

Транспортна логістика

1. Суть і завдання транспортної логістики

Транспорт - це сфера матеріального виробництва, яка здійснює перевезення людей та вантажів.

В структурі суспільного виробництва транспорт відноситься до сфери виробництва матеріальних послуг. За призначенням виділяють дві основні групи транспорту: транспорт загального та транспорт незагального користування (рис. 8.1).

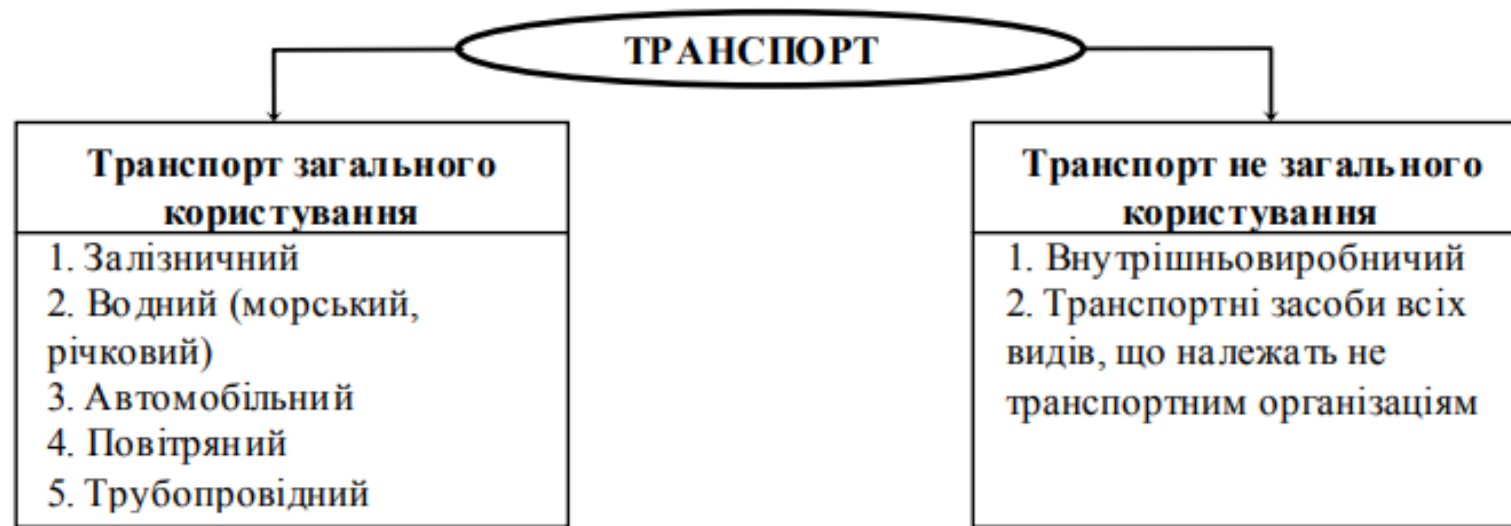


Рис. 8.1. Основні групи транспорту класифіковані за їх призначенням

- ▶ **Транспорт загального користування** - це галузь національної економіки котра задовольняє потреби всіх галузей та населення в перевезенні вантажів і людей. Транспорт загального користування обслуговує сферу обігу та населення. Поняття транспорту загального користування охоплює: залізничний, водний (морський та річний), автомобільний, повітряний, трубопровідний транспорт.
- ▶ **Транспорт незагального користування** охоплює виробничий транспорт, а також транспортні засоби всіх видів, що належать нетранспортним організаціям.

- ▶ Організація переміщень вантажів транспортом незагального користування є предметом вивчення виробничої логістики.
- ▶ Вирішення комплексу завдань, пов'язаних із організацією переміщень вантажів транспортом загального користування **є предметом транспортної логістики.**

- ▶ Транспортна логістика інтегрує планування, управління та фізичне транспортування матеріалів, покупних частин, виробів, виробничих відходів у супроводі необхідного для цього інформаційного потоку для мінімізації транспортних витрат і витрат часу.
- ▶ Головна мета транспортної логістики зводиться до надання необхідних транспортних послуг у галузях постачання, збуту та переробки відходів з мінімальними витратами, з орієнтацією на стабільне зменшення потреб у транспорті.

При цьому, основні завдання транспортної логістики можна визначити наступним чином:

- ▶ вибір виду транспортних засобів;
- ▶ вибір типу транспортних засобів;
- ▶ спільне планування транспортного процесу зі складським та виробничим;
- ▶ спільне планування транспортних процесів на різних видах транспорту;
- ▶ забезпечення технологічної єдності транспортно-складського процесу;
- ▶ визначення раціональних маршрутів доставки.

2. Вибір виду транспортних засобів

- ▶ Завдання вибору виду транспорту вирішується у взаємозв'язку з іншими завданнями логістики, такими, як створення і підтримка оптимального рівня запасів, вибір виду тари та упаковки та ін. Основою вибору виду транспорту, оптимального для конкретного перевезення, має слугувати інформація про характерні особливості різних видів транспорту.
- ▶ Кожний з видів транспорту має конкретні особливості з точки зору логістичного менеджменту, переваги й недоліки, які визначають можливості його використання в логістичній системі (табл).

Порівняльна характеристика різних видів транспорту

Вид транспортного засобу	Переваги	Недоліки	Сфера застосування
Залізничний	Висока провізна і пропускна здатність. Незалежність від кліматичних умов, пори року і доби. Висока регулярність перевезень. Відносно низькі тарифи. Висока швидкість доставки на великі відстані.	Обмежена кількість перевізників. Великі капітальні вкладення у виробничо-технічну базу. Низька доступність до кінцевих споживачів. Низька якість збереження вантажів.	Практично не обмежена
Морський	Можливість міжконтинентальних перевезень. Низька собівартість перевезень на далекі відстані. Висока провізна і пропускна здатність. Низька капіталомісткість перевезень.	Обмеженість перевезень, низька швидкість доставки. Залежність від географічних, природних, навігаційних умов. Жорсткі вимоги до пакування, мала частота відправлень.	Практично не обмежена
Внутрішній водний (річковий)	Висока провізна здатність на глибоководних ріках і водоймах. Низька собівартість і капіталомісткість перевезень.	Обмеженість перевезень, низька швидкість доставки. Залежність від нерівномірності глибини рік, водойм, від навігаційних умов. Сезонність роботи.	Практично не обмежена

Порівняльна характеристика різних видів транспорту

Автомобільний	Висока доступність. Можливість доставки вантажу "від дверей до дверей". Велика маневреність і гнучкість, висока швидкість доставки. Можливість використання різних маршрутів доставки товару. Висока якість збереження вантажу. можливість відправлення невеликих партій. Широкий вибір найбільш придатного перевізника. Менш жорсткі вимоги до пакування товару.	Низька продуктивність. Залежність від погодних та дорожніх умов. Відносно висока собівартість перевезень на великі відстані. Низький рівень експлуатаційних показників.	На короткі відстані (до 300км)
Повітряний	Найвища швидкість доставки. Висока надійність, найкраще збереження вантажу, короткі маршрути перевезень.	Висока собівартість, матеріало-, енергоємність перевезень. Залежність від погодних умов, недостатня географічна доступність.	Практично не обмежена
Трубопровідний	Низька собівартість, висока продуктивність. Висока ступінь збереження вантажу, низька капіталомісткість.	Обмеженість видів вантажу, обмежена доступність малих обсягів транспортування вантажу.	Обмежена видом вантажів

Виділяють шість основних факторів, які впливають на вибір виду транспорту:

- ▶ час доставки;
- ▶ частота відправлень вантажу;
- ▶ надійність дотримання графіка доставки;
- ▶ здатність перевозити різні вантажі;
- ▶ здатність доставити вантаж у будь-яку точку території;
- ▶ вартість перевезення.

У табл. надано оцінку факторів, які впливають на вибір видів транспортного засобу. Одиниці відповідає найкраще значення

Вид транспорту	Фактори, які впливають на вибір виду транспорту					
	Час доставки	Частота відправлень	Надійність дотримання графіка доставки вантажу	Здатність перевозити різні вантажі	Здатність доставити вантаж у будь-яку точку території	Вартість перевезень
Залізничний	3	4	3	2	2	3
Водний	4	5	4	1	4	1
Автомобільний	2	2	2	3	1	4
Трубопровідний	5	1	1	5	5	2
Повітряний	1	3	5	4	3	5

Вибираючи засіб доставки конкретного товару, відправники враховують до шести факторів одночасно. Так, якщо відправника цікавить швидкість, його основний вибір зосереджується на повітряному або автомобільному транспорті. Якщо його мета - мінімізувати витрати, вибір обмежується водним і трубопровідним транспортом. Найбільше переваг пов'язано з використанням автомобільного транспорту, чим і пояснюється зростання його частки в обсязі перевезень. Однак остаточний висновок про варіант доставки вантажів ґрунтується на технікоекономічних розрахунках.

3. Транспортні тарифи та матеріально-технічна база різних видів транспорту

Одним із суттєвих факторів, які впливають на вибір перевізника, є вартість перевезення. Вартість транспортних послуг або вартість перевезення визначається сумою необхідних витрат транспортних підприємств або фірм на перевезення вантажів.

Споживачі, купуючи транспортні послуги, відшкодовують ці витрати у формі тарифів і фрахтових ставок, що є одночасно грошовим вираженням вартості транспортної продукції (послуг). Система транспортних тарифів залежить від виду транспорту й способу перевезення.

- ▶ **Транспортні тарифи** - це форма ціни на послуги транспорту.
- ▶ Вони повинні забезпечити транспортному підприємству відшкодування експлуатаційних витрат та можливість отримання прибутку; покупцю транспортних послуг - можливість покриття транспортних витрат. Вмілим регулюванням рівня тарифних ставок різних зборів можна стимулювати також попит на додаткові послуги.

Тарифи охоплюють:

- ▶ 1) Плату, за перевезення вантажів.
- ▶ 2) Збори за додаткові операції, пов'язані з перевезенням вантажів.
- ▶ 3) Правила обчислення оплат і зборів.

Існує декілька видів транспортних тарифів:

- ▶ **загальні тарифи** визначаються для стандартних умов перевезення і застосовуються до основних вантажів без урахування специфічних вимог.
- ▶ Це тарифи, які покривають базові витрати на транспортування, такі як паливо, амортизація транспортних засобів, заробітна плата водіїв тощо. Вони розраховуються за стандартними одиницями виміру, наприклад, за тоннакілометр або за кілометр перевезення.
- ▶ Загальні тарифи є найпоширенішими у транспортній галузі і використовуються для перевезення типових вантажів, які не вимагають додаткових умов або послуг.

- ▶ **спеціалізовані тарифи** використовуються для перевезення вантажів, що потребують особливих умов транспортування або обробки.
- ▶ Це можуть бути небезпечні вантажі, вантажі з великою вагою або об'ємом, швидкопсувні товари, вантажі, що потребують температурного контролю, або вантажі з високими вимогами до упаковки і маркування.
- ▶ Спеціалізовані тарифи можуть враховувати додаткові витрати на забезпечення цих умов, а також страхування та спеціалізовані транспортні засоби.

- ▶ **диференційовані тарифи** застосовуються в залежності від різних факторів, таких як відстань перевезення, час доби, сезонність або тип клієнта. Наприклад, для певних маршрутів можуть бути встановлені знижки або надбавки в залежності від обсягу вантажу або від частоти замовлень. Це дозволяє адаптувати вартість транспортування до специфічних умов та потреб ринку, забезпечуючи гнучкість у ціноутворенні.
- ▶ Диференційовані тарифи також можуть залежати від виду транспорту, ступеня завантаження транспортних засобів, специфікацій вантажу та інших факторів.

- ▶ Формування транспортних тарифів залежить від багатьох факторів, серед яких основними є відстань перевезення, обсяг та вага вантажу, вид транспорту, а також інфраструктурні умови.
- ▶ Відстань перевезення безпосередньо впливає на вартість тарифу, оскільки чим далі маршрут, тим більші витрати на паливо та обслуговування транспортного засобу.
- ▶ Обсяг та вага вантажу визначають потребу у додатковому обладнанні або спеціальних умовах перевезення, що також впливає на вартість.
- ▶ Вид транспорту (автомобільний, залізничний, морський, авіаційний) також є важливим чинником, оскільки різні види транспорту мають різні витрати на експлуатацію та утримання.
- ▶ Крім того, на тарифи впливають тарифні зони, сезонність перевезень, вимоги до специфічного пакування або умов зберігання вантажу, а також зміни у вартості пального та заробітної плати. Врахування цих факторів дозволяє встановити оптимальні тарифи для конкретних умов перевезення, забезпечуючи економічну ефективність та конкурентоспроможність транспортних послуг.

Розглянемо більш детально види тарифів та методи розрахунку за видами транспорту.

Автомобільний транспорт

Види тарифів:

- ▶ - загальні тарифи: стандартні тарифи, що застосовуються для перевезення загальних вантажів на основі розрахунку вартості перевезення за одиницю вантажу або відстань,
- ▶ - спеціалізовані тарифи: використовуються для перевезення специфічних вантажів, таких як небезпечні, великогабаритні, швидкопсувні вантажі тощо,
- ▶ - диференційовані тарифи: встановлюються залежно від типу транспорту, класу вантажу, рівня сервісу, сезонності або часового діапазону перевезення.

Методи розрахунку:

- ▶ -за відстанню: тариф розраховується на основі пройденої відстані та ваги вантажу,
- ▶ -за об'ємом: тариф може залежати від обсягу вантажу, особливо для негабаритних перевезень,
- ▶ -за тоннажно-кілометри: тариф нараховується на основі тоннажу вантажу і відстані перевезення.

Залізничний транспорт

Види тарифів:

- ▶ - генеральні тарифи: використовуються для перевезення стандартних вантажів за основними напрямками,
- ▶ - спеціальні тарифи: для перевезення вантажів, що потребують спеціальних умов (наприклад, хімічних речовин або великогабаритних вантажів).
- ▶ - сезонні тарифи: встановлюються в залежності від сезону або попиту на перевезення.

Методи розрахунку:

- ▶ -за вагою: тариф розраховується на основі ваги вантажу та відстані перевезення,
- ▶ -за об'ємом: для вантажів, що займають багато місця (наприклад, деревина, контейнерні вантажі),
- ▶ -за класами вантажу: встановлюються різні тарифи для різних видів вантажів, що можуть вимагати спеціального обладнання або умов.

Морський транспорт

Види тарифів:

- ▶ - фрахтові тарифи: платежі, які визначаються на основі обсягу або ваги вантажу, що перевозиться,
- ▶ - тарифи на контейнерні перевезення: спеціальні тарифи для перевезень вантажів у контейнерах,
- ▶ - тарифи за обробку вантажу в порту: збираються за послуги з вантаження, розвантаження і зберігання вантажу в порту.

Методи розрахунку:

- ▶ -за обсягом або вагою: тариф розраховується в залежності від кількості вантажу, що перевозиться, та його характеристик.
- ▶ -за типом контейнера: контейнерні перевезення можуть мати різні тарифи в залежності від типу контейнера (20-футовий, 40-футовий, рефрижераторний тощо).
- ▶ - фрахт за рейс: тариф може бути визначений на основі вартості фрахту для конкретного маршруту.

Повітряний транспорт

Види тарифів:

- ▶ - пасажирські тарифи: встановлюються в залежності від класу обслуговування (економ, бізнес, перший клас) та маршруту,
- ▶ - вантажні тарифи: тарифи для перевезення вантажів, які визначаються залежно від обсягу, ваги та виду вантажу,
- ▶ - додаткові послуги: збір за багаж, харчування, спеціальні умови перевезення вантажів.

Методи розрахунку:

- ▶ -за відстанню: тариф залежить від довжини рейсу та кількості перевезених пасажирів або вантажу.
- ▶ -за вагою або об'ємом вантажу: для вантажних перевезень розрахунок проводиться на основі ваги або об'єму вантажу, що перевозиться,
- ▶ - пакетні тарифи: встановлюються для пасажирів, які купують квитки на знижених умовах або в рамках акційних пропозицій.

Матеріально-технічна база транспорту охоплює: транспортні засоби (вагони, локомотиви, флот, автомобілі), технічні засоби та споруди (станції, депо, порти та ін.), а також ремонтні підприємства, дорожні господарства, засоби автоматики та зв'язку.

Ефективність залізничних перевезень у структурі глобальних ланцюгів постачання забезпечується комплексною матеріально-технічною базою, яка включає:

- ▶ **Інфраструктурний комплекс:** цифровізоване колійне господарство, інтегроване з системами моніторингу стану полотна в реальному часі.
- ▶ **Тяговий рухомий склад:** сучасні енергоефективні локомотиви (електровози та тепловози), обладнані системами автопілотування та телеметрії.
- ▶ **Вагонний парк:** інноваційний рухомий склад із покращеними експлуатаційними характеристиками та датчиками відстеження вантажу (IoT).
- ▶ **Інтермодальні та мультимодальні термінали:** сучасні логістичні хаби, що замінили традиційні станції, забезпечуючи швидку перевалку між різними видами транспорту.
- ▶ **Цифрові сервісні центри:** автоматизовані системи управління вантажними потоками, електронний документообіг (e-TTN, блокчейн-платформи) та інтелектуальні системи зважування в русі (WIM).
- ▶ **Складські та термінальні комплекси:** високотехнологічне вантажно-розвантажувальне обладнання з елементами роботизації.

- ▶ У сучасній логістиці вантажний рухомий склад поділяють на дві основні категорії залежно від стратегії перевезення:
- ▶ **Універсальний склад:** криті вагони, напіввагони та універсальні платформи. Особливе місце посідають фітингові платформи, що є основою контейнерної логістики.
- ▶ **Спеціалізований та інноваційний склад:** вагони, спроектовані під конкретний тип вантажу для мінімізації втрат та прискорення обробки:
 - ▶ *Хопери* (для зерна, цементу, добрив);
 - ▶ *Цистерни* (для хімічних речовин, палива, харчових продуктів);
 - ▶ *Автомобілевози*;
 - ▶ *Рефрижераторні та ізотермічні вагони* з автономними холодильними установками.

Показники оцінки ефективності залізничного транспорту

Вантажопідйомність вагону визначається кількістю вантажу в тонах, який може бути завантажений в даний вагон відповідно до міцності його ходових частин, рами та кузова.

Місткість вагону визначається множенням довжини вагону на його ширину та висоту.

Технічний коефіцієнт тари вагону K_m є співвідношенням маси тари вагону (безпосередньо маса вагону) G_m (т) до вантажопідйомності вагону q (т):

$$K_m = \frac{G_m}{q} \quad (8.1)$$

Чим менший коефіцієнт тари, тим менша частка тари в загальній масі поїзда - брутто (сумарна маса поїзду та вантажу) та відповідно ефективніше використовуються потужність локомотива, а також провізна і пропускна здатність залізничних доріг.

Вантажний коефіцієнт тари вагону K_{nm} визначається відношенням маси тари вагону G_m (т) до маси вантажу G_e (т) у ньому:

$$K_{ms} = \frac{G_m}{G_a} \quad (8.2)$$

Цей коефіцієнт визначає можливості використання вагонів у завантаженому стані, тобто при перевезенні відповідних вантажів. Чим вищий цей коефіцієнт, тим гірше використовується вантажопідйомність вагону.

Коефіцієнт використання вантажопідйомності K_g визначається відношенням маси вантажу в вагоні G_a (т) до його вантажопідйомності q (т):

$$K_g = \frac{G_a}{q} \quad (8.3)$$

Значення цього коефіцієнту залежить від способів укладання та розміщення вантажу у вагоні, ступеня трембування вантажу, його пересування, правильного вибору типу вагону відповідно до характеру вантажу, стандартизації тари та ін. Значно впливає на використання вантажопідйомності вагону об'ємна маса вантажу (т/м³). Чим більше цей коефіцієнт наближається до одиниці, тим краще використовується вантажопідйомність вагону. А якщо $K_g=1$, то вантажопідйомність вагону використовується повністю.

Коефіцієнт місткості вагону K_m розраховують відношенням об'єму вантажу у вагоні V_g (м³) до місткості (об'єму) вагону V (м³):

$$K_m = \frac{V_g}{V} \quad (8.4)$$

Величина цього коефіцієнта залежить від тих же чинників, що і коефіцієнт використання вантажопідйомності. При перевезенні вантажів з великою об'ємною масою не завжди повністю використовується місткість вагону, тобто вона обмежується його вантажопідйомністю. При перевезенні легких вантажів місткість вагону використовується повністю, а вантажопідйомність – ні.

Коефіцієнт питомого об'єму вагону $K_{y\partial}$ (м³/т) є відношенням об'єму вагону V (м³) до його вантажопідйомності q (т):

$$K_{y\partial} = \frac{V}{q} \quad (8.5)$$

Чим вищим є цей показник, тим більш широка номенклатура вантажів, що можуть перевозитися при повному або близькому до повного використанні вантажопідйомності вагону даного типу.

Коефіцієнт питомої вантажопідйомності вагону $K_{удв}$ визначається відношенням вантажопідйомності вагону q (т) до його об'єму V (м³):

$$K_{удв} = \frac{q}{V} \quad (8.6)$$

Чим нижче питома вантажопідйомність вагону, тим ширше номенклатура вантажів, що можуть перевозитися у вагоні даного типу при повному або близькому до повного використанні його вантажопідйомності.

Матеріально-технічна база водного транспорту є основою організації перевезень та включає:

- ▶ флот (морські та річкові судна різного призначення);
- ▶ морські та річкові порти (логістичні вузли перевалки вантажів);
- ▶ пристані (обслуговування місцевих перевезень);
- ▶ термінали та складську інфраструктуру (контейнерні, зернові, універсальні);
- ▶ логістичні та інформаційні системи (цифрове управління потоками вантажів).

Флот поділяється на:

- ▶ транспортний (перевезення вантажів і пасажирів);
- ▶ технічний (забезпечення експлуатації та обслуговування);
- ▶ допоміжний (буксирні та сервісні судна).

Сучасна водна логістика характеризується:

- ▶ інтеграцією в інтермодальні транспортні системи;
- ▶ використанням контейнеризації;
- ▶ впровадженням цифрових технологій управління.

- ▶ Транспортний флот - це головний елемент матеріально-технічної бази морського та річкового транспорту, оскільки він здійснює основну функцію транспорту - просторове переміщення вантажів.
- ▶ Інші елементи матеріальнотехнічної бази повинні забезпечувати ефективну роботу транспортного флоту. Основними показниками, які характеризують річкові та морські судна, є водозаміщення, вантажопідйомність, вантажомісткість, розміри суден (довжина, ширина, висота борту) і осадка в завантаженому та порожньому стані.

Водозаміщення визначається масою або об'ємом води, що витісняє плаваюче судно.

Вантажопідйомність судна - це його перевізна здатність, виражена в тонах.

Дедвейт D_n (або повна вантажопідйомність) - кількість тон вантажу, яку може прийняти судно понад власної маси до осадки по вантажну марку.

Дедвейт визначається за формулою:

$$D_n = B_n - B_o, \quad (8.7)$$

де B_n - водозаміщення судна із повним вантажем, т;

B_o - водозаміщення судна без вантажу, т.

Розрізняють *повну* та *чисту вантажопідйомність* судна. **Повна вантажопідйомність** D – це сума маси службового (вода, паливо, провіант) та перевізного вантажу.

Чиста вантажопідйомність $D_{\text{очи}}$ дорівнює масі вантажу, що перевозиться:

$$D_{\text{очи}} = D - C, \quad (8.8)$$

де D - повна вантажопідйомність судна, т;

C - маса всіх судових запасів, т.

Вантажомісткість - це здатність судна вмістити вантаж певного об'єму. Розрізняють *одинарну вантажопідйомність*, коли об'єм усіх вантажних приміщень використовується одночасно, та *складову, або подвійну*, коли вантажні приміщення використовуються рівномірно за чергою. Залежно від виду вантажів, що перевозять, визначають вантажомісткість для *вантажів таропакувальних і штучних та сипучих*.

Питома вантажомісткість $V_{пит}$ (м³/т) визначається як:

$$V_{пит} = \frac{V_{суд}}{D_{вч}}, \quad (8.9)$$

де $V_{суд}$ - вантажопідйомність судна, м³;

$D_{вч}$ - чиста вантажопідйомність, т.

Цей показник показує, скільки кубічних метрів місткості судна приходить на 1т чистої вантажопідйомності.

Матеріально-технічна база автомобільного транспорту включає:

- ▶ рухомий склад (автомобілі, тягачі, причеи, напівпричеи);
- ▶ автотранспортні підприємства;
- ▶ автомобільні дороги та транспортну інфраструктуру;
- ▶ логістичні центри, склади та розподільчі хаби;
- ▶ контейнерні та піддонні системи перевезень.

Важливим елементом є контейнеризація, що забезпечує ефективність та інтеграцію в інтермодальні перевезення.

Сучасна автомобільна логістика характеризується:

- ▶ використанням цифрових систем управління (GPS, TMS);
- ▶ оптимізацією маршрутів і витрат;
- ▶ інтеграцією з іншими видами транспорту;
- ▶ підвищеними вимогами до швидкості та надійності доставки.

- ▶ Контейнер – це стандартизований багаторазовий елемент транспортного обладнання, призначений для перевезення та тимчасового зберігання вантажів, що використовується в різних видах транспорту та забезпечує механізоване навантаження і розвантаження (відповідно до стандартів ISO).

Розрізняють:

- ▶ універсальні контейнери (для широкого спектра вантажів);
- ▶ спеціалізовані контейнери (рефрижераторні, танк-контейнери, для сипучих вантажів тощо).

Найпоширеніші стандарти:

- ▶ 20-футові та 40-футові контейнери (ISO-стандарти);
- ▶ уніфіковані розміри для інтермодальних перевезень.
- ▶ Основні характеристики контейнерів:
 - ▶ вантажопідйомність;
 - ▶ внутрішній об'єм;
 - ▶ габаритні розміри;
 - ▶ власна маса (тара).

Контейнеризація є основою сучасної логістики та забезпечує ефективність міжнародних перевезень.

Вантажопідйомність контейнера визначають за формулами в тонах нетто Q_n та Q_b :

$$Q_n = V_k \cdot \gamma \cdot K, \quad (8.10)$$

$$Q_b = Q_n + G_{mk}, \quad (8.11)$$

де V_k - корисний об'єм контейнера (місткість), м^3 ;

γ - об'ємна маса вантажу, $\text{т}/\text{м}^3$;

K - коефіцієнт наповнення або щільності укладки вантажу;

G_{mk} - маса тари контейнера, т.

Коефіцієнт тари контейнера (K_k) визначається відношенням маси тари контейнера G_{mk} до його вантажопідйомності нетто Q_g :

$$K_k = \frac{G_{mk}}{Q_g} \quad (8.12)$$

Техніко - експлуатаційні показники роботи автотранспорту. Системи доставки товарів

Робота автомобільного транспорту характеризується системою техніко-експлуатаційних показників, які визначають кількість і якість виконання роботи. У роботі автомобільного транспорту розрізняють поняття *їздки*, *обороту* та *маршруту*.

Їздка - це закінчений цикл транспортної роботи, який складається з навантаження на автомобіль, руху з вантажем, розвантаження та подачі транспортного засобу для наступного навантаження (руху без вантажу).

Отже, час їздки можна визначити за формулою:

$$\dot{O}_s = \dot{O}_{i\delta} + \dot{O}_i + \dot{O}_\delta, \quad (8.13)$$

де T_{np} – час пробігу з вантажем і без вантажу, хв.,

T_n – час навантажування, хв.;

T_p – час розвантаження, хв.

Оборот включає одну або декілька їздок, причому автомашини обов'язково повинні повертатися в початковий пункт.

Коефіцієнт статистичного використання вантажопідйомності γ :

$$\gamma = \frac{Q_{\phi}}{Q_{\epsilon}}, \quad (8.14)$$

де Q_{ϕ} - кількість фактично перевезеного вантажу, т;

Q_{ϵ} - кількість вантажу, яку можна було б перевезти, т.

Коефіцієнт використання пробігу β :

$$\beta = \frac{L_{\text{вп}}}{L_{\text{заг}}}, \quad (8.15)$$

де $L_{\text{вп}}$ - вантажний пробіг, км;

$L_{\text{заг}}$ - загальний пробіг, км.

Загальний пробіг визначають за формулою:

$$L_{\text{заг}} = L'_0 + L_{\text{вп}} + L_x + L''_0,$$

де L'_0 - перший нульовий пробіг, км;

$L_{\text{вп}}$ - вантажний пробіг, км;

L_x - неробочий пробіг, км;

L''_0 - другий нульовий пробіг, км.

Середня відстань їздки з вантажем $L_{\text{снв}}$, км:

$$L_{\text{снв}} = \frac{L_{\text{вп}}}{n},$$

де n - кількість їздок.

Середня відстань перевезення L_c , км:

$$L_c = \frac{\sum P}{\sum Q},$$

де P - транспортна робота, т-км;

Q - обсяг перевезень, т.

Час однієї їздки t , год:

$$t_a = \frac{L_{\text{от}}}{\beta \cdot V_c} + t_{a-p}$$

Продуктивність автомашин за час, що вказаний у наряді (документ на перевезення вантажу) P (т/день) визначається множенням вантажопідйомності автомашини q (т) та коефіцієнта використання його вантажопідйомності γ на кількість їздок n у день, що здійснив автомобіль:

$$P = q \cdot \gamma \cdot n \quad (8.20)$$

Важливим показником роботи автотранспорту є **собівартість автомобільних перевезень**. Вона є грошовим виразом усіх витрат, пов'язаних із виробничо-господарською діяльністю автотранспортного підприємства. На автотранспортному підприємстві розрізняють повну собівартість і собівартість, яка припадає на одиницю транспортної роботи (1 або 10 т-км).

Повна собівартість перевезень $\sum S_{нов}$ складається зі змінних $S_{зм}$, постійних $S_{пост}$, вантажно-розвантажувальних $S_{н-р}$ та дорожніх витрат $S_{дор}$:

$$\sum S_{нов} = S_{зм} + S_{пост} + S_{н-р} + S_{дор} \quad (8.21)$$

- ▶ Змінними називаються витрати, які залежать від величини пробігу автомобіля. До них належать: витрати на паливно-мастильні матеріали, технічне обслуговування, ремонт автомашини, поновлення та ремонт шин, амортизація просувного складу. Ці витрати розраховуються на 1 км пробігу.
- ▶ До постійних витрат належать: накладні витрати, заробітна плата водіїв (умовно), а також амортизаційні відрахування. Ці витрати обраховуються на 1 год. пробігу автомашини на підприємстві.
- ▶ Вантажно - розвантажувальні витрати охоплюють всі витрати на виконання цих робіт (оплата праці вантажників, експедиторів та інших працівників, вартість електроенергії, матеріалів та ін.). Вони розраховуються на 1 т перевезеного вантажу або 1 год. вантажно-розвантажувальних робіт.
- ▶ Дорожніми називають витрати, що пов'язані з будівництвом доріг, їх ремонтом і утриманням. Ці витрати обраховуються, як правило, на 1 т-км або на 1 км пробігу.
- ▶ На практиці при визначенні собівартості перевезень на автотранспортних підприємствах враховуються змінні та постійні витрати.

Організація руху автомобільного транспорту спрямована на забезпечення максимальної продуктивності рухомого складу та мінімізацію витрат на перевезення.

Рух автотранспорту здійснюється за визначеними маршрутами.

Маршрут руху — це шлях пересування транспортного засобу під час виконання перевезення.



Основні види маршрутів:

- ▶ **маятникові** — повторюваний рух між двома пунктами;
- ▶ **кільцеві** — рух за замкнутим маршрутом з обслуговуванням кількох пунктів.

Сучасна організація маршрутів включає:

- ▶ оптимізацію за допомогою цифрових систем (GPS, TMS);
- ▶ урахування транспортних витрат і часу доставки;
- ▶ інтеграцію в логістичні та інтермодальні системи.

Схеми організації перевізного процесу за маятниковими маршрутами

Умовна назва схеми	Схема процесу перевезень
Один до одного	
Один до багатьох	
Багато до багатьох	

За кількістю видів транспорту, що беруть участь у перевезенні товарів, транспортні системи розділяються на:

- ▶ 1) одновидову (юнімодальну);
- ▶ 2) багатовидову (мультимодальну або інтермодальну).
- ▶ В свою чергу вони поділяються на термінальні системи:

- ▶ Юнімодальна система - одновидова система, що передбачає участь автомобільного транспорту, який забезпечує поставку вантажів "від дверей до дверей". Не зважаючи на доступність та поширення цієї системи, вона ускладнена за рахунок експлуатації автомашин та автопоїздів різної вантажопідйомності на етапах підбору вантажів, формування великих відправок, особливо в умовах термінальної системи.

- ▶ Інтермодальна система - система, що передбачає доставку вантажів деякими видами транспорту за єдиним перевізним документом із переданням вантажів у пунктах перевантаження з одного виду транспорту на інший без участі вантажовласника.

Принципи функціонування інтермодальної транспортної системи

- ▶ єдиний комерційно-правовий режим перевезень;
- ▶ узгодженість фінансово-економічних рішень;
- ▶ використання цифрових систем обміну даними (EDI, GPS, IoT) для відстеження вантажів у реальному часі;
- ▶ інтеграція та координація всіх ланок транспортного ланцюга;
- ▶ співпраця учасників логістичного процесу;
- ▶ комплексний розвиток транспортної та логістичної інфраструктури.

При створенні мережі мультимодальних перевезень найбільше значення надається створенню терміналів нових типів з новими функціями.

- ▶ **Функції транспортно-логістичних терміналів**
- ▶ перевантаження вантажів між різними видами транспорту;
- ▶ складування та обробка вантажів;
- ▶ обслуговування транспортних засобів;
- ▶ митне оформлення та контроль;
- ▶ організація та координація транспортних потоків;
- ▶ використання цифрових логістичних систем управління.
- ▶ Сучасні термінали виконують роль логістичних хабів, що забезпечують ефективну взаємодію різних видів транспорту.

- ▶ Нова концепція термінальних систем пропонує перехід від ізольованого мультимодального терміналу до єдиного вантажного розподільчого центру (ВРЦ), де термінал буде головним елементом. Центр, який виконує функцію зв'язуючої ланки між товаровиробниками та споживачами, є показником інтеграції транспорту та сфер виробництва і споживання.

При плануванні систем доставки беруться до уваги транспортні структури на всіх рівнях та динаміка їх розвитку.

Існують чотири рівні планування, які відображають співвідношення майбутніх логістичних структур:

- ▶ 1) європейська логістична система;
- ▶ 2) муніципальна логістична система;
- ▶ 3) управління по осі перевезень;
- ▶ 4) існуюча інфраструктура.

Мережа мультимодальних перевезень повинна бути сумісна та скоординована із вищевказаними рівнями планування.

4. Вибір шляхів переміщення вантажопотоків

- ▶ Вибір найбільш оптимальних шляхів переміщення вантажів є одним з найважливіших завдань транспортної логістики, тому, що саме вирішення цього завдання забезпечує найбільшу продуктивність транспортних засобів і найменшу собівартість перевезень. Рух транспорту здійснюється за маршрутами.
- ▶ Маршрут руху - шлях переміщення рухомого складу при виконанні перевезення.

- ▶ Маршрутизація перевезень є найбільш досконалим засобом організації матеріалопотоків вантажів. Для розробки оптимальних маршрутів використовують економічні та математичні методи, зокрема, транспортні методи, які дають змогу обрати найкращий варіант перевезення вантажів з декількох пунктів постачання в декілька пунктів призначення, забезпечуючи найменші сумарні витрати.

Постановка транспортного завдання.

Маємо m постачальників визначеного виду продукції. Максимальні об'єми можливих поставок продукції задані і дорівнюють відповідно $a_i, i = 1, 2, \dots, m$. Ця продукція використовується n споживачами. Об'єми потреби задані та дорівнюють відповідно $b_j, j = 1, 2, \dots, n$. Вартість перевезення одиниці продукції від i -го постачальника до j -го споживача відома для всіх $i = 1, 2, \dots, m$ та всіх $j = 1, 2, \dots, n$ та дорівнює c_{ij} . Потрібно встановити такі об'єми перевезення x_{ij} від кожного постачальника до кожного споживача, щоби сумарні витрати на перевезення були мінімальними і потреби всіх споживачів були б задоволені (якщо тільки загальний об'єм можливих поставок покриває загальний об'єм потреб).

Математична модель цього завдання наступна:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min; \quad (8.22)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq a_i, i = 1, 2, \dots, m;$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \geq b_j, j = 1, 2, \dots, n;$$

$$x_{ij} \geq 0, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n.$$

Вирішення транспортного завдання методом північно-західного кута.

При використанні методу «північно-західного кута» насамперед аналізують транспортну проблему визначаючи потужність кожного постачальника і потреби кожного споживача, а також витрати на перевезення від кожного відправника до кожного споживача. Дотримуються наступних вимог:

- 1) витратити всю потужність джерела постачання;
- 2) задовольнити всі потреби кожного споживача;
- 3) перевірити, чи всі потреби задоволені.

- Потім розробляється транспортна матриця, за допомогою якої формується опорний план перевезень за допомогою методу північно-західного кута:

c_{11}	x_{11}	c_{12}	x_{12}	...	c_{1n}	x_{1n}	a_1
c_{21}	x_{21}	c_{22}	x_{22}	...	c_{2n}	x_{2n}	a_2
...			
c_{m1}	x_{m1}	c_{m2}	x_{m2}	...	c_{mn}	x_{mn}	a_m
b_1		b_2		...	b_n		d

Кожна клітина транспортної матриці відповідає визначеній парі постачальник – споживач. Наприклад, клітина, що розташована в i -му горизонтальному рядку та j -му вертикальному стовпчику, відповідає парі i -й постачальник – j -й споживач. В клітинки будемо заносити дані про об'єми перевезень за відповідним маршрутом. Почнемо вирішення завдання, починаючи з встановлення об'єму перевезень за маршрутом $(1,1)$, тобто з заповнення верхньої лівої («північно-західної») клітини матриці. Прийmemo його максимально можливим за умовою завдання, тобто таким, що дорівнює

$$\bar{x}_{11} = \min(a_1, b_1). \quad (8.23)$$

Якщо $a_1 < b_1$, то постачальник I повністю використав свої можливості, і при встановленні інших перевезень його можна не враховувати, а потреба споживача I тепер буде дорівнювати $(b_1 - a_1)$. Якщо $a_1 > b_1$, то споживач I повністю задовольнив свою потребу в продукції, і його можна в подальшому не враховувати, а постачальник I тепер розпоряджається лише $(a_1 - b_1)$ одиницями продукції.

Якщо $a_1 = b_1$, то можна в подальшому не враховувати ні споживача, ні постачальника. Однак умовимось вважати, що в цьому випадку «вибуває з гри» тільки один з них (хай для визначеності – постачальник), а можливі постачання (і відповідно потреба) споживача дорівнює нулю (фіктивне постачання або потреба).

З цих міркувань виходить, що після встановлення об'єму перевезень за маршрутом $(1,1)$ ми маємо справу з новим завданням, в котрому сумарне число постачальників і споживачів на одиницю менше, ніж у вихідному завданні. В північно-західну клітину матриці, яка одержана уявним викреслюванням першого рядка або стовпчика зі «старої» матриці, знову розміщуємо максимально можливий об'єм перевезень (він може бути і нульовим). Цей процес продовжується до розподілення всієї кількості вантажу. Як правило, число всіх заповнених клітин є $(m+n-1)$, де m – число постачальників, n – число споживачів. Продовжуючи цей процес, ми, очевидно, одержимо допустиме вирішення завдання, тому, що

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j = d. \quad (8.24)$$

Рішення поставленого завдання є допустимим, тому що всі потреби споживачів задовільне ні і всі потужності постачальників використані повністю. Але це рішення не дає гарантію мінімізації сумарних витрат на перевезення. Очевидно те, що нам потрібно використати певну процедуру для того, щоб знайти оптимальне рішення.

Метод послідовного покращення рішення

Це ітеративний метод, що дозволяє послідовно переходити від початкового допустимого рішення до оптимального рішення. З цією метою ми перевіряємо кожен невикористану клітину транспортної матриці, задаючи собі наступне питання: «що скоїться з сумарними витратами, якщо одну одиницю продукції умовно перевезти шляхом, який невикористаний нами?».

Проведемо цю перевірку наступним чином:

- ▶ 1. Виберемо будь-яку невикористану клітину матриці для оцінки.
- ▶ 2. Починаючи з цієї клітини прокладемо найкоротший замкнутий шлях через використані клітини до неї самої (при цьому дозволяється тільки горизонтальне та вертикальне переміщення). Прокладаючи шлях, можна переступати через пусту або невикористану іншу клітину.

- ▶ 3. Початковій невикористаній клітині надаємо знак «+» (в цій клітині ми розмістили одну одиницю продукції - тобто плюс один). Враховуючи, що таким чином ми змінюємо початкове допустиме рішення, в наступній клітині шляху потрібно внести корективи на одну одиницю продукції згідно з існуючими потужностями постачальника і потребами споживача (або плюс одиницю, або мінус одиницю). Розміщуємо по чергово знаки плюс і мінус в кожній клітинці вибраного найкоротшого шляху.
- ▶ 4. Відповідно до поставлених знаків «+» та «-» підрахуємо значення індексу, підсумовуючи або віднімаючи вартість одиниці продукції i і s , яка розміщена в кожній клітині транспортної матриці. Якщо значення індексу позитивне (зросло) або дорівнює нулю, то це означає, що ми досягли для цього шляху більш оптимального рішення.

- ▶ 5. Потрібно повторити кроки 1 - 4 для всіх невикористаних клітин. Якщо значення всіх індексів зросло або дорівнює нулю, то це означає, що досягнуте оптимальне рішення. Якщо ні, то існує можливість покращити це рішення та знизити сумарні витрати перевезень. Кожний від'ємний індекс показує величину, на котру можна зменшити сумарні витрати, якщо перевезення будемо здійснювати шляхом, що характеризується від'ємним індексом. Тому, наступний крок полягає у виборі для перевезень такого шляху, котрому відповідає максимальний від'ємний індекс (якщо їх декілька). Таким чином ми досягаємо максимальної економії сумарних витрат і знаходимо оптимальний план перевезень.

МОДІ - метод (модифікований
розподільчий)

- ▶ МОДІ - метод дозволяє розрахувати індекси, для кожної невикористаної клітини, не прокладаючи пов'язані з цим шляхи, як це рекомендується в попередньому методі. Це зберігає час при вирішенні транспортного завдання.
- ▶ Використання МОДІ - методу починається з початкового рішення, яке знаходиться за допомогою методу «північно-західного кута». Далі визначають значущість кожного рядка і кожної колонки. Оцінки значущості рядків і стовпчиків позначимо наступним чином:

R_i - оцінка значущості рядка i ($i=1,2,\dots,m$);

K_j - оцінка значущості стовпчика j ($j=1,2,\dots,n$);

C_{ij} - вартість перевезення продукції від i -го постачальника до j -го споживача.

МОДІ – метод складається з п'яти кроків:

1. Розраховується оцінка для кожного рядка і стовпчика у вигляді $R_i + K_j = C_{ij}$, але тільки для тих клітин, котрі послідовно використовуються або зайняті. Наприклад, якщо клітина знаходиться на перетині рядка 3 і стовпчика 2, вона формує оціночний набір $R_3 + K_2 = C_{32}$.
2. Після того, як виписані всі рівняння, приймають, що $R_1 = 0$.
3. Вирішуються всі рівняння для всіх R та K оцінок.
4. Розраховується індекс покращення для кожної невикористаної клітини за формулою: $Індекс = C_{ij} - R_i - K_j$.
5. Відбирається найбільший за абсолютним значенням від'ємний індекс і рішення задачі продовжується відповідно до методу послідовного покращення рішення (пункт 5).

- ▶ Усі ці методи можуть бути використані для різних видів транспорту (залізничного, автомобільного, водного). Для автомобільного транспорту важливим є вибір не тільки раціонального напрямку перевезень, але і їх обсягу. Для визначення раціонального обсягу перевезень вивчають виробничу діяльність постачальників, їх зв'язки та ін.
- ▶ Разом з тим, слід відмітити, що проблема мінімізації витрат передбачає і вирішення проблеми оптимального розміщення виробництва, оскільки тільки в цьому випадку можна знайти систему розподілу (доставки товару) дійсно з мінімумом витрат.