

*Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет*

**КАФЕДРА ЕКОНОМІКИ, ПІДПРИЄМНИЦТВА
ТА БІЗНЕС-АДМІНІСТРУВАННЯ**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

*Тема: «Економіко-організаційне обґрунтування оптимізації системи
транспортної логістики торговельного підприємства»*

*Спеціальність 076 «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність»,
освітня програма 8.076.00.12 «Підприємництво, торгівля та логістика»*

Завідувач кафедри: О.І. Карінцева /_____/

Керівник роботи: О.С. Гончаренко /_____/

Виконавець: А.М. Плющик /_____/

Група: ПТЛ.мз-91с

Суми 2020

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет

КАФЕДРА ЕКОНОМІКИ, ПІДПРИЄМНИЦТВА
ТА БІЗНЕС-АДМІНІСТРУВАННЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри економіки,
підприємництва
та бізнес-адміністрування

_____ О. І. Карінцева

«___» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

до кваліфікаційної роботи магістра

Студента(ки) групи __ ПТЛмз-91с , 2 курсу_ННІ ФЕМ_____

Спеціальності 076 «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність»
Освітня програма 8.076.00.12 «Підприємництво, торгівля та
логістика» А.М. Плющик _____

Тема індивідуальної роботи: «Економіко-організаційне обґрунтування
оптимізації системи транспортної логістики торговельного підприємства»

Затверджую наказом по СумДУ №_____ від «___» ___ 20__ р.

Термін здачі студентом закінченої роботи: «___» _____ 20__ р.

Вихідні дані до роботи Обрані методи математичного апарату використовуються для розрахунку та обрання оптимального способу або маршруту доставки.

Дане дослідження може бути використане для оптимізації логістичних процесів в організаціях, що займаються доставкою медичного обладнання.

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробленню ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ СИСТЕМОЮ ТРАНСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ ТОРГІВЕЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ. МЕХАНІЗМ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ТРАНСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ ПІДПРИЄМСТВА

Перелік ілюстрацій. Групування видів міжнародних перевезень за формами та умовами їх організації . Мережевий графік та його характеристики . Мережевий графік варіантів доставки вантажу та його характеристики . Загальний вид матриці можливих результатів . Загальний алгоритм планування вантажних перевезень

Дата видачі завдання: « ____ » _____ 20__ р.

Керівник кваліфікаційної роботи магістра __О.С. Гончаренко
(вч. звання, П.І.Б.)

Завдання прийняв(ла) до виконання: « __ » _____ 20__ р. _____
підпис студента(ки)

РЕФЕРАТ

Робота складається з вступу, теоретичного матеріалу, математичних розрахунків та висновків. Викладена на 51 сторінці, у тому числі містить 6 рисунків, 11 таблиць, список літератури з 57 джерел.

Об'єктом дослідження магістерської роботи є групи даних, що являють собою елементи задач планування та управління, пов'язаних з переміщенням вантажів.

Метою роботи є дослідження методів розв'язання задач з оптимізації транспортування вантажу, та їх практичне застосування.

Обрані методи математичного апарату використовуються для розрахунку та обрання оптимального способу або маршруту доставки.

Дане дослідження може бути використане для оптимізації логістичних процесів в організаціях, що займаються доставкою медичного обладнання.

Висновками, що отримані в результаті проведених розрахунків, можна керуватись для надання рекомендацій щодо створення маршрутних листів та обрання транспортних засобів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ТРАНСПОРТНА ЛОГІСТИКА, МЕРЕЖЕВИЙ ГРАФІК, КРИТЕРІЇ ЛАПЛАСА, ВАЛЬДА, СЕДВІЖА, ГУРВІЦА, РОЗПОДІЛЬЧИЙ ЦЕНТР, ЗАГАЛЬНИЙ АЛГОРИТМ ПЛАНУВАННЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ СИСТЕМОЮ ТРАНСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ ТОРГІВЕЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ.....	7
1.1. Теоретичні та практичні аспекти логістики. Їх застосування в Україні	7
1.2. Інтеграція логістичної функції в функціях підприємства.....	11
1.3. Система управління транспортом (TSM)	14
РОЗДІЛ 2. МЕХАНІЗМ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ТРАНСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ ПІДПРИЄМСТВА.....	19
2.1. Планування маршруту доставки вантажу в змішаному сполученні на основі мережевого графіка	19
2.2. Планування доставки вантажу через розподільчий центр	30
РОЗДІЛ 3. РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ З ОПТИМІЗАЦІЇ ДОСТАВКИ ВАНТАЖУ	31
3.1. Змішане сполучення (мережевий графік)	31
3.2. Доставка через розподільчий центр	37
3.3. Загальний алгоритм планування вантажних автомобільних перевезень	44
ВИСНОВКИ	49
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:	50

ВСТУП

Актуальність обраної теми зумовлена декількома чинниками:

- економічний – можливість обрання варіанту доставки з найменшими витратами;
- технічний – залучення різних видів транспортних засобів, їх комбінування для оптимізації процесу доставки;
- епідеміологічний – наявність попиту на медичне обладнання в умовах пандемії, а отже необхідність у зменшенні термінів перевезення.

У роботі наведені моделі розв'язання різнотипових завдань з транспортування медичного обладнання – кисневих концентраторів із-за кордону з урахуванням різних варіантів маршруту.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ СИСТЕМОЮ ТРАНСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ ТОРГІВЕЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ

1.1. Теоретичні та практичні аспекти логістики. Їх застосування в Україні

Логістичні процеси полегшують взаємозв'язок між виробництвом та переміщенням продукції. Зокрема, логістичні процеси повинні враховувати багато аспектів виробництва, включаючи час, витрати та якість. Логістичний процес намагається знайти найкраще рішення для виготовлення та розподілу товарів шляхом розгляду того, як ринок використовує ці товари.

Останнім часом велика частина українських компаній використовує системний підхід до організації бізнес-процесів і приділяє значну увагу впровадженню інтеграційного логістичного управління вхідними та вихідними потоками матеріальних затрат. Це пояснюється головним чином встановленням структури товарного ринку та посиленням конкуренції.

Сучасний період розвитку української економіки характеризується високим рівнем розподілу виробництва, відсутністю елементів, необхідних для забезпечення безперервного робочого циклу.

Ці особливості процесів управління визначають за допомогою логістики, що дозволяє забезпечити координацію діяльності підприємств для досягнення мети.

Розвиток країни неможливий без урахування її логістичного потенціалу. Логістичний потенціал країни визначається індексом логістичних показників. LPI - це інтерактивний інструмент порівняльного аналізу, створений, щоб допомогти країнам визначити складності та можливості, з якими вони стикаються у своїй діяльності в галузі логістики, і те, що вони можуть зробити для поліпшення своїх показників.

За даними Світового банку, індекс логістичних показників (LPI) України в 2016 році становив 80 із 160 країн, що нижче порівняно з 2014 роком, коли українська позиція становила 61 рік. Але навіть в умовах війни Україна мала кращий результат порівняно з 2010 роком, коли вона посіла 102 місце.

На основі опитування міжнародних та національних логістичних компаній оцінюються основні характеристики логістичної системи за п'ятибальною шкалою: митна реєстрація, кількість логістичної інфраструктури, простота та ціна доставки, компетентність та якість послуг, можливість відстеження та контроль вантажів, частота доставки.

Україна має кращі результати, ніж інші країни пострадянського простору, за такими показниками, як відстеження та своєчасність. Загалом Україна зайняла 80 позицій у рейтингу. У цьому списку її обігнав лише Казахстан.

На думку експертів, низька ефективність української логістики пов'язана з високим рівнем портових зборів та тарифів. Європейські країни, в свою чергу, займають провідні місця. Німеччина посідає перше місце з 2007 року. Іншими провідними країнами є Люксембург, Швеція, Нідерланди та Сінгапур. Найгіршими країнами для логістики є Сирія (1,6), Хаті (1,72), Сомалі (1,75), Мавританія (1,87).

В умовах ринкової економіки основною проблемою для постачальників є підвищення рівня організації продажу, а для споживачів - мінімізація логістичних витрат на закупівлю та доставку продукції. На цьому етапі важливо сформувати сприятливі умови для оптимізації взаємодії компаній із замовниками, інвесторами, організаціями постачальників та транспортними структурами.

Основними причинами низької інтенсивності впровадження логістики до практики управління є:

- розпад стабільних виробничих зв'язків та висока децентралізація управління;
- Недостатня державна підтримка українських компаній, відсутність державних програм розвитку міст та регіонів та забезпечення жителів доступним житлом;
- негативний вплив світової фінансової кризи;
- політична та економічна нестабільність та недосконалість галузевого законодавства;
- корупція на етапі отримання дозвільної документації;
- неефективне використання стратегічних підходів до управління бізнесом;
- недовіра до партнерських відносин, що стримує розвиток інтеграційних механізмів.

Тому важливо відпрацювати механізми інформаційної взаємодії учасників ланцюга поставок. Його застосування дозволяє досягти максимальної координації виконання логістичної операції, забезпечуючи координацію дій усіх учасників процесу доставки компанії. Такий підхід може бути реалізований на основі інтеграції як об'єднання учасників логістичного ланцюга з метою організації збалансованого руху матеріального, інформаційного та фінансового потоків.

Існує два типи інтеграції: внутрішня та зовнішня інтеграція. Внутрішня інтеграція - це взаємодія та координація логістичних потоків всередині компанії. Зовнішня інтеграція означає оптимізацію логістичних потоків за допомогою міжекономічних відносин організації між компаніями однієї або різних галузей, що обумовлює їх взаємовигідну співпрацю.

На першому етапі необхідно встановити ефективну внутрішньофірмову цілісну логістику. На другому етапі відбувається процес організації корпоративної взаємодії. Здійснення внутрішньої інтеграції

вимагає встановлення зв'язків між логічними операціями, які відповідають різним функціональним сферам.

Завдання організації логістики компанії: формування зв'язків між функціональними сферами, а також між персоналом функціональних підрозділів для оптимального забезпечення логістичної системи досягнення цілей компаній. У компанії є спеціальні відділи, які відповідають за певний вид логістичної діяльності (доставка, транспортування, зберігання)[1].

Основні переваги інтеграції логістики:

- збільшення прибутку за рахунок зменшення загальних витрат ресурсів компаній;
- більш продуктивне використання ресурсів компаній;
- покращення результатів маркетингової діяльності компанії;
- підвищення ефективності на основі скорочення запасів, зменшення дебіторської заборгованості та збільшення грошового потоку.

1.2. Інтеграція логістичної функції в функціях підприємства

Одне з визначень логістики стверджує, що цей термін означає «наявність потрібного товару у потрібній кількості в потрібний час у потрібному місці за правильною ціною у правильному стані для потрібного замовника». Бізнес-логістика націлена на всі сфери діяльності, її метою є управління логістичними ланцюгами та оптимізація результатів.

Концепція логістики в бізнесі склалася в 1950-х рр. Збільшення складності діяльності підприємств щодо постачання сировини та продуктів, розподілу готової продукції та транспортування, -це призвело до появи нової категорії професіоналів у логістичному ланцюзі.

Логістика представляє одну з найважливіших функцій підприємства, основні цілі якої можна розділити на цілі, пов'язані з ефективністю - підвищення надійності даних (інформації), підвищення продуктивності використання та цілі, пов'язані з витратами - скорочення термінів постачання, зменшення рівня запасів.

Логістика визначається як діяльність, яка призначена для підтримки виробничого процесу (вхідна логістика), так і діяльність, пов'язана з процесом розподілу готової продукції (вихідна логістика) з моменту, коли вона була виготовлена, до того моменту, коли вона повинна бути використана / спожита.

Вхідна логістика є одним з основних процесів, і вона спрямована на придбання та транспортування сировини та продукції від постачальників на склади та виробничі потужності. Вихідна логістика спрямована на зберігання та транспортування готової продукції від виробника до кінцевого споживача, а також на інформаційний потік, пов'язаний з такою продукцією та її маршрутом.

Логістика характеризується інтеграцією різних видів діяльності, пов'язаних з управлінням сировиною та матеріалами, незавершеним виробництвом та готовою продукцією. Точніше, основна увага приділяється транспортуванню, зберіганню, постачанню, плануванню виробництва, запуску виробництва, прогнозам продажів, управлінню інформацією тощо.

Діяльність, що здійснюється на підприємствах, може бути розподілена за функціями. Логістична функція включає сукупність видів діяльності, які керують матеріальними та інформаційними потоками, від постачальника до замовника.

Логістична функція складається з комплексу видів діяльності, що забезпечують перетворення інформаційних потоків у фізичні потоки товарів. Її роль полягає в тому, щоб обійти фізичні збої, які призводять до порушення всіх інших видів діяльності, що відбуваються на підприємстві.

Координація складної діяльності, що відбувається на підприємстві, вимагає належного управління інформаційними потоками, а також фізичними потоками. Ця ситуація вимагає кращої організації діяльності на підприємстві. Беручи до уваги, що потік передбачає переміщення предметів у часі та просторі, надзвичайно важливим питанням є слідування їхньою траєкторією на підприємстві.

Завдяки логістичній діяльності, полегшується оптимальне управління відносинами на підприємстві, а також взаємодія між ними. Це призводить до: мінімізації витрат, контролю виробничих процесів, збільшення гнучкості випуску, своєчасній реакції на потреби ринку, максимальній легкості потоків, вирізанню точок застою (на шляху від постачальника (сировина) до клієнта (кінцевий продукт)).

Діяльністю, яка відбувається в рамках логістичної функції, є: прогнозування запитів, управління постачальниками, управління замовленнями, постачання, управління запасами, обробка матеріалів, планування виробництва, контроль виробництва, обробка замовлень, зберігання, упаковка, транспортування.

Усі ці заходи можна згрупувати у три потоки:

- Потік постачання або логістика постачання;
- Фізичний потік всередині заводу або промислова логістика;
- Транспортно-розподільчий потік або транспортно-розподільча логістика.

Раніше логістична діяльність розподілялася між різними функціями підприємства. Зростаюче значення надійності та швидкості потоків продуктивності призводять до перегрупування її елементів[22,23,36,37,38,56]. Вільна логістична система може задовольнити стабільні ринкові умови з продуктами тривалого використання, тоді як підприємства з коливальними ринками та великою різноманітністю продуктів приймуть розширену логістичну систему. Однак це не означає, що всі види діяльності повинні відповідати за логістичну функцію.

Логістика - це повна функція, підпорядкована генеральному директору або керівнику заводу. Для того, щоб впоратися з місіями, логістика спирається на кілька під функцій[2].

І це через те, що:

- довгостроково логістика спирається на дослідження та методи організації потоків та засобів обслуговування та зберігання;
- на короткий термін логістика спирається, з одного боку, на потоки зберігання та розподіл готової продукції, відносини із споживачами, а з іншого боку, на потоки постачання сировини та продуктів, управління виробничими запасами, зберігання компонентів .

1.3. Система управління транспортом (TSM)

З технічної точки зору, система управління транспортом - це програмний продукт для комплексного вирішення завдань з автоматизації транспортної логістики. Він використовується як система управління замовленнями.

З точки зору бізнесу, транспорту та програмного забезпечення для управління логістикою вирішується проблема автоматизації доставки матеріальних предметів або послуг від джерела виробництва до споживача товарів або послуг, а також формуються оптимальні маршрути.

Розробники можуть створити програмне забезпечення для управління транспортом різних типів і з різними опціями. Зазвичай програмне забезпечення для управління транспортом та логістикою може включати кілька модулів, таких як:

- Система управління складом (WMS)
- Система планування ресурсів підприємства (ERP)
- Система управління ланцюгами поставок (СКМ) та інші.

Хмарні транспортні системи припускають, що вся робота відбувається в хмарі компанії. Це означає, що доступ до цієї системи є віддаленим, і система контролюється з будь-якої точки світу.

Будь-яка хмарна система має одну чудову властивість: кількість інформації, що міститься, необмежена. Система буде зберігати стільки даних, скільки потрібно бізнесу. Другою причиною побудови системи управління транспортом на хмарі є надійний захист від будь-яких збоїв. Будь-які вірусні загрози та хакерські атаки неможливі для системи.

Завдяки рішенню для розробки логістичного програмного забезпечення бізнес отримує необмежені можливості управління логістикою:

- інтеграція хмарного сховища з численними сервісами;

- миттєвий обмін великими обсягами даних між географічно розподіленими офісами;
- доступ до потужних обчислювальних ресурсів для обробки, структурування та систематизації великих масивів відключеної інформації.

Що стосується попередніх TMS-рішень, то для цього потрібно придбати серверне обладнання, ліцензію та інтеграцію TMS із робочими процесами підприємства.

Переваги автоматизованого управління транспортом

Дослідження консалтингової групи ARC показало, що побудова системи логістичного управління приносить компаніям мінімум 8% економії. Крім того, такі системи відповідають одній з головних вимог замовників - прозорість транспорту.

У той же час, зберігання всіх даних в одному місці дозволяє швидко, легко та оптимально планувати та відстежувати рух товарів у режимі реального часу.

Якісна розробка логістичного програмного забезпечення надає компанії-розробнику транспортного програмного забезпечення наступні переваги:

- Спрощення процесів: наприклад, багато TMS можуть автоматично вибрати транспортну компанію на основі типу вантажу, маршруту та досвіду співпраці.
- Відстеження вантажу: окрім традиційного GPS-відстеження, система допомагає оптимізувати маршрут перевезення або відновити його через непередбачені обставини.
- Зберігання даних в одному місці: якщо компанія контролює 20 пунктів, кожен з яких відправляє п'ять товарів на тиждень, це

означає, що вона повинна генерувати 100 комплектів документів щотижня.

Також суттєвою є принципова можливість оновлення системи без надмірних інвестицій у разі збільшення товарообігу, вдосконалення ланцюга поставок або інших змін [3].

Особливості системи управління транспортом

Сучасні функції TMS є частиною процесу управління ланцюгами поставок. Ця технологія доступна в процесі планування доставки - навіть для малих та середніх компаній з вартістю перевезень від 15 до 20 мільйонів доларів на рік.

TMS може бути інтегрована у WMS; вона може бути одно- або мультимодальною і може отримати можливості призначення пулу. Однак у хмарі чи попередньо встановленому рішенні є ряд “обов’язкових” функцій, зокрема:

- Варіанти оптимізації (вдосконалення завантаження, щоб зрозуміти, як найкраще упакувати товари - навалом, посилками, стеками або пакетами; оптимізація маршруту; вибір перевізника; аналітика для управління вантажем)
- Відстеження в реальному часі (наприкладз інформацією про оператора та оновленнями GPS)
- Можливості управління контрактами (сучасна TMS повинна містити угоди з налаштованими описами функцій, таких як місця розташування, зони та дати набрання чинності)
- Інтеграція з ERP, WMS або OMS
- Звіти та варіанти бізнес-аналітики (логістика KPI лічильник та дані для розуміння тенденцій)

- Безпека (наприклад, важлива статистика повинна бути доступна лише для авторизованих користувачів; доступ до системи за запрошенням; доступ Windows для сторонніх осіб повинен бути заблокований, тощо)

На додаток до всіх цих основних функцій, компанії цінують міжнародні логістичні функції, такі як багатомовний інтерфейс, можливість управління комерційними рахунками, SED (експортне призначення вантажовідправника), ПДВ та розрахунки транскордонних податків, що дозволяє ще легше керувати операціями з міжнародної торгівлі.

Forbes представив аналіз того, як функції TMS можуть підвищити ефективність вашого ланцюжка поставок. Програмне забезпечення для логістики також не таке складне, як може здатися.

Як тільки бажані характеристики включені в один товар, вони полегшують процес доставки, економлять гроші, врівноважують попит та пропозицію та оптимізують робочий процес компанії, як показано в наступних випадках.

Тематичні дослідження TMS

Компанія Argoconsulting розмістила на своєму веб-сайті випадок із описом того, як вони підтримують клієнта у виборі постачальника послуг TMS. Виробники проводів та кабелів мають нестандартні та нецентралізовані процеси доставки, тому їх транспортні витрати були настільки високими. Компанія бажала більше співпрацювати з операторами, швидше вибирати вигідніші угоди та налаштовувати системи ERP / WMS.

Argoconsulting щодо введення та обробки замовлень та рекомендував постачальникам TMS мати видимі звіти в реальному часі для моніторингу KPI щотижня. Можливість управління перевізниками LTL (менше вантажу)

була головною проблемою, яку потрібно було подолати, і після успіху вона призвела до 1,75 мільйона доларів США щорічної економії [4].

РОЗДІЛ 2. МЕХАНІЗМ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ТРАНСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ ПІДПРИЄМСТВА

2.1. Планування маршруту доставки вантажу в змішаному сполученні на основі мережевого графіка

Зниження транспортних витрат можливе за рахунок застосування нових технологій перевезення, реорганізації транспортної інфраструктури та інтеграції транспортних систем. Таким чином, головним інструментом в зазначеному процесі є використання декількох видів транспорту при доставці вантажів.

Основні поняття про види перевезень [5]:

- 1) Унімодальне (юнімодальне) перевезення - це перевезення вантажів одним видом транспорту і одним або декількома перевізниками.
- 2) Інтермодальне перевезення - це перевезення вантажів з перевалкою між декількома видами транспорту, при якому один з перевізників організовує все транспортування від пункту походження через один або кілька пунктів перевалки до кінцевого пункту.
- 3) Сегментоване перевезення виникає, якщо перевізник, що організовує транспортування, приймає відповідальність лише за частину перевезення, що здійснюється ним самим.
- 4) Мультимодальне перевезення виникає, якщо перевізник, що організовує транспортування, приймає відповідальність за все перевезення з видачою документа про перевезення.

5) Комбіноване перевезення - це перевезення вантажів в одному і тому ж вантажному місці або транспортному засобі шляхом комбінації різних видів транспорту.

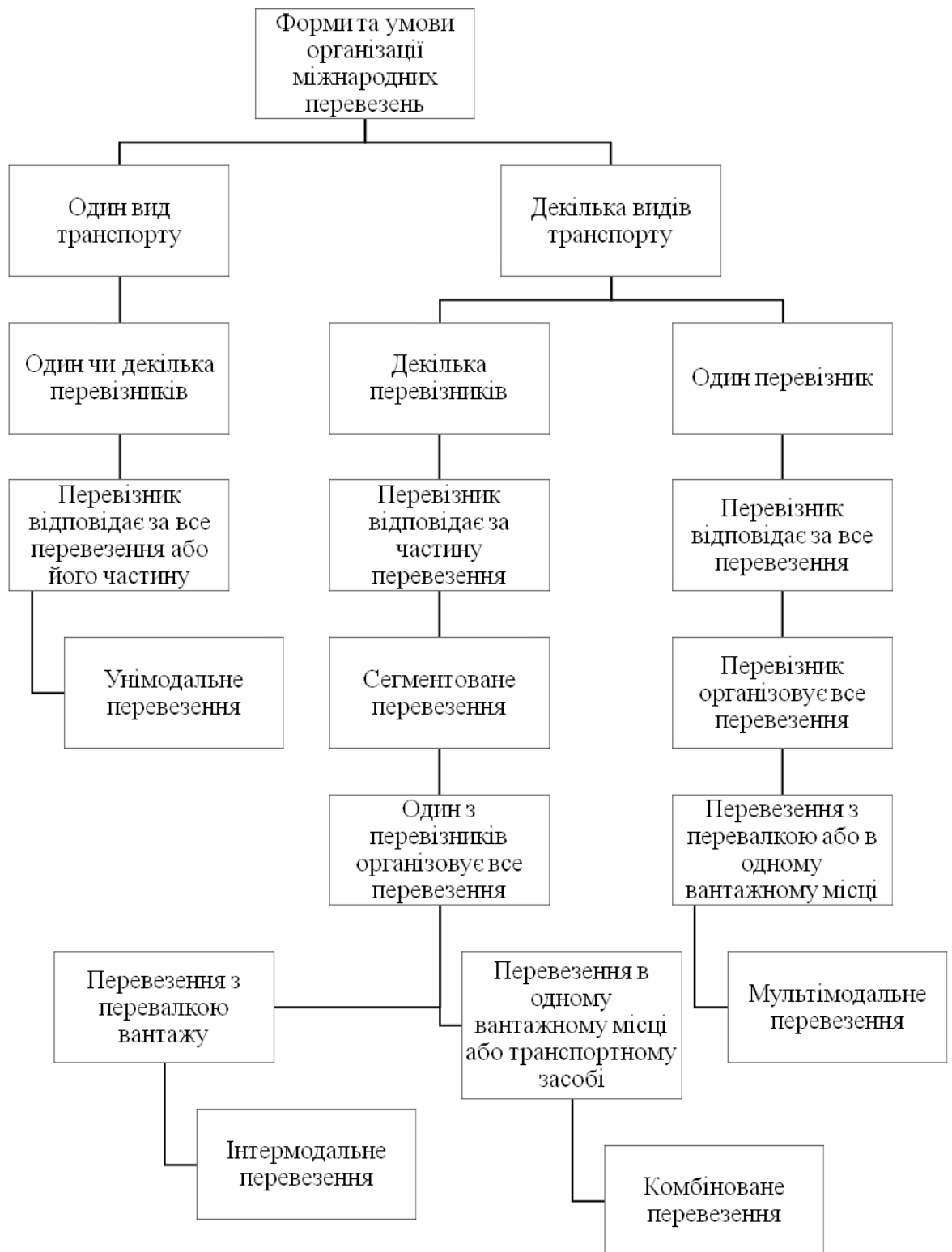


рис. 2.1 - Групування видів міжнародних перевезень за формами та умовами їх організації

Змішане перевезення - транспортування вантажної партії від пункту відправлення до пункту призначення, коли в процесі переміщення використовується більше одного виду транспорту. Змішане перевезення може здійснюватися як за участю підприємств транспортної інфраструктури (наприклад, терміналів), якщо такі підприємства є сполучними ланками між підрядниками, так і без неї, коли вантаж послідовно передається від перевізника до перевізника з одного виду транспорту на інший[6].

Особливості змішаних перевезень:

- 1) Узгоджене використання в перевезенні одного виду транспорту.
- 2) Перевезення організовується і здійснюється однією особою - оператором змішаного перевезення.
- 3) Відносини між замовником і виконавцем комплексної транспортної послуги (оператором змішаного перевезення) регулюються на основі одного договору.
- 4) Змішане перевезення може мати статус міжнародного. У цьому випадку місце прийому вантажу до перевезення і передбачуване місце його здачі знаходяться на території двох різних держав.

Для планування змішаного перевезення вантажів найбільш актуальним є використання мережевих моделей.

Мережеві моделі - важливий клас оптимізаційних задач, що перетинаються з завданнями календарного планування. Завдання мережевого планування в загальному випадку зводиться до побудови оптимального плану проведення складного комплексу робіт, що складається з окремих елементарних взаємно обумовлених операцій. Взаємна обумовленість робіт визначається тим, що виконання деяких з них можна почати раніше, ніж будуть завершені деякі опорні операції.

Основним матеріалом для мережевого планування є структурна таблиця комплексу робіт, що містить:

- Перелік елементарних робіт комплексу;
- Перелік робіт, на які спираються елементарні роботи;
- Час виконання кожної роботи

Метод мережевого планування дозволяє на основі вихідної інформації вказати терміни початку кожної роботи комплексу, обчислити час, необхідний для виконання усього комплексу робіт, виявити критичні роботи, несвоєчасне виконання яких тягне за собою зміну загального часу виконання всього комплексу, а також некритичні роботи, невеликі затримки в виконанні яких не позначаються на загальній тривалості комплексу.

Мережевий графік дозволяє зобразити логічну і тимчасову структуру комплексу робіт. Роботи на графіку зображуються векторами (дугами), проекції яких на вісь часу рівні часу їх виконання. Моменти завершення робіт - це вузли графіку.

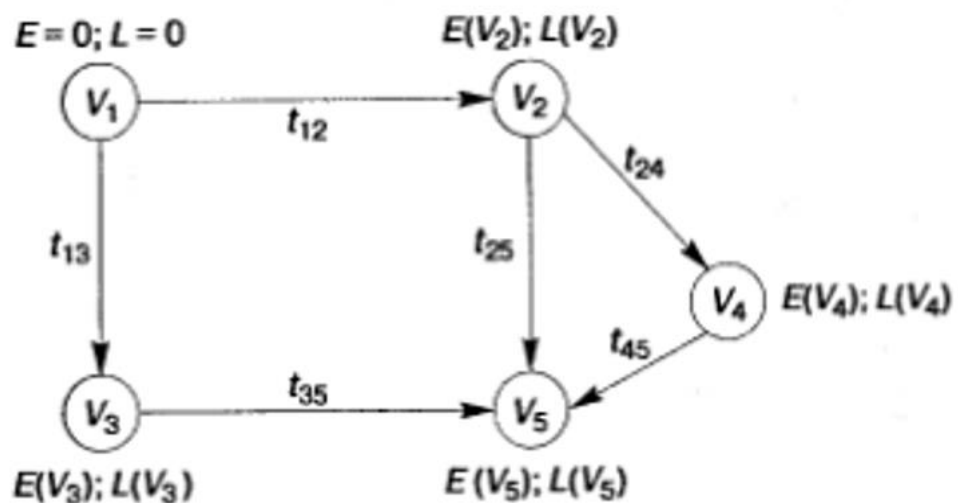


рис. 2.2 - Мережевий графік та його характеристики

Дузі, що йде з i -тої події в j -ту, присвоюється час виконання t_{ij} . У тому випадку, якщо точний час виконання роботи невідомо, то, знаючи максимальне t_M , мінімальне t_m і найбільш ймовірний час t_B , можна визначити

$$t_{ij} = \frac{t_m + 4t_B + t_M}{6} \quad (2.1)$$

Будь-який шлях, час руху по якому дорівнює повному часу, називають критичним шляхом.

Припускаючи, що вихідна подія відбувається в нульовий момент, визначають ранні терміни здійснення подій $E(V_i)$. Для вихідної події $E(V_1)=0$. Для інших робіт розрахунок проводиться виходячи з таких умов. Нехай в i -ту подію входить кілька робіт з номерами k, p, \dots, z . Знаходяться всі суми

$$E(V_i)+t_{ki}, E(V_p)+t_{pi}, \dots, E(V_z)+t_{zi} \quad (2.2)$$

Величина $E(V_i)$ буде дорівнювати максимальній зі знайдених значень, оскільки подія здійсниться тільки після завершення останньої, самої пізньої роботи.

$L(V_i)$ - останній момент часу, в який може статися подія за умови незмінності часу виконання проекту.

Для останньої роботи n приймається $L(V_n)= E(V_n)$. Для знаходження $L(V_i)$ потрібно знайти, по-перше, всі вершини, в які входять роботи з i -ї вершини (нехай це будуть роботи з номерами k, p, \dots, z), далі визначають всі різниці

$$L(V_k)-t_{ik}, L(V_p)-t_{ip}, \dots, L(V_z)-t_{iz} \quad (2.3)$$

- і мінімальна з них - шуканий пізній термін $L(V_i)$.

Для всіх подій критичного шляху виконуються наступні дві умови: по-перше, ранні та пізні терміни збігаються; по-друге, тривалість кожної роботи критичного шляху дорівнює різниці між моментами здійснення кінцевої і початкової події цієї роботи.

Якщо робота не лежить на критичному шляху, то у неї зазвичай є певний резерв часу, що дозволяє найбільш ефективно розподіляти ресурси по роботах.

Виділяють наступні види резервів - загальні, вільні і незалежні.

Загальний резерв $R_{ij} = L(V_j) - E(V_i)$ - це час, на який можна перенести початок роботи, не збільшуючи загальний час виконання проекту.

Вільний резерв r_{ij} обчислюється таким чином:

$$r_{ij} = E(V_j) - E(V_i) - t_{ij} \quad (2.4)$$

- і показує, наскільки можна відсунути початок роботи і від раннього моменту її можливого початку, не впливаючи на наступ раннього терміну здійснення V_j .

Можливе збільшення часу роботи називається незалежним резервом і обчислюється таким чином

$$P_{ij} = E(V_j) - L(V_i) - t_{ij} \quad (2.5)$$

Тимчасова характеристика є одним з визначальних факторів, що впливають на вибір ланцюга доставки, однак найбільш перспективним є використання багатокритеріальної оцінки; наприклад, додатково можна використовувати критерії вартості і приведеної вартості транспортування.

Транспортний процес при змішаних перевезеннях складається з послідовної доставки вантажу різними видами транспорту і проміжного перевантаження [7].

Планування змішаного перевезення вантажів можна уявити як ряд сукупностей, що складаються з елементарних робіт, які повинні бути послідовно виконані. При цьому зазначені сукупності є альтернативними однаодній, тобто перетин схем доставки в одному пункті мережевого графіка означає тільки їх просторову, а не тимчасову залежність.

З усього вищесказаного випливає, що мережевий графік, що характеризує доставку вантажу в змішаному сполученні, матиме такі особливості:

- кожній дузі присвоюється тільки одне значення розглянутих критеріїв, що характеризує втрати в тимчасовому і/або вартісному вираженні;
- кожному проміжному пункту (вузла мережевого графіка) відповідає одне або кілька значень, що визначаються як сума довжин дуг. Кількість значень залежить від кількості альтернативних варіантів доставки в розглянутий пункт;
- мережевий графік не вимагає розрахунків раннього і пізнього строків виконання кожної роботи;
- вибір варіанту проводиться на основі порівняння отриманих характеристик схеми доставки з заданими умовами.

З огляду на наведені особливості, мережевого графіку при змішаних перевезеннях в загальному вигляді можна представити як просторово залежні схеми доставки з урахуванням різних параметрів, використовуваних для прийняття управлінського рішення. При цьому в якості критеріїв вибору варіантів доставки пропонується використовувати:

- Час (Т);
- Вартість (С);
- Наведену вартість, яка визначається за формулою

$$C^* = (C_{\text{вантажа}} + C_T)(1 + \Delta)^n \quad (2.6)$$

де C^* - оцінка вартості вантажу і його доставки з урахуванням чиннику часу (інтегральна оцінка); $C_{\text{вантажа}}$ - закупівельна вартість вантажа; C_T - вартість перевезення; $((1 + \Delta)^n)$ - множник нарощування відсотків по процентній ставці Δ за n періодів, $n = T / 365$.

Кожній роботі V_i відповідають три значення часу T_i ; вартість доставки C_i і інтегрований показник C^* , які визначаються як сума дуг за різними

варіантами доставки, - один із зазначених показників при заданих умовах є основним при прийнятті управлінського рішення про вибір варіанта доставки.

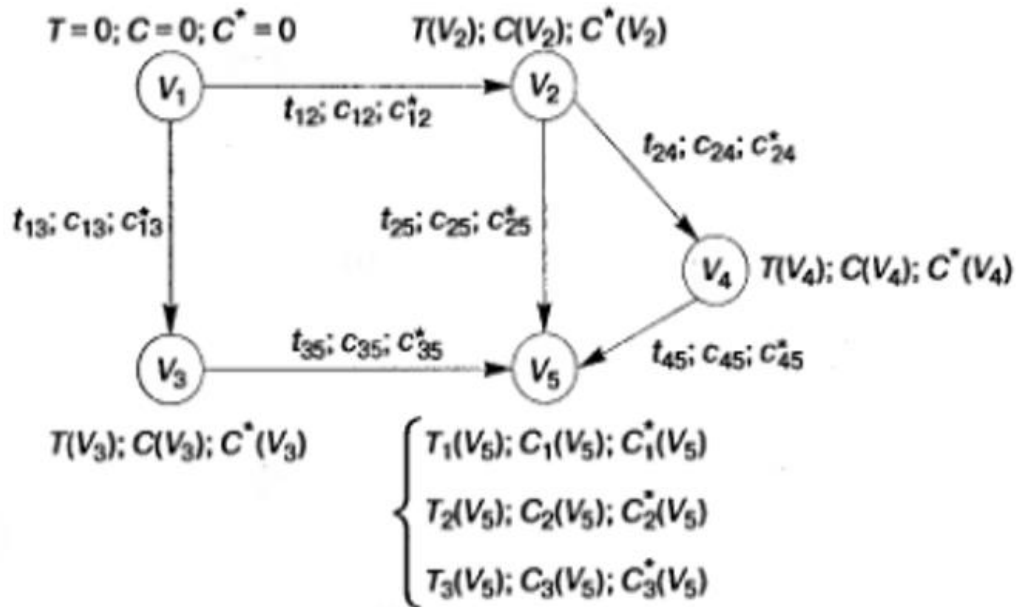


рис. 2.3 - Мережевий графік варіантів доставки вантажу та його характеристики

Шлях проходження з одного вузла в інший може бути альтернативним, наприклад:

- якщо дуга означає процес транспортування, то наявність двох і більше шляхів свідчить про можливість використання на цьому маршруті кількох альтернативних один одному видів транспорту;
- якщо дуга означає процес оформлення вантажу в пункті, то залучення посередників та відмова від їх послуг призведуть до появи декількох альтернативних один одному варіантів.

Таким чином, для пунктів, де перетинаються альтернативні шляхи доставки, з'являється кілька сумарних значень T , C і C^* .

Вибір проводиться на основі одного визначального на даний момент часу показника. У разі якщо важливість показнику має приблизно однакове значення і якщо ні для однієї з схем доставки не виявилось, що все значення нижче, ніж для будь-якої іншої (тоді вибір очевидний), для вибору схеми перевезення можна використовувати критерії прийняття рішення в умовах невизначеності.

Найбільш відомі критерії Лапласа, Вальда, Севіджа і Гурвіца, що дозволяють прийняти рішення в умовах невизначеності на основі аналізу матриці можливих результатів.

Рядки відповідають можливим діям (варіантів доставки вантажів); стовпці - можливим станам «природи» (критеріями доставки); елементи матриці - результат при виборі j -ї дії і реалізації i -го стану.

	S_1	S_2	...	S_j	...	S_n
R_1	V_{11}	V_{12}	...	V_{1j}	...	V_{1n}
R_2	V_{21}	V_{22}	...	V_{2j}	...	V_{2n}
...
R_j	V_{j1}	V_{j2}	...	V_{jj}	...	V_{jn}
...
R_m	V_{m1}	V_{m2}	...	V_{mj}	...	V_{mn}

рис. 2.4 – Загальний вид матриці можливих результатів

Критерій Лапласа спирається на принцип недостатнього підстави, згідно з яким всі стани природи $S_i (i = 1, n)$ вважаються рівно ймовірними. Таким чином, кожному стану відповідає ймовірність:

$$q_i = \frac{1}{n} \quad (2.7)$$

Для прийняття рішення для кожної дії, обчислюється середнє арифметичне значення втрат:

$$M_j(R) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_{ij} \quad (2.8)$$

Серед $M_j(R)$ вибирають мінімальне значення, якщо, як в даному випадку, матриця можливих результатів представлена матрицею втрат (або максимальне, у всіх інших ситуаціях), яке і буде відповідати оптимальної стратегії:

$$W = \min \{M_j(R)\} \quad (2.9)$$

Де W - значення параметра, відповідне оптимальній стратегії (варіанту доставки вантажу).

Критерій Вальда (мінімакний або максимінний критерій), заснований на принципі найбільшої обережності. У разі коли результатом є втрати, при виборі оптимальної стратегії використовується мінімакний критерій. Потрібно на першому етапі в кожному рядку знайти найбільший елемент $\max \{V_{ji}\}$, а далі вибирається дія R_j (рядок j), якій буде відповідати найменший елемент з цих найбільших елементів:

$$W = \min_j \max_i \{V_{ji}\} \quad (2.10)$$

Критерій Седвіжа використовує матрицю ризиків, елементи якої визначаються за формулою:

$$r_{ji} = V_{ij} - \min_j \{V_{ji}\} \quad (2.11)$$

Таким чином, r_{ji} є різницею між найкращим значенням в стовпці i і значеннями при тому ж i . Згідно з критерієм, рекомендується вибрати ту стратегію, при якій величина ризику приймає найменше значення в самій несприятливій ситуації:

$$W = \min_j \max_i \{r_{ji}\} \quad (2.12)$$

Критерій Гурвіца заснований на двох наступних припущеннях: природа може перебувати в найбільш не вигідному стані з ймовірністю $(1-\alpha)$ і в найвигіднішому стані ймовірністю α , де α - коефіцієнт довіри.

Якщо елементи матриці представляють собою втрати, то вибирають дію, яке виконує таку умову:

$$j = \arg \min_i \left[\alpha \max_j v_{ji} + (1-\alpha) \min_j v_{ji} \right] \quad (2.13)$$

Критерій Гурвіца встановлює баланс між випадками крайнього оптимізму та песимізму шляхом зважування цих двох способів поведінки відповідними вагами $(1-\alpha)$ і α , де $0 \leq \alpha \leq 1$. Значення α визначається в залежності від схильності особи, що приймає рішення, до песимізму або до оптимізму. При відсутності яскраво вираженої схильності найбільш часто використовується $\alpha = 0,5$.

Застосування розглянутих критеріїв вимагає однорідності даних, що утворюють матрицю. Таким чином, значення параметрів «час», «вартість» і «приведена вартість» по кожному варіанту доставки повинні бути однієї розмірності. Тому перед визначенням найкращого результату за критеріями слід перейти від абсолютних до відносних показників, прирівнявши мінімальне або максимальне значення в кожному стовпці, наприклад, до одиниці, а решта висловивши в частках від одиниці.

Розглянутий алгоритм планування змішаних перевезень дозволяє на кінцевому етапі отримати найбільш оптимальний з точки зору обраного критерію спосіб доставки вантажів, під яким розуміється вибір не тільки виду транспорту, але і складу логістичних посередників, що залучаються для виконання перевезення. Необхідно враховувати, що ефективність різних варіантів доставки може варіюватися протягом всього періоду виконання договірних зобов'язань, тому розглянуті, але не реалізовані варіанти переважно не відкидали, а залишати як резервні (наприклад, за допомогою формування бази даних варіантів доставки).

2.2. Планування доставки вантажу через розподільчий центр

Всі компанії для підвищення рентабельності і конкурентоспроможності прагнуть знизити витрати, пов'язані з транспортуванням. Один з напрямів цієї діяльності - посилення спеціалізації та передача ряду функцій від компаній - виробників продукції транспортним компаніям.

Відомо, що точний розрахунок логістичних витрат в структурі ціни товару має велике значення для кінцевого споживача як одне з основних джерел економії; особливо істотним це положення є для міжнародних автомобільних перевезень. Тому необхідність пошуку нових варіантів економії витрат в логістиці пов'язана з розвитком і все більш широким використанням технології та основних концепцій і принципів сучасної логістики, таких, наприклад, як «точно в термін», «від дверей до дверей» та інше. В даний час схема доставки залежить від того, як здійснюється перевезення - безпосередньо кінцевому споживачеві або через розподільчий центр. У наступному розділі розглянемо приклад, який ілюструє методику планування міжнародного перевезення вантажів (3.2).

РОЗДІЛ 3. РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ З ОПТИМІЗАЦІЇ ДОСТАВКИ ВАНТАЖУ

3.1. Змішане сполучення (мережевий графік)

Необхідно здійснити перевезення 20-футового контейнеру з порту Добрич (Болгарія) до центрального складу в Дніпрі (Дніпропетровська обл.). Нижче наведені можливі маршрути доставки.

№ маршрута	Х-ка	Види транспорту
1	Добрич - Дніпро	Авто
2	Добрич - Дніпро	Залізниця + авто
3	Через порт Одеса	Морський + авто
4	Через порт Одеса	Морський + авто + залізниця

табл. 3.1 – Варіанти доставки

Аналізуючи маршрути доставки з урахуванням додаткових нетранспортних складових, можна побудувати мережевий графік, який представляє собою альтернативні шляхи доставки. З огляду на, що кількість варіантів схем доставки визначає кількість значень параметрів, в розглянутому прикладі їх буде дванадцять.

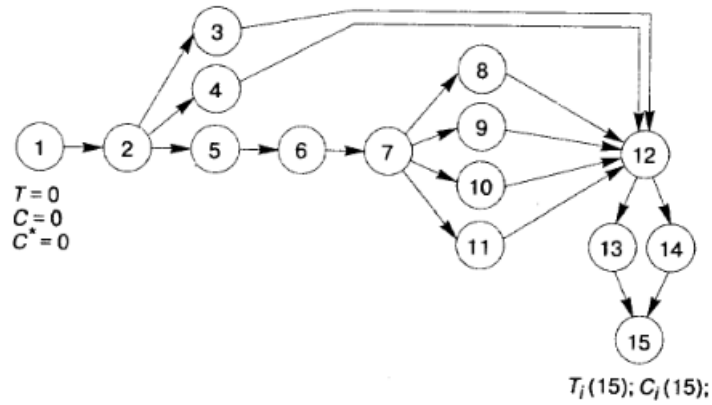


рис. 3.1 – Мережевий графік

При цьому прийmemo, що середня банківська ставка за короткостроковими валютними кредитами дорівнює 15% в рік. Так, під час перевезення в 20-футовому контейнері середня вартість вантажу становить \$ 20 тис. Однак вартість транзитних товарів становить близько \$ 5 тис. За 1 т. при середньому завантаженні 20-футового контейнера близько 10 т середня вартість товарів в транзитних контейнерах складає \$ 50 тис. Приймемо для проведених розрахунків для 20-футового контейнера $C_{\text{вантаж}} = 35$ тис. у.о.

№ роботи		Характеристика роботи	Вартість, у.о.	Час, дні
1	2	Митнення вантажу в Добричі	180	1
2	3	Оформлення документів та завантаження в автотранспорт	200	1
2	4	Оформлення документів та завантаження у потяг	50	3
2	5	Оформлення документів та завантаження на судно в п. Добрич	250	2
5	6	Доставка морським транспортом до п. Одеса	600	2
6	7	Розвантаження в п. Одеса	110	1
7	8	Випуск контейнера з п. Одеса власними силами з митною гарантією	50	3
7	9	Випуск контейнера з п. Одеса експедитором	300	1

7	10	Випуск контейнера з п. Одеса під гарантію митного перевізника	-	2
7	11	Випуск вантажу з п. Одеса на залізницю	50	4
8	12	Доставка автотранспортом до Дніпра	650	1,5
9	12			
10	12	Доставка митним перевізником автотранспорту до Дніпра	850	1,5
11	12	Доставка залізницею з п. Одеса в Дніпро	389	4
3	12	Доставка автотранспортом з Добричу до Дніпра	1500	4
4	12	Доставка залізницею з Добричу до Дніпра	359	7
12	13	Митне очищення вантажу в Дніпрі власними силами	150	4
12	14	Митне очищення вантажу в Дніпрі митним брокером	300	1,5
13	15	Доставка по Дніпру автотранспортом до терміналу одержувача	50	0,5
14	15			

табл. 3.2 – Роботи по доставці вантажів

Значення параметрів по кожному варіанту доставки наведені нижче:

№ маршрута	Схема доставки	Час, Т, днів	Вартість, С, у.о.	Наведена вартість, С*, у.о.
1 (1)	1, 2, 3, 12, 13, 15	10,5	2080	37229,38
1 (2)	1, 2, 3, 12, 14, 15	8	2230	37344,22
2 (3)	1, 2, 4, 12, 13, 15	15,5	1089	36303,83
2 (4)	1, 2, 4, 12, 14, 15	13	1239	36419,84
3 (5)	1, 2, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 15	15	2040	37253,36
3 (6)	1, 2, 5, 6, 7, 8, 12, 14, 15	12,5	2190	37368,43
3 (7)	1, 2, 5, 6, 7, 9, 12, 13, 15	13	2290	37476,09
3 (8)	1, 2, 5, 6, 7, 9, 12, 14, 15	10,5	2440	37590,83

3 (9)	1, 2, 5, 6, 7, 10, 12, 13, 15	14	2190	37389,90
3 (10)	1, 2, 5, 6, 7, 10, 12, 14, 15	11,5	2340	37504,79
4 (11)	1, 2, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 15	18,5	1779	37040,46
4 (12)	1, 2, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 14, 15	16	1929	37155,94

табл. 3.3 – Результати розрахунку параметрів для різних схем доставки

Аналіз результатів розрахунку показують, що при транспортуванні 20-футового контейнера найкращим маршрутом доставки буде:

- по параметру «час»: автомобільним транспортом, митні операції в Дніпрі через митного брокера;
- за параметрами «ціна» і «приведена вартість»: залізничним транспортом, митні операції в Дніпрі власними силами.

Таким чином, в разі якщо всі критерії мають однакове значення, скористаємося критеріями прийняття рішень в умовах невизначеності.

Для отримання порівнянних результатів наведемо параметри в відносний вид, поділивши елементи кожного стовпця на його мінімальне значення.

Для розглянутих параметрів визначимо значення шуканих критеріїв.

Критерій Лапласа. Всі стани природи S_i ($i = 1, n$) вважаються рівно імовірними. Імовірність q_i визначається за формулою (2.7) і буде дорівнювати

$$q_i = \frac{1}{3}$$

№ маршрута	Схема доставки	Відносні значення параметрів		
		T	C	C*

1 (1)	1, 2, 3, 12, 13, 15	1,3125	1,9100	1,0255
1 (2)	1, 2, 3, 12, 14, 15	1,0000	2,0478	1,0287
2 (3)	1, 2, 4, 12, 13, 15	1,9375	1,0000	1,0000
2 (4)	1, 2, 4, 12, 14, 15	1,6250	1,1377	1,0032
3 (5)	1, 2, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 15	1,8750	1,8733	1,0262
3 (6)	1, 2, 5, 6, 7, 8, 12, 14, 15	1,5625	2,0110	1,0293
3 (7)	1, 2, 5, 6, 7, 9, 12, 13, 15	1,6250	2,1028	1,0323
3 (8)	1, 2, 5, 6, 7, 9, 12, 14, 15	1,3125	2,2406	1,0355
3 (9)	1, 2, 5, 6, 7, 10, 12, 13, 15	1,7500	2,0110	1,0299
3 (10)	1, 2, 5, 6, 7, 10, 12, 14, 15	1,4375	2,1488	1,0331
4 (11)	1, 2, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 15	2,3125	1,6336	1,0203
4 (12)	1, 2, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 14, 15	2,0000	1,7713	1,0235

табл. 3.4 – Відносні значення параметрів

Для першого маршруту доставки знайдемо за формулою (2.8) середнє арифметичне значення втрат M_1 . Аналогічним чином визначаємо M для всіх інших маршрутів. Мінімальне значення M буде відповідати шуканому варіанту доставки.

Для критерію Вальда на першому етапі слід визначити найбільший елемент в кожному рядку.

Критерій Севіджа заснований на використанні матриці ризиків, елементи якої визначаються за формулою (2.11), а потім з них вибирається найбільший.

Для визначення шуканого варіанту доставки за критерієм Гурвіца слід знайти суму добутків найменшого і найбільшого значень на коефіцієнт довіри $\alpha=0,5$.

№ маршрута	Лапласа	Вальда	Седвіжа	Гурвіца
1 (1)	1,4160	1,9100	0,9100	1,4678
1 (2)	1,3588	2,0478	1,0478	1,5239
2 (3)	1,3125	1,9375	0,9375	1,4688
2 (4)	1,2553	1,6250	0,6250	1,3141
3 (5)	1,5915	1,8750	0,8750	1,4506
3 (6)	1,5343	2,0110	1,0110	1,5202
3 (7)	1,5867	2,1028	1,1028	1,5676
3 (8)	1,5295	2,2406	1,2406	1,6380
3 (9)	1,5970	2,0110	1,0110	1,5205
3 (10)	1,5398	2,1488	1,1488	1,5909
4 (11)	1,6555	2,3125	1,3125	1,6664
4 (12)	1,5983	2,0000	1,0000	1,5117
Найменше	1,2553	1,6250	0,6250	1,3141

табл. 3.5 – Вибір схеми доставки за критеріями прийняття рішень

Згідно отриманого результату, слід обрати четвертий варіант доставки за другим маршрутом, тобто використовувати пряму залізничну доставку із залученням митного брокера для проведення митного очищення вантажу в Дніпрі.

3.2. Доставка через розподільчий центр

Розглянемо приклад доставки вантажу в змішаному сполученні. Є 4 дилера (D), що реалізують обладнання першого і другого типу, розташовані в містах Харків, Львів, Луцьк та Миколаїв. Кожен робочий день в середньому дилер реалізує 10 повних комплектів, тобто обладнання першого та другого типу. Кількість робочих днів за умовами завдання - 250. Таким чином, кожен дилер реалізує в рік 2500 комплектів, всі дилери - 10 тис. комплектів. Вартісні і вагові параметри обладнання, а також країни, з яких здійснюється поставка, наведені нижче:

Країна постачальник	Вид продукції	Вага, кг	Вартість одиниці, у.о.	Витрати на зберігання, у.о.
Болгарія (Добрич)	Обладнання 1 типу	40	350	51,5
Німеччина (Гамбург)	Обладнання 2 типу	80	700	105

табл. 3.6 – Вихідні дані

Розглядається як основний варіант організації перевезень - транзитна форма, коли здійснюються прямі поставки в повністю завантажених автопоїздах зі складу за кордоном кожному дилеру.

У першому випадку здійснюється міжнародне автомобільне перевезення середній тариф при якій становить 1 у.о. за 1 км. Доставка з Гамбурга здійснюється з використанням морського транспорту до порту в Одесі, а потім безпосередньо кожному дилеру. Вартість перевезення

одного контейнера по морю становить 700 у.о. Вибір способу доставки від постачальника до розподільного центру може бути проведений з використанням мережевих методів.

Розглянемо послідовність розрахунку загальних витрат для деяких варіантів організації перевезень з метою пошуку найбільш раціонального.

Припустимо, що при транзитній схемі поставок можливі два варіанти:

- перший варіант розрахунку передбачає прямі поставки з кожного складу за кордоном безпосередньо кожному дилеру в Україні в повністю завантажених автопоїздах;
- другий варіант - прямі поставки, але при цьому величина завантаження буде розрахована з використанням формули Вілсона.

Для транзитної схеми доставки слід визначити відстань перевезень автомобільним транспортом від Добрича і Дніпра до споживача.

Пункт відправлення	Пункт призначення			
	Харків	Львів	Луцьк	Миколаїв
Добрич	1233	961	1025	767
Дніпро	217	1020	880	321

табл. 3.7 – Відстань перевезень при транзитній формі

Перший варіант. Визначимо кількість рейсів з урахуванням вантажопідйомності автопоїзда, які необхідно виконати зі складів за кордоном. Кількість рейсів визначається за формулою

$$n_i = \frac{dTg_i}{G} \quad (3.1)$$

де n_i - кількість рейсів під час перевезення i -го виду продукції, $i = 1, 2$;
 d - середня кількість i -го виду продукції, що реалізовується кожним

дилерської-ром протягом робочого дня, $d=10$ од .; T - кількість робочих днів в аналізованому періоді ($T = 250$ дв.); g_i - вага i -го виду продукції, кг; G - вантажопідйомність автопоїзда, $G = 20$ тис. кг.

Наприклад, при перевезеннях з Болгарії кількість рейсів до одного дилера складає ($i=1$):

$$n_i = \frac{10 * 250 * 40}{20000} = 5 \text{ рейсів на рік}$$

Відповідно загальна кількість рейсів до одного дилера розраховується за формулою:

$$M = \sum_{i=1}^k n_i = \frac{dT}{G} \sum_{i=1}^k g_i \quad (3.2)$$

а загальне число рейсів в рік:

$$N = D * M = \frac{dT D}{G} \sum_{i=1}^k g_i \quad (3.3)$$

де D - кількість дилерів, $D = 4$.

Підставляючи вихідні дані в формули, знаходимо:

$$M = 5 + 10 = 15$$

$$N = 4 * 15 = 60$$

Знаючи тариф $t = 1$ у.о./км і відстані перевезення від кожного постачальника до кожного дилера, розрахуємо транспортні витрати при доставкою всіх видів продукції одному дилеру протягом року:

$$C_T = t * M * \sum L_j$$

При підстановці вихідних даних в формулу також враховуємо вартість морської доставки до портів Одесі, знаходимо транспортні витрати для Харкова:

$$C_T = 1 * 15 * (1233 + 217) + 700 = 22\ 450 \text{ у. о.}$$

для всіх дилерів:

$$C_T = 22\ 450 + 30\ 415 + 29\ 275 + 17\ 020 = 99\ 160 \text{ у. о.}$$

Визначимо другу складову витрат, пов'язану зі зберіганням продукції на складі дилера. Одна з найбільш поширених формул записується у вигляді:

де m - величина партії поставки, одиниць; G - вартість одиниці i -го виду продукції; Δ - коефіцієнт, що відображає витрати на збереження одиниці продукції протягом розрахункового періоду (наприклад, року) - банківській відсоток. Для визначення величини партії поставки i -го виду продукції скористаємося формулою

$$m_i = \frac{G}{g_i} \quad (3.5)$$

При підстановці формулу (3.4) отримаємо

Тоді загальні витрати на зберігання протягом року всіх видів продукції у одного дилера складають

відповідно у всіх дилерів

При підстановці даних отримаємо витрати на зберігання у одного дилера в рік:

$$C_X = \frac{20\,000 * 0,15}{2} \left(\frac{350}{40} + \frac{700}{80} \right) = 26\,250 \text{ у. о.}$$

І у всіх дилерів

$$C_{Xsum} = 105\,000 \text{ у. о.}$$

Сумарні витрати на транспортування і зберігання протягом року для всіх дилерів складуть

$$C = 99\,160 + 105\,000 = 204\,160 \text{ у. о.}$$

Другий варіант передбачає прямі поставки від постачальників до дилерів при визначенні величини поставки по формулі Вілсона:

оптимальна величина поставки i -го виду продукції, од.; A_i - планований обсяг поставки i -го виду продукції, $A=2500$ од.; C_o - витрати на виконання одного замовлення, у.о.; - ціна одиниці i -й продукції, що зберігається на складі; Δ - частка від ціни, яка припадає на витрати по зберіганню.

Після розрахунку необхідно перевірити виконання умови, пов'язані з вантажопідйомністю рухомого складу:

У випадку недотримання співвідношення величина відправки повинна бути обмежена максимальною вантажопідйомністю обраного для перевезень рухомого складу.

Оптимальні витрати розраховуються за формулою

Транспортні та складські витрати складають

Можна розрахувати кількість рейсів в рік:

i періодичність (інтервал) поставки дилерам i -ї продукції

$$I_i = \frac{T}{N_i} \quad (3.14)$$

Для прикладу розрахуємо оптимальну величину поставки обладнання першого типу з Добрича дилера в Харків.

$$q_{\text{опт1}} = \sqrt{\frac{2 * 2500 * 1233}{350 * 0,15}} \approx 343 \text{ од}$$

Відповідно оптимальні витрати для першого дилера:

$$C_{\text{опт1}} = \sqrt{2 * 2500 * 1233 * 350 * 0,15} = 17\,991 \text{ у. о.}$$

транспортні та складські витрати

$$C_{T1} = C_{X1} = 8\,996 \text{ у. о.}$$

Кількість рейсів

$$N_1 = \frac{2500}{343} = 7$$

i періодичність поставки

$$I_1 = \frac{250}{7} \approx 34 \text{ дн.}$$

Результати розрахунків для другого варіанту наведені в таблиці нижче:

Місто/країна	Показник	Пункт призначення				Сумма
		Харків	Львів	Луцьк	Миколаїв	
Добрич	С 0	1233	961	1025	767	-
	q опт	343	303	312	270	-
	N	7	8	8	9	33
	I	34	30	31	27	-
	С опт 1	17991	15883	16403	14189	64466
Гамбург	С 0 *	2110	1210	1245	2083	-
	q опт	317	240	243	315	-
	N	8	10	10	8	37
	I	32	24	24	31	-
	С опт 2	33283	25204	25566	33069	117122

табл. 3.8 – Витрати на виконання замовлення та оптимальний розмір поставки

Загальні логістичні витрати:

Відповідно

$$C_T = C_X = 0,5 * 181\,558 = 90\,794 \text{ у. о.}$$

Варіант доставк и	Кількість рейсі в	Загальні витрат и	Доставк а	Зберіганн я
1	60	204160	99160	105000
2	70	181588	90794	90794

табл. 3.9 – Порівняльний аналіз логістичних витрат

3.3. Загальний алгоритм планування вантажних автомобільних перевезень

У період централізованого регулювання економіки планування перевезень між виробниками і споживачами продукції успішно здійснювалося в рамках завдань транспортної маршрутизації.

У цей період основною ідеєю транспортної задачі було раціональне з точки зору витрат на перевезення, закріплення споживачів за постачальниками. Застосовувалася вона для планування масових перевезень сільськогосподарських вантажів, продукції машинобудування і будматеріалів.

Метою маршрутизації перевезень була мінімізація загального пробігу автомобіля протягом зміни за допомогою, по-перше, «налагодження» рейсів при плануванні перевезень масових вантажів; по-друге, організації руху при розвізних, збірних або збірно-розвізних маршрутах. Завдання «налагодження» рейсів виникало в разі, коли автомобіль протягом зміни повинен перевезти вантаж від одного або кількох відправників кільком одержувачам за маятниковим маршрутом. При доставці продуктів (товарів) зі складу в магазини, збору тари, тощо, вирішувалося завдання комівояжера (другий тип завдань маршрутизації).

В економіці країни відбулися зміни, що виразилися в падінні виробництва і розукрупнення підприємств, що призвело до порушення зв'язків між постачальниками і споживачами. На транспорті намітилася тенденція зменшення обсягу перевезень. Приватизація, роздержавлення і акціонування в сфері автотранспорту привели до того, що основна маса автотранспортних підприємств налічує в даний час не більше 10 од. рухомого складу. Проведені дослідження говорять про те, що при внутрішньо міських

перевезеннях автомобіль в 75-80% випадків виконує один рейс на день, тобто знижується трудомісткість диспетчеризації. Паралельно відбувалася реструктуризація парку машин на користь малотоннажних та великовантажних машин.

Слід зазначити, що зміни, що відбулися в характері попиту на транспортні послуги призвели до того, що на сьогоднішній день в структурі вантажообігу 80% складають дрібно партійні вантажі, що перевозяться або по маятникових, або по розвізним (збірним, збірно-розвізним) маршрутами. При такій схемі організації перевезень не відпадає необхідність вирішення транспортної задачі.

Схема роботи автомобіля на маршруті	Кількість рейсів, %
Одне місце навантаження, одне розвантаження	31,0
Одне місце навантаження, декілька розвантаження	43,5
Декілька місць навантаження, одне розвантаження	8,5
Декілька місць навантаження і розвантаження	17,0

табл.3.10 – Статистичні дані про маршрути руху автомобілів

Подальші дослідження та опитування перевізників показали: на сьогоднішній час класична транспортна задача вирішується для крупних фірм, що мають мережу складів або філій, а також для середніх і дрібних підприємств, для зменшення транспортних витрат при масових перевезеннях сировини або готової продукції. Рішення завдання маршрутизації як і раніше особливо актуально при внутрішньо міських перевезеннях.

Очевидно, у міру розвитку ринкової економіки в країні підвищення ефективності транспортного процесу вимагає нових підходів до організації перевезень.

При вирішенні завдань з оперативного планування вантажних автомобільних перевезень основними економіко-математичними моделями є моделі транспортної задачі і завдань маршрутизації. Розвиток систем доставки вантажів показує, що подальша інтенсифікація процесу перевезення можлива тільки за рахунок впровадження принципу фіксованого часу доставки вантажів споживачам.

З точки зору організації перевізного процесу можливі три основні схеми, з якими стикаються автотранспортні підприємства:


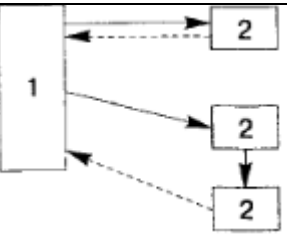
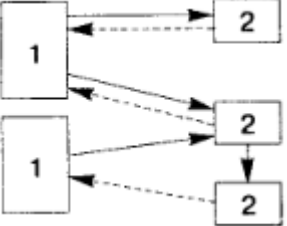
Умовна назва	Маршрут	Схема
1. Один до одного	Маятниковий	
2. Один до багатьох	Маятниковий, збірний, розвізний, збірно-розвізний	
3. Багато до багатьох	Кільцевий, збірний, розвізний, збірно-розвізний	

табл. 3.11–Схеми організації перевізного процесу

Планування діяльності автотранспортного підприємства у випадку організації перевезення за схемою 2 вимагає рішення задачі маршрутизації, яка включає в себе:

- завдання «налагодження» рейсів, якщо між вантажовідправниками і отримувачами перевезення здійснюється тільки за маятниковими маршрутами [8];
- завдання комівояжера, якщо між вантажовідправниками і отримувачами перевезення здійснюється тільки за розвізними, збірно-розвізними маршрутами;
- два перерахованих вище типів завдань, якщо при організації перевізного процесу використовуються як маятникові, так і розвізні, збірно-розвізні маршрути[9].

При організації руху за схемою «багато до багатьох» потрібно на першому етапі вирішити транспортну задачу, потім завдання маршрутизації.

З огляду на можливі варіанти схеми організації руху автомобіля на маршруті і тимчасові обмеження, що накладаються на перевезення, планування на автотранспортному підприємстві можна представити у вигляді алгоритму [10]:

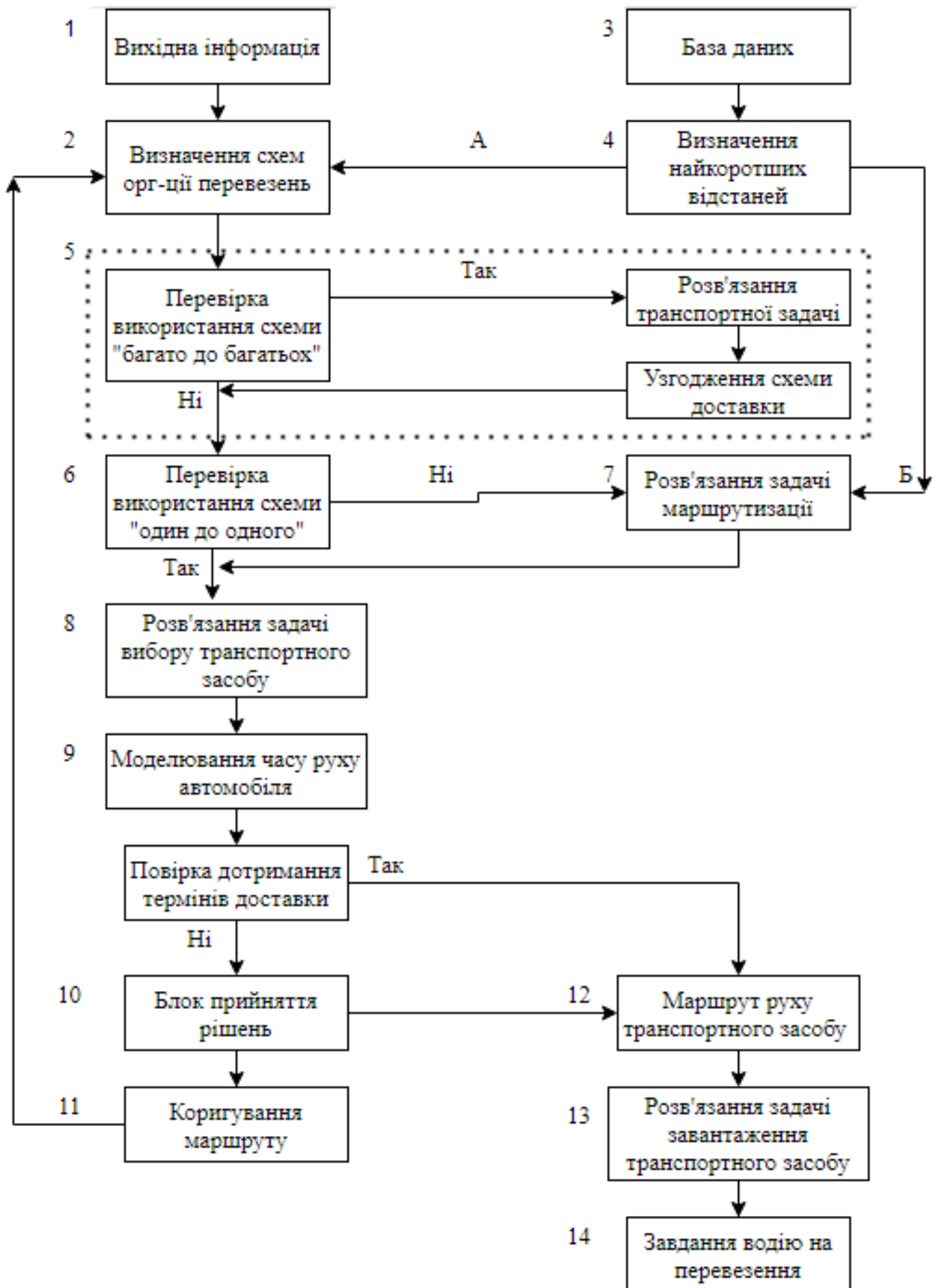


рис. 3.2 – Загальний алгоритм планування вантажних перевезень

ВИСНОВКИ

Поставлену задачу з транспортування кисневих концентраторів із-за кордону (Болгарія та Німеччина), та доставці до одержувачів на території України вирішено наступним чином:

- на основі побудови мережевого графіку, керуючись отриманими значеннями критеріїв прийняття рішень, слід використовувати пряму залізничну доставку із залученням митного брокера для проведення митного очищення вантажу в Дніпрі.
- на прикладі доставки вантажу у змішаному сполученні, слід обрати другий варіант доставки, що передбачає прямі поставки від постачальників до дилерів, а також вигідніший на 22 572 у.о. при тому, що включає на 10 рейсів більше.

Отже, на основі проведеного дослідження, можна зробити висновки, що використані методи та моделі розв'язання задач з оптимізації перевезень вантажів є ефективними та доцільними для використання для торговельних підприємств.

Використання наведених способів розрахунку має на меті визначення та вибір найбільш оптимального маршруту за декількома параметрами, такими як час, вартість доставки та зберігання вантажу, що в перспективі мінімізує транспортні витрати підприємства.

Також важливим фактором на етапі розв'язання задачі є врахування альтернативних варіантів розвитку подій, приведення параметрів до відносних значень і застосування додаткових критеріїв прийняття рішень, а саме: Лапласа, Вальда, Седвіжа та Гурвіца.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Ремес Є., Ремес К.
Integrating the logistic function within enterprise's functions.
Studia Universitatis Vasile Goldiș, Arad - Seria Științe Economice. 2013. No. 4.
P. 41—47.
2. Черчата А., Шиманська Е. Я.
Theoretical and practical aspects of the logistics application in Ukraine.
Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Ekonomia i Organizacja Logistyki. 2018. No. 2. P. 5—11.
3. How to Develop Logistics Software for Successful Transportation Management. *amconsoft.com*. URL: <https://amconsoft.com/how-to-develop-logistics-software-for-successful-transportation-management/> (date of access: 28.11.2020).
4. How transportation management system can benefit a supply chain. *innovecs.com*. URL: <https://innovecs.com/blog/transportation-management-system/> (date of access: 26.11.2020).
5. Усков Н., Вензик Н. Управління зовнішньоторговельними перевезеннями: навчальний посібник. М.: ГУУ, 2000.
6. Економіка та організація зовнішньоторговельних перевезень / ред. К. Холопов. М.: Юрист, 2000.
7. Транспортна логістика: навчальний посібник / ред. М. Миротина. М.: Екзамен, 2002.
8. Біленький А., Левнер Е. Застосування моделей та методів теорії розкладів в задачах оптимального планування на вантажному транспорті. Автоматика та телемеханіка, 1989.
9. Уваров С. Логістика: загальна концепція, теорія та практика. СПб : Інвест-НП, 1996.
10. Лукинський В.С. Моделі та методи теорії логістики: навчальний посібник. СПб : Пітер Пресс, 2008.
11. Смірнов І.Г., Косарева Т.В, Транспортна логістика. Навчальний посібник . Київ: Центр навчальної літератури, 2019.
12. Бедрій Я.І., Тарнавський Є.М. Основи логістики. Херсон: Олді-Плюс, 2018.
13. Кислий В.М., Біловодська О.А. Логістика. Теорія та практика. Київ: Центр навчальної літератури, 2019.
14. Дж.ПолДітман , Джон Т.Менцер , Рубен Е.Слоун Нові ідеї в управлінні ланцюгами поставок: 5 кроків, які ведуть до реального результату. М.: АльпінаПаблішер, 2015.
15. Кальченко А. Г. Логістика : Підручник. Київ : КНЕУ, 2003.
16. Кігель В. Р. Оптимізація логістичних рішень : навчальний посібник для студентів спеціальності "Логістика" вищих навчальних закладів України. Київ : Університет економіки та права "КРОК", 2007.

17. Практикум з логістики: навчальний посібник / ред. Б. Анікін. М. : Інфра-М, 1999.
18. ХедліДж., Уайтин Т. Аналіз систем управління запасами. М. : Наука, 1969.
19. Проценко О. Оперативне регулювання поставок продукції виробничо-технічного призначення. М., 1985.
20. Анікін Б., Тяпухін А. Комерційна логістика. М. : Велбі Проспект, 2005.
21. Вплив людського капіталу та інноваційно-інвестиційних показників на еколого-економічну ефективність національних економік [Текст] / О.В. Кубатко, В.О. Ковач, П.А. Денисенко, В.М. Ігнатченко// *Механізм регулювання економіки*. - 2018. - № 3. - С. 19-29. - doi.org/10.21272/mer.2018.80.06.
22. Економіка енергетики : підручник / за ред. Л. Г. Мельника, І. М. Сотник. – Суми: Університетська книга, 2015. – 378 с. (<https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/45315>)
23. Економіка підприємства : підручник / за заг. ред. д.е.н., проф. Л. Г. Мельника. - Суми : Університетська книга, 2012. - 864 с
24. Ковальов Б. Л. Науково-теоретичні підходи до аналізу дефініційної основи сталого способу життя. *Механізм регулювання економіки*. 2010. № 2. С. 151–159.
25. Ковальов Б. Л. Стратегія сталого розвитку: історична ретроспектива. *Механізм регулювання економіки*. 2009. Т. 1, № 4. С. 192–197. URL: <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/3513>
26. Кубатко О. В. Екологічні інновації як джерело флуктуацій енергоефективного розвитку національної економіки / О. В. Кубатко // *Маркетинг і менеджмент інновацій*. - 2016. - № 4. - С. 365-376. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mimi_2016_4_32
27. Макаренко, І. О., Бондар, А. В., Гончаренко, О. С., Єльнікова, Ю. В., Євдокимова, А. В., Жиглей, І. В., ... Кучер, С. В. (2020). *Корпоративна соціально-екологічна відповідальність та партнерство стейкхолдерів задля сталого розвитку*.
28. Маценко О. М., Маценко О. І., Кальченко С. О. Соціо-еколого-економічні індикатори сталого водокористування. *Механізм регулювання економіки*. 2016. № 3. С. 19–30. URL: <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/49530>
29. Маценко О. М., Овчаренко Д. М. Економічні засади підвищення контролю якості енергоресурсів промислових підприємств. *Механізм регулювання економіки*. 2013. №3. С. 71–79. URL : <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/37630>
30. Маценко О. М., Німко С. І., Овчаренко Д. М. Методичні засади оцінки еколого-економічної ефективності функціонування малих гідроелектростанцій. *Вісник Сумського державного університету. Серія*

- Економіка*. 2013. № 4. С. 26-34.
URL : <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/35024>
31. Маценко О. М., Шапочка Ю. М. Економіко-правові аспекти відшкодування економічного збитку. *Механізм регулювання економіки*. 2011. № 1. С. 242–248. URL: <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/24558>
32. Мельник О. І., Маценко О. М., Пронікова Ж. С. Наукові підходи до удосконалення мотивації екологічно спрямованої діяльності. *Механізм регулювання економіки*. 2012. №3. С. 58–65. URL: <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/34234>
33. Мельник Л.Г., Потравный И.М., Сотник И.Н. Анализ методических подходов к формированию показателей эффективности ресурсопользования. *Экологическое право*. 2009. № 4. С. 18–25.
34. Мельник Л. Г., Авдасев В. Н., Ковалев Б. Л. Информационный вектор социально-экономического развития: ретроспективный анализ. *Социально-экономические проблемы информационного общества: монография* / под ред. д-ра экон. наук, проф. Л. Г. Мельника, канд. экон. наук М. В. Брюханова. Сумы : ИТД «Университетская книга», 2010. Вып. 2. С. 776–791.
35. Мотиваційні механізми дематеріалізаційних та енерго-ефективних змін національної економіки : монографія / за заг. ред. доктора экон. наук, проф. І. М. Сотник. – Суми : Університетська книга, 2016. – 368 <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/80197>
36. Підприємництво, торгівля та біржова діяльність : підручник / за заг. ред. д.е.н., проф. І. М. Сотник, д.е.н., проф. Л. М. Таранюка. – Суми : ВТД «Університетська книга», 2018. – 572 с. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/80114>
37. Проривні технології в економіці і бізнесі (досвід ЄС та практика України у світлі III, IV і V промислових революцій) [Електронний ресурс] : навч. посіб. / Л. Г. Мельник, Б. Л. Ковальов, Ю. М. Завдов'єва та ін.; за ред. Л. Г. Мельника та Б. Л. Ковальова. – Суми : СумДУ, 2020. – 180с. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/79621>
38. Розвиток виробничого потенціалу машинобудівних підприємств в умовах нестабільного ринкового середовища [Текст] / О.В. Кубатко, В.Л. Акуленко, А.А. Іскаков ; За наук. ред. Л.Г. Мельника // *Механізм регулювання економіки*. - 2015. - № 3. - С. 15-22.
39. Сабадаш В. В. Енергетична безпека України: конфліктність геополітичного вибору. *Механізм регулювання економіки*. 2011. № 2. С. 52–59. <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/24474>
40. Сабадаш В. В., Давиденко І. В., Бабій Т. В. Конкуренція за ресурси й економічні конфлікти у глобальному бізнес-середовищі: рушійні сили, безпека, інституційно-ресурсний концепт врегулювання. *Механізм регулювання економіки*. 2017. № 4. С. 128–147.

41. Сабадаш В. В. Дослідження впливу енергоресурсних чинників на економічну безпеку. *Механізм регулювання економіки*. 2009. №2. С. 11–18. <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/3360>
42. Сабадаш В. В. Тенденції сучасної ресурсної політики у забезпеченні еколого-економічної безпеки. *Механізм регулювання економіки*. 2007. №2. С. 50–59. <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/3130>
43. Сотник И.Н., Могиленец Т.В. Анализ подходов к экономической оценке экосистемных услуг. *Механізм регулювання економіки*. 2011. Вип. 2. С. 152–158.
44. Сотник І.М. Формування самовідтворювального еколого-економічного механізму управління ресурсозбереженням. *Вісник СумДУ. Серія Економіка*. 2011. № 1. С. 5–13.
45. Сотник І.М. Тенденції та проблеми управління дематеріалізацією виробництва і споживання. *Актуальні проблеми економіки*. 2012. № 8. С. 62–67.
46. Сотник І.М., Мазін Ю.О. Управління розвитком ринку ресурсозбереження в Україні: проблеми і перспективи. *Сталий розвиток економіки*. 2011. № 1. С. 3–8.
47. Сотник І.М. Про макроекономічні наслідки ресурсозбереження. *Економіка України*. 2009. № 10. С. 27–35.
48. Сотник, І. М., Сотник, М. І., Мазін, Ю. О., Чорток, Ю. В., Коблянська, І. І., Горобченко, Д. В., ... Вороненко, В. І. (2017). *Еколого-економічні механізми реалізації потенціалу енерго-та ресурсозбереження національної економіки*. Сумський державний університет
49. Тарановський В. І., Ковальов Б. Л., Портянка А.Г. Науково-методичні підходи до визначення дефініції «екотуризм». *Механізм регулювання економіки*. 2014. № 2. С. 30–37. URL: <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/38650>
50. Чорток, Ю. В., Чорток, Ю. В., Гончаренко, О. С., Гончаренко, А. С., Мельник, Л. Г., & Мельник, Л. Г. (2013). *Забезпечення сталого розвитку регіону на основі дематеріалізації діяльності регіональних логістичних центрів*.
51. Шевцова С.В., Ковальов Б.Л. Науково-методичні підходи до формування сталого способу життя. *Механізм регулювання економіки*. 2011. № 1. С. 230–234.
52. Шкарупа, О.В. Бізнес-планування "зеленого" зростання економіки регіону як чинник екологічної модернізації соціально-економічних систем / О.В. Шкарупа // *Механізм регулювання економіки*. - 2016. - № 3. - С. 9-18. 39.
53. Шкарупа, О.В. Мотиваційні механізми екологічної модернізації соціально-економічних систем / О.В. Шкарупа // *Маркетинг інновацій і інновації у маркетингу: збірник тез доповідей X Міжнародної науково-практичної конференції, 29 вересня - 1 жовтня 2016 р.* / Відп. за вип. Ю.М. Гладенко. – Суми: Ткачов О.О., 2016. – С. 242-243.

54. Шкарупа, О.В. Організаційно-економічний механізм реінжинірингу бізнес-процесів промислових підприємств : звіт про НДР (заключний) / Кер. Л.М. Таранюк. - Суми : СумДУ, 2016. - 82 с.

55. Шкарупа, О.В. Методологічні засади державного регулювання екологічної модернізації національної економіки [Текст]: дисертація ... д-ра екон. наук, спец.: 08.00.03 - економіка та управління національним господарством / О.В. Шкарупа; наук. консультант Л.Г. Мельник. - Суми: СумДУ, 2018. - 485 с.

56. Экономика и бизнес: учебник / под ред. д.э.н., проф. Л. Г. Мельника, д.э.н., доц. А. И. Каринцевой. – Сумы : Университетская книга, 2018. – 608 с.

<https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/80201>

57. Экономика развития: учебное пособие / под ред. д.-ра экон. наук, проф. Л. Г. Мельника, канд. экон. наук А. Вик. Кубатко. Сумы : «Университетская книга», 2017. 352 с. https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/80184/1/%d0%adkonomyka_razvytyia.pdf