шлях полягає в балансуванні матриці сумарних вантажів відповідно до загальних обсягів та подальшому по елементному розщепленні на типи пересувань. Коефіцієнти розділу при цьому визначаються індивідуально для кожної пари районів (складів, тощо) в залежності від співвідношення цін міжрайонних пересувань або транспортування різних типів. Даний спосіб дозволяє враховувати вплив на вибір способу пересувань факторів різної природи: соціально-економічних характеристик населення, особливостей розташування районів, розподілу пристрої транспортної мережі, складів.

Одним з недоліків класичної *гравітаційної моделі* є те, що обсяг вантажів зв'язується з характеристиками пари складів або підприємств (включаючи транспорт та відстань між ними), взятих окремо від інших районів доставки. Як відзначається багатьма дослідниками, привабливість складу для відвідування (або час прибуття в цей район) може залежати також від розташування конкретного складу або підприємства серед інших районів доставки вантажу. Ця ідея реалізована в моделях сімейства конкуруючих центрів (*competing destinations*). Моделі конкуруючих центрів можна розглядати як узагальнення гравітаційної моделі, де в вираз (2.3) додаються додаткові чинники, наприклад, індекс відвідуваності району прибуття, який визначається формулою:

$$I_{ij} = \sum_{k \in R, k \neq i, j} \frac{D_k}{t_{kj}} \quad (2.10)$$

Індекс відвідуваності тим більше, чим більше і ближче до району відвідування розташовані альтернативні райони відправлення. Введення цього фактора в модель дозволяє моделювати агломераційні ефекти в структурі доставки вантажів.

Подальші модифікації моделі пов'язані зі спробою обліку структури даної системи районів. Наприклад, розглянемо деякий регіон, де маються великі підприємства, оточені системою прилеглих центрів розподілу меншого рангу, кожен з яких оточений прилеглими дрібними районами. У такій системі структурний ефект може проявлятися в тому, що центр великого підприємства має надлишкову привабливість для оточуючих центрів в ієрархії. Цей ефект моделюється ранжируванням районів в'їзду-виїзду за статусом в ієрархії і введенням відповідних поправок в індекси відвідуваності районів [30].

Інший важливий клас моделей представляють різні модифікації моделі проміжних можливостей (intervening opportunities) *Стауффер* [31]. Модель Стауффер виходить з припущення, що обсяг вантажу між двома центрами визначається не стільки відстанню між ними, скільки кількістю та ємністю альтернативних центрів прибуття на шляху, що з'єднує центри, тобто кількістю альтернативних можливостей відвідування. Розглянемо спочатку просту систему з одним центром відправлення і поруч центрів прибуття, розташованих уздовж однієї лінії. Нехай  $O$  – обсяг відправлення,  $X_n$  – кореспонденція,  $\lambda$  ймовірність того, що учасник руху зупиниться в центрі  $n$  за умови, що центр  $n$  досягнутий в ході поїздки. Тоді:

$$X_n = O \lambda_n \prod_{j=1}^{n-1} (1 - \lambda) \quad (2.11)$$

Обсяг вантажу в центрі  $n$  пропорційний добутку ймовірності зупинки в цьому центрі на ймовірність того, що транспорт не зупинився раніше. Для узагальнень представляє інтерес безперервний аналог моделі, коли місця призначення безперервно розподілені уздовж деякого променя транспортного руху. В безперервній моделі замість кореспонденцій ми будемо говорити про щільність кореспонденцій  $x(r)$ , де  $r$  – відстань від центру відправлення. Позначимо також:  $y(r)$  – кількість учасників руху, що

добралися до точки  $r$ ,  $\lambda(r)$  – значення щільності розподілу ймовірності зупинки в  $r$  за умови, що дана точка досягнута. Тоді:

$$y(r) = O - \int_0^r x(p) dp \quad x(r) = y(r)\lambda(r), \quad (2.12)$$

Таким чином з 2.8 отримаємо:

$$x(r) = O\lambda(r)\exp\left(-\int_0^r \lambda(p) dp\right). \quad (2.13)$$

Різні варіанти моделі конкуруючих можливостей можуть бути отримані з рівняння (2.9) шляхом прийняття різних гіпотез про вид функції умовної щільності ймовірності  $\lambda(r)$  [19, 20]. У застосуванні до розрахунку кореспонденцій в транспортній мережі умовну ймовірність зупинки в центрі зазвичай пов'язують з ємністю центру по прибуттю, тобто кількістю місць доставки, обслуговування та ін.

Проведений аналіз вітчизняних і зарубіжних наукових робіт та моделей які використовуються при розрахунках транспортних мереж дозволили зробити висновок:

1. традиційно використовуються при укрупненому моделюванні процесів перевезення вантажів так звані транспортні завдання (До яких відносяться класична транспортна задача, транспортна задача з проміжними пунктами, завдання комівояжера і т.д. [21]) не враховують велику кількість особливостей процесу розподілу готової продукції (наявність кільцевих маршрутів, обмеженою місткості транспортних засобів (ТЗ), обмежень по тривалості перебування ТЗ у вбранні та т. п.) і тому не можуть бути використані в рамках організаційного проектування транспортних розподільних мереж;

2. оптимізаційні моделі, що застосовуються з метою обґрунтування характеристик транспортних мереж промислових підприємств, нечисленні і, як правило, мають обмежену сферу застосування, яка визначається, зокрема, видом використовуваного транспорту, технологією процесів складування і

транспортування і т.д. Таким чином доцільність використання оптимізаційної моделі, що забезпечує обґрунтування характеристик функціонування розподільної мережі промислових підприємств (в частини маршрутів перевезення вантажів і обсягів відповідних транспортних партій) на етапі її організаційного проектування є доцільним та важливим.

### 2.3. Задача комівояжера. Математична постановка задачі

Задача пошуку найкоротшого маршруту в мережі є одною з найпоширеніших задач, що використовуються на транспорті, і включає вирішення таких питань як визначення найкоротших відстаней на заданій мережі доріг, побудову найкоротшої мережі доріг, визначення максимального потоку в мережі, розрахунок пропускної здатності транспортної мережі та визначення "вузьких місць" в ній тощо. Такі задачі відносяться до задач лінійного програмування та можуть бути розв'язані за допомогою симплекс-методу, але через значну розмірність відповідних задач лінійного програмування ця можливість є лише принциповою. Тому використовуються спеціальні алгоритми їх розв'язання відповідно до структури задачі. Знання теоретичних основ та володіння алгоритмами дозволяє ефективно розв'язувати різноманітні практичні задачі.

У нашому випадку доцільно використовувати алгоритм ефективного розв'язання – задачу комівояжера. Основна ідея задачі комівояжера полягає у наступному: комівояжер повинен проїхати  $n$  міст. Для того, щоб зменшити витрати, він повинен побудувати маршрут таким чином, щоб побувати в кожному місті по одному разу і повернутися у початкове.

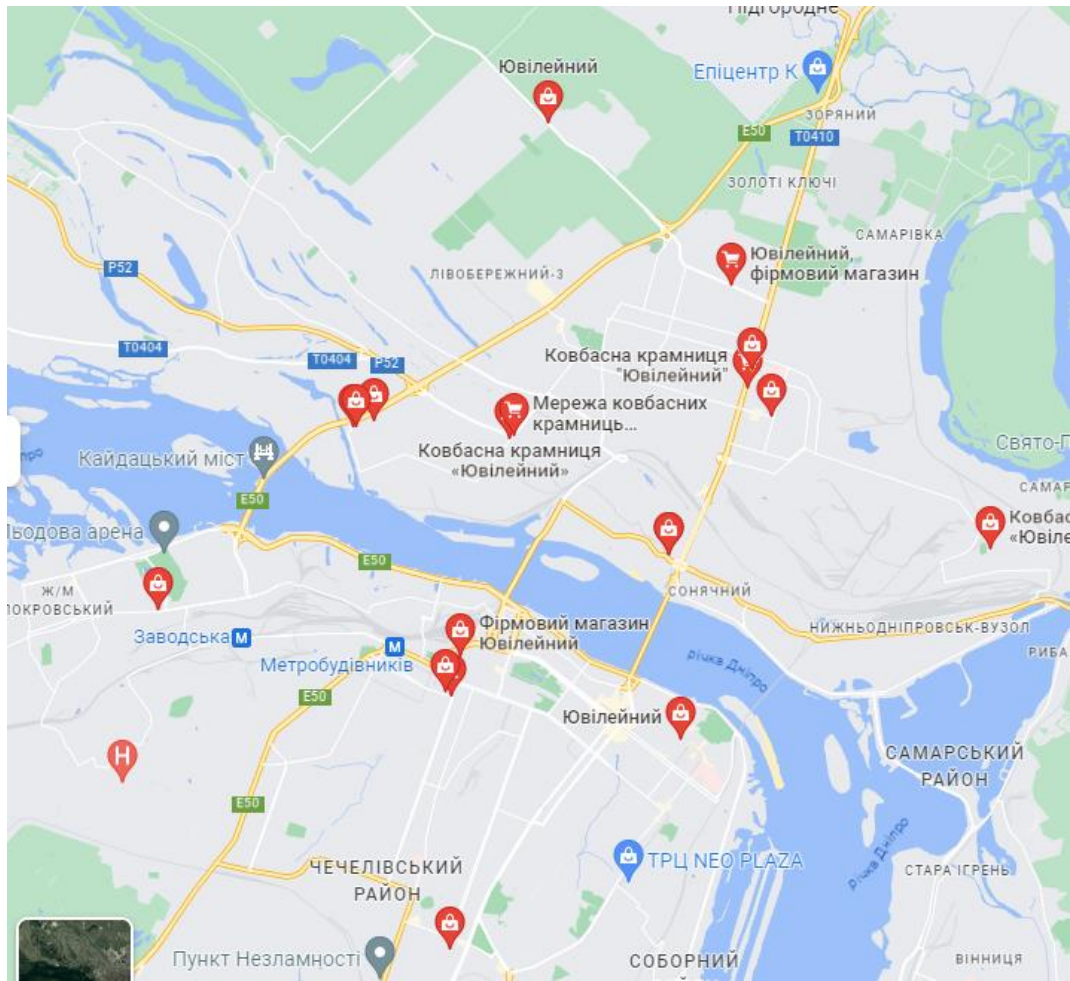


Рис. .2.1 – Схема розташування мережі роздрібних магазинів м'ясокомбінату «Ювілейний»

Математична постановка задачі комівояжера в загальному вигляді має наступний вигляд:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \longrightarrow \min \quad (2.14)$$

при обмеженнях: обмеження на одноразовий виїзд з міста призначення, обмеження на одноразовий в'їзд в місто призначення.

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 (i = \overline{1, n}) \quad (2.15)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 (j = \overline{1, n}) \quad (2.16)$$

де  $c_{ij}$  — матриця відстаней між усіма містами  $i, j = \overline{1, n}$ .

Якщо в моделі задачі обмежитися лише умовами (2.15) і (2.16), то вона буде еквівалентною задачі про призначення, план якої не обов'язково повинен бути циклічним. Тобто, маршрут комівояжера може розпастися на декілька незв'язних між собою циклів, тоді як насправді він повинен складатися з одного циклу. Щоб забезпечити цю вимогу введемо наступне обмеження:

$$u_i - u_j + nx_{ij} \leq n - 1; i, j = \overline{1, n}; i \neq j \quad (2.17)$$

Покажемо, що в довільному циклі, який починається в першому місті, можна знайти такі  $u_i$  та  $u_j$ , які задовільняють нерівність (2.21). Нехай на  $k$ -му кроці комівояжер переїжджає з міста  $i$  в місто  $j$ . І припустимо, що  $u_i = k$ . Далі, на  $k+1$ -му кроці комівояжер буде вирушати з  $j$ -го міста в наступному напрямку, тоді  $u_j = k + 1$ . Якщо підставити дані величини в (2.17), отримаємо:

$$u_i - u_j + nx_{ij} = k - (k + 1) + nx_{ij} = -1 + nx_{ij} \leq n - 1$$

Зауважимо, що дана нерівність виконується для будь-яких значень  $i$  та  $j$  при  $x_{ij} = 0$ . Якщо ж  $x_{ij} = 1$ , то нерівність (4) виконується як строга рівність:

$$u_i - u_j + nx_{ij} = k - (k + 1) + n = n - 1$$



Таблиця 2.1

**Матриця відділень мережевих магазинів м Дніпро м'ясокомбінату "Ювілейний"**

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	вул.Мічуріна, 5. (Склад)	М	8,6	2,8	4,3	7	6,8	23	13.6	14	18.4	28.6	33.2	17.8	18.1
2	вул. Передова, буд.606	8,6	М	14,9	11.8	15	12,3	15,5	6.1	6.4	13.1	24	25.7	12.5	18.8
3	вул. Володимира Антоновича, 70/Б	2,8	14,9	М	6,5	4,7	9,5	11,7	10.6	10.2	10.9	8.1	21.9	10.4	5.2
4	пл. Новокодацька, 1/К	4,3	11.8	6,5	М	12,5	13,7	3	6.1	5.7	14.5	14.7	13.2	13.9	11.9
5	вул. Єфремова, буд.21а	7	15	4,7	12,5	М	7,2	14,6	13.5	13.1	8.6	8.8	24.8	7.4	6.4
6	пр-т Слобожанський, буд.70Ж	6,8	12,3	9,5	13,7	7,2	М	19,2	8,2	8.5	1.7	26	29.4	0.5	11.6
7	вул. Гідропаркова буд.17	23	15,5	11,7	3	14,6	19,2	М	8,9	8,5	17.3	19.8	10.5	16.7	17.1
8	Донецьке шосе, буд.12/А	13.6	6.1	10.6	6.1	13.5	8.2	8.9	М	0.5	8.6	18.3	20	12.7	16
9	вул.Шолохова, 1/Г	14	6.4	10.2	5.7	13.1	8.5	8,5	0.5	М	8.6	17.8	19.5	8.4	16.6
10	пгт. Слобожанський, вул. Сухомлинського	18.4	13.1	10.9	14.5	8.6	1.7	17.3	8.6	8.6	М	16.6	28.9	3.2	13
11	вул. Інженерна, 4	28.6	24	8.1	14.7	8.8	26	19.8	18.3	17.8	16.6	М	26.6	14.2	3
12	вул. Старий Шлях, 7	33.2	25.7	21.9	13.2	24.8	29.4	10.5	20	19.5	28.9	26.6	М	26.9	25.3
13	пр. Слобожанський, 76/А	17.8	12.5	10.4	13.9	7.4	0.5	16.7	12.7	8.4	3.2	14.2	26.9	М	11.8
14	вул. Новокримська, 1/Д	18.1	18.8	5.2	11.9	6.4	11.6	17.1	16	15.6	13	3	25.3	11.8	М

Тобто, якщо комівояжер пересувається з  $i$ -го в  $j$ -те місто, то нерівність (2.17) фіксує порядкові номери цих міст.

Отже математична постановка задачі комівояжера полягає у мінімізації функції (2.14) при обмеженнях (2.15), (2.16) і (2.17).

Розрахунок оптимального плану перевезення за зміну транспортним засобом який обслуговує роздрібні магазини м'ясокомбінату "Ювілейний" Виходячи з математичної постановки задачі, запишемо нашу цільову функцію та обмеження згідно таблиці 2.1.

$$F = 8,6X_{12} + 14,9X_{23} + 6,5X_{34} + 12,5X_{45} + 7,2X_{56} + 19,2X_{67} + 8,9X_{78} \\ + 0,5X_{89} + 8,6X_{910} + 16,6X_{10.11} + 26,6X_{11.12} + 26,9X_{12.13} \\ + 11,8X_{13.14} + 18,1X_{1.14} \rightarrow \min$$

Обмеження на одноразовий в'їзд до клієнта:

$$\left\{ \begin{array}{l} X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{18} + X_{19} + X_{1.10} + X_{1.11} + X_{1.12} + X_{1.13} + X_{1.14} = 1 \\ X_{21} + X_{23} + X_{24} + X_{25} + X_{26} + X_{27} + X_{28} + X_{29} + X_{2.10} + X_{2.11} + X_{2.12} + X_{2.13} + X_{2.14} = 1 \\ X_{31} + X_{32} + X_{34} + X_{35} + X_{36} + X_{37} + X_{38} + X_{39} + X_{3.10} + X_{3.11} + X_{3.12} + X_{3.13} + X_{3.14} = 1 \\ X_{41} + X_{42} + X_{43} + X_{45} + X_{46} + X_{47} + X_{48} + X_{49} + X_{4.10} + X_{4.11} + X_{4.12} + X_{4.13} + X_{4.14} = 1 \\ X_{51} + X_{52} + X_{53} + X_{54} + X_{56} + X_{57} + X_{58} + X_{59} + X_{5.10} + X_{5.11} + X_{5.12} + X_{5.13} + X_{5.14} = 1 \\ X_{61} + X_{62} + X_{63} + X_{64} + X_{65} + X_{67} + X_{68} + X_{69} + X_{6.10} + X_{6.11} + X_{6.12} + X_{6.13} + X_{6.14} = 1 \\ X_{71} + X_{72} + X_{73} + X_{74} + X_{75} + X_{76} + X_{78} + X_{79} + X_{7.10} + X_{7.11} + X_{7.12} + X_{7.13} + X_{7.14} = 1 \\ X_{81} + X_{82} + X_{83} + X_{84} + X_{85} + X_{86} + X_{87} + X_{89} + X_{8.10} + X_{8.11} + X_{8.12} + X_{8.13} + X_{8.14} = 1 \\ X_{91} + X_{92} + X_{93} + X_{94} + X_{95} + X_{96} + X_{97} + X_{98} + X_{9.10} + X_{9.11} + X_{9.12} + X_{9.13} + X_{9.14} = 1 \\ X_{10.1} + X_{10.2} + X_{10.3} + X_{10.4} + X_{10.5} + X_{10.6} + X_{10.7} + X_{10.8} + X_{10.9} + X_{10.11} + X_{10.12} + X_{10.13} + X_{10.14} = 1 \\ X_{11.1} + X_{11.2} + X_{11.3} + X_{11.4} + X_{11.5} + X_{11.6} + X_{11.7} + X_{11.8} + X_{11.9} + X_{11.10} + X_{11.12} + X_{11.13} + X_{11.14} = 1 \\ X_{12.1} + X_{12.2} + X_{12.3} + X_{12.4} + X_{12.5} + X_{12.6} + X_{12.7} + X_{12.8} + X_{12.9} + X_{12.10} + X_{12.11} + X_{12.13} + X_{12.14} = 1 \\ X_{13.1} + X_{13.2} + X_{13.3} + X_{13.4} + X_{13.5} + X_{13.6} + X_{13.7} + X_{13.8} + X_{13.9} + X_{13.10} + X_{13.11} + X_{13.12} + X_{13.14} = 1 \\ X_{14.1} + X_{14.2} + X_{14.3} + X_{14.4} + X_{14.5} + X_{14.6} + X_{14.7} + X_{14.8} + X_{14.9} + X_{14.10} + X_{14.11} + X_{14.12} + X_{14.13} = 1 \end{array} \right.$$

Проведемо розрахунок згідно математичній постановці задачі. Візьмемо в якості маршруту:

Проведемо постановку цільової функції:

$$X_0 = (1,2);(2,3);(3,4);(4,5);(5,6);(6,7);(7,8);(8,9);(9,10);(10,11);(11,12);(12,13);(13,14);(14,1)$$

$$F(X_0) = 8,6 + 14,9 + 6,5 + 12,5 + 7,2 + 19,2 + 8,9 + 0,5 + 8,6 + 16,6 + 26,6 + 26,9 + 11,8 + 18,1 = 186,9$$

Для визначення нижньої межі скористаємося операцією відновлення або зменшення матриці рядками, для чого необхідно знайти мінімальний елемент в кожному рядку матриці D.

$$d_i = \min(j) d_{ij}$$

Таблиця 2.2.

**Визначення мінімального транспортного шляху . Матриця відстаней**

ij	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	$d_i$
1	M	8.6	2.8	4.3	7	6.8	12	13.6	14	18.4	28.6	33.2	17.8	18.1	2.8
2	8.6	M	14.9	11.8	15	12.3	15.5	6.1	6.4	13.1	24	25.7	12.5	18.8	6.1
3	2.8	14.9	M	6.5	4.7	9.5	11.7	10.6	10.2	10.9	8.1	21.9	10.4	5.2	2.8
4	4.3	11.8	6.5	M	12.5	13.7	3	6.1	5.7	14.5	14.7	13.2	13.9	11.9	3
5	7	15	4.7	12.5	M	7.2	14.6	13.5	13.1	8.6	8.8	24.8	7.4	6.4	4.7
6	6.8	12.3	9.5	13.7	7.2	M	19.2	8.2	8.5	1.7	26	29.4	0.5	11.6	0.5
7	23	15.5	11.7	3	14.6	19.2	M	8.9	8.5	18.3	19.8	10.5	16.7	17.1	3
8	13.6	6.1	10.6	6.1	13.5	8.2	8.9	M	0.5	8.6	18.3	20	12.7	16	0.5
9	14	6.4	10.2	5.7	13.1	8.5	8.5	0.5	M	8.6	17.8	19.5	8.4	16.6	0.5
10	18.4	13.1	10.9	14.5	8.6	1.7	17.3	8.6	8.6	M	16.6	28.9	3.2	13	1.7
11	28.6	24	8.1	14.7	8.8	26	19.8	18.3	17.8	16.6	M	26.6	14.2	3	3
12	33.2	25.7	21.9	13.2	24.8	29.4	10.5	20	19.5	28.9	26.6	M	26.9	15.3	10.5
13	17.8	12.5	10.4	13.9	7.4	0.5	16.7	12.7	8.4	3.2	14.2	26.9	M	11.8	0.5
14	18.1	18.8	5.2	11.9	6.4	11.6	17.1	16	15.6	13	3	25.3	11.8	M	3

Потім відніміть  $d_i$  з елементів даної рядка. У зв'язку з цим в ново отриманій матриці в кожному рядку буде не менше одного нуля.

Таблиця 2.3.

**Розрахункова матриця**

ij	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	M	5.8	o	1.5	4.2	4	9.2	10.8	11.2	15.6	25.8	30.4	15	15.3
2	2.5	M	8.8	5.7	8.9	6.2	9.4	o	o.3	7	17.9	19.6	6.4	12.7
3	o	12.1	M	3.7	1.9	6.7	8.9	7.8	7.4	8.1	5.3	19.1	7.6	2.4
4	1.3	8.8	3.5	M	9.5	10.7	o	3.1	2.7	11.5	11.7	10.2	10.9	8.9
5	2.3	10.3	o	7.8	M	2.5	9.9	8.8	8.4	3.9	4.1	20.1	2.7	1.7
6	6.3	11.8	9	13.2	6.7	M	18.7	7.7	8	1.2	25.5	28.9	o	11.1
7	20	12.5	8.7	o	11.6	16.2	M	5.9	5.5	15.3	16.8	7.5	13.7	14.1
8	13.1	5.6	10.1	5.6	13	7.7	8.4	M	o	8.1	17.8	19.5	12.2	15.5
9	13.5	5.9	9.7	5.2	12.6	8	8	o	M	8.1	17.3	19	7.9	16.1
10	16.7	11.4	9.2	12.8	6.9	o	15.6	6.9	6.9	M	14.9	27.2	1.5	11.3
11	25.6	21	5.1	11.7	5.8	23	16.8	15.3	14.8	13.6	M	23.6	11.2	o
12	22.7	15.2	11.4	2.7	14.3	18.9	o	9.5	9	18.4	16.1	M	16.4	4.8
13	17.3	12	9.9	13.4	6.9	o	16.2	12.2	7.9	2.7	13.7	26.4	M	11.3
14	15.1	15.8	2.2	8.9	3.4	8.6	14.1	13	12.6	10	o	22.3	8.8	M

Така ж операція зменшення проводиться в стовпцях, для чого знаходимо мінімальний елемент в кожному стовпці:

$$d_j = \min(i) d_{ij}$$

Таблиця 2.4.

**Розрахункова матриця з нулями**

<b>ij</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>
<b>1</b>	M	5.8	o	1.5	4.2	4	9.2	10.8	11.2	15.6	25.8	30.4	15	15.3
<b>2</b>	2.5	M	8.8	5.7	8.9	6.2	9.4	o	o.3	7	17.9	19.6	6.4	12.7
<b>3</b>	o	12.1	M	3.7	1.9	6.7	8.9	7.8	7.4	8.1	5.3	19.1	7.6	2.4
<b>4</b>	1.3	8.8	3.5	M	9.5	10.7	o	3.1	2.7	11.5	11.7	10.2	10.9	8.9
<b>5</b>	2.3	10.3	o	7.8	M	2.5	9.9	8.8	8.4	3.9	4.1	20.1	2.7	1.7
<b>6</b>	6.3	11.8	9	13.2	6.7	M	18.7	7.7	8	1.2	25.5	28.9	o	11.1
<b>7</b>	20	12.5	8.7	o	11.6	16.2	M	5.9	5.5	15.3	16.8	7.5	13.7	14.1
<b>8</b>	13.1	5.6	10.1	5.6	13	7.7	8.4	M	o	8.1	17.8	19.5	12.2	15.5
<b>9</b>	13.5	5.9	9.7	5.2	12.6	8	8	o	M	8.1	17.3	19	7.9	16.1
<b>10</b>	16.7	11.4	9.2	12.8	6.9	o	15.6	6.9	6.9	M	14.9	27.2	1.5	11.3
<b>11</b>	25.6	21	5.1	11.7	5.8	23	16.8	15.3	14.8	13.6	M	23.6	11.2	o
<b>12</b>	22.7	15.2	11.4	2.7	14.3	18.9	o	9.5	9	18.4	16.1	M	16.4	4.8
<b>13</b>	17.3	12	9.9	13.4	6.9	o	16.2	12.2	7.9	2.7	13.7	26.4	M	11.3
<b>14</b>	15.1	15.8	2.2	8.9	3.4	8.6	14.1	13	12.6	10	o	22.3	8.8	M
<b>d<sub>j</sub></b>	o	5.6	o	o	1.9	o	o	o	o	1.2	o	7.5	o	o

Віднявши мінімальні елементи, отримаємо повністю приведену матрицю, де значення  $d_i$  та  $d_j$  називаються редуційними константами.

Таблиця 2.5.

## Приведена матриця

ij	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	M	0.2	0	1.5	2.3	4	9.2	10.8	11.2	14.4	25.8	22.9	15	15.3
2	2.5	M	8.8	5.7	7	6.2	9.4	0	0.3	5.8	17.9	12.1	6.4	12.7
3	0	6.5	M	3.7	0	6.7	8.9	7.8	7.4	6.9	5.3	11.6	7.6	2.4
4	1.3	3.2	3.5	M	7.6	10.7	0	3.1	2.7	10.3	11.7	2.7	10.9	8.9
5	2.3	4.7	0	7.8	M	2.5	9.9	8.8	8.4	2.7	4.1	12.6	2.7	1.7
6	6.3	6.2	9	13.2	4.8	M	18.7	7.7	8	0	25.5	21.4	0	11.1
7	20	6.9	8.7	0	9.7	16.2	M	5.9	5.5	14.1	16.8	0	13.7	14.1
8	13.1	0	10.1	5.6	11.1	7.7	8.4	M	0	6.9	17.8	12	12.2	15.5
9	13.5	0.3	9.7	5.2	10.7	8	8	0	M	6.9	17.3	11.5	7.9	16.1
10	16.7	5.8	9.2	12.8	5	0	15.6	6.9	6.9	M	14.9	19.7	1.5	11.3
11	25.6	15.4	5.1	11.7	3.9	23	16.8	15.3	14.8	12.4	M	16.1	11.2	0
12	22.7	9.6	11.4	2.7	12.4	18.9	0	9.5	9	17.2	16.1	M	16.4	4.8
13	17.3	6.4	9.9	13.4	5	0	16.2	12.2	7.9	1.5	13.7	18.9	M	11.3
14	15.1	10.2	2.2	8.9	1.5	8.6	14.1	13	12.6	8.8	0	14.8	8.8	M

Сума констант визначає нижню межу  $H$ :  $H = \sum d_i + \sum d_j$

$$H = 2.8 + 6.1 + 2.8 + 3 + 4.7 + 0.5 + 3 + 0.5 + 0.5 + 1.7 + 3 + 10.5 + 0.5 + 3 + 0 + 5.6 + 0 + 0 + 1.9 + 0 + 0 + 0 + 0 + 1.2 + 0 + 7.5 + 0 + 0 = 58.8$$

Елементи матриці  $d_{ij}$  відповідають відстані від точки  $i$  до точки  $j$ . Оскільки в матриці є  $n$  міст, то  $D$  є матрицею  $n \times n$  з невід'ємними елементами  $d_{ij} \geq 0$ . Кожен маршрут - це цикл, в якому комівояжер відвідує місто тільки один раз і повертається в початкове місто.

$$F(M_k) = \sum d_{ij}$$

Причому кожен рядок і стовпець включаються в маршрут тільки один раз з елементом  $d_{ij}$ .

Крок 1. Визначте розгалужений край і розділіть весь набір маршрутів відносно цього ребра на дві підмножини  $(i, j)$  та  $(i^*, j^*)$ . Для цього для всіх осередків матриці з нульовими елементами замінюємо нулі по черзі на  $M$

(нескінченність) і визначаємо для них суму отриманих редукційних констант, вони наведені в круглих дужках.

Таблиця 2.6

## Приведена матриця

i j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	$d_i$
1	M	0.2	o(0.2)	1.5	2.3	4	9.2	10.8	11.2	14.4	25.8	22.9	15	15.3	0.2
2	2.5	M	8.8	5.7	7	6.2	9.4	o(0.3)	0.3	5.8	17.9	12.1	6.4	12.7	0.3
3	o(1.3)	6.5	M	3.7	o(1.5)	6.7	8.9	7.8	7.4	6.9	5.3	11.6	7.6	2.4	0
4	1.3	3.2	3.5	M	7.6	10.7	o(1.3)	3.1	2.7	10.3	11.7	2.7	10.9	8.9	1.3
5	2.3	4.7	o(1.7)	7.8	M	2.5	9.9	8.8	8.4	2.7	4.1	12.6	2.7	1.7	1.7
6	6.3	6.2	9	13.2	4.8	M	18.7	7.7	8	o(1.5)	25.5	21.4	o(1.5)	11.1	0
7	20	6.9	8.7	o(1.5)	9.7	16.2	M	5.9	5.5	14.1	16.8	o(2.7)	13.7	14.1	0
8	13.1	o(0.2)	10.1	5.6	11.1	7.7	8.4	M	o(0.3)	6.9	17.8	12	12.2	15.5	0
9	13.5	0.3	9.7	5.2	10.7	8	8	o(0.3)	M	6.9	17.3	11.5	7.9	16.1	0.3
10	16.7	5.8	9.2	12.8	5	o(1.5)	15.6	6.9	6.9	M	14.9	19.7	1.5	11.3	1.5
11	25.6	15.4	5.1	11.7	3.9	23	16.8	15.3	14.8	12.4	M	16.1	11.2	o(5.6)	3.9
12	22.7	9.6	11.4	2.7	12.4	18.9	o(2.7)	9.5	9	17.2	16.1	M	16.4	4.8	2.7
13	17.3	6.4	9.9	13.4	5	o(1.5)	16.2	12.2	7.9	1.5	13.7	18.9	M	11.3	1.5
14	15.1	10.2	2.2	8.9	1.5	8.6	14.1	13	12.6	8.8	o(5.6)	14.8	8.8	M	1.5
$d_j$	1.3	0.2	0	1.5	1.5	0	0	0	0.3	1.5	4.1	2.7	1.5	1.7	0

$d(1,3) = 0.2 + 0 = 0.2$ ;  $d(2,8) = 0.3 + 0 = 0.3$ ;  $d(3,1) = 0 + 1.3 = 1.3$ ;  $d(3,5) = 0 + 1.5 = 1.5$ ;  $d(4,7) = 1.3 + 0 = 1.3$ ;  $d(5,3) = 1.7 + 0 = 1.7$ ;  $d(6,10) = 0 + 1.5 = 1.5$ ;  $d(6,13) = 0 + 1.5 = 1.5$ ;  $d(7,4) = 0$

+ 1.5 = 1.5;  $d(7,12) = 0 + 2.7 = 2.7$ ;  $d(8,2) = 0 + 0.2 = 0.2$ ;  $d(8,9) = 0 + 0.3 = 0.3$ ;  $d(9,8) = 0.3 + 0 = 0.3$ ;  $d(10,6) = 1.5 + 0 = 1.5$ ;  $d(11,14) = 3.9 + 1.7 = 5.6$ ;  $d(12,7) = 2.7 + 0 = 2.7$ ;  $d(13,6) = 1.5 + 0 = 1.5$ ;  $d(14,11) = 1.5 + 4.1 = 5.6$ ;

Найбільша сума констант дорівнює  $(3,9 + 1,7) = 5,6$  для кромки  $(11,14)$ , отже, множина ділиться на дві підмножини  $(11,14)$  і  $(11^*,14^*)$ .

Усунення ребра  $(11,14)$  здійснюється шляхом заміни елемента  $d_{1114} = 0$  на  $M$ , після чого проводимо наступне скорочення матриці відстаней для отриманої підмножини  $(11^*, 14^*)$ , в результаті отримуємо зменшену матрицю.

Таблиця 2.7

### Скорочена матриця

ij	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	di
1	M	0.2	0	1.5	2.3	4	9.2	10.8	11.2	14.4	25.8	22.9	15	15.3	0
2	2.5	M	8.8	5.7	7	6.2	9.4	0	0.3	5.8	17.9	12.1	6.4	12.7	0
3	0	6.5	M	3.7	0	6.7	8.9	7.8	7.4	6.9	5.3	11.6	7.6	2.4	0
4	1.3	3.2	3.5	M	7.6	10.7	0	3.1	2.7	10.3	11.7	2.7	10.9	8.9	0
5	2.3	4.7	0	7.8	M	2.5	9.9	8.8	8.4	2.7	4.1	12.6	2.7	1.7	0
6	6.3	6.2	9	13.2	4.8	M	18.7	7.7	8	0	25.5	21.4	0	11.1	0
7	20	6.9	8.7	0	9.7	16.2	M	5.9	5.5	14.1	16.8	0	13.7	14.1	0
8	13.1	0	10.1	5.6	11.1	7.7	8.4	M	0	6.9	17.8	12	12.2	15.5	0
9	13.5	0.3	9.7	5.2	10.7	8	8	0	M	6.9	17.3	11.5	7.9	16.1	0
10	16.7	5.8	9.2	12.8	5	0	15.6	6.9	6.9	M	14.9	19.7	1.5	11.3	0
11	25.6	15.4	5.1	11.7	3.9	23	16.8	15.3	14.8	12.4	M	16.1	11.2	M	3.9
12	22.7	9.6	11.4	2.7	12.4	18.9	0	9.5	9	17.2	16.1	M	16.4	4.8	0
13	17.3	6.4	9.9	13.4	5	0	16.2	12.2	7.9	1.5	13.7	18.9	M	11.3	0
14	15.1	10.2	2.2	8.9	1.5	8.6	14.1	13	12.6	8.8	0	14.8	8.8	M	0
dj	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.7	5.6

Нижня межа гамільтонових циклів цієї підмножини:

$$H(11^*,14^*) = 58,8 + 5,6 = 64,4$$



Включення ребра (11,14) здійснюється шляхом виключення всіх елементів 11-го рядка і 14-го стовпця, в якому елемент  $d_{1411}$  замінений на М, щоб виключити утворення негамільтонового циклу.

Після операції скорочена матриця буде виглядати так:

Таблиця 2.8

### Скорочена матриця розрахунків

ij	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	$d_i$
1	М	0.2	0	1.5	2.3	4	9.2	10.8	11.2	14.4	25.8	22.9	15	0
2	2.5	М	8.8	5.7	7	6.2	9.4	0	0.3	5.8	17.9	12.1	6.4	0
3	0	6.5	М	3.7	0	6.7	8.9	7.8	7.4	6.9	5.3	11.6	7.6	0
4	1.3	3.2	3.5	М	7.6	10.7	0	3.1	2.7	10.3	11.7	2.7	10.9	0
5	2.3	4.7	0	7.8	М	2.5	9.9	8.8	8.4	2.7	4.1	12.6	2.7	0
6	6.3	6.2	9	13.2	4.8	М	18.7	7.7	8	0	25.5	21.4	0	0
7	20	6.9	8.7	0	9.7	16.2	М	5.9	5.5	14.1	16.8	0	13.7	0
8	13.1	0	10.1	5.6	11.1	7.7	8.4	М	0	6.9	17.8	12	12.2	0
9	13.5	0.3	9.7	5.2	10.7	8	8	0	М	6.9	17.3	11.5	7.9	0
10	16.7	5.8	9.2	12.8	5	0	15.6	6.9	6.9	М	14.9	19.7	1.5	0
12	22.7	9.6	11.4	2.7	12.4	18.9	0	9.5	9	17.2	16.1	М	16.4	0
13	17.3	6.4	9.9	13.4	5	0	16.2	12.2	7.9	1.5	13.7	18.9	М	0
14	15.1	10.2	2.2	8.9	1.5	8.6	14.1	13	12.6	8.8	М	14.8	8.8	1.5
$d_j$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.1	0	0	5.6

Сума констант матриці:  $\sum d_i + \sum d_j = 5.6$

Нижня межа підмножини (11,14) має вигляд:

$$H(11,14) = 58,8 + 5,6 = 64,4 \leq 64,4$$

Оскільки нижня межа підмножини (11,14) і підмножини (11\*,14\*) рівні, ребро (11,14) включається в маршрут з новою межею  $H = 64,4$

Крок 2. Визначте край розгалуження.

Таблиця 2.9

## Матриця розрахунків нескінченності

i j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	d <sub>i</sub>
1	M	0.2	o(o. 2)	1.5	2.3	4	9.2	10.8	11.2	14.4	21.7	22.9	15	o. 2
2	2.5	M	8.8	5.7	7	6.2	9.4	o(o. 3)	o.3	5.8	13.8	12.1	6.4	o. 3
3	o(1. 3)	6.5	M	3.7	o(o)	6.7	8.9	7.8	7.4	6.9	1.2	11.6	7.6	o
4	1.3	3.2	3.5	M	7.6	10.7	o(1. 3)	3.1	2.7	10.3	7.6	2.7	10.9	1. 3
5	2.3	4.7	o(o)	7.8	M	2.5	9.9	8.8	8.4	2.7	o(1. 2)	12.6	2.7	o
6	6.3	6.2	9	13.2	4.8	M	18.7	7.7	8	o(1. 5)	21.4	21.4	o(1. 5)	o
7	20	6.9	8.7	o(1. 5)	9.7	16.2	M	5.9	5.5	14.1	12.7	o(2. 7)	13.7	o
8	13.1	o(o. 2)	10.1	5.6	11.1	7.7	8.4	M	o(o. 3)	6.9	13.7	12	12.2	o
9	13.5	o.3	9.7	5.2	10.7	8	8	o(o. 3)	M	6.9	13.2	11.5	7.9	o. 3
10	16.7	5.8	9.2	12.8	5	o(1. 5)	15.6	6.9	6.9	M	10.8	19.7	1.5	1. 5
12	22.7	9.6	11.4	2.7	12.4	18.9	o(2. 7)	9.5	9	17.2	12	M	16.4	2. 7
13	17.3	6.4	9.9	13.4	5	o(1. 5)	16.2	12.2	7.9	1.5	9.6	18.9	M	1. 5
14	13.6	8.7	o.7	7.4	o(o. 7)	7.1	12.6	11.5	11.1	7.3	M	13.3	7.3	o. 7
d <sub>j</sub>	1.3	0.2	o	1.5	o	o	o	o	o.3	1.5	1.2	2.7	1.5	o

$d(1,3) = 0.2 + o = 0.2$ ;  $d(2,8) = 0.3 + o = 0.3$ ;  $d(3,1) = o + 1.3 = 1.3$ ;  $d(3,5) = o + o = o$ ;  $d(4,7) = 1.3 + o = 1.3$ ;  $d(5,3) = o + o = o$ ;  $d(5,11) = o + 1.2 = 1.2$ ;  $d(6,10) = o + 1.5 = 1.5$ ;  $d(6,13) = o + 1.5 = 1.5$ ;  $d(7,4) = o + 1.5 = 1.5$ ;  $d(7,12) = o + 2.7 = 2.7$ ;  $d(8,2) = o + 0.2 = 0.2$ ;  $d(8,9) = o + 0.3 = 0.3$ ;  $d(9,8) = 0.3 + o = 0.3$ ;  $d(10,6) = 1.5$

$+ o = 1.5$ ;  $d(12,7) = 2.7 + o = 2.7$ ;  $d(13,6) = 1.5 + o = 1.5$ ;  $d(14,5) = o.7 + o = o.7$ ;  
 Найбільша сума констант дорівнює  $(o + 2,7) = 2,7$  для кромки  $(7,12)$ .  
 Виключення країв  $(7,12)$ .

Таблиця 2.1о

## Скорочена матриця розрахунків

i j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1o	11	12	13	d <sub>i</sub>
1	M	o.2	o	1.5	2.3	4	9.2	1o.8	11.2	14.4	21.7	22.9	15	o
2	2.5	M	8.8	5.7	7	6.2	9.4	o	o.3	5.8	13.8	12.1	6.4	o
3	o	6.5	M	3.7	o	6.7	8.9	7.8	7.4	6.9	1.2	11.6	7.6	o
4	1.3	3.2	3.5	M	7.6	1o.7	o	3.1	2.7	1o.3	7.6	2.7	1o.9	o
5	2.3	4.7	o	7.8	M	2.5	9.9	8.8	8.4	2.7	o	12.6	2.7	o
6	6.3	6.2	9	13.2	4.8	M	18.7	7.7	8	o	21.4	21.4	o	o
7	2o	6.9	8.7	o	9.7	16.2	M	5.9	5.5	14.1	12.7	M	13.7	o
8	13.1	o	1o.1	5.6	11.1	7.7	8.4	M	o	6.9	13.7	12	12.2	o
9	13.5	o.3	9.7	5.2	1o.7	8	8	o	M	6.9	13.2	11.5	7.9	o
1o	16.7	5.8	9.2	12.8	5	o	15.6	6.9	6.9	M	1o.8	19.7	1.5	o
12	22.7	9.6	11.4	2.7	12.4	18.9	o	9.5	9	17.2	12	M	16.4	o
13	17.3	6.4	9.9	13.4	5	o	16.2	12.2	7.9	1.5	9.6	18.9	M	o
14	13.6	8.7	o.7	7.4	o	7.1	12.6	11.5	11.1	7.3	M	13.3	7.3	o
d <sub>i</sub>	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	2.7	o	2.7

Нижня границя гамільтонового циклу це є підмножина:  
 $H(7^*, 12^*) = 64.4 + 2.7 = 67.1$

Включення ребер  $(7,12)$  проводиться шляхом виключення всіх елементів 7-ї строки и 12-го стовбця, в якому елемент  $d_{127}$  замінюється на M, для виключення негамільтонового циклу.

В цьому випадку отримаємо другу скорочену матрицю  $(12 \times 12)$ , яка поводить операції приведення.

Після операції приведення скорочена матриця буде мати вигляд:

Таблиця 2.11

## Скорочена матриця розрахунків

ij	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	d <sub>i</sub>
1	M	0.2	0	1.5	2.3	4	9.2	10.8	11.2	14.4	21.7	15	0
2	2.5	M	8.8	5.7	7	6.2	9.4	0	0.3	5.8	13.8	6.4	0
3	0	6.5	M	3.7	0	6.7	8.9	7.8	7.4	6.9	1.2	7.6	0
4	1.3	3.2	3.5	M	7.6	10.7	0	3.1	2.7	10.3	7.6	10.9	0
5	2.3	4.7	0	7.8	M	2.5	9.9	8.8	8.4	2.7	0	2.7	0
6	6.3	6.2	9	13.2	4.8	M	18.7	7.7	8	0	21.4	0	0
8	13.1	0	10.1	5.6	11.1	7.7	8.4	M	0	6.9	13.7	12.2	0
9	13.5	0.3	9.7	5.2	10.7	8	8	0	M	6.9	13.2	7.9	0
10	16.7	5.8	9.2	12.8	5	0	15.6	6.9	6.9	M	10.8	1.5	0
12	22.7	9.6	11.4	2.7	12.4	18.9	M	9.5	9	17.2	12	16.4	2.7
13	17.3	6.4	9.9	13.4	5	0	16.2	12.2	7.9	1.5	9.6	M	0
14	13.6	8.7	0.7	7.4	0	7.1	12.6	11.5	11.1	7.3	M	7.3	0
d <sub>j</sub>	0	0	0	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	4.2

Сума констант приведеної скороченої матриці:

$$\sum d_i + \sum d_j = 4.2$$

Нижня границя підмножини (7,12) дорівнює:

$$H(7,12) = 64.4 + 4.2 = 68.6 > 67.1$$

У зв'язку що  $67.1 > 64.4$ , виключаємо підмножину (11,14) для подальшого виявлення.

Повертаємось до попереднього плану

Таблиця 2.12

Матриця розрахунків план X<sub>1</sub>

<b>ij</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>1o</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>
<b>1</b>	M	o.2	o	1.5	2.3	4	9.2	1o.8	11.2	14.4	25.8	22.9	15	15.3
<b>2</b>	2.5	M	8.8	5.7	7	6.2	9.4	o	o.3	5.8	17.9	12.1	6.4	12.7
<b>3</b>	o	6.5	M	3.7	o	6.7	8.9	7.8	7.4	6.9	5.3	11.6	7.6	2.4
<b>4</b>	1.3	3.2	3.5	M	7.6	1o.7	o	3.1	2.7	1o.3	11.7	2.7	1o.9	8.9
<b>5</b>	2.3	4.7	o	7.8	M	2.5	9.9	8.8	8.4	2.7	4.1	12.6	2.7	1.7
<b>6</b>	6.3	6.2	9	13.2	4.8	M	18.7	7.7	8	o	25.5	21.4	o	11.1
<b>7</b>	2o	6.9	8.7	o	9.7	16.2	M	5.9	5.5	14.1	16.8	o	13.7	14.1
<b>8</b>	13.1	o	1o.1	5.6	11.1	7.7	8.4	M	o	6.9	17.8	12	12.2	15.5
<b>9</b>	13.5	o.3	9.7	5.2	1o.7	8	8	o	M	6.9	17.3	11.5	7.9	16.1
<b>1o</b>	16.7	5.8	9.2	12.8	5	o	15.6	6.9	6.9	M	14.9	19.7	1.5	11.3
<b>11</b>	25.6	15.4	5.1	11.7	3.9	23	16.8	15.3	14.8	12.4	M	16.1	11.2	M
<b>12</b>	22.7	9.6	11.4	2.7	12.4	18.9	o	9.5	9	17.2	16.1	M	16.4	4.8
<b>13</b>	17.3	6.4	9.9	13.4	5	o	16.2	12.2	7.9	1.5	13.7	18.9	M	11.3
<b>14</b>	15.1	1o.2	2.2	8.9	1.5	8.6	14.1	13	12.6	8.8	o	14.8	8.8	M

Таблиця 2.13

**Операція редукції**

ij	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	M	0.2	0	1.5	2.3	4	9.2	10.8	11.2	14.4	25.8	22.9	15	13.6
2	2.5	M	8.8	5.7	7	6.2	9.4	0	0.3	5.8	17.9	12.1	6.4	11
3	0	6.5	M	3.7	0	6.7	8.9	7.8	7.4	6.9	5.3	11.6	7.6	0.7
4	1.3	3.2	3.5	M	7.6	10.7	0	3.1	2.7	10.3	11.7	2.7	10.9	7.2
5	2.3	4.7	0	7.8	M	2.5	9.9	8.8	8.4	2.7	4.1	12.6	2.7	0
6	6.3	6.2	9	13.2	4.8	M	18.7	7.7	8	0	25.5	21.4	0	9.4
7	20	6.9	8.7	0	9.7	16.2	M	5.9	5.5	14.1	16.8	0	13.7	12.4
8	13.1	0	10.1	5.6	11.1	7.7	8.4	M	0	6.9	17.8	12	12.2	13.8
9	13.5	0.3	9.7	5.2	10.7	8	8	0	M	6.9	17.3	11.5	7.9	14.4
10	16.7	5.8	9.2	12.8	5	0	15.6	6.9	6.9	M	14.9	19.7	1.5	9.6
11	21.7	11.5	1.2	7.8	0	19.1	12.9	11.4	10.9	8.5	M	12.2	7.3	M
12	22.7	9.6	11.4	2.7	12.4	18.9	0	9.5	9	17.2	16.1	M	16.4	3.1
13	17.3	6.4	9.9	13.4	5	0	16.2	12.2	7.9	1.5	13.7	18.9	M	9.6
14	15.1	10.2	2.2	8.9	1.5	8.6	14.1	13	12.6	8.8	0	14.8	8.8	M

Крок №1.

Визначення ребра вітвлення та розбиття всієї множини маршрутів відносно цього ребра на дві підмножини  $(i,j)$  и  $(i^*,j^*)$ .

З цією метою для всіх клітинок матриці з нульовими елементами проводимо заміну нулів по черзі на  $M$  (безкінечність) та визначаємо для них суму визначених констант приведення, вона наведена у дужках.

Таблиця 2.14

**Матриця розрахунків**

<b>i j</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>1o</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>d<sub>i</sub></b>
<b>1</b>	M	o.2	o(o.2)	1.5	2.3	4	9.2	1o.8	11.2	14.4	25.8	22.9	15	13.6	o.2
<b>2</b>	2.5	M	8.8	5.7	7	6.2	9.4	o(o.3)	o.3	5.8	17.9	12.1	6.4	11	o.3
<b>3</b>	o(1.3)	6.5	M	3.7	o(o)	6.7	8.9	7.8	7.4	6.9	5.3	11.6	7.6	o.7	o
<b>4</b>	1.3	3.2	3.5	M	7.6	1o.7	o(1.3)	3.1	2.7	1o.3	11.7	2.7	1o.9	7.2	1.3
<b>5</b>	2.3	4.7	o(o)	7.8	M	2.5	9.9	8.8	8.4	2.7	4.1	12.6	2.7	o(o.7)	o
<b>6</b>	6.3	6.2	9	13.2	4.8	M	18.7	7.7	8	o(1.5)	25.5	21.4	o(1.5)	9.4	o
<b>7</b>	2o	6.9	8.7	o(1.5)	9.7	16.2	M	5.9	5.5	14.1	16.8	o(2.7)	13.7	12.4	o
<b>8</b>	13.1	o(o.2)	1o.1	5.6	11.1	7.7	8.4	M	o(o.3)	6.9	17.8	12	12.2	13.8	o
<b>9</b>	13.5	o.3	9.7	5.2	1o.7	8	8	o(o.3)	M	6.9	17.3	11.5	7.9	14.4	o.3
<b>1o</b>	16.7	5.8	9.2	12.8	5	o(1.5)	15.6	6.9	6.9	M	14.9	19.7	1.5	9.6	1.5
<b>11</b>	21.7	11.5	1.2	7.8	o(1.2)	19.1	12.9	11.4	1o.9	8.5	M	12.2	7.3	M	1.2
<b>12</b>	22.7	9.6	11.4	2.7	12.4	18.9	o(2.7)	9.5	9	17.2	16.1	M	16.4	3.1	2.7
<b>13</b>	17.3	6.4	9.9	13.4	5	o(1.5)	16.2	12.2	7.9	1.5	13.7	18.9	M	9.6	1.5
<b>14</b>	15.1	1o.2	2.2	8.9	1.5	8.6	14.1	13	12.6	8.8	o(5.6)	14.8	8.8	M	1.5
<b>d<sub>j</sub></b>	1.3	o.2	o	1.5	o	o	o	o	o.3	1.5	4.1	2.7	1.5	o.7	o

$d(1,3) = o.2 + o = o.2$ ;  $d(2,8) = o.3 + o = o.3$ ;  $d(3,1) = o + 1.3 = 1.3$ ;  $d(3,5) = o + o = o$ ;  
 $d(4,7) = 1.3 + o = 1.3$ ;  $d(5,3) = o + o = o$ ;  $d(5,14) = o + o.7 = o.7$ ;  $d(6,1o) = o + 1.5 = 1.5$ ;  
 $d(6,13) = o + 1.5 = 1.5$ ;  $d(7,4) = o + 1.5 = 1.5$ ;  $d(7,12) = o + 2.7 = 2.7$ ;  $d(8,2) = o + o.2 =$

$o.2$ ;  $d(8,9) = o + o.3 = o.3$ ;  $d(9,8) = o.3 + o = o.3$ ;  $d(1o,6) = 1.5 + o = 1.5$ ;  $d(11,5) = 1.2 + o = 1.2$ ;  $d(12,7) = 2.7 + o = 2.7$ ;  $d(13,6) = 1.5 + o = 1.5$ ;  $d(14,11) = 1.5 + 4.1 = 5.6$ ;

Найбільша сума констант приведення дорівнює  $(1.5 + 4.1) = 5.6$  для ребра  $(14,11)$ , відповідно, множина розбивається на дві підмножини  $(14,11)$  та  $(14^*,11^*)$ . Виключення ребра  $(14,11)$  проводимо шляхом заміни елементу  $d_{1411} = o$  на  $M$ , після чого виконуємо наступне приведення матриці віддалення для підмножини яка створилась  $(14^*,11^*)$ , в результаті отримаємо редуційну матрицю.

Таблиця 2.15

### Редуційна матриця розрахунків

ij	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1o	11	12	13	14	$d_i$
1	M	o.2	o	1.5	2.3	4	9.2	1o.8	11.2	14.4	25.8	22.9	15	13.6	o
2	2.5	M	8.8	5.7	7	6.2	9.4	o	o.3	5.8	17.9	12.1	6.4	11	o
3	o	6.5	M	3.7	o	6.7	8.9	7.8	7.4	6.9	5.3	11.6	7.6	o.7	o
4	1.3	3.2	3.5	M	7.6	1o.7	o	3.1	2.7	1o.3	11.7	2.7	1o.9	7.2	o
5	2.3	4.7	o	7.8	M	2.5	9.9	8.8	8.4	2.7	4.1	12.6	2.7	o	o
6	6.3	6.2	9	13.2	4.8	M	18.7	7.7	8	o	25.5	21.4	o	9.4	o
7	2o	6.9	8.7	o	9.7	16.2	M	5.9	5.5	14.1	16.8	o	13.7	12.4	o
8	13.1	o	1o.1	5.6	11.1	7.7	8.4	M	o	6.9	17.8	12	12.2	13.8	o
9	13.5	o.3	9.7	5.2	1o.7	8	8	o	M	6.9	17.3	11.5	7.9	14.4	o
1o	16.7	5.8	9.2	12.8	5	o	15.6	6.9	6.9	M	14.9	19.7	1.5	9.6	o
11	21.7	11.5	1.2	7.8	o	19.1	12.9	11.4	1o.9	8.5	M	12.2	7.3	M	o
12	22.7	9.6	11.4	2.7	12.4	18.9	o	9.5	9	17.2	16.1	M	16.4	3.1	o
13	17.3	6.4	9.9	13.4	5	o	16.2	12.2	7.9	1.5	13.7	18.9	M	9.6	o
14	15.1	1o.2	2.2	8.9	1.5	8.6	14.1	13	12.6	8.8	M	14.8	8.8	M	1.5
$d_j$	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	4.1	o	o	o	5.6

Нижня межа гамільтонових циклів цієї підмножини має вигляд:

$$H(14^*,11^*) = 64,4 + 5,6 = 7o$$



Виключення ребра (14,11) здійснюється шляхом виключення всіх елементів 14-го рядка і 11-го стовпця, в якому елемент  $d_{1114}$  замінений на М, для виключення утворення негамільтонового циклу.

Таблиця 2.16

## Скорочена матриця розрахунків

i j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	14	$d_i$
1	М	0.2	0	1.5	2.3	4	9.2	10.8	11.2	14.4	22.9	15	13.6	0
2	2.5	М	8.8	5.7	7	6.2	9.4	0	0.3	5.8	12.1	6.4	11	0
3	0	6.5	М	3.7	0	6.7	8.9	7.8	7.4	6.9	11.6	7.6	0.7	0
4	1.3	3.2	3.5	М	7.6	10.7	0	3.1	2.7	10.3	2.7	10.9	7.2	0
5	2.3	4.7	0	7.8	М	2.5	9.9	8.8	8.4	2.7	12.6	2.7	0	0
6	6.3	6.2	9	13.2	4.8	М	18.7	7.7	8	0	21.4	0	9.4	0
7	20	6.9	8.7	0	9.7	16.2	М	5.9	5.5	14.1	0	13.7	12.4	0
8	13.1	0	10.1	5.6	11.1	7.7	8.4	М	0	6.9	12	12.2	13.8	0
9	13.5	0.3	9.7	5.2	10.7	8	8	0	М	6.9	11.5	7.9	14.4	0
10	16.7	5.8	9.2	12.8	5	0	15.6	6.9	6.9	М	19.7	1.5	9.6	0
11	21.7	11.5	1.2	7.8	0	19.1	12.9	11.4	10.9	8.5	12.2	7.3	М	0
12	22.7	9.6	11.4	2.7	12.4	18.9	0	9.5	9	17.2	М	16.4	3.1	0
13	17.3	6.4	9.9	13.4	5	0	16.2	12.2	7.9	1.5	18.9	М	9.6	0
$d_j$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Сума констант редукції скороченої матриці:  $\sum d_i + \sum d_j = 0$

Нижня межа підмножини (14,11) має вигляд:  $H(14,11) = 64,4 + 0 = 64,4 \leq 70$

Оскільки нижня межа цієї підмножини (14,11) менша за підмножини (14\*,11 \*), ребро (14,11) включається в маршрут з новою межею  $H = 64,4$

Крок № 2. Визначте край розгалуження.

Таблиця 2.17

## Скорочена матриця розрахунків

ij	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	14	$d_i$
1	M	o.2	o(o.2)	1.5	2.3	4	9.2	10.8	11.2	14.4	22.9	15	13.6	o.2
2	2.5	M	8.8	5.7	7	6.2	9.4	o(o.3)	o.3	5.8	12.1	6.4	11	o.3
3	o(1.3)	6.5	M	3.7	o(o)	6.7	8.9	7.8	7.4	6.9	11.6	7.6	o.7	o
4	1.3	3.2	3.5	M	7.6	10.7	o(1.3)	3.1	2.7	10.3	2.7	10.9	7.2	1.3
5	2.3	4.7	o(o)	7.8	M	2.5	9.9	8.8	8.4	2.7	12.6	2.7	o(o.7)	o
6	6.3	6.2	9	13.2	4.8	M	18.7	7.7	8	o(1.5)	21.4	o(1.5)	9.4	o
7	2o	6.9	8.7	o(1.5)	9.7	16.2	M	5.9	5.5	14.1	o(2.7)	13.7	12.4	o
8	13.1	o(o.2)	10.1	5.6	11.1	7.7	8.4	M	o(o.3)	6.9	12	12.2	13.8	o
9	13.5	o.3	9.7	5.2	10.7	8	8	o(o.3)	M	6.9	11.5	7.9	14.4	o.3
10	16.7	5.8	9.2	12.8	5	o(1.5)	15.6	6.9	6.9	M	19.7	1.5	9.6	1.5
11	21.7	11.5	1.2	7.8	o(1.2)	19.1	12.9	11.4	10.9	8.5	12.2	7.3	M	1.2
12	22.7	9.6	11.4	2.7	12.4	18.9	o(2.7)	9.5	9	17.2	M	16.4	3.1	2.7
13	17.3	6.4	9.9	13.4	5	o(1.5)	16.2	12.2	7.9	1.5	18.9	M	9.6	1.5
$d_j$	1.3	o.2	o	1.5	o	o	o	o	o.3	1.5	2.7	1.5	o.7	o

$d(1,3) = o.2 + o = o.2$ ;  $d(2,8) = o.3 + o = o.3$ ;  $d(3,1) = o + 1.3 = 1.3$ ;  $d(3,5) = o + o = o$ ;  $d(4,7) = 1.3 + o = 1.3$ ;  $d(5,3) = o + o = o$ ;  $d(5,14) = o + o.7 = o.7$ ;  $d(6,10) = o + 1.5 = 1.5$ ;  $d(6,13) = o + 1.5 = 1.5$ ;  $d(7,4) = o + 1.5 = 1.5$ ;  $d(7,12) = o + 2.7 = 2.7$ ;  $d(8,2) = o + o.2 = o.2$ ;  $d(8,9) = o + o.3 = o.3$ ;  $d(9,8) = o.3 + o = o.3$ ;  $d(10,6) = 1.5 + o = 1.5$ ;  $d(11,5) = 1.2 + o = 1.2$ ;  $d(12,7) = 2.7 + o = 2.7$ ;  $d(13,6) = 1.5 + o = 1.5$ ; Найбільша сума констант дорівнює  $(o + 2.7) = 2.7$  для ребра (7,12).

Виключення ребра (7,12).

### Матриця розрахунків з виключенням ребра

$i, j$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	14	$d_i$
1	M	0.2	0	1.5	2.3	4	9.2	10.8	11.2	14.4	22.9	15	13.6	0
2	2.5	M	8.8	5.7	7	6.2	9.4	0	0.3	5.8	12.1	6.4	11	0
3	0	6.5	M	3.7	0	6.7	8.9	7.8	7.4	6.9	11.6	7.6	0.7	0
4	1.3	3.2	3.5	M	7.6	10.7	0	3.1	2.7	10.3	2.7	10.9	7.2	0
5	2.3	4.7	0	7.8	M	2.5	9.9	8.8	8.4	2.7	12.6	2.7	0	0
6	6.3	6.2	9	13.2	4.8	M	18.7	7.7	8	0	21.4	0	9.4	0
7	20	6.9	8.7	0	9.7	16.2	M	5.9	5.5	14.1	M	13.7	12.4	0
8	13.1	0	10.1	5.6	11.1	7.7	8.4	M	0	6.9	12	12.2	13.8	0
9	13.5	0.3	9.7	5.2	10.7	8	8	0	M	6.9	11.5	7.9	14.4	0
10	16.7	5.8	9.2	12.8	5	0	15.6	6.9	6.9	M	19.7	1.5	9.6	0
11	21.7	11.5	1.2	7.8	0	19.1	12.9	11.4	10.9	8.5	12.2	7.3	M	0
12	22.7	9.6	11.4	2.7	12.4	18.9	0	9.5	9	17.2	M	16.4	3.1	0
13	17.3	6.4	9.9	13.4	5	0	16.2	12.2	7.9	1.5	18.9	M	9.6	0
$d_j$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.7	0	0	2.7

Нижня межа гамільтонових циклів цієї підмножини має вигляд:  $H(7^*, 12^*) =$

$$64,4 + 2,7 = 67,1$$

Виключення ребра (7,12) здійснюється шляхом виключення всіх елементів 7-го рядка і 12-го стовпця, в якому елемент  $d_{127}$  замінений на M, щоб виключити утворення негамільтонового циклу.

Таблиця 2.19

### Скорочена матриця розрахунків

ij	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	13	14	d <sub>i</sub>
1	M	0.2	0	1.5	2.3	4	9.2	10.8	11.2	14.4	15	13.6	0
2	2.5	M	8.8	5.7	7	6.2	9.4	0	0.3	5.8	6.4	11	0
3	0	6.5	M	3.7	0	6.7	8.9	7.8	7.4	6.9	7.6	0.7	0
4	1.3	3.2	3.5	M	7.6	10.7	0	3.1	2.7	10.3	10.9	7.2	0
5	2.3	4.7	0	7.8	M	2.5	9.9	8.8	8.4	2.7	2.7	0	0
6	6.3	6.2	9	13.2	4.8	M	18.7	7.7	8	0	0	9.4	0
8	13.1	0	10.1	5.6	11.1	7.7	8.4	M	0	6.9	12.2	13.8	0
9	13.5	0.3	9.7	5.2	10.7	8	8	0	M	6.9	7.9	14.4	0
10	16.7	5.8	9.2	12.8	5	0	15.6	6.9	6.9	M	1.5	9.6	0
11	21.7	11.5	1.2	7.8	0	19.1	12.9	11.4	10.9	8.5	7.3	M	0
12	22.7	9.6	11.4	2.7	12.4	18.9	M	9.5	9	17.2	16.4	3.1	2.7
13	17.3	6.4	9.9	13.4	5	0	16.2	12.2	7.9	1.5	M	9.6	0
d <sub>j</sub>	0	0	0	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	4.2

Сума констант редукції скороченої матриці має вигляд:  $\sum d_i + \sum d_j = 4,2$

Нижня межа підмножини (7,12) має вигляд:  $H(7,12) = 64,4 + 4,2 = 68,6 > 67,1$

Оскільки нижня межа цієї підмножини (7,12) більша за підмножину (7\*,12\*), ребро (7,12) не включається до маршруту.

Крок 3. Визначаємо край розгалуження.

Таблиця 2.20

**Матриця розрахунків розгалуження**

<b>i j</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>1o</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>d<sub>i</sub></b>
<b>1</b>	M	o.2	o(o.2)	1.5	2.3	4	9.2	1o.8	11.2	14.4	22.9	15	13.6	o.2
<b>2</b>	2.5	M	8.8	5.7	7	6.2	9.4	o(o.3)	o.3	5.8	12.1	6.4	11	o.3
<b>3</b>	o(1.3)	6.5	M	3.7	o(o)	6.7	8.9	7.8	7.4	6.9	11.6	7.6	o.7	o
<b>4</b>	1.3	3.2	3.5	M	7.6	1o.7	o(1.3)	3.1	2.7	1o.3	2.7	1o.9	7.2	1.3
<b>5</b>	2.3	4.7	o(o)	7.8	M	2.5	9.9	8.8	8.4	2.7	12.6	2.7	o(o.7)	o
<b>6</b>	6.3	6.2	9	13.2	4.8	M	18.7	7.7	8	o(1.5)	21.4	o(1.5)	9.4	o
<b>7</b>	2o	6.9	8.7	o(1.5)	9.7	16.2	M	5.9	5.5	14.1	M	13.7	12.4	o
<b>8</b>	13.1	o(o.2)	1o.1	5.6	11.1	7.7	8.4	M	o(o.3)	6.9	12	12.2	13.8	o
<b>9</b>	13.5	o.3	9.7	5.2	1o.7	8	8	o(o.3)	M	6.9	11.5	7.9	14.4	o.3
<b>1o</b>	16.7	5.8	9.2	12.8	5	o(1.5)	15.6	6.9	6.9	M	19.7	1.5	9.6	1.5
<b>11</b>	21.7	11.5	1.2	7.8	o(1.2)	19.1	12.9	11.4	1o.9	8.5	12.2	7.3	M	1.2
<b>12</b>	22.7	9.6	11.4	2.7	12.4	18.9	o(2.7)	9.5	9	17.2	M	16.4	3.1	2.7
<b>13</b>	17.3	6.4	9.9	13.4	5	o(1.5)	16.2	12.2	7.9	1.5	18.9	M	9.6	1.5
<b>d<sub>j</sub></b>	1.3	o.2	o	1.5	o	o	o	o	o.3	1.5	2.7	1.5	o.7	o

$d(1,3) = o.2 + o = o.2$ ;  $d(2,8) = o.3 + o = o.3$ ;  $d(3,1) = o + 1.3 = 1.3$ ;  $d(3,5) = o + o = o$ ;  $d(4,7) = 1.3 + o = 1.3$ ;  $d(5,3) = o + o = o$ ;  $d(5,14) = o + o.7 = o.7$ ;  $d(6,1o) = o + 1.5 = 1.5$ ;  $d(6,13) = o + 1.5 = 1.5$ ;  $d(7,4) = o + 1.5 = 1.5$ ;  $d(8,2) = o + o.2 = o.2$ ;

$d(8,9) = 0 + 0.3 = 0.3$ ;  $d(9,8) = 0.3 + 0 = 0.3$ ;  $d(10,6) = 1.5 + 0 = 1.5$ ;  $d(11,5) = 1.2 + 0 = 1.2$ ;  $d(12,7) = 2.7 + 0 = 2.7$ ;  $d(13,6) = 1.5 + 0 = 1.5$ ;

Найбільша сума констант приведення дорівнює  $(2.7 + 0) = 2.7$  для ребра (12,7).

Виключення ребра (12,7).

Таблиця 2.21

### Матриця розрахунків виключення ребра

ij	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	14	$d_i$
1	M	0.2	0	1.5	2.3	4	9.2	10.8	11.2	14.4	22.9	15	13.6	0
2	2.5	M	8.8	5.7	7	6.2	9.4	0	0.3	5.8	12.1	6.4	11	0
3	0	6.5	M	3.7	0	6.7	8.9	7.8	7.4	6.9	11.6	7.6	0.7	0
4	1.3	3.2	3.5	M	7.6	10.7	0	3.1	2.7	10.3	2.7	10.9	7.2	0
5	2.3	4.7	0	7.8	M	2.5	9.9	8.8	8.4	2.7	12.6	2.7	0	0
6	6.3	6.2	9	13.2	4.8	M	18.7	7.7	8	0	21.4	0	9.4	0
7	20	6.9	8.7	0	9.7	16.2	M	5.9	5.5	14.1	M	13.7	12.4	0
8	13.1	0	10.1	5.6	11.1	7.7	8.4	M	0	6.9	12	12.2	13.8	0
9	13.5	0.3	9.7	5.2	10.7	8	8	0	M	6.9	11.5	7.9	14.4	0
10	16.7	5.8	9.2	12.8	5	0	15.6	6.9	6.9	M	19.7	1.5	9.6	0
11	21.7	11.5	1.2	7.8	0	19.1	12.9	11.4	10.9	8.5	12.2	7.3	M	0
12	22.7	9.6	11.4	2.7	12.4	18.9	M	9.5	9	17.2	M	16.4	3.1	2.7
13	17.3	6.4	9.9	13.4	5	0	16.2	12.2	7.9	1.5	18.9	M	9.6	0
$d_j$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.7	0	0	5.4

Нижня межа гамільтонових циклів цієї підмножини має вигляд:

$$H(12^*, 7^*) = 64,4 + 5,4 = 69,8$$

Включення ребра (12,7) здійснюється шляхом виключення всіх елементів 12-го ряду і 7-го стовпця, в якому елемент  $d_{712}$  замінений на М, для виключення утворення негамільтонового циклу. В результаті отримуємо ще одну скорочену матрицю (12 x 12), яка підлягає операції відновлення.

Після операції лиття скорочена матриця буде виглядати так:

Таблиця 2.22

### Скорочена матриця розрахунків

i j	1	2	3	4	5	6	8	9	10	12	13	14	$d_i$
1	М	0.2	0	1.5	2.3	4	10.8	11.2	14.4	22.9	15	13.6	0
2	2.5	М	8.8	5.7	7	6.2	0	0.3	5.8	12.1	6.4	11	0
3	0	6.5	М	3.7	0	6.7	7.8	7.4	6.9	11.6	7.6	0.7	0
4	1.3	3.2	3.5	М	7.6	10.7	3.1	2.7	10.3	2.7	10.9	7.2	1.3
5	2.3	4.7	0	7.8	М	2.5	8.8	8.4	2.7	12.6	2.7	0	0
6	6.3	6.2	9	13.2	4.8	М	7.7	8	0	21.4	0	9.4	0
7	20	6.9	8.7	0	9.7	16.2	5.9	5.5	14.1	М	13.7	12.4	0
8	13.1	0	10.1	5.6	11.1	7.7	М	0	6.9	12	12.2	13.8	0
9	13.5	0.3	9.7	5.2	10.7	8	0	М	6.9	11.5	7.9	14.4	0
10	16.7	5.8	9.2	12.8	5	0	6.9	6.9	М	19.7	1.5	9.6	0
11	21.7	11.5	1.2	7.8	0	19.1	11.4	10.9	8.5	12.2	7.3	М	0
13	17.3	6.4	9.9	13.4	5	0	12.2	7.9	1.5	18.9	М	9.6	0
$d_j$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.7	0	0	4

Сума констант редукції скороченої матриці має вигляд:  $\sum d_i + \sum d_j = 4$

Нижня межа підмножини (12,7) має вигляд:  $H(12,7) = 64,4 + 4 = 68,4 \leq 69,8$

Оскільки нижня межа цієї підмножини (12,7) менша за підмножину (12\*,7\*), ребро (12,7) включається в маршрут з новою межею  $H = 68,4$

Крок 4. Визначте край розгалуження.

Таблиця 2.23

### Матриця розрахунків розгалуження

i j	1	2	3	4	5	6	8	9	10	12	13	14	$d_i$
1	M	0.2	0(0.2)	1.5	2.3	4	10.8	11.2	14.4	21.5	15	13.6	0.2
2	2.5	M	8.8	5.7	7	6.2	0(0.3)	0.3	5.8	10.7	6.4	11	0.3
3	0(0)	6.5	M	3.7	0(0)	6.7	7.8	7.4	6.9	10.2	7.6	0.7	0
4	0(0)	1.9	2.2	M	6.3	9.4	1.8	1.4	9	0(10.1)	9.6	5.9	0
5	2.3	4.7	0(0)	7.8	M	2.5	8.8	8.4	2.7	11.2	2.7	0(0.7)	0
6	6.3	6.2	9	13.2	4.8	M	7.7	8	0(1.5)	20	0(1.5)	9.4	0
7	20	6.9	8.7	0(7)	9.7	16.2	5.9	5.5	14.1	M	13.7	12.4	5.5
8	13.1	0(0.2)	10.1	5.6	11.1	7.7	M	0(0.3)	6.9	10.6	12.2	13.8	0
9	13.5	0.3	9.7	5.2	10.7	8	0(0.3)	M	6.9	10.1	7.9	14.4	0.3
10	16.7	5.8	9.2	12.8	5	0(1.5)	6.9	6.9	M	18.3	1.5	9.6	1.5
11	21.7	11.5	1.2	7.8	0(1.2)	19.1	11.4	10.9	8.5	10.8	7.3	M	1.2
13	17.3	6.4	9.9	13.4	5	0(1.5)	12.2	7.9	1.5	17.5	M	9.6	1.5
$d_j$	0	0.2	0	1.5	0	0	0	0.3	1.5	10.1	1.5	0.7	0



$d(1,3) = 0.2 + 0 = 0.2$ ;  $d(2,8) = 0.3 + 0 = 0.3$ ;  $d(3,1) = 0 + 0 = 0$ ;  $d(3,5) = 0 + 0 = 0$ ;  
 $d(4,1) = 0 + 0 = 0$ ;  $d(4,12) = 0 + 10.1 = 10.1$ ;  $d(5,3) = 0 + 0 = 0$ ;  $d(5,14) = 0 + 0.7 = 0.7$ ;  
 $d(6,10) = 0 + 1.5 = 1.5$ ;  $d(6,13) = 0 + 1.5 = 1.5$ ;  $d(7,4) = 5.5 + 1.5 = 7$ ;  
 $d(8,2) = 0 + 0.2 = 0.2$ ;  $d(8,9) = 0 + 0.3 = 0.3$ ;  $d(9,8) = 0.3 + 0 = 0.3$ ;  $d(10,6) = 1.5 + 0 = 1.5$ ;  
 $d(11,5) = 1.2 + 0 = 1.2$ ;  $d(13,6) = 1.5 + 0 = 1.5$ ;

Найбільша сума констант приведення дорівнює  $(0 + 10.1) = 10.1$  для ребра (4,12).

Виключення ребра (4,12).

Таблиця 2.24

### Матриця розрахунків

ij	1	2	3	4	5	6	8	9	10	12	13	14	$d_i$
1	M	0.2	0	1.5	2.3	4	10.8	11.2	14.4	21.5	15	13.6	0
2	2.5	M	8.8	5.7	7	6.2	0	0.3	5.8	10.7	6.4	11	0
3	0	6.5	M	3.7	0	6.7	7.8	7.4	6.9	10.2	7.6	0.7	0
4	0	1.9	2.2	M	6.3	9.4	1.8	1.4	9	M	9.6	5.9	0
5	2.3	4.7	0	7.8	M	2.5	8.8	8.4	2.7	11.2	2.7	0	0
6	6.3	6.2	9	13.2	4.8	M	7.7	8	0	20	0	9.4	0
7	20	6.9	8.7	0	9.7	16.2	5.9	5.5	14.1	M	13.7	12.4	0
8	13.1	0	10.1	5.6	11.1	7.7	M	0	6.9	10.6	12.2	13.8	0
9	13.5	0.3	9.7	5.2	10.7	8	0	M	6.9	10.1	7.9	14.4	0
10	16.7	5.8	9.2	12.8	5	0	6.9	6.9	M	18.3	1.5	9.6	0
11	21.7	11.5	1.2	7.8	0	19.1	11.4	10.9	8.5	10.8	7.3	M	0
13	17.3	6.4	9.9	13.4	5	0	12.2	7.9	1.5	17.5	M	9.6	0
$d_j$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.1	0	0	10.1

Нижня межа гамільтонових циклів цієї підмножини має вигляд:  
 $H(4^*, 12^*) = 68,4 + 10,1 = 78,5$

Включення ребра (4,12) здійснюється шляхом виключення всіх елементів 4-го ряду і 12-го стовпця, в якому елемент  $d_{124}$  замінений на М, щоб виключити утворення негамільтонового циклу.

В результаті отримуємо ще одну скорочену матрицю (11 x 11), яка підлягає операції лиття.

Після операції лиття скорочена матриця буде виглядати так:

Таблиця 2.25

### Скорочена матриця розрахунків

i j	1	2	3	4	5	6	8	9	10	13	14	$d_i$
1	М	0.2	0	1.5	2.3	4	10.8	11.2	14.4	15	13.6	0
2	2.5	М	8.8	5.7	7	6.2	0	0.3	5.8	6.4	11	0
3	0	6.5	М	3.7	0	6.7	7.8	7.4	6.9	7.6	0.7	0
5	2.3	4.7	0	7.8	М	2.5	8.8	8.4	2.7	2.7	0	0
6	6.3	6.2	9	13.2	4.8	М	7.7	8	0	0	9.4	0
7	20	6.9	8.7	0	9.7	16.2	5.9	5.5	14.1	13.7	12.4	0
8	13.1	0	10.1	5.6	11.1	7.7	М	0	6.9	12.2	13.8	0
9	13.5	0.3	9.7	5.2	10.7	8	0	М	6.9	7.9	14.4	0
10	16.7	5.8	9.2	12.8	5	0	6.9	6.9	М	1.5	9.6	0
11	21.7	11.5	1.2	7.8	0	19.1	11.4	10.9	8.5	7.3	М	0
13	17.3	6.4	9.9	13.4	5	0	12.2	7.9	1.5	М	9.6	0
$d_j$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Сума констант редукції скороченої матриці має вигляд:  $\sum d_i + \sum d_j = 0$

Нижня межа підмножини (4,12) має вигляд:  $H(4,12) = 68,4 + 0 = 68,4 \leq 78,5$

Для виключення підциклів заборонити наступні переходи: (7,4),  
Оскільки нижня межа цієї підмножини (4,12) менша за підмножини (4\*,12\*),  
ребро (4,12) включається в маршрут з новою межею  $H = 68,4$

Крок 5. Визначаємо край розгалуження.

Таблиця 2.26

### Матриця розрахунків розгалуження

i j	1	2	3	4	5	6	8	9	10	13	14	$d_i$
1	M	0.2	0(0)	0(2.2)	2.3	4	10.8	11.2	14.4	15	13.6	0
2	2.5	M	8.8	4.2	7	6.2	0(0.3)	0.3	5.8	6.4	11	0.3
3	0(2.3)	6.5	M	2.2	0(0)	6.7	7.8	7.4	6.9	7.6	0.7	0
5	2.3	4.7	0(0)	6.3	M	2.5	8.8	8.4	2.7	2.7	0(0.7)	0
6	6.3	6.2	9	11.7	4.8	M	7.7	8	0(1.5)	0(1.5)	9.4	0
7	14.5	1.4	3.2	M	4.2	10.7	0.4	0(0.4)	8.6	8.2	6.9	0.4
8	13.1	0(0.2)	10.1	4.1	11.1	7.7	M	0(0)	6.9	12.2	13.8	0
9	13.5	0.3	9.7	3.7	10.7	8	0(0.3)	M	6.9	7.9	14.4	0.3
10	16.7	5.8	9.2	11.3	5	0(1.5)	6.9	6.9	M	1.5	9.6	1.5
11	21.7	11.5	1.2	6.3	0(1.2)	19.1	11.4	10.9	8.5	7.3	M	1.2
13	17.3	6.4	9.9	11.9	5	0(1.5)	12.2	7.9	1.5	M	9.6	1.5
$d_j$	2.3	0.2	0	2.2	0	0	0	0	1.5	1.5	0.7	0

$d(1,3) = 0 + 0 = 0$ ;  $d(1,4) = 0 + 2.2 = 2.2$ ;  $d(2,8) = 0.3 + 0 = 0.3$ ;  $d(3,1) = 0 + 2.3 = 2.3$ ;  $d(3,5) = 0 + 0 = 0$ ;  $d(5,3) = 0 + 0 = 0$ ;  $d(5,14) = 0 + 0.7 = 0.7$ ;  $d(6,10) = 0 + 1.5 = 1.5$ ;  $d(6,13) = 0 + 1.5 = 1.5$ ;  $d(7,9) = 0.4 + 0 = 0.4$ ;  $d(8,2) = 0 + 0.2 = 0.2$ ;  $d(8,9) = 0 + 0 = 0$ ;  $d(9,8) = 0.3 + 0 = 0.3$ ;  $d(10,6) = 1.5 + 0 = 1.5$ ;  $d(11,5) = 1.2 + 0 = 1.2$ ;  $d(13,6) = 1.5 + 0 = 1.5$ ;

Найбільша сума констант приведення дорівнює  $(0 + 2.3) = 2.3$  для ребра (3,1).

Виключення ребра (3,1).

Таблиця 2.27

## Матриця розрахунків

ij	1	2	3	4	5	6	8	9	10	13	14	d <sub>i</sub>
1	M	0.2	0	0	2.3	4	10.8	11.2	14.4	15	13.6	0
2	2.5	M	8.8	4.2	7	6.2	0	0.3	5.8	6.4	11	0
3	M	6.5	M	2.2	0	6.7	7.8	7.4	6.9	7.6	0.7	0
5	2.3	4.7	0	6.3	M	2.5	8.8	8.4	2.7	2.7	0	0
6	6.3	6.2	9	11.7	4.8	M	7.7	8	0	0	9.4	0
7	14.5	1.4	3.2	M	4.2	10.7	0.4	0	8.6	8.2	6.9	0
8	13.1	0	10.1	4.1	11.1	7.7	M	0	6.9	12.2	13.8	0
9	13.5	0.3	9.7	3.7	10.7	8	0	M	6.9	7.9	14.4	0
10	16.7	5.8	9.2	11.3	5	0	6.9	6.9	M	1.5	9.6	0
11	21.7	11.5	1.2	6.3	0	19.1	11.4	10.9	8.5	7.3	M	0
13	17.3	6.4	9.9	11.9	5	0	12.2	7.9	1.5	M	9.6	0
d <sub>j</sub>	2.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.3

Нижня межа гамільтонових циклів цієї підмножини має вигляд:

$$H(3^*, 1^*) = 68,4 + 2,3 = 70,7$$

Включення ребра (3,1) здійснюється шляхом виключення всіх елементів 3-го ряду і 1-го стовпця, в якому елемент d<sub>13</sub> замінений на M, щоб виключити утворення негамільтонового циклу.

В результаті отримуємо ще одну скорочену матрицю (10 x 10), яка підлягає операції відновлення.

Після операції скорочена матриця буде мати наступний вигляд:

Таблиця 2.27

**Матриця скорочення**

<b>i j</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>d<sub>i</sub></b>
<b>1</b>	0.2	M	0	2.3	4	10.8	11.2	14.4	15	13.6	0
<b>2</b>	M	8.8	4.2	7	6.2	0	0.3	5.8	6.4	11	0
<b>5</b>	4.7	0	6.3	M	2.5	8.8	8.4	2.7	2.7	0	0
<b>6</b>	6.2	9	11.7	4.8	M	7.7	8	0	0	9.4	0
<b>7</b>	1.4	3.2	M	4.2	10.7	0.4	0	8.6	8.2	6.9	0
<b>8</b>	0	10.1	4.1	11.1	7.7	M	0	6.9	12.2	13.8	0
<b>9</b>	0.3	9.7	3.7	10.7	8	0	M	6.9	7.9	14.4	0
<b>10</b>	5.8	9.2	11.3	5	0	6.9	6.9	M	1.5	9.6	0
<b>11</b>	11.5	1.2	6.3	0	19.1	11.4	10.9	8.5	7.3	M	0
<b>13</b>	6.4	9.9	11.9	5	0	12.2	7.9	1.5	M	9.6	0
<b>d<sub>j</sub></b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Сума констант редукції скороченої матриці має вигляд:  $\sum d_i + \sum d_j = 0$

Нижня межа підмножини (3,1) має вигляд:  $H(3,1) = 68,4 + 0 = 68,4 \leq 70,7$

Для виключення підциклів заборонити наступні переходи: (7,4),

Оскільки нижня межа цієї підмножини (3,1) менша за підмножини (3\*,1\*), ребро (3,1) включається в маршрут з новою межею  $H = 68,4$

Крок 6. Визначте край розгалуження.

Таблиця 2.28

## Матриця скорочення

<b>ij</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>1o</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>d<sub>i</sub></b>
<b>1</b>	o.2	M	o(3.9)	2.3	4	1o.8	11.2	14.4	15	13.6	o.2
<b>2</b>	M	8.8	4.2	7	6.2	o(o.3)	o.3	5.8	6.4	11	o.3
<b>5</b>	4.7	o(1.2)	6.3	M	2.5	8.8	8.4	2.7	2.7	<b>o(6.9)</b>	o
<b>6</b>	6.2	9	11.7	4.8	M	7.7	8	o(1.5)	o(1.5)	9.4	o
<b>7</b>	1.4	3.2	M	4.2	1o.7	o.4	o(o.4)	8.6	8.2	6.9	o.4
<b>8</b>	o(o.2)	1o.1	4.1	11.1	7.7	M	o(o)	6.9	12.2	13.8	o
<b>9</b>	o.3	9.7	3.7	1o.7	8	o(o.3)	M	6.9	7.9	14.4	o.3
<b>1o</b>	5.8	9.2	11.3	5	o(1.5)	6.9	6.9	M	1.5	9.6	1.5
<b>11</b>	11.5	1.2	6.3	o(3.5)	19.1	11.4	1o.9	8.5	7.3	M	1.2
<b>13</b>	6.4	9.9	11.9	5	o(1.5)	12.2	7.9	1.5	M	9.6	1.5
<b>d<sub>j</sub></b>	o.2	1.2	3.7	2.3	o	o	o	1.5	1.5	6.9	o

$d(1,4) = o.2 + 3.7 = 3.9$ ;  $d(2,8) = o.3 + o = o.3$ ;  $d(5,3) = o + 1.2 = 1.2$ ;  $d(5,14) = o + 6.9 = 6.9$ ;  $d(6,1o) = o + 1.5 = 1.5$ ;  $d(6,13) = o + 1.5 = 1.5$ ;  $d(7,9) = o.4 + o = o.4$ ;  $d(8,2) = o + o.2 = o.2$ ;  $d(8,9) = o + o = o$ ;  $d(9,8) = o.3 + o = o.3$ ;  $d(1o,6) = 1.5 + o = 1.5$ ;  $d(11,5) = 1.2 + 2.3 = 3.5$ ;  $d(13,6) = 1.5 + o = 1.5$ ;

Найбільша сума констант приведення дорівнює  $(o + 6.9) = 6.9$  для ребра (5,14).

Виключення ребра (5,14).

Таблиця 2.29

**Матриця скорочення**

<b>i j</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>d<sub>i</sub></b>
<b>1</b>	0.2	M	0	2.3	4	10.8	11.2	14.4	15	13.6	0
<b>2</b>	M	8.8	4.2	7	6.2	0	0.3	5.8	6.4	11	0
<b>5</b>	4.7	0	6.3	M	2.5	8.8	8.4	2.7	2.7	M	0
<b>6</b>	6.2	9	11.7	4.8	M	7.7	8	0	0	9.4	0
<b>7</b>	1.4	3.2	M	4.2	10.7	0.4	0	8.6	8.2	6.9	0
<b>8</b>	0	10.1	4.1	11.1	7.7	M	0	6.9	12.2	13.8	0
<b>9</b>	0.3	9.7	3.7	10.7	8	0	M	6.9	7.9	14.4	0
<b>10</b>	5.8	9.2	11.3	5	0	6.9	6.9	M	1.5	9.6	0
<b>11</b>	11.5	1.2	6.3	0	19.1	11.4	10.9	8.5	7.3	M	0
<b>13</b>	6.4	9.9	11.9	5	0	12.2	7.9	1.5	M	9.6	0
<b>d<sub>j</sub></b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.9	6.9

Нижня межа гамільтонових циклів цієї підмножини має вигляд:

$$H(5^*, 14^*) = 68,4 + 6,9 = 75,3$$

Включення ребра (5,14) здійснюється шляхом виключення всіх елементів 5-го ряду і 14-го стовпця, в якому елемент  $d_{145}$  замінений на M, для виключення утворення негамільтонового циклу.

В результаті отримуємо ще одну скорочену матрицю (9 x 9), яка підлягає операції відновлення.

Після операції злиття скорочена матриця буде виглядати так:

Таблиця 2.3о

**Матриця скорочення**

<b>i j</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>1о</b>	<b>13</b>	<b>d<sub>i</sub></b>
<b>1</b>	о.2	М	о	2.3	4	1о.8	11.2	14.4	15	о
<b>2</b>	М	8.8	4.2	7	6.2	о	о.3	5.8	6.4	о
<b>6</b>	6.2	9	11.7	4.8	М	7.7	8	о	о	о
<b>7</b>	1.4	3.2	М	4.2	1о.7	о.4	о	8.6	8.2	о
<b>8</b>	о	1о.1	4.1	11.1	7.7	М	о	6.9	12.2	о
<b>9</b>	о.3	9.7	3.7	1о.7	8	о	М	6.9	7.9	о
<b>1о</b>	5.8	9.2	11.3	5	о	6.9	6.9	М	1.5	о
<b>11</b>	11.5	1.2	6.3	о	19.1	11.4	1о.9	8.5	7.3	о
<b>13</b>	6.4	9.9	11.9	5	о	12.2	7.9	1.5	М	о
<b>d<sub>j</sub></b>	о	1.2	о	о	о	о	о	о	о	1.2

Сума констант редукції скороченої матриці має вигляд:

$$\sum d_i + \sum d_j = 1,2$$

Нижня межа підмножини (5,14) має вигляд:

$$H(5,14) = 68,4 + 1,2 = 69,6 \leq 75,3$$

Для виключення підциклів заборонити такі переходи: (7,4), (11,5),

Оскільки нижня межа цієї підмножини (5,14) менша за підмножину (5\*,14\*), ребро (5,14) включається в маршрут з новою межею  $H = 69,6$

Крок 7. Визначте край розгалуження.



Таблиця 2.31

## Матриця скорочення

<b>i j</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>d<sub>i</sub></b>
<b>1</b>	o.2	M	o(3.7)	o(1.9)	4	1o.8	11.2	14.4	15	o
<b>2</b>	M	8.8	4.2	4.7	6.2	o(o.3)	o.3	5.8	6.4	o.3
<b>6</b>	6.2	9	11.7	2.5	M	7.7	8	o(1.5)	o(1.5)	o
<b>7</b>	1.4	3.2	M	1.9	1o.7	o.4	o(o.4)	8.6	8.2	o.4
<b>8</b>	o(o.2)	1o.1	4.1	8.8	7.7	M	o(o)	6.9	12.2	o
<b>9</b>	o.3	9.7	3.7	8.4	8	o(o.3)	M	6.9	7.9	o.3
<b>10</b>	5.8	9.2	11.3	2.7	o(1.5)	6.9	6.9	M	1.5	1.5
<b>11</b>	1o.3	<b>o(8.3)</b>	5.1	M	17.9	1o.2	9.7	7.3	6.1	5.1
<b>13</b>	6.4	9.9	11.9	2.7	o(1.5)	12.2	7.9	1.5	M	1.5
<b>d<sub>j</sub></b>	o.2	3.2	3.7	1.9	o	o	o	1.5	1.5	o

$d(1,4) = o + 3.7 = 3.7$ ;  $d(1,5) = o + 1.9 = 1.9$ ;  $d(2,8) = o.3 + o = o.3$ ;  $d(6,10) = o + 1.5 = 1.5$ ;  $d(6,13) = o + 1.5 = 1.5$ ;  $d(7,9) = o.4 + o = o.4$ ;  $d(8,2) = o + o.2 = o.2$ ;  $d(8,9) = o + o = o$ ;  $d(9,8) = o.3 + o = o.3$ ;  $d(10,6) = 1.5 + o = 1.5$ ;  $d(11,3) = 5.1 + 3.2 = 8.3$ ;  $d(13,6) = 1.5 + o = 1.5$ ;

Найбільша сума констант приведення дорівнює  $(5.1 + 3.2) = 8.3$  для ребра (11,3).

Виключення ребра (11,3).

Таблиця 2.32

**Матриця скорочення**

<b>i j</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>d<sub>i</sub></b>
<b>1</b>	0.2	M	0	0	4	10.8	11.2	14.4	15	0
<b>2</b>	M	8.8	4.2	4.7	6.2	0	0.3	5.8	6.4	0
<b>6</b>	6.2	9	11.7	2.5	M	7.7	8	0	0	0
<b>7</b>	1.4	3.2	M	1.9	10.7	0.4	0	8.6	8.2	0
<b>8</b>	0	10.1	4.1	8.8	7.7	M	0	6.9	12.2	0
<b>9</b>	0.3	9.7	3.7	8.4	8	0	M	6.9	7.9	0
<b>10</b>	5.8	9.2	11.3	2.7	0	6.9	6.9	M	1.5	0
<b>11</b>	10.3	M	5.1	M	17.9	10.2	9.7	7.3	6.1	5.1
<b>13</b>	6.4	9.9	11.9	2.7	0	12.2	7.9	1.5	M	0
<b>d<sub>j</sub></b>	0	3.2	0	0	0	0	0	0	0	8.3

Нижня межа гамільтонових циклів цієї підмножини має вигляд:

$$H(11^*, 3^*) = 69,6 + 8,3 = 77,9$$

Включення ребра (11,3) здійснюється шляхом виключення всіх елементів 11-го ряду і 3-го стовпця, в якому елемент  $d_{311}$  замінений на M, для виключення утворення негамільтонового циклу.

В результаті отримуємо ще одну зменшену матрицю (8 x 8), яка піддається операціям злиття.

Після операції лиття скорочена матриця буде виглядати так:

Таблиця 2.33

**Матриця скорочення**

<b>i j</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>d<sub>i</sub></b>
<b>1</b>	0.2	0	0	4	10.8	11.2	14.4	15	0
<b>2</b>	M	4.2	4.7	6.2	0	0.3	5.8	6.4	0
<b>6</b>	6.2	11.7	2.5	M	7.7	8	0	0	0
<b>7</b>	1.4	M	1.9	10.7	0.4	0	8.6	8.2	0
<b>8</b>	0	4.1	8.8	7.7	M	0	6.9	12.2	0
<b>9</b>	0.3	3.7	8.4	8	0	M	6.9	7.9	0
<b>10</b>	5.8	11.3	2.7	0	6.9	6.9	M	1.5	0
<b>13</b>	6.4	11.9	2.7	0	12.2	7.9	1.5	M	0
<b>d<sub>j</sub></b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Сума констант редукції скороченої матриці має вигляд:

$$\sum d_i + \sum d_j = 0$$

Нижня межа підмножини (11,3) має вигляд:

$$H(11,3) = 69,6 + 0 = 69,6 \leq 77,9$$

Для виключення підциклів заборонити такі переходи: (1,14), (7,4), (1,5), (1,11),

Оскільки нижня межа цієї підмножини (11,3) менша за підмножину (11\*,3\*), ребро (11,3) включається в маршрут з новою межею  $H = 69,6$

Крок 8.

Визначте край розгалуження.

Таблиця 2.34

## Матриця скорочення

i j	2	4	5	6	8	9	10	13	$d_i$
1	0.2	0(3.9)	M	4	10.8	11.2	14.4	15	0.2
2	M	4.2	2.8	6.2	0(0.3)	0.3	5.8	6.4	0.3
6	6.2	11.7	0.6	M	7.7	8	0(1.5)	0(1.5)	0
7	1.4	M	0(0.6)	10.7	0.4	0(0)	8.6	8.2	0
8	0(0.2)	4.1	6.9	7.7	M	0(0)	6.9	12.2	0
9	0.3	3.7	6.5	8	0(0.3)	M	6.9	7.9	0.3
10	5.8	11.3	0.8	0(0.8)	6.9	6.9	M	1.5	0.8
13	6.4	11.9	0.8	0(0.8)	12.2	7.9	1.5	M	0.8
$d_j$	0.2	3.7	0.6	0	0	0	1.5	1.5	0

$d(1,4) = 0.2 + 3.7 = 3.9$ ;  $d(2,8) = 0.3 + 0 = 0.3$ ;  $d(6,10) = 0 + 1.5 = 1.5$ ;  $d(6,13) = 0 + 1.5 = 1.5$ ;  $d(7,5) = 0 + 0.6 = 0.6$ ;  $d(7,9) = 0 + 0 = 0$ ;  $d(8,2) = 0 + 0.2 = 0.2$ ;  $d(8,9) = 0 + 0 = 0$ ;  $d(9,8) = 0.3 + 0 = 0.3$ ;  $d(10,6) = 0.8 + 0 = 0.8$ ;  $d(13,6) = 0.8 + 0 = 0.8$ ;  
 Найбільша сума констант приведення дорівнює  $(0.2 + 3.7) = 3.9$  для ребра (1,4).

виключення ребра (1,4).

Таблиця 2.35

**Матриця скорочення**

<b>i j</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>d<sub>i</sub></b>
<b>1</b>	0.2	M	M	4	10.8	11.2	14.4	15	0.2
<b>2</b>	M	4.2	2.8	6.2	0	0.3	5.8	6.4	0
<b>6</b>	6.2	11.7	0.6	M	7.7	8	0	0	0
<b>7</b>	1.4	M	0	10.7	0.4	0	8.6	8.2	0
<b>8</b>	0	4.1	6.9	7.7	M	0	6.9	12.2	0
<b>9</b>	0.3	3.7	6.5	8	0	M	6.9	7.9	0
<b>10</b>	5.8	11.3	0.8	0	6.9	6.9	M	1.5	0
<b>13</b>	6.4	11.9	0.8	0	12.2	7.9	1.5	M	0
<b>d<sub>j</sub></b>	0	3.7	0	0	0	0	0	0	3.9

Нижня межа гамільтонових циклів цієї підмножини має вигляд:

$$H(1^*, 4^*) = 69,6 + 3,9 = 73,5$$

Включення ребра (1,4) здійснюється шляхом виключення всіх елементів 1-го ряду і 4-го стовпця, в якому елемент  $d_{41}$  замінений на M, щоб виключити утворення негамільтонового циклу.

В результаті отримуємо ще одну скорочену матрицю (7 x 7), яка підлягає операції відновлення.

Після операції лиття скорочена матриця буде виглядати так:

Таблиця 2.36

**Матриця скорочення**

<b>i j</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>d<sub>i</sub></b>
<b>2</b>	M	2.8	6.2	o	o.3	5.8	6.4	o
<b>6</b>	6.2	o.6	M	7.7	8	o	o	o
<b>7</b>	1.4	o	1o.7	o.4	o	8.6	8.2	o
<b>8</b>	o	6.9	7.7	M	o	6.9	12.2	o
<b>9</b>	o.3	6.5	8	o	M	6.9	7.9	o
<b>10</b>	5.8	o.8	o	6.9	6.9	M	1.5	o
<b>13</b>	6.4	o.8	o	12.2	7.9	1.5	M	o
<b>d<sub>j</sub></b>	o	o	o	o	o	o	o	o

Сума констант редукції скороченої матриці має вигляд:

$$\sum d_i + \sum d_j = o$$

Нижня межа підмножини (1,4) має вигляд:

$$H(1,4) = 69,6 + o = 69,6 \leq 73,5$$

Для виключення підциклів заборонити такі переходи: (7,14), (7,4), (7,3), (7,5), (7,11), (7,1),

Оскільки нижня межа цієї підмножини (1,4) менша за підмножини (1\*,4\*), ребро (1,4) включається в маршрут з новою межею  $H = 69,6$

Крок 9.

Визначте край розгалуження.

Таблиця 2.37

## Матриця розгалуження

i j	2	5	6	8	9	10	13	$d_i$
2	M	2.2	6.2	o(o.3)	o.3	5.8	6.4	o.3
6	6.2	o(o.2)	M	7.7	8	<b>o(1.5)</b>	o(1.5)	o
7	1.4	M	1o.7	o.4	o(o.4)	8.6	8.2	o.4
8	o(o.3)	6.3	7.7	M	o(o)	6.9	12.2	o
9	o.3	5.9	8	o(o.3)	M	6.9	7.9	o.3
10	5.8	o.2	o(o.2)	6.9	6.9	M	1.5	o.2
13	6.4	o.2	o(o.2)	12.2	7.9	1.5	M	o.2
$d_j$	o.3	o.2	o	o	o	1.5	1.5	o

$d(2,8) = o.3 + o = o.3$ ;  $d(6,5) = o + o.2 = o.2$ ;  $d(6,10) = o + 1.5 = 1.5$ ;  $d(6,13) = o + 1.5 = 1.5$ ;  $d(7,9) = o.4 + o = o.4$ ;  $d(8,2) = o + o.3 = o.3$ ;  $d(8,9) = o + o = o$ ;  $d(9,8) = o.3 + o = o.3$ ;  $d(10,6) = o.2 + o = o.2$ ;  $d(13,6) = o.2 + o = o.2$ ;

Найбільша сума констант приведення дорівнює  $(o + 1.5) = 1.5$  для ребра (6,10).

Виключення ребра (6,10).

Таблиця 2.38

**Матриця скорочення**

i j	2	5	6	8	9	10	13	d <sub>i</sub>
2	M	2.2	6.2	0	0.3	5.8	6.4	0
6	6.2	0	M	7.7	8	M	0	0
7	1.4	M	10.7	0.4	0	8.6	8.2	0
8	0	6.3	7.7	M	0	6.9	12.2	0
9	0.3	5.9	8	0	M	6.9	7.9	0
10	5.8	0.2	0	6.9	6.9	M	1.5	0
13	6.4	0.2	0	12.2	7.9	1.5	M	0
d <sub>j</sub>	0	0	0	0	0	1.5	0	1.5

Нижня межа гамільтонових циклів цієї підмножини має вигляд:

$$H(6^*, 10^*) = 69,6 + 1,5 = 71,1$$

Включення ребра (6,10) здійснюється шляхом виключення всіх елементів 6-го рядка і 10-го стовпця, в якому елемент  $d_{106}$  замінений на M, для виключення утворення негамільтонового циклу.

В результаті отримуємо ще одну скорочену матрицю (6 x 6), яка підлягає операції відновлення.

Після операції лиття скорочена матриця буде виглядати так:



Таблиця 2.39

**Матриця розрахункових скорочення**

ij	2	5	6	8	9	13	$d_i$
2	M	2.2	6.2	o	o.3	6.4	o
7	1.4	M	1o.7	o.4	o	8.2	o
8	o	6.3	7.7	M	o	12.2	o
9	o.3	5.9	8	o	M	7.9	o
1o	5.8	o.2	M	6.9	6.9	1.5	o.2
13	6.4	o.2	o	12.2	7.9	M	o
$d_j$	o	o.2	o	o	o	1.5	1.9

Сума констант редукції скороченої матриці має вигляд:

$$\sum d_i + \sum d_j = 1,9$$

Нижня межа підмножини (6,1o) дорівнює:

$$H(6,1o) = 69,6 + 1,9 = 71,5 > 71,1$$

Оскільки нижня межа цієї підмножини (6,1o) більша за підмножину (6\*,1o\*), ребро (6,1o) не включається до маршруту.

Крок 1o.

Визначте край розгалуження

Таблиця 2.40

**Матриця розрахункових розгалуження**

<b>i j</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>d<sub>i</sub></b>
<b>2</b>	M	2.2	6.2	o(o.3)	o.3	5.8	6.4	o.3
<b>6</b>	6.2	o(o.2)	M	7.7	8	M	<b>o(1.5)</b>	o
<b>7</b>	1.4	M	1o.7	o.4	o(o.4)	8.6	8.2	o.4
<b>8</b>	o(o.3)	6.3	7.7	M	o(o)	6.9	12.2	o
<b>9</b>	o.3	5.9	8	o(o.3)	M	6.9	7.9	o.3
<b>10</b>	5.8	o.2	o(o.2)	6.9	6.9	M	1.5	o.2
<b>13</b>	6.4	o.2	o(o.2)	12.2	7.9	1.5	M	o.2
<b>d<sub>j</sub></b>	o.3	o.2	o	o	o	1.5	1.5	o

$d(2,8) = o.3 + o = o.3$ ;  $d(6,5) = o + o.2 = o.2$ ;  $d(6,13) = o + 1.5 = 1.5$ ;  $d(7,9) = o.4 + o = o.4$ ;  $d(8,2) = o + o.3 = o.3$ ;  $d(8,9) = o + o = o$ ;  $d(9,8) = o.3 + o = o.3$ ;  $d(10,6) = o.2 + o = o.2$ ;  $d(13,6) = o.2 + o = o.2$ ;

Найбільша сума констант приведення дорівнює  $(o + 1.5) = 1.5$  для ребра (6,13).

Виключення ребра (6,13).

Таблиця 2.41

**Матриця розрахункових скорочення**

<b>i j</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>d<sub>i</sub></b>
<b>2</b>	M	2.2	6.2	o	o.3	5.8	6.4	o
<b>6</b>	6.2	o	M	7.7	8	M	M	o
<b>7</b>	1.4	M	1o.7	o.4	o	8.6	8.2	o
<b>8</b>	o	6.3	7.7	M	o	6.9	12.2	o
<b>9</b>	o.3	5.9	8	o	M	6.9	7.9	o

10	5.8	0.2	0	6.9	6.9	M	1.5	0
13	6.4	0.2	0	12.2	7.9	1.5	M	0
$d_j$	0	0	0	0	0	1.5	1.5	3

Нижня межа гамільтонових циклів цієї підмножини має вигляд:

$$H(6^*, 13^*) = 69,6 + 3 = 72,6$$

Включення ребра (6,13) здійснюється шляхом виключення всіх елементів 6-го ряду і 13-го стовпця, в якому елемент  $d_{136}$  замінений на M, для виключення утворення негамільтонового циклу.

В результаті отримуємо ще одну скорочену матрицю (6 x 6), яка підлягає операції відновлення.

Після операції лиття скорочена матриця буде виглядати так:

Таблиця 2.42

### Матриця розрахункових скорочення

i j	2	5	6	8	9	10	$d_i$
2	M	2.2	6.2	0	0.3	5.8	0
7	1.4	M	10.7	0.4	0	8.6	0
8	0	6.3	7.7	M	0	6.9	0
9	0.3	5.9	8	0	M	6.9	0
10	5.8	0.2	0	6.9	6.9	M	0
13	6.4	0.2	M	12.2	7.9	1.5	0.2
$d_j$	0	0.2	0	0	0	1.5	1.9

Сума констант редукції скороченої матриці має вигляд:

$$\sum d_i + \sum d_j = 1,9$$

Нижня межа підмножини (6,13) має вигляд:

$$H(6, 13) = 69,6 + 1,9 = 71,5 \leq 72,6$$

Для виключення підциклів заборонити такі переходи: (7,14), (7,4), (7,3), (7,5), (7,11), (7,1),

Оскільки нижня межа цієї підмножини (6,13) менша за підмножину (6\*,13\*), ребро (6,13) включається в маршрут з новою межею  $H = 71,5$

Крок 11. Визначте край розгалуження.

Таблиця 2.43

### Матриця розрахункових розгалуження

<b>i j</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>d<sub>i</sub></b>
<b>2</b>	M	2.2	6.2	o(o.3)	o.3	4.5	o.3
<b>7</b>	1.4	M	1o.7	o.4	o(o.4)	7.3	o.4
<b>8</b>	o(o.3)	6.3	7.7	M	o(o)	5.6	o
<b>9</b>	o.3	5.9	8	o(o.3)	M	5.6	o.3
<b>10</b>	5.8	o.2	<b>o(6.4)</b>	6.9	6.9	M	o.2
<b>13</b>	6.2	o(o.2)	M	12	7.7	o(4.5)	o
<b>d<sub>j</sub></b>	o.3	o.2	6.2	o	o	4.5	o

$d(2,8) = o.3 + o = o.3$ ;  $d(7,9) = o.4 + o = o.4$ ;  $d(8,2) = o + o.3 = o.3$ ;  $d(8,9) = o + o = o$ ;  $d(9,8) = o.3 + o = o.3$ ;  $d(10,6) = o.2 + 6.2 = 6.4$ ;  $d(13,5) = o + o.2 = o.2$ ;  $d(13,10) = o + 4.5 = 4.5$ ;

Найбільша сума констант приведення дорівнює  $(o.2 + 6.2) = 6.4$  для ребра (10,6). Виключення ребра (10,6).

Таблиця 2.44

### Матриця розрахункових скорочення

<b>i j</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>d<sub>i</sub></b>
<b>2</b>	M	2.2	6.2	o	o.3	4.5	o
<b>7</b>	1.4	M	1o.7	o.4	o	7.3	o
<b>8</b>	o	6.3	7.7	M	o	5.6	o
<b>9</b>	o.3	5.9	8	o	M	5.6	o
<b>10</b>	5.8	o.2	M	6.9	6.9	M	o.2

13	6.2	o	M	12	7.7	o	o
d <sub>j</sub>	o	o	6.2	o	o	o	6.4

Нижня межа гамільтонових циклів цієї підмножини має вигляд:

$$H(1o^*,6^*) = 71,5 + 6,4 = 77,9$$

Включення ребра (1o,6) здійснюється шляхом виключення всіх елементів 1o-го ряду і 6-го стовпця, в якому елемент d<sub>61o</sub> замінений на M, щоб виключити утворення негамільтонового циклу.

В результаті отримуємо ще одну скорочену матрицю (5 x 5), яка підлягає операції лиття.

Після операції лиття скорочена матриця буде виглядати так:

Таблиця 2.45

### Матриця розрахункових скорочення

i j	2	5	8	9	1o	d <sub>i</sub>
2	M	2.2	o	o.3	4.5	o
7	1.4	M	o.4	o	7.3	o
8	o	6.3	M	o	5.6	o
9	o.3	5.9	o	M	5.6	o
13	6.2	o	12	7.7	o	o
d <sub>j</sub>	o	o	o	o	o	o

Сума констант редукції скороченої матриці має вигляд:

$$\sum d_i + \sum d_j = o$$

Нижня межа підмножини (1o,6):

$$H(1o,6) = 71,5 + o = 71,5 \leq 77,9$$

Для виключення підциклів заборонити такі переходи: (7,14), (7,4), (7,3), (7,5), (7,11), (7,1), (13,1o),

Оскільки нижня межа цієї підмножини (10,6) менша за підмножину (10\*,6\*), ребро (10,6) включається в маршрут з новою межею  $H = 71,5$

Крок 12. Визначте край розгалуження.

Таблиця 2.46

### Матриця розрахункових скорочення

i j	2	5	8	9	10	$d_i$
2	M	2.2	o(o)	o.3	o(1.1)	o
7	1.4	M	o.4	o(o.4)	2.8	o.4
8	o(o.3)	6.3	M	o(o)	1.1	o
9	o.3	5.9	o(o.3)	M	1.1	o.3
13	6.2	o(8.4)	12	7.7	M	6.2
$d_j$	o.3	2.2	o	o	1.1	o

$d(2,8) = o + o = o$ ;  $d(2,10) = o + 1.1 = 1.1$ ;  $d(7,9) = o.4 + o = o.4$ ;  $d(8,2) = o + o.3 = o.3$ ;  $d(8,9) = o + o = o$ ;  $d(9,8) = o.3 + o = o.3$ ;  $d(13,5) = 6.2 + 2.2 = 8.4$ ;  
Найбільша сума констант приведення дорівнює  $(6.2 + 2.2) = 8.4$  для ребра (13,5).

Виключення ребра (13,5).

Таблиця 2.47

### Матриця розрахункових скорочення

i j	2	5	8	9	10	$d_i$
2	M	2.2	o	o.3	o	o
7	1.4	M	o.4	o	2.8	o
8	o	6.3	M	o	1.1	o
9	o.3	5.9	o	M	1.1	o
13	6.2	M	12	7.7	M	6.2

$d_j$	o	2.2	o	o	o	8.4
-------	---	-----	---	---	---	-----

Нижня межа гамільтонових циклів цієї підмножини має вигляд:

$$H(13^*, 5^*) = 71,5 + 8,4 = 79,9$$

Включення ребра (13,5) здійснюється шляхом виключення всіх елементів 13-го рядка і 5-го стовпця, в якому елемент  $d_{513}$  замінений на М, для виключення утворення негамільтонового циклу.

В результаті отримуємо ще одну скорочену матрицю (4 x 4), яка підлягає операції відновлення.

Після операції лиття скорочена матриця буде виглядати так:

Таблиця 2.48

### Матриця розрахункових скорочення

i j	2	8	9	1o	$d_i$
2	М	o	o.3	o	o
7	1.4	o.4	o	2.8	o
8	o	М	o	1.1	o
9	o.3	o	М	1.1	o
$d_j$	o	o	o	o	o

Сума констант редукції скороченої матриці має вигляд:

$$\sum d_i + \sum d_j = o$$

Нижня межа підмножини (13,5) дорівнює:

$$H(13,5) = 71,5 + o = 71,5 \leq 79,9$$

Для виключення підциклів заборонити такі переходи: (7,14), (7,4), (7,3), (7,5), (7,11), (7,11), (7,1), (7,6), (7,1o), (7,13),

Оскільки нижня межа цієї підмножини (13,5) менша за підмножину (13\*,5\*), ребро (13,5) включається до маршруту з новою межею  $H = 71,5$

Крок 13. Визначте край розгалуження.

Таблиця 2.49

**Матриця розрахункових скорочення**

i j	2	8	9	10	$d_i$
2	M	o(o)	o.3	o(1.1)	o
7	1.4	o.4	o(o.4)	M	o.4
8	o(o.3)	M	o(o)	1.1	o
9	o.3	o(o.3)	M	1.1	o.3
$d_j$	o.3	o	o	1.1	o

$d(2,8) = o + o = o$ ;  $d(2,10) = o + 1.1 = 1.1$ ;  $d(7,9) = o.4 + o = o.4$ ;  $d(8,2) = o + o.3 = o.3$ ;  $d(8,9) = o + o = o$ ;  $d(9,8) = o.3 + o = o.3$ ;

Найбільша сума констант приведення дорівнює  $(o + 1.1) = 1.1$  для ребра (2,10).

**Виключення ребра (2,10).**

Таблиця 2.50

**Матриця розрахункових скорочення**

i j	2	8	9	10	$d_i$
2	M	o	o.3	M	o
7	1.4	o.4	o	M	o
8	o	M	o	1.1	o
9	o.3	o	M	1.1	o
$d_j$	o	o	o	1.1	1.1

Нижня межа гамільтонових циклів цієї підмножини має вигляд:



$$H(2^*, 1o^*) = 71,5 + 1,1 = 72,6$$

Включення ребра (2,1o) здійснюється шляхом виключення всіх елементів 2-го ряду і 1o-го стовпця, в якому елемент d1o2 замінений на M, для виключення освіти негамільтонового циклу.

В результаті отримуємо ще одну скорочену матрицю (3 x 3), яка підлягає операції відновлення.

Після операції лиття скорочена матриця буде виглядати так:

Таблиця 2.51

### Матриця розрахункових скорочення

i j	2	8	9	d <sub>i</sub>
7	1.4	o.4	o	o
8	o	M	o	o
9	o.3	o	M	o
d <sub>j</sub>	o	o	o	o

Сума констант редукції скороченої матриці:  $\sum d_i + \sum d_j = o$

Нижня межа підмножини (2,1o) має вигляд:

$$H(2, 1o) = 71,5 + o = 71,5 \leq 72,6$$

Для виключення підциклів забороняємо наступні переходи: (7,14), (7,4), (7,3), (7,5), (7,11), (7,1), (7,1), (7,6), (7,1o), (7,13), (7,2). Оскільки нижня межа цієї підмножини (2,1o) менше підмножин (2\*,1o\*), то ребро (2,1o) включається в маршрут з новою межею  $H = 71,5$

Крок 14. Визначте край розгалуження.

Таблиця 2.52

### Матриця розрахункових скорочення

i j	2	8	9	d <sub>i</sub>
7	M	o.4	o(o.4)	o.4

8	o(0.3)	M	o(o)	o
9	o.3	<b>o(0.7)</b>	M	o.3
$d_i$	o.3	o.4	o	o

$d(7,9) = 0.4 + 0 = 0.4$ ;  $d(8,2) = 0 + 0.3 = 0.3$ ;  $d(8,9) = 0 + 0 = 0$ ;  $d(9,8) = 0.3 + 0.4 = 0.7$ ;

Найбільша сума констант приведення дорівнює  $(0.3 + 0.4) = 0.7$  для ребра (9,8).

Виключення ребра (9,8).

Таблиця 2.53

### Матриця розрахункових скорочення

i j	2	8	9	$d_i$
7	M	o.4	o	o
8	o	M	o	o
9	o.3	M	M	o.3
$d_j$	o	o.4	o	o.7

Нижня межа гамільтонових циклів цієї підмножини має вигляд:

$$H(9^*, 8^*) = 71,5 + 0,7 = 72,2$$

Включення ребра (9,8) здійснюється шляхом виключення всіх елементів 9-го ряду і 8-го стовпця, в якому елемент  $d_{89}$  замінений на M, для виключення утворення негамільтонового циклу.

В результаті отримуємо ще одну скорочену матрицю (2 x 2), яка підлягає операції лиття.

Після операції злиття скорочена матриця буде виглядати так:

Таблиця 2.54

### Матриця розрахункових скорочення

i j	2	9	$d_i$
7	M	o	o

8	o	M	o
d <sub>i</sub>	o	o	o

Сума констант редукції скороченої матриці:

$$\sum d_i + \sum d_j = 0$$

Нижня межа підмножини (9,8) має вигляд:

$$H(9,8) = 71,5 + 0 = 71,5 \leq 72,2$$

Оскільки нижня межа цієї підмножини (9,8) менше підмножин (9\*,8\*), то ребро (9,8) включається в маршрут з новою межею  $H = 71,5$

Відповідно до цієї матриці включаємо ребра (7,9) і (8,2) в гамільтонівський маршрут. (11.3), (3.1), (1.4), (4.12), (12.7), (7.9), (9.8), (8.2), (2.10), (10.6), (6.13), (13.5), (5.14), довжина маршруту  $F(M_k) = 86.1$

Проведений аналіз та розрахунки відомим математичним методом, наочно показують та доводять те що впровадження сучасних методів розрахунку транспортної задачі дозволять економити м'ясокомбінату "Ювілейний" значну частину коштів на пальне, зменшити час на доставку вантажів, при цьому клієнти вчасно отримають свіжу та якісну продукцію м'ясокомбінату "Ювілейний".

Зазначимо, що проведений аналіз техніко-експлуатаційні показників м'ясокомбінату "Ювілейний" показав, що в реальних умовах швидкої доставка ТМЦ мають місце понаднормативні простой транспортних засобів. Це відбувається під час проведення завантаження та розвантаження товару, через неузгодженість часового виміру та роботи відповідних міст по завантаженню-розвантаженню, фактичної роботи автомобілів та часу транспорту на шляху до розвантаження в мережі роздрібної торгівлі .

В цілому по результатам аналізу показників можна зробити висновок, що при математичному моделюванні технологічного процесу доставки вантажів та використанні розрахунку сучасними методами, також прийнятті відповідальних управлінських рішень, можна використовувати більш

продуктивні транспортні шляхи доставки, які значно скоротять час на доставку якісної продукції м'ясокомбінату "Ювілейний".

## ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі розглядається сучасний стан, діяльність основних технологічних процесів та описаний процес транспортної логістики м'ясокомбінату “Ювілейний” в умовах конкурентної складової регіону.

**Предметом дослідження** є функціонування підприємства, теоретичні, методичні та практичні питання, які пов'язані з організацією логістичної діяльності підприємства м'ясокомбінату “Ювілейний”, транспортування готової продукції в мережу роздрібною торгівлі.

**Метою кваліфікаційної роботи** є покращення технології транспортної логістики за допомогою сучасних методів математичного розрахунку та оптимізації шляхів транспортування готової продукції в мережу магазинів роздрібною торгівлі

Для досягнення поставленої мети в кваліфікаційній роботі вирішувалися наступні завдання:

- визначення сутності, цілей та підтверджена необхідність оптимізації роботи логістичного відділу та визначено вирішення задачі розрахунку оптимальних логістичних маршрутів магазину для доставки готової продукції в мережу роздрібною торгівлі м'ясокомбінату «Ювілейний»;
- проведений розрахунок логістичних маршрутів математичним методом розрахунку - метод комівояжера, та запропонований вибір нового маршруту для зменшення витрат на паливо та підвищення якості роботи логістичного відділу м'ясокомбінату «Ювілейний»;

В рамках кваліфікаційної роботи була представлена стратегія змінення шляху доставки готової продукції в умовах м'ясокомбінату «Ювілейний». Це дозволило виявити ключові інструменти, необхідні для зменшення витрат на логістичні послуги сучасного підприємства.

Будь-яка проблема являє собою складний об'єкт, що має ієрархічну структуру. При аналізі такого об'єкта дослідник, звичайно, зіштовхується зі складною системою взаємодії компонент проблеми (ресурси, мети, впливові особи й групи, політичні, економічні й інші фактори), які потрібно проаналізувати.

Прийняття рішень є важливою частиною будь-якої управлінської діяльності сучасного підприємства. Для ефективного вирішення завдань, які стоять перед сучасним фахівцем в галузі аналізу та управління необхідно володіти рядом специфічних знань і навичок, такими, як :

- вміння чітко визначати цілі своєї професійної діяльності;
- навички формалізації і структурування проблем предметної області;
- вміння аналізувати моделі різних типів із застосуванням адекватних методик та управлінських інструментів;
- розуміння визначальних чинників, що впливають на розвиток ситуації;
- вміння приймати обґрунтовані управлінські рішення в умовах невизначеності.

Проведений аналіз роботи логістичного відділу м'ясокомбінату «Ювілейний» показує, що в умовах конкуренції на ринку м'ясопереробки та торгівлі готовим продуктом, транспортно-експедиторських послуг можуть зменшити собівартість продукції для кінцевого споживача, при цьому стає актуальне питання необхідності планувати рух транспорту найбільш раціональними шляхами на маршрутах.

Зважаючи на результати, отримані внаслідок вирішення задачі методом комівояжера, зробимо висновок, що зменшення логістичних витрат можливий при впровадженні в систему керування доставки готової продукції сучасних методів математичного апарату розрахунку.

Це можна пояснити тим, що зменшення собівартості продукції, швидкість доставки готової продукції є важливими для підтримки попиту та надання якісного та свіжого продукту у мережі роздрібної торгівлі м'ясокомбінату «Ювілейний».

На даний момент організація маршрутів перевезення всіх видів вантажу відбувається без урахування математичних методів, які дозволяють значно знизити витрати на транспортування. Тому необхідно було приділити увагу оптимізації роботи рухомого складу, зменшенню витрат на доставку готової продукції м'ясокомбінату «Ювілейний» в мережу роздрібною торгівлі, до споживачів, тобто вирішити транспортну задачу.

Зазначимо, що в кваліфікаційній роботі, на прикладі вирішення транспортної задачі розроблено оптимальний план використання схем вантажних потоків в умовах м'ясокомбінату «Ювілейний», які дозволяють знизити витрати на доставку готової продукції та підвищити економічну ефективність застосування економіко-математичного моделювання при перевезенні продукції та роботи логістичного відділу м'ясокомбінату «Ювілейний».

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сутність логістичної системи та її функціональна значущість на підприємстві в системі прийняття управлінських рішень: навч. посіб. 3-тє вид. К.: Центр учбової літератури. / 2013. 141с.;
2. Тарасенко С. І. Логістика: конспект лекцій. /– Кам'янське: ДДТУ, 2020. – 144 с
3. Безсмертна О. В., Мороз О. О., Білоконь Т. М. Логістика : навчальний посібник / – Вінниця : ВНТУ, 2018, 161 с.;
4. Гуторов О.І., Лебединська О.І., Прозорова Н.В. Логістика: навч. посібник. – Х.: Міськдрук, 2011. – с. 322;
5. Бакута Алла. Теоретичні основи логістики: минуле і сьогодення. / URL:<http://dspace.nbuiv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/62509/01-Bakuta.pdf?sequence=1>;
6. Тюріна Н. М. Логістична діяльність та її складова. / 2015 . URL:[http://elar.khmnu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/4973/1/rozdil\\_5.pdf](http://elar.khmnu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/4973/1/rozdil_5.pdf)
7. Заборська Н. К., Жуковська Л. Е. Основи логістики : навч. посіб. – Одеса : ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2011. – 215 с.;
8. Кочубей Д. Оцінка ефективності функціонування логістичної системи торговельних підприємств // Вісник КНТЕУ 4 / 2009 – С. 59 – 66;
9. Толпежнікова Т. Г., Зеленський К. А. – Шляхи підвищення ефективності зовнішньоекономічної діяльності транспортного підприємства;
10. Руденко Г. Р. Підвищення ефективності логістичної діяльності на підприємствах / Г. Р. Руденко // Бізнесінформ – 2011. – № 9. – С.187–190;
11. Економічна енциклопедія : у 3-х т. Т.1 / редкол. : С.В. Мочерний (відп. ред.) та ін. – Академія, 2000. – 864 с.
12. Транспортно-експедиторські послуги в Україні [Електронний ресурс] // Вісник Міністерства доходів і зборів України. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.visnuk.com.ua/uk/issue/159>
13. Закон України «Про транспортно-експедиційну діяльність» від 01.07. 2004 № 1955- IV. <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1955-15>
14. Глушенко Т.М. Аналіз розвитку логістичних послуг на сучасному світовому ринку / Т.М. Глушенко // Науковий вісник Херсонського державного університету. – 2014. – Вип. 6. Ч. 1. – С. 169–171
15. Logistics Performance Index. Website of World Bank. URL: <https://lpi.worldbank.org/report>



16. Більовський К.Е. Стан та перспективи розвитку ринку логістичних послуг в Україні / К.Е. Більовський // Вісник Хмельницького національного університету. – 2016. – № 4. – Т. 2. – С. 25-29
17. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
18. Шандрівська О. Є. Дослідження глобального ринку логістичних послуг: світові тенденції та вплив на Україну / О. Є. Шандрівська, Л. Я. Якимішин // Вісник Національного університету “Львівська політехніка”. Серія: Логістика. — Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. — № 892. — С. 212–221.
19. Григорак М. Ю. Анализ рынка логистических услуг в Украине/ М. Ю. Григорак, В. В. Коцюба // Логистика: проблемы и решения. – 2006. - №2(3). -С. 21-29
20. Особливості ринку логістичних послуг в Україні. URL: <https://proconsulting.ua/ua/pressroom/osobennosti-rynka-logisticheskikh-uslug-v-ukrain>
21. Буркіна Н. В. Статистичне моделювання і прогнозування : робочий зошит для студентів всіх спеціальностей економічного факультету. Вінниця : ДонНУ імені Василя Стуса, 2018. 55 с
22. Буркіна Н.В., Капітонець М.В., АНАЛІЗ РИНКУ ЛОГІСТИКИ УКРАЇНИ: СТАТИСТИЧНИЙ АСПЕКТ ЕКОНОМІКА І ОРГАНІЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ Випуск №3 (39) • 2020 Вінниця • 2020 стор 93-103
23. Матвієнко Т. В. Дослідження короткострокового прогнозування – модель Брауна / Матвієнко Т. В., Цеслів О. В. // Актуальні проблеми економіки та управління : збірник наукових праць молодих вчених. – 2009. – Вип. 3. – С. 132–134
24. Офіційний сайт компанії: <https://yuvileinyi.com.ua/>
25. Маркетингове дослідження ринку м'ясних та ковбасних товарів [Електронний ресурс]: <https://koloro.ua/blog/issledovaniya/marketingovoe-issledovanie-rynka-myasnoj-ikolbasnoj-produkcii-ukrainy.html>.

- 26.Електронний ресурс : <https://zvitnist.com/>
- 27.Kolodka, Ya.V. (2014), "Features and optimization of logistics enterprises of the agricultural sector", *Innovatsiina ekonomika*, vol. 2 (51), pp. 131-136.
- 28.Мастяева І.М. Математичні метод моделі .. Навчальний посібник, навчальна програма / Московський державний університет економіки, статистики та інформатики. - М .: МЕСІ, 2004. - 52 с.
- 29.Демиденко М.А. Математичне програмування: Навч. посібник. – Дніпропетровськ: ДЗО Національний гірничий університет, 2005.– 110 с
- 30.Haynes K. E., Fotheringham A. S. Gravity and spacial-interaction models. Ser.: Scientific geography Series 2. Beverly Hills, CA: Sage, 1984.
- 31.Fotheringham A. S. A new set of spacial-interaction models: the theory of competing destinations // *Envir. & Plan. A*. 1983. V. 15. P. 15–36.
- 32.Fotheringham A. S. Modelling hierarchical destination choice // *Envir. & Plan. A*. 1986. V. 18. P. 401–418.



## ВІДГУК

на кваліфікаційну роботу бакалавра

на тему: «Аналіз та оптимізація роботи логістичного підприємства у умовах ринкових відносин регіону»

Студента Зайцев М. О. академічної групи 124-20ск-1

Тема кваліфікаційної роботи: Аналіз та оптимізація роботи логістичного підприємства у умовах ринкових відносин регіону

Обсяг кваліфікаційної роботи 127 стор.

Мета кваліфікаційної роботи: покращення технології транспортної логістики за допомогою сучасних методів математичного розрахунку та оптимізації шляхів транспортування готової продукції в мережу магазинів роздрібною торгівлі

Актуальність теми обумовлена значенням логістичних послуг для економіки країни в умовах постійного зростання обсягу товарообігу та товарних перевезень

Тема кваліфікаційної роботи безпосередньо пов'язана з об'єктом діяльності бакалавра спеціальності 124 Системний аналіз, оскільки сформована математична модель процесу транспортування в умовах підприємства

Виконані в кваліфікаційній роботі завдання відповідають вимогам ступеня бакалавра.

Практична цінність отриманих у роботі результатів полягає у можливості врахування факторів, що впливають на оптимальний вибір шляху транспортування готової продукції

Висновки підтверджують можливість використання результатів роботи в умовах сучасного ринку логістичних послуг.

Оформлення пояснювальної записки та демонстраційного матеріалу до неї виконано згідно з вимогами. Роботу виконано самостійно, відповідно до завдання та у повному обсязі (*в разі невідповідності – вказати*)

У роботі відзначено такі недоліки:

1. Проведений аналіз без зазначених перспектив розвитку підприємства та логістичного відділу.

2. Після розрахунків не проведений аналіз вихідних даних

Кваліфікаційна робота в цілому заслуговує оцінки: добре (74 бали) при відповідному захисті

З урахуванням висловлених зауважень автор заслуговує присвоєння освітньої кваліфікації «бакалавр з системного аналізу».

Науковий керівник

К.т.н. доц. кафедри СА і У

Малієнко А.В.

## Рецензія

на кваліфікаційну роботу бакалавра  
на тему: «Аналіз та оптимізація роботи логістичного підприємства у умовах  
ринкових відносин регіону»

Студента Зайцев М. О. академічної групи 124-20ск-1

У дипломній роботі розглянуто стан проблеми, проведено аналіз аналогів і обрані методи вирішення поставленого завдання.

Проведено аналіз роботи підприємства та логістичного відділу в умовах м'ясокомбінату «Ювілейний», визначено, що в умовах конкуренції на ринку транспортно-експедиторських та логістичних послуг, виникла необхідність вдосконалення транспортно-логістичних послуг підприємства.

Актуальність теми обумовлена значенням логістичних послуг для економіки країни в умовах постійного зростання обсягу товарообігу та товарних перевезень

Тема кваліфікаційної роботи безпосередньо пов'язана з об'єктом діяльності бакалавра спеціальності 124 Системний аналіз, оскільки сформована математична модель процесу транспортування в умовах підприємства

Виконані в кваліфікаційній роботі завдання відповідають вимогам ступеня бакалавра.

Позитивні сторони кваліфікаційної роботи: робота може бути використана як методичні рекомендації для розрахунку та теоретичні основи оптимізації транспортно логістичних послуг сучасних підприємств.

Оформлення пояснювальної записки дипломної роботи виконано у відповідність до чинних стандартів і нормативних вимог.

Недоліком цієї кваліфікаційної роботи є опис опрацьованих результатів: Не зрозуміло - чому визначено лише оптимізація транспортного шляху, та чому не опрацьований матеріал вибору транспортного засобу за обсягом замовлень готової продукції підприємства..

Кваліфікаційна робота в цілому заслуговує оцінки: добре (74 бали) при відповідному захисті

З урахуванням висловлених зауважень автор заслуговує присвоєння освітньої кваліфікації «бакалавр з системного аналізу».

Рецензент

К.т.н., доцент кафедри управління на транспорті  
І.Ю.Клименко