

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Д.З.ШМАТКО

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни “ ОРГАНІЗАЦІЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРВЕЗЕНЬ”
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
зі спеціальності 274 “Автомобільний транспорт”
за освітньо-професійною програмою “Автомобільний транспорт”

Затверджено:

редакційно-видавничою секцією
науково-методичні ради ДДТУ

15.03.2018, протокол № 3

Кам'янське, 2018

РОЗДІЛ 1

ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ І КРИТЕРІЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЇХНЬОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ

1. Технологія вантажних автомобільних перевезень

В даний час в результаті розвитку товарних ринків, зростання міжнародної торгівлі і застосування логістичних технологій в розподілі продукції процес транспортування вантажів від виробників до кінцевих споживачів в більшості випадків здійснюється з використанням декількох видів транспорту, виконанням великої кількості перевантажувальних операцій, супроводжується проміжним зберіганням і переробкою вантажів на різних складах і розподільних центрах. Тому при характеристиці сукупності операцій, здійснюваних при переміщенні вантажів від виробників до споживачів, замість терміну «транспортування вантажів» використовують узагальнювальні поняття – «доставка вантажів».

Процес доставки вантажів за змістом ширше за поняття процесу транспортування. З транспортуванням пов'язують, як правило, тільки операції навантаження, безпосереднього переміщення і вивантаження вантажів. При доставці вантажів активно використовується інфраструктура вантажопереробки (термінали, логістичні розподільні центри), на об'єктах якої проводиться обслуговування вантажів (операції накопичення, консолідації, розподілу і ін.) в процесі їх доставки кінцевим споживачам. В цьому випадку перевізний процес розглядається як обов'язковий елемент процесу доставки вантажів і підпорядкований йому, а технологічний аспект здійснення вантажних автомобільних перевезень повністю описується технологією доставки вантажів.

1.1 Технологія доставки вантажів

1.1.1 Поняття доставки вантажів

Доставка вантажів – це комплекс послуг з переміщення вантажу від виробника до споживача, який включає виконання послуг, що забезпечують відправлення, перевезення і отримання вантажу, зокрема можливе оформлення товаросупровідних, перевізних і інших документів, необхідних для здійснення доставки вантажу, зберігання вантажів, укрупнення вантажних партій і ін. *Перевезення вантажів*, у свою чергу, розглядається як складова частина процесу доставки вантажів.

Сьогодні більшість виробників беруть активну участь в розробці засобів доставки своєї продукції кінцевим споживачам, оскільки від ефективності її здійснення залежить конкурентоспроможність компанії. У зв'язку з високим рівнем конкуренції, наприклад, на ринках продуктів харчування і побутової електроніки, виробники зацікавлені в просуванні своєї продукції на різні ринки як усередині країни, так і за її межами. Більш того, вони (виробники)

зацікавлені в тому, щоб ціна на їх товари була нижча, ніж ціни на аналогічні товари конкурентів. Для реалізації цих двох ключових завдань збуту продукції – доступність ринків з мінімальними транспортними витратами, виробники розробляють варіанти доставки або погоджують їх з регіональними дистриб'юторами. При формуванні варіанту доставки обирають види магістрального транспорту, які слід використовувати з урахуванням розвитку транспортної інфраструктури регіону, природньо-кліматичних, економічних і інших чинників; розміри партій, що відправляються, забезпечують максимальне завантаження рухомого складу, безперебійне задоволення попиту і т.п.; дислокацію пунктів перерозподілу вантажних потоків (регіональних складських комплексів), через які здійснюватиметься доставка товарів усередині регіону; способи транспортування на місцевих напрямках і т.д.

Залежно від цілей доставки і транспортно-технологічних можливостей її здійснення вантажі переміщуються через різні елементи системи розподілу продукції:

- склади виробника і споживача;
- станції (порти) відправлення і призначення;
- проміжні склади (як елементи багатокаскадної системи розподілу).

Послідовність проходження вантажами окремих елементів системи розподілу в процесі їх доставки від виробника до кінцевого споживача утворює схему доставки. При виборі схеми доставки враховують особливості виробництва і споживання продукції, транспортні чинники і умови управління запасами в системі розподілу. Критерієм вибору є мінімум витрат у всіх учасників процесу доставки вантажів.

1.1.2 Вантажні потоки

Залежно від взаємного розташування пунктів відправлення і отримання вантажів в рамках сформованої схеми доставки створюється направлений рух вантажів – *вантажопотік*. Вантажопотік в заданому перетині дороги характеризується кількістю вантажу, що перевозиться за даний період часу. Вантажопотоки можуть бути представлені у вигляді картограм, епюр і таблиць.

Картограма вантажопотоків прив'язується до зображення території, по якій здійснюється доставки вантажів. На картограмі в умовному масштабі відкладається величина вантажів, що перевозяться, і напрям їх перевезення у вигляді контурів траси руху на карті. Прямий і зворотний напрями руху вантажів наносять відповідно прийнятому правосторонньому руху автомобілів.

Еюра вантажопотоків будується в прямокутній системі координат: на горизонтальній прямій лінії в умовному масштабі відкладаються відстані між пунктами доставки (причому криволінійна форма траси замінюється прямолінійною); по вертикалі також в масштабі відкладається об'єми вантажів, що перевозяться.

Представлення *вантажопотоків* в *табличній формі* дозволяє систематизувати різну кількісну інформацію: об'єми перевезень по напрямках, розподіл об'ємів перевезень за окремими пунктами (прибуття, відправлення,

транзит), виконаний об'єм транспортної роботи.

1.1.3 Технологічний процес доставки вантажів

Виробничий процес по доставці вантажів об'єднує велику кількість учасників і пов'язаний з виконанням численних операцій, тому він повинен розглядатися комплексно на основі єдиної технології. Відповідно до ГОСТ 3.1109–82 *технологічний процес* є частиною виробничого процесу, що містить цілеспрямовані дії по зміні предмету праці. Суть технологічного процесу доставки вантажів полягає в їх переміщенні через різні елементи системи розподілу від виробника до кінцевого споживача.

Технологія доставки вантажів – це набір і послідовність операцій з вантажами, що забезпечують їх доставку споживачеві. Основні операції технології доставки вантажів включають: організаційні; експедиційні; навантажувально-розвантажувальні; перевізні; складські.

Перераховані операції технологічного процесу доставки вантажів розглядаються як *підпроцеси*, оскільки самі є складними процесами і складаються з різних операцій. Деякі з них настільки тісно зв'язані між собою, що можуть об'єднуватися в підпроцеси вищого рівня, наприклад, навантажувально-розвантажувальні і перевізні операції входять до складу *процесу транспортування*.

Процес доставки вантажів починається з процесу підготовки вантажу до перевезення, яке виконується, як правило, відправником і включає операції: консолідацію (накопичення), упаковку, маркіровку і т.д. Накопичення вантажу необхідне для формування мінімально допустимого об'єму партії вантажу, що забезпечує максимальне використання вантажопідйомності транспортного засобу. Навантажувально-розвантажувальні операції можуть виконуватися як відправником, так і експедитором (перевізником). Далі вантаж відправляється по розробленій схемі доставки, яка може включати один або декілька розподільних центрів (терміналів), що забезпечують регулювання напрямку і потужності вантажопотоків. Розподільні центри виконують операції по консолідації, розукрупненню і сортуванню вантажів по напрямках, короткостроковому і тривалому зберіганню і контролю над рівнем запасів, навантаженню, розвантаженню і перевантаженню вантажів з одного виду транспорту на інший, а також додаткові послуги із здійснення централізованих розрахунків, упаковки, маркіровки, митного оформлення вантажів і т.д. Процес доставки завершується розвезенням вантажів безпосереднім одержувачам відповідно до графіка доставки і правил приймання вантажів. Ефективне здійснення процесу доставки вантажів можливо тільки за умови повного узгодження параметрів взаємодії всіх його учасників (відправників і одержувачів вантажів, перевізників і т.д.), а також використанні сучасних технологій доставки вантажів. Взаємозв'язок учасників процесу доставки і технології його здійснення узагальнюється в понятті транспортно-технологічної системи доставки вантажів.

1.1.4 Транспортно-технологічна система доставки вантажів

Транспортний-технологічна система доставки вантажів (ТТС) – це сукупність матеріальних елементів на всьому шляху просування продукції (транспортних і навантажувально-розвантажувальних засобів, транспортного устаткування, об'єктів інфраструктури, складів і т.п.), а також способів взаємодії між ними (технологічних операцій), що забезпечують доставку вантажів від виробників до споживачів.

Проектування ТТС вимагає послідовної розробки комплексу питань, зокрема:

- розробка схем доставки, маршрутів транспортування;
- вибір видів транспорту, типів рухомого складу, тари і устаткування, навантажувально-розвантажувальних засобів;
- визначення місць розміщення проміжних складів, розрахунок об'ємів складських запасів продукції;
- розробка технологічної документації доставки вантажів;
- визначення методів контролю якості і безпеки доставки вантажів.

Зниження витрат і трудомісткості робіт в ТТС досягається за рахунок наступних чинників: обирання ефективних транспортних засобів; раціонального використання складських приміщень; прискорення доставки вантажів; вдосконалення упаковки; застосування багатооборотної тари (контейнерів) і пакетних перевезень; механізації навантажувально-розвантажувальних і транспортно-складських операцій; скорочення або повної ліквідації втрат вантажів, що транспортуються, і ін.

Важливою умовою ефективного функціонування ТТС є технологічна узгодженість роботи транспортних організацій, постачальників і споживачів продукції і проміжних складів. Таке узгодження досягається шляхом організації єдиного технологічного процесу.

Єдиний технологічний процес – це заздалегідь розроблена раціональна технологія взаємодії вантажовідправників, вантажоодержувачів, транспортних і складських організацій. Здійснення єдиного технологічного процесу передбачає координацію діяльності цих учасників по наступних напрямках:

1) узгодження ритму транспортного процесу з ритмом виробництва і споживання, що досягається комплексним рішенням задачі оптимізації обирання транспортних засобів і визначення об'ємів накопичуваних вантажів на складах;

2) узгодження режиму роботи вантажовідправників, вантажоодержувачів, транспортних і складських організацій;

3) узгодження ритму роботи транспортних і навантажувально-розвантажувальних засобів;

4) скорочення кількості перевалочних операцій в пунктах навантаження і розвантаження за рахунок використання пакетних і контейнерних технологій доставки вантажів;

5) попередня підготовка вантажів до перевезення: своєчасне комплектування партій вантажів з урахуванням умов їх накопичення, вантажопідйомності транспортних засобів і контейнерів, затарювання і

пакування тарно-штучних вантажів; маркіровка вантажів і т.д.

Ефективність діяльності будь-якої ТТС багато в чому визначається тим, наскільки повно і глибоко в ній упроваджені передові досягнення науки і техніки. Це особливо актуально для транспортних послуг, для того, щоб доставка вантажів і діяльність перевізників здійснювалися раціонально і з мінімальними витратами.

1.2 Формування схем переміщення вантажів

Автомобільний транспорт (АТ), що розташовує рухливим складом різної вантажопідйомності, характеризується великою маневреністю, у зв'язку з чим, створюються сприятливі умови для узгодження процесів перевезень з технологічними процесами підприємств, що обслуговуються. При цьому зменшуються втрати і витрати на їхнє збереження, прискорюється оборотність засобів, а організація перевезень визначається умовами і ритмом виробництва і споживання.

Переміщення вантажів у процесі виробництва зі сфери виробництва в сферу споживання включає кілька етапів: нагромадження вантажів на складах виробництва, концентрація їхній на складах системи матеріально-технічного постачання і доставка до безпосередніх споживачів.

Експедиторські склади і складу (площадки) короткочасного збереження на промислових підприємствах, торгово-оптових базах і підприємствах роздрібною торгівлі виконують різні функції, зв'язані з транспортним процесом. На експедиторських складах здійснюються підготовка вантажів для перевезень, сортування, операція по упакуванню й укладанню вантажів у контейнери, формування партій контейнерів. На складах короткочасного збереження вантажі сортують перед подачею на виробничі чи склади окремі виробничі цехи, переформовують партії вантажів, роблять переупаковку і т.д.

Вантажі можуть переміщатися по різних схемах за участю одного чи декількох видів транспорту. Реальні системи постачання звичайно включають такі основні елементи: виробництво, склади постачальника і споживача, станції (порти) відправлення і призначення, центральний склад (як елемент двукаскадної системи складів), споживання. На практиці перевезення можуть здійснюватися за участю більш ніж двох видів транспорту і при многокаскадній системі складів.

Системи виробництва і постачання, як правило, містять у собі цілі мережі взаємозалежних виробництв і складів декількох ступіней, що розрізняються місткістю й особливостями збереження. Робота окремих ланок залежить від ритму виробництва і стану запасів і в ін. ланках.

При виборі схеми перевезень враховують особливості продукції і її виробництва, транспортні фактори й умови керування запасами в системі постачання. Оптимізація виробництва й умов споживання, роботи транспорту і складів припускає мінімізацію витрат усієї системи.

Сукупність матеріальних елементів на всьому шляху просування товарів – складів, транспортних і вантажно-розвантажувальних засобів, а також запаси

товарів являють собою технологічну структуру систем доставки вантажів.

Прийнятій схемі постачання відповідає визначений набір і послідовність операцій з вантажами (предметами перевезень) у системах виробництва, матеріально-технічного постачання і споживання, зв'язаних з їх переміщенням. Взаємозв'язок основних операцій представлена на узагальненій схемі.

Зниження витрат і трудомісткості робіт у транспортно-технологічній системі досягається за рахунок наступних факторів: удосконалювання упакування; застосування багатозворотньої тари (контейнерів) і пакетних перевезень; механізації вантажно-розвантажувальних і транспортно-складських (ПРТС) операцій з укрупненою вантажною одиницею; раціонального використання складських приміщень; прискорення доставки вантажів; чи скорочення повної ліквідації утрат вантажів, що транспортуються; вибору ефективних транспортних засобів.

Проектування схеми і технології організації перевезень вимагає послідовної розробки комплексу питань: вибору виду транспорту і нерухомого складу; розрахунку необхідних запасів продуктів, що забезпечують безперебійне виробництво; розробки спеціальних конструкцій тари, визначення потреби в ній і ін.

1.3. Єдиний технологічний процес взаємодії транспортних підприємств, відправників вантажу і вантажоодержувачів

Ефективність транспортного процесу у великому ступені залежить від технологічного узгодження роботи транспорту, виробничих підприємств, споживачів продукції галузей матеріального виробництва і постачальницько-збутових організацій.

Організація транспортного процесу, що базується на попередньо розробленій раціональній технології взаємодії транспортних підприємств, відправників вантажу і вантажоодержувачів, називається **єдиним технологічним процесом**.

Координація дій транспорту, промислових підприємств, постачальницько-збутових і торгових організацій передбачає:

узгодження ритму транспортного процесу з ритмом виробництва і споживання, що досягається комплексним рішенням задачі оптимізації вибору транспортних засобів, визначення кількості вантажів, що накопичуються, на складах виробництва і їхніх запасів у споживачів;

скорочення кількості перевалочних операцій у пунктах навантаження і вивантаження за рахунок прямої передачі вантажів;

узгодження режиму роботи транспорту, складів підприємств і баз матеріально-технічного постачання;

узгодження роботи транспортних засобів і вантажно-розвантажувальних засобів;

попередню підготовку вантажів до перевезення: своєчасне комплектування партій вантажів з урахуванням умов їхнього нагромадження, вантажопідйомності транспортних засобів і контейнерів, пакетування тарно-

штучних вантажів; маркірування і визначення маси вантажів і т.д.

Реалізація прогресивних єдиних технологічних процесів здійснюється на основі забезпечення автотранспортних і транспортно-експедиційних підприємств і організацій, постачальників і одержувачів вантажів типовою технологічною документацією, що дозволяє здійснювати високоефективне транспортне обслуговування. **Типовий єдиний технологічний процес (ТЕТП)** доставки вантажів автомобільним транспортом включає комплекс взаємозалежних операцій по підготовці виробництва до транспортного обслуговування і доставки вантажів, починаючи з видачі вантажу і документів на складі відправника і кінчаючи прийомом вантажів і документів на складі одержувача.

Змістом розробки ТЕТП є:

- спільна підготовка оперативного плану доставки вантажів;
- підготовка вантажу до видачі і перевезення;
- підготовка й оформлення документів;
- інформація одержувачів і узгодження з ними процесу доставки вантажу;
- вибір найбільш ефективного рухливого складу;
- організація вантажно-розвантажувальних робіт;
- вибір раціональних маршрутів перевезення вантажів;
- узгодження режиму роботи учасників єдиного технологічного процесу;
- організація подачі рухливого складу в пункти навантаження і наступної роботи з графіка;
- методи повернення тари (контейнерів);
- нормування операцій ТЕТП;
- організація робіт з методу бригадного підряду;
- ефективне стимулювання праці всіх учасників виробничого процесу;
- ефективні методи керування виробничими процесами.

1.4 Невизначеність стану транспортно-технологічних систем і шляху її зниження

Умови сучасного виробництва висувають високі вимоги до узгодження вхідних у нього технологічних, транспортних вантажно-розвантажувальних і складських процесів.

Особливість складних транспортно-технологічних систем (комплексів) складається у високому ступені їхньої невизначеності, основними джерелами якої є:

нерегулярність виробництва і споживання (постачань і попиту на продукцію);

нестійкість роботи елементів системи (неритмічність технологічного процесу, статистична невизначеність тривалості окремих транспортних і технологічних операцій);

структурна ненадійність системи, що виявляється у виході з ладу окремих її елементів і технічних засобів.

Зниження невизначеності таких систем - одна з головних задач керування

транспортним процесом. Воно досягається різними методами.

Структурні методи передбачають зміна структури об'єкта керування. Досягти це можна за рахунок створення запасів матеріалів на об'єктах споживання і буферних ємностей для складування в місцях виробництва, організації перевезення з застосуванням міжопераційних компенсаторів (наприклад, такого використання оборотних причепів (напівпричепів) чи контейнерів, при якому процес їхнього завантаження не зв'язується жорстко з ритмом роботи автомобілів).

Організаційні методи – регламентує послідовність окремих операцій транспортних і технологічних процесів, а також їхніх комплексів (наприклад, організація транспортних і технологічних процесів і взаємодії різних видів транспорту на основі контактних графіків).

Інформаційні методи – передбачають створення систем передачі даних (засобів зв'язку) з метою підвищення інформованості керуючого органа. Попереднє повідомлення про час прибуття рухливого складу, про зміну умов перевезень і інша інформація зменшують невизначеність функціонування систем.

При самій зробленій організації завжди зберігається частина невизначеності, викликана численними випадковими факторами, неминучими у великих системах. Для того щоб зменшити імовірність її виникнення і можливі втрати, застосовують **статичні методи**, що дозволяють прогнозувати випадкові процеси на основі інформації про їхню передісторію.

1.5 Керування запасами й оптимізація партійності перевезень

Причиною утворення запасів є також необхідність гарантованого безперебійного постачання споживачів, тому запаси утворюються не тільки на складах споживачів, але і на проміжних складах постачальницько-збутових організацій. Утворення запасів порозумівається і дискретним характером транспортного процесу на усіх видах транспорту, крім трубопровідного.

Задачі визначення раціонального розміру запасів, необхідних для нормального функціонування підприємства, виникають у всіх галузях народного господарства. Збиток економіці приносять і надлишкові, і недостатні запаси.

Надлишкові запаси приводять до "омертвляння" засобів, витрачених на придбання і збереження невикористаних товарів. Крім того, у процесі збереження якості деяких товарів погіршуються (швидкопсувні продукти), і виникають утрати. Великі запаси доцільно створювати для продуктів сезонного виробництва (наприклад, сільськогосподарська продукція) чи постійного виробництва, не сезонного споживання (паливо)

Недостатні запаси можуть стати причиною порушення виробничого чи процесу ритмічності постачання.

Запаси поповнюються періодично. Кожне таке поповнення супроводжується визначеними витратами, що залежать від умов постачання. Склад несе витрати, зв'язані зі збереженням продуктів. Якщо вимога на перевезення вантажів не

задовольняється негайно, то виникають утрати, що відносять за рахунок системи постачання, що виплачує штрафи. Задачі керування запасами складаються у виборі обсягу і моменту пред'явлення замовлення на поповнення, що забезпечують мінімальні сумарні витрати по збереженню, штрафам і постачанням.

Крім установаження моментів і обсягів замовлення керування запасами передбачає також розподіл знову прибулої партії по нижчестоящих ланках системи постачання. Сукупність правил, якими керуються при ухваленні рішення, називається **стратегією керування запасами**. Стратегія, мінімізуючи загальні народногосподарські витрати, вважається оптимальною, визначення її є предметом теорії оптимального керування запасами.

Задачі керування запасами поділяються на статичні і динамічні. У статичних відтворення запасу виступає як одиничний акт, а в динамічних витрату і періодичне поповнення запасів розглядається як процес, що розгортається в часі. Для різних умов динамічні задачі керування запасами мають різні формулювання, але при цьому їхні математичні моделі подібні.

Розглянемо найпростішу модель керування запасами – **систему з фіксованим розміром замовлення**. У такій системі розмір замовлення є постійною величиною, і повторне замовлення подається при зменшенні наявних запасів до визначеного критичного рівня (крапка замовлення).

Нехай q – розмір партії, t_q – інтервал часу між черговими доставками, P – потреба підприємства в якому-небудь продукті за весь планований період T . Тоді число партій за увесь час T дорівнює P/q , а

$$t_q = \frac{T}{P/q} = \frac{Tq}{P}. \quad (1.1)$$

Якщо інтервал t_q починається в момент, коли на складі мається q тонн продуктів, і закінчується при відсутності запасів, то величина середнього запасу складає $q/2$.

Система з фіксованим розміром замовлення заснована на виборі такого розміру партії вантажу, що доставляється, при якому мінімізуються загальні витрати керування запасами. Передбачається, що останні складаються з витрат виконання замовлення і витрат збереження запасів.

Витрати виконання замовлення – це витрати, зв'язані з організацією доставки нової партії. Будемо вважати, що вони не залежать від розміру партії. Сумарні витрати виконання замовлень за будь-який планований період складають PC_3/q , де C_3 – витрати виконання замовлення.

Витрати збереження запасів включають витрати, зв'язані зі змістом товарів на складі, і можливі утрати внаслідок уповільнення оборотності засобів. Розмір останніх визначається вартістю збережених товарів.

Позначимо витрати збереження одиниці товарів за планований період часу, наприклад рік, через $C_{xp.n}$. При постійній інтенсивності збуту витрати збереження запасів за планований період складають $C_{xp.n} q/2$. При збільшенні розміру замовлення за ці витрати лінійно зростають.

У задачі маються два фактори, що діють у протилежних напрямках, що

визначають оптимальний розмір партії вантажів.

Сумарні річні витрати керування запасами

$$S_{y.3} = \frac{PC_3}{q} + \frac{C_{xp.n}q}{2}. \quad (1.2)$$

З рівняння

$$\frac{v \cdot S_{y.3}}{vq} = -\frac{PC_3}{q_{opt}^2} + \frac{C_{xp.n}}{2} = 0$$

визначаємо оптимальний розмір партій вантажу:

$$q_{opt} = \sqrt{\frac{2PC_3}{C_{xp.n}}}. \quad (1.3)$$

Якщо у вихідних даних заданий попит на продукцію в одиницю часу $r = P/T$ і вартість збереження одиниці продукції $C_{xp} = C_{xp.n}/T$, то формула для визначення оптимального розміру партії вантажу перетвориться

$$q_{opt} = \sqrt{\frac{2rC_3}{C_{xp}}}. \quad (1.4)$$

Вираження (1.3) і (1.4) називаються формулами Уілсона.

З формули (1.3) випливає, що оптимальний розмір партії вантажу пропорційний \sqrt{P} . Отже, при збільшенні річного споживання продукту, наприклад у чотири рази, оптимальний розмір партії зростає тільки вдвічі. Якщо припустити, що величина P постійна, то величина q_{opt} буде прямо пропорційна кореню квадратному з витрат замовлення нової партії Z_3 і назад пропорційна кореню квадратному з питомих витрат збереження $\sqrt{C_{xp.n}}$.

Крива загальних витрат біля крапки мінімуму дуже полого. Тому поблизу цієї крапки зміна розміру завезеної партії вантажів, особливо убік збільшення q , не приводить до істотної зміни загальних витрат.

У розглянутих умовах мали значення тільки витрати виконання замовлення і вартість збереження, а також передбачалося, що собівартість перевезень не залежить від розміру партії вантажу. При доставці обмежених партій вантажів їхній розмір є головним чинником, що визначає вибір рухливого складу, а цим, відповідно, визначається собівартість перевезень.

У найпростішій моделі керування запасами передбачалося, що рівень запасу 1 змінюється в часі рівномірності: як тільки він досягне нуля, надходить нова партія товару розміром q . Однак на практиці необхідно розташовувати визначеним страховим запасом, що враховував би затримку між моментами подачі і його одержання. Крім того, інтенсивність збуту звичайно є випадковою величиною. Особливо значним коливанням піддається збут у торгівлі.

При виборі системи поповнення запасів варто виходити з конкретних умов. Розглянемо основні керування запасами.

Стратегія фіксованого (постійного) розміру замовлення передбачає безупинний контроль за станом запасів 1. Коли рівень запасів зменшується до

I_3 (крапки замовлення), замовляється партія товару розміром $q = \sqrt{2rC_3 / C_{xp}}$. При мінливому витраті товарів моменти замовлення виникають через нерівні проміжки часу.

Для стратегії постійної періодичності замовлення характерне повторення замовлення через рівні проміжки часу T_3 . Стан запасів перевіряється в момент подачі замовлення, і замовлення подається розміром $q = I_{\max} - 1$. Таким чином, q , не є постійною величиною.

При стратегії встановленою періодичністю поповнення запасів до постійного рівня замовлення виробляється через однакові проміжки часу розміром $q = I_{\max} - 1$. Однак при зменшенні фактичного залишку матеріалів на складі до рівня I_3 робиться позачергове замовлення розміром $q = I_{\max} - 1$.

Стратегія двох рівнів, чи так називана (s, S) – система передбачає перевірку стану запасів через інтервали тривалістю T_3 . Якщо рівень запасів $1 \leq S$, те подається замовлення розміром $S - 1$. При $1 > S$ замовлення не подається.

Таким чином, розміри перевезених партій вантажів q і інтервали між черговими постачаннями можуть бути як постійними, так і змінними величинами і залежать від прийнятої стратегії керування запасами. Використовуючи фактичні дані, про обсяг збуту, і тривалості доставки замовлення, можна промоделювати процес і визначити імовірність виникнення дефіциту і середні рівні запасів при застосуванні визначеної системи завезення вантажів протягом тривалого проміжку часу. Найпростіше визначити величину страхового запасу в статичній задачі, коли випадковою величиною є лише потреба в продукції в період між двома черговими постачаннями.

1.6 Формування і нагромадження партій вантажів

Формування партій вантажів означає поділ одиниць, що транспортуються, на складові чи їхнє з'єднання по якійсь ознаці (наприклад, по напрямку доставки). Під нагромадженням вантажів розуміють поступове збільшення збереженого обсягу продукції, призначеної для транспортування. Нагромадження закінчується відправленням вантажів, після чого цей процес повторюється знову.

Нагромадження, що відбувається на підприємстві-виготовлювачі, спрямоване на те, щоб утворилася кількість (партія) вантажу, достатнє для перевезення. Якщо ця продукція доставляється на станцію, наприклад у контейнерах, то на складі станції знову відбувається формування контейнерів по напрямках і їх нагромадженнях. Останнє продовжується доти, поки не нагромадиться кількість контейнерів, необхідна для завантаження однієї транспортної одиниці.

На станції призначення контейнери накопичуються й одночасно формуються по мікрорайонах завезення. Цей процес називається сортуванням і визначається умовами вивозу контейнерів автомобільним транспортом.

У загальному випадку постачальників і споживачів, станції (порти) відправлення і призначення, а також бази матеріально-технічного постачання,

виступаючи проміжними ланками в процесі просування вантажів від місць виробництва до безпосередніх споживачів, функціонують як нагромаджуючі системи.

Ступінь задоволення вимог на перевезення в розглянутий n -й період часу характеризується коефіцієнтом задоволення вимог на перевезення ε_{mn} , що визначається як відношення кількості вантажів P_n , що вивозяться в цей період, до загальної кількості призначених для перевезення вантажів. Останнє включає вантажі z_n , що зберігаються до n -му моменту часу на складі в чеканні вивозу, і знову надійшли вантажі X_n :

$$\varepsilon_{mn} = \frac{P_n}{X_n + z_n}. \quad (1.12)$$

Вивіз вантажу за D днів характеризується середнім значенням коефіцієнта задоволення вимоги на перевезення.

$$\bar{\varepsilon}_m = \frac{\sum_{n=1}^D \varepsilon_{mn}}{D}. \quad (1.13)$$

1.7 Критерії оцінки ефективності транспортного процесу

Організація і плани перевезень повинні забезпечувати задоволення потреб народного господарства і населення в перевезеннях при високій їхній якості і можливо менших витратах. Народногосподарська ефективність перевезень залежить від багатьох факторів, що утрудняють визначення критерію оптимальності в загальному виді.

Рішення задач організації раціональної взаємодії процесів систем виробництва, матеріально-технічного постачання і споживання з процесами на транспорті і взаємодії окремих видів транспорту викликає необхідність розгляду цілісних інтегрованих транспортно-технологічних систем. При цьому забезпечується більш висока загальна ефективність у порівнянні із сумарною ефективністю частин, узятих окремо. Ефект взаємодії, не відповідному локальному ефекту, у теорії систем розглядається як прояв у складних системах властивості цілісності, що присуща системі в цілому, а не її складовим елементам.

Вартісні і деякі натуральні показники (трудомісткість, енерговитрати) можуть характеризувати зміни, що відбуваються як в окремо узятих системах транспортування, виробництва і споживання, так і сумарно, тобто інтегральний ефект.

Різноманіття умов і вимог до організації транспортного процесу вимагає, крім того, визначення системи показників приватної ефективності окремих процесів, а також роботи автотранспортного підприємства, що включає різні вимірники, що не інтегруються.

Серед комплексу критеріїв оптимальності, використовуваних при рішенні різних задач організації перевезень, найбільший інтерес представляють:

- своєчасність доставки вантажів;
- тривалість доставки вантажів;
- утрати продуктів у процесі транспортування;
- продуктивність транспортних засобів;
- продуктивність вантажно-розвантажувальних машин;
- питома трудомісткість комплексу транспортно-технологічних операцій і її складова – питома трудомісткість спільних навантажувальних (розвантажувальних) і транспортних операцій;
- енергоємність комплексу транспортно-технологічних операцій і її складова – енергоємність перевезень;
- приведені народногосподарські витрати і її складова собівартість перевезень;
- прибуток автотранспортного підприємства.

Своєчасність доставки вантажів характеризується задоволенням вимог на перевезення відповідно до потреби. Це досягається раціональним узгодженням роботи транспорту і систем, що обслуговуються їм, виробництва і споживання. Характеристикою рівня узгодження служать: співвідношення між кількістю пропонованих до перевезення (виклику очікування) і вантажів, що вивозяться, розмір запасів продуктів у системах споживання, імовірність дефіциту, тобто наявності попиту при відсутності запасів і ін.

Організація регулярних перевезень по встановлених графіках створює передумови для забезпечення своєчасної доставки вантажів.

В умовах нерівномірного попиту на перевезення, безперебійна робота технологічних систем, що обслуговуються автомобільним транспортом, досягається маневруванням використання провізних спроможностей транспортних засобів на різних об'єктах і створенням їхнього резерву, раціональним нагромадженням вантажів у відправників вантажу і створенням запасів продуктів у споживачів.

Тривалість доставки T_{∂} характеризується часом перебування вантажів у шляху з моменту закінчення навантаження партії до початку вивантаження. Її величина впливає на тривалість періоду обороту матеріальних засобів. Зменшення її дозволяє визволити частину матеріальних засобів (вантажів) для продуктивного використання.

Відношення відстані l_{∂} , на яке доставляються вантажі, вчасно їхньої доставки T_{∂} характеризує швидкість доставки, що виражається в кілометрах у годину (км/год) чи в кілометрах у добу (км/сут).

$$v_{\partial} = \frac{l_{\partial}}{T_{\partial}}. \quad (1.14)$$

При використанні для доставки вантажів різних видів транспорту враховують час, необхідне для навантаження і вивантаження на станціях (у портах), а також для перевалки з одного виду транспорту на іншій.

Якщо щодня відправляється P тонн вантажу, то в кожен момент у процесі перевезення знаходиться $M = PT_{\partial}$ тонн. Вартість вантажної маси, що перебуває в шляху, визначається по формулі

$$C_{z.m} = C_m P T'_d, \quad (1.15)$$

де C_m – ціна 1 тонни вантажу.

При скороченні часу доставки до T'_d сума засобів, що вивільняються

$$\Delta C_{z.m} = C_{z.m} - C'_{z.m} = C_m P (T_d - T'_d). \quad (1.16)$$

Іноді економічну ефективність прискорення доставки вантажів зручніше розраховувати по швидкості доставки і річному обсягу перевезень P_{zod} , вираженому в тоннах.

Тому що вантажна маса в шляху

$$M = \frac{P_{zod} \cdot l_d}{365 \cdot v_d}, \quad (1.17)$$

те при швидкості доставки v_d , км/діб,

$$\Delta C_{z.m} = \frac{C_m P_{zod} \cdot l_d}{365} \left(\frac{1}{v_d} - \frac{1}{v'_d} \right), \quad (1.18)$$

а при швидкості, планованої в км/год,

$$\Delta C_{z.m} = \frac{C_m P_{zod} \cdot l_d}{365 \cdot 24} \left(\frac{1}{v_d} - \frac{1}{v'_d} \right). \quad (1.19)$$

З прискоренням доставки продуктів скорочується час перебування їх у сфері зворотності, при цьому частина, що вивільняється, може бути додатково залучена в народногосподарський оборот. Загальна вартість продукції, додатково залучена у виробниче й особисте споживання в результаті прискорення доставки вантажів, рівнозначна економії капітальних вкладень, необхідних на відтворення продукту. Тому річна економія внаслідок скорочення оборотності оборотних коштів

$$E_{z.m} = \Delta C_{z.m} \cdot E_n, \quad (1.20)$$

де E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень, рівний 0,15.

Утрати продуктів у процесі транспортування необхідно враховувати при рішенні таких задач, як обґрунтування доцільності спеціалізованого рухливого складу, вибір безперевантажного способу перевезень у контейнерах, а також при виборі транспорту і найбільш раціональних схем доставки.

Результати прогнозування і статичної оцінки незбереженості вантажів можуть стати визначальними при ухваленні рішення.

Збиток у результаті утрат вантажу звичайно враховується по величині фактичних втрат і вартості вантажу:

$$S_{y.n} = 0,01 \cdot P_n \cdot C_m \cdot \mu, \quad (1.21)$$

де P_n – обсяг перевезень відповідного сорту продукції, т;

μ – утрати маси продукції відповідного сорту, %.

Фактичний збиток трохи більше тому що на відтворення безповоротно загубленої продукції будуть потрібні визначений час, додаткова робоча сила і засоби виробництва для забезпечення додаткового приросту продукції.

Крім того, можуть виникнути втрати в результаті зниження якості продукції. Їх установлюють з урахуванням різниці цін на відповідні сорти.

Продуктивність транспортних засобів – найважливіший показник їхнього використання. Вона характеризується кількістю вантажу, перевезеного в одиницю часу на визначену відстань, і звичайно вимірюється виробленням у тоннах P_q чи тонно-кілометрах W_q за одну годину роботи.

Трудомісткість операцій, виконуваних водієм, у розрахунку відповідно на 1 тону перевезеного вантажу і 1 ткм, є величиною зворотному годинному виробленню автомобіля:

$$T_q = \frac{1}{P_q}, \quad (1.22)$$

$$T_{ткм} = \frac{1}{W_q}. \quad (1.23)$$

Продуктивність вантажно-розвантажувальних машин (бригад вантажників) і пунктів характеризується кількістю вантажів, що переробляються за чи годину зміну. Вона визначається техніко-експлуатаційними параметрами навантажувальних (розвантажувальних) машин і погодженістю їхньою роботою транспортних засобів.

Трудомісткість навантаження (розвантаження) 1 т вантажу зв'язана з продуктивністю навантажувальної (розвантажувальної) машини $P_q^{n(p)}$ залежністю.

$$T_m^{n(p)} = \frac{R_{n(p)}}{P_q^{n(p)}} = \frac{R_{n(p)} \bar{t}_{n(p)}}{\bar{q}_\phi}, \quad (1.24)$$

де $R_{n(p)}$ – кількість робітників, що закріплюються за навантажувальною (розвантажувальною) машиною, включаючи допоміжних;

$\bar{t}_{n(p)}$ – середні витрати часу на навантаження (розвантаження) одного автомобіля, включаючи час чекання прибуття автомобіля, ч;

\bar{q}_ϕ – середня кількість занурюються фактично в автомобіль (чи вивантажуються з його) вантажів, т.

Питома трудомісткість вантажно-розвантажувальних і транспортних операцій $\sum T_m$ комплексно характеризує ефективність транспортних і вантажно-розвантажувальних засобів і погодженість їхньої роботи. Вона визначається як сума витрат праці водіїв і робітників, зайнятих на вантажно-розвантажувальних роботах, з розрахунку на 1 т перевезеного вантажу:

$$\sum T_m = T_m + T_m^n + T_m^p = \frac{1}{P_q} + \frac{R_n}{\bar{P}_q^n} + \frac{R_p}{\bar{P}_q^p}. \quad (1.25)$$

Цей показник має особливо важливе значення при оцінці ефективності організації роботи в комплексних бригадах, що включають вантажно-розвантажувальні роботи.

Для оцінки погодженості роботи навантажувальних (розвантажувальних) і транспортних засобів використовується питома трудомісткість операцій на навантажувальному (розвантажувальному) пункті

$$\sum T_m^{n(p)} = \frac{t_{n(p)}}{\bar{q}_\phi} + \frac{R_{n(p)}}{P_u^{n(p)}} = \frac{1}{\bar{q}_\phi} (\bar{t}_{n(p)} + R_{n(p)} \bar{t}_{n(p)}), \quad (1.26)$$

де $\bar{t}_{n(p)}$ – середній час простою автомобіля під навантаженням (розвантаженням), включаючи час чекання в черзі, ч.

Питома трудомісткість комплексу транспортно-технологічних операцій. Важливе народногосподарське значення має зниження сумарної трудомісткості комплексу взаємно ув'язаних транспортних і технологічних операцій, що визначається як

$$\sum T_m^k = T_m + T_m^n + T_m^p + T_m^{m.o}, \quad (1.27)$$

де $T_m^{m.o}$ – трудомісткість технологічних операцій, крім сполучаються з вантажно-розвантажувальними, з розрахунку на 1 тону перевезеного вантажу, чел-ч.

Для оцінки ефективності транспортного процесу досить визначити тільки ту частину трудомісткості технологічних операцій, що залежить від його організації.

Енергоємність комплексу транспортно-технологічних операцій $\sum E_m^k$ характеризує сумарна кількість енергії (МДж/т), затрачуваної на виконання взаємно ув'язаних транспортних і технологічних операцій:

$$\sum E_m^k = E_m + E_m^n + E_m^p + E_m^{m.o}, \quad (1.28)$$

де E_m – енергоємність перевезень, МДж/т;

E_m^n, E_m^p – відповідно енергоємність навантажувальних і розвантажувальних операцій, Дж/т;

$E_m^{m.o}$ – енергоємність технологічних операцій, зв'язаних із транспортним процесом.

Оскільки діючі системи обліку і звітності не враховують витрати енергії по видах транспортно-технологічних операцій, енергоємність окремих операцій визначають розрахунковим шляхом на основі норм витрати палива, кг, і електроенергії, квт-ч. Теплотворна здатність λ_m палива в середньому, кдж/кг: бензинів – 44380, дизельного палива – 43794. Коефіцієнт паливної еквівалентності 1 квт-год електроенергії $\eta_e = 3600$ кдж/(квт-ч).

Найбільш істотні витрати енергії на пересування автомобільних транспортних засобів, які характеризуються енергоємністю перевезень, МДж/т

$$\mathcal{E}_m = \frac{H \cdot \rho \cdot \lambda_m}{1000 \cdot P}, \quad (1.29)$$

де H – кількість палива, що витрачається на перевезення, л;

ρ – щільність палива, г/см³;

λ_m – теплотворна здатність палива, кдж/кг;

P – обсяг перевезень, т.

Аналогічно, з урахуванням виду енергоносія, визначається енергоємність вантажно-розвантажувальних і технологічних операцій.

Матеріалоємність перевезень оцінюється кількістю матеріалів, що витрачаються при виготовленні автомобіля й у процесі його експлуатації (за

амортизаційний термін служби) на одиницю транспортної чи роботи обсягу перевезень. Тому що основним матеріалом, використовуваним для виготовлення автомобілів, є метал, те найбільш важливий показник матеріалоемності перевезень – їхня металоємність. В міру збільшення вантажопідйомності автомобілів металоємність перевезень знижується.

Собівартість перевезень – показник ефективності організації транспортного процесу, що характеризує витрати на 1 чи тонну 1 ткм, що несе транспортна організація, що здійснює перевезення.

При існуючому методі обліку поточних витрат витрати на різних видах транспорту відбиваються з різним ступенем повноти, а частина їх зовсім не враховується. Наприклад, у собівартість автомобільних перевезень, обумовлену автотранспортними підприємствами, не включаються витрати на будівництво і зміст доріг, забезпечення безпеки руху на них, а також витрати на вантажно-розвантажувальні роботи.

При оцінці народногосподарської ефективності автомобільних перевезень варто визначати повну собівартість перевезення, що враховує весь комплекс витрат, зв'язаних зі здійсненням транспортного процесу.

Приведені народногосподарські витрати. Підвищення ефективності транспортного процесу в деяких випадках зв'язано з капітальними додатковими вкладеннями в розвиток транспортних і допоміжних засобів. Крім того, як указувалося вище, собівартість перевезень не враховує весь комплекс витрат, зв'язаних зі здійсненням транспортного процесу в різних умовах.

Найбільш повна оцінка економічної ефективності перевезень досягається при зіставленні приведених народногосподарських витрат на перевезення, що включає витрати на тару, упакування, перевезення, збереження, перевантаження і розпакування вантажу, капітальні вкладення в комплекс технічних засобів, вартість вантажної маси, що перебуває в шляху, і втрати продуктів у процесі транспортування.

Приведені витрати з розрахунку на 1 тонну перевезеного вантажу можна розрахувати по формулі

$$Z_m = \sum S_m^m + \frac{E_n}{P} (K + MЦ_m), \quad (1.30)$$

де $\sum S_m^m$ – величина питомих сумарних витрат (з урахуванням можливих утрат продуктів) на всіх етапах транспортування і зв'язаних з ним технологічних операцій, руб/т;

E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень ($E_n = 0,15$);

P – річний обсяг перевезень, т;

K – капітальні вкладення в комплекс технічних засобів за винятком їхньої ліквідної вартості (після списання), що складає до 10% первісної вартості, руб;

M – вантажна маса в шляху, т;

$Ц_m$ – ціна 1 тонни вантажу, руб.

У задачах оперативного характеру капітальні вкладення не враховують.

Вантажна маса в шляху враховується тільки в тих випадках, коли перевезені вантажі надходять безпосередньо у виробництво, мають стиснуті нормативні терміни чи збереження призначені для рівномірного протягом року споживання.

При виконанні практичних варіантних розрахунків що не змінюються складові приведені витрат, як правило, не визначають.

Прибуток – один з головних показників господарської діяльності автотранспортних підприємств. У залежності від розмірів прибутку підприємства планують розширення своїх виробничих потужностей, розміри преміювання, заходу щодо культурно-побутового будівництва й ін.

Прибуток від перевезень можна визначити по формулі

$$П = (0,98 \cdot d_m - S_m) \cdot P, \quad (1.31)$$

де d_m – середня дохідна ставка (від перевезень), що представляє собою відношення суми доходів, отриманих відповідно до діючого тарифами, до загального обсягу перевезень P в розглянутому періоді, руб/т;

S_m – собівартість перевезення 1 тонн вантажу, числення по витратах, що враховується в автотранспортному підприємстві, руб/т.

Коефіцієнт 0,98 у формулі (1.31) враховує цільові відрахування на будівництво автомобільних доріг, стягнуті в розмірі 2% доходів від експлуатації рухливого складу автомобільного транспорту.

Сфери застосування критеріїв оптимальності. Обраний для конкретних умов задачі критерій оптимальності повинний відбивати кінцеві результати виробничої діяльності, найважливіші з яких – сумарні витрати живої й упредметненої праці. Ефективність різних варіантів планів з мінімальними поточними витратами і значними капітальними вкладеннями на технічне озброєння оцінюють по мінімуму приведених народногосподарських витрат.

Проблема вибору критерію для побудови плану складається у визначенні показників, оцінюваних чисельно і досить що повно характеризують зміна витрат суспільної праці.

РОЗДІЛ 2

ВАНТАЖНІ ПОТОКИ

2.1 Масовість і партійність перевезень

Транспортний процес являє собою сукупність операцій з вантажами (предметами праці) і транспортними засобами, у результаті чого вантажі змінюють своє положення в просторі. За умовами організації і ступеня повторюваності окремі приватні процеси характеризуються масовістю.

Обсяг перевезень характеризується кількістю тонн перевезених вантажів, а транспортна робота переміщення – **вантажообігом у тонно-кілометрах**. Робота навантажувального (розвантажувального) пункту, складу, чи станції порту характеризується кількістю завезених і вивезених вантажів - вантажообігом у тоннах.

Масовими вважаються організаційно зв'язані перевезення великих кількостей однорідних (але не обов'язково однакових) вантажів.

Партійність перевезень визначається потребою в одночасному перевезенні вантажів від відправника вантажу до вантажоодержувача і характеризується кількістю (масою) вантажу, що доставляється. Більшість вантажів пред'являється до перевезення партіями. Виключення складають лише деякі види перевезень, наприклад, вивіз руди, що добувається в кар'єрі, при безпосереднім навантаженні її в автомобіль. Тут вантажі не накопичуються, і поняття «партійність» утрачає зміст, оскільки розміри можливого разового вивозу в цьому випадку практично не обмежені.

Партійність перевезень є одним з головних факторів, що визначають ефективність перевізного процесу й умови функціонування підприємств, що обслуговуються автомобільним транспортом. Підвищення продуктивності праці на транспорті нерозривно зв'язано з ростом вантажопідйомності транспортних засобів. Це обумовлює необхідність збільшення розмірів партій продукції, що поставляється споживачами.

Концентрація виробництва, створення і розширення випуску ефективних великовантажних транспортних засобів сприяють підвищенню партійність перевезень. Разом з тим високими темпами розвиваються і перевезення малими партіями, що зв'язано з вимогою, прискорити оборотність засобів у народному господарстві, поліпшити обслуговування населення і т.п.

Для багатопартійних перевезень доцільно застосовувати автомобілі можливо більшої вантажопідйомності. При цьому досягаються максимальна продуктивність рухливого складу і мінімальні транспортні витрати.

Найважливішим напрямком технічного прогресу на автомобільному транспорті є розширення типу транспорних засобів і безупинний ріст їх найбільших вантажопідйомностей. Це обумовлює необхідність класифікації перевезень на основі систематизації використовуваних транспортних засобів.

Перевезення вантажів партіями, розмір яких менше вантажопідйомності найбільш ефективних особливо великої вантажопідйомності транспортних

засобів, що допускаються осьовими навантаженнями і габаритними регламентаціями на дорогах, відносяться до **партіонним**. За умовами обмеження граничних осьових навантажень такими можна вважати перевезення партій вантажів до 14 тонн на дорогах з покриттями полегшеного типу і до 20 тонн – капітальними покриттями, при припустимому осьовому навантаженні 80 кН (8 тс) і більш.

Перевезення невеликих партій вантажів називаються **малопартіонними**. Особливістю цих перевезень у міжміському повідомленні є їхнє здійснення переважно через спеціальні пункти нагромадження вантажів (станції, порти), де відправлення (дрібні чи контейнери) комплектуються в партії по напрямках.

На магістральному транспорті, у тому числі і на автомобільному, розмір відправлення характеризується кількістю (масою) вантажів, прийнятих до перевезення по одному транспортному документі. Поїзним відправленням вважають відправлення вантажів, пропоновану до перевезення одним відправником вантажу на адресу одного вантажоодержувача по одній товарно-транспортній накладній, під перевезення якої надається окремий автотранспортний засіб. Дрібна відправка – це партія вантажу масою до 5 тонн включно, оформлена однієї товарно-транспортної накладної і під перевезення якої не потрібно окремого транспортного засобу. Під час перевезення по залізницях дрібними вважаються відправлення масою до 5 чи тонн займають по обсязі до 1/3 місткості вагона.

2.2 Нерівномірність перевезень

Нерівномірність перевезень характеризується зміною їхнього обсягу в тоннах і вантажообігу в тонно-кілометрах у часі, тобто по кварталах, місяцям, тижням, добі і годинник доби. Нерівномірність перевезень погіршує використання рухливого складу, виробничих приміщень і устаткування автотранспортних підприємств. Однак вона може бути значно нівельована і навіть цілком усунута шляхом удосконалювання планування, утворення запасів, раціонального розміщення складів, своєчасної переробки швидкопсувних продуктів на місцях і т.д. і т.п.

Створення запасів продуктів спричиняє додаткові витрати. Рекомендується вирівнювати графіками перевезення масових малоцінних вантажів – нерудних копалин, вугілля, а вантажні потоки коштовних вантажів, наприклад, металу згладжувати недоцільно.

Нерівномірність перевезень оцінюється коефіцієнтом нерівномірності по вантажообігу в тонно-кілометрах:

$$\eta_w = \frac{W_{\max}}{\bar{W}}$$

і обсягу перевезень у тоннах

$$\eta_p = \frac{P_{\max}}{\bar{P}},$$

де W_{\max} , P_{\max} – відповідно вантажообіг і обсяг перевезень у найбільш

напружений період;

\bar{w}, \bar{p} – відповідно середній вантажообіг і обсяг перевезень.

Сучасні методи планування транспортного процесу базуються на математико-статичному дослідженні нерівномірності надходження вимог на перевезення при його моделюванні.

Періодичні (сезонні) коливання обсягів перевезень і вантажообігу зручно представляти за допомогою ряду Фур'є. При цьому потрібно одержати такі прості гармонійні коливання, щоб їхнє накладення один на одного, тобто їхня сума, відповідала сезонним коливанням фактичних рівнів динамічного ряду.

2.3 Визначення і систематизація транспортних зв'язків

Транспортний процес починається в місці виробництва продукту, і закінчується в місці призначення.

По територіальній ознаці автомобільні перевезення підрозділяються на місцеві, міжміські, міжреспубліканські і міжнародні.

До місцевих перевезень відносяться: міські – у межах риси міста (іншого населеного пункту), приміські – за межі риси міста (іншого населеного пункту) і внутрірайонні (на території сільських районів) - на відстань до 50 км включно; до міжміських – внутріобласні і міжобласні перевезення за межі риси міста (іншого населеного пункту) на відстань більш 50 км; до міжреспубліканських – перевезення на території двох і більш союзних республік; до міжнародних – перевезення, здійснювані за межі чи через межі території СРСР.

Транспортні зв'язки між постачальниками і споживачами характеризуються кількістю вантажів, що доставляються. Обсяги вивозу вантажів від $i = 1, 2, \dots, m$ постачальників і завезення їх $j = 1, 2, \dots, n$ споживачам можна представити у виді прямокутної матриці $P_{m \times n}$, обсяги завезення вантажів від заданого i – го постачальника до $j = 1, 2, \dots, n$ одержувачам – матрицею-рядком.

$$P_i = \|P_{i1}, P_{i2}, \dots, P_{in}\|, \quad (2.1)$$

а завезення вантажів j – му одержувачу від $i = 1, 2, \dots, m$ постачальників – матрицею-стовпцем

$$P_j = \begin{pmatrix} P_1 \\ P_2 \\ \dots \\ P_m \end{pmatrix}. \quad (2.2)$$

Крім того, кожного транспортного зв'язку ij може бути поставлене у відповідність відстань доставки вантажів l_{ij} , час доставки t_{ij} і ін.

У залежності від взаємного розташування вантажевідтворюючих і вантажепоглинаючих крапок створюється спрямований рух вантажів – **вантажопотік**. Вантажопотік у заданому перетині дороги характеризується кількістю вантажу, перевезеного за розглянутий період часу.

Перевезення вантажів автомобільним транспортом на території міста,

району й у міжміським повідомленні характеризуються великою кількістю вантажевідтворюючих і вантажепоглинаючих крапок. Це утрудняє планування й організацію перевезень, тому що приходиться розглядати велика кількість транспортних зв'язків. Щоб установити їхній характер, необхідно розглянуту територію розділити на мікрорайони й у кожному з них звести всі вантажевідтворюючих і вантажепоглинаючих крапки в один умовний центр (центр ваги). Завдяки цьому велика кількість транспортних зв'язків між конкретними відправниками вантажу і вантажоодержувачами заміняється агрегованими зв'язками порівняно незначного числа мікрорайонів, що істотно спрощує розрахунки.

Для кожного транспортного зв'язку обраний з безлічі можливих варіантів маршрут руху автомобіля представляють послідовністю опорних крапок – позначених перетинань доріг (вулиць). Територію розбивають на мікрорайони з обліком існуючого адміністративного розподілу і таким чином, щоб об'єкти, що є перешкодою для проїзду автомобільного транспорту (ріки, залізниці й ін.), служили їх границями. У середині мікрорайону повинний забезпечуватися вільний проїзд із будь-якої його крапки без перетинання границі.

У містах границі мікрорайонів повинні проходити паралельно вулицями, а не по їхній осі, для того, щоб чи вулиця її відрізок відносилися до одного мікрорайону. Площа міського мікрорайону приймається в межах 3 – 5 км².

Вантажообіг m мікрорайонів, виражений у тоннах, представляється агрегованою квадратною матрицею $P_{m \times m}$ транспортних зв'язків (табл.2).

Таблиця 2 – Агрегована матриця транспортних зв'язків

Мікрорайон	1	2	3	4	5	Завезен ня
1		55		170	25	250
2	90	30		90	145	355
3	100	100		25		225
4			35		75	110
5	25	75	65			165
Вивіз	215	260	100	285	245	1105

Використання такої матриці транспортних зв'язків спрощує розрахунки при плануванні, побудові картограми вантажопотоків і ін. Вона може бути використана для виявлення зустрічних перевезень між мікрорайонами. У табл.2 у клітці 1-2 зазначено 90 тонн, а в клітці 2-1 – 55 тонн; у клітці 5-1 – 25 тонн, а в клітці 1-5 – 25 тонн і т.д. Тому що в прямому і зворотному напрямках перевозиться неоднакова кількість вантажу, то вивезти з завантаженням у зворотному напрямку можна тільки менша його кількість. Так, організувати перевезення вантажів між першим і другим мікрорайонами, можна вивезти тільки 55 тонн, завантажуючи автомобілі в прямому і зворотному напрямку.

Центр ваги кожного мікрорайону – його умовна збірна вантажна крапка –

щодо обраної системи координат має наступні координати:

а) по вивозі вантажів

$$x_{\text{с}} = \frac{\sum_{i=1}^m p_i x_i}{\sum_{i=1}^m p_i}, \quad (2.3)$$

$$y_{\text{с}} = \frac{\sum_{i=1}^m p_i y_i}{\sum_{i=1}^m p_i}, \quad (2.4)$$

де p_i – обсяг вивозу вантажів з i – го пункту ($i = 1, 2, \dots, m$);

б) координати центра ваги по завезенню вантажів визначають аналогічно.

У цьому випадку P_j – обсяг завезення вантажів у j – й пункт, $j = 1, 2, \dots, n$;

в) сумарно по завезенню і вивозу

$$x = \frac{\sum_{i=1}^m p_i x_i + \sum_{j=1}^n p_j x_j}{\sum_{i=1}^m p_i + \sum_{j=1}^n p_j}, \quad (2.5)$$

$$y = \frac{\sum_{i=1}^m p_i y_i + \sum_{j=1}^n p_j y_j}{\sum_{i=1}^m p_i + \sum_{j=1}^n p_j}. \quad (2.6)$$

Тому що визначене в результаті розрахунку положення умовного центра не зв'язано з дорогами (вулицями), те як центр ваги звичайно приймають найближчу до розрахункового опорну крапку на мережі доріг або одного з відправників вантажу чи вантажоодержувачів.

Центри ваги, що розраховуються для рішення конкретних оперативних задач по вихідним даним цих задач і змінюючи своє місце розташування, називається що плавають.

2.4 Оптимізація вантажопотоків

Задача оптимізації вантажопотоків у загальному виді формулюється в такий спосіб: задані безлічі постачальників (пункти навантаження) і споживачів (пункти розвантаження) однорідних (взаємозамінних) вантажів; відома кількість однорідних вантажів, що маються в постачальників, і необхідні обсяги постачань споживачам. Необхідно визначити план перевезень вантажів від постачальників до споживачів, що забезпечує дотримання обмежень на постачання і потребу у вантажі, а також мінімальні транспортні витрати.

Для спрощення рішення задачі як критерій оптимальності приймають пробіг рухливого складу (відстань), що визначає транспортні витрати і вантажообіг у тонно-кілометрах. Розглянемо задачу в такій постановці.

Нехай кожний з A_i ($i = 1, 2, \dots, m$) постачальників має відповідно a тонн однакового вантажу. Його необхідно завезти кожному споживачу B_j ($j = 1, 2, \dots, n$) у кількості тонн. Відомо також відстань l_{ij} від i – го постачальника до j – го споживача.

Позначимо кількість тонн вантажу, перевезеного від i – го постачальника j – му споживачу, через x_{ij} , при яких сумарна транспортна робота буде мінімальною.

Тому що перевезення плануються відповідно до потреб вантажоодержувачів, то виконується умова

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j \quad (2.7)$$

т.е. загальна кількість вантажів у постачальників дорівнює загальному обсягу завезення вантажоодержувачам.

Вантажообіг у тонно-кілометрах по доставці x_{ij} тонн вантажу від i – го відправника вантажу j – му вантажоодержувачу дорівнює $x_{ij}l_{ij}$. Сумарний вантажообіг для розглянутого приклада

$$\begin{aligned} w = & x_{11}l_{11} + x_{12} + \dots + x_{1n}l_{1n} + x_{21}l_{21} + x_{22}l_{22} + \dots \\ & \dots + x_{2n}l_{2n} + \dots + x_{m1}l_{m1} + x_{m2}l_{m2} + \dots + x_{mn}l_{mn}. \end{aligned} \quad (2.8)$$

Вивіз вантажу від першого відправника вантажу повинний задовольняти умові

$$x_{11} + x_{12} + \dots + x_{1n} = a_1. \quad (2.9)$$

Аналогічно для другого відправника вантажу

$$x_{21} + x_{22} + \dots + x_{2n} = a_2. \quad (2.10)$$

На розмір завезення кожному вантажоодержувачу накладаються наступні обмеження

$$\begin{aligned} x_{11} + x_{21} + \dots + x_{m1} &= b_1; \\ x_{12} + x_{22} + \dots + x_{m2} &= b_2; \end{aligned} \quad (2.11)$$

.....

Запишемо тепер коротке математичне формулювання поставленої задачі. Дано цільову функцію

$$w = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij}l_{ij} \quad (2.12)$$

і обмеження

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad (2.13)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, \quad j = 1, 2, \dots, n. \quad (2.14)$$

Необхідно знайти такі ненегативні значення перемінних $x_{ij} \geq 0$, котрі задовольняють обмеженням, а цільова функція при цьому досягає мінімуму.

2.5. Побудова опорного (вихідного) плану

У задачах лінійного програмування ітераційний процес по відшукуванню оптимального плану починають з побудови опорного плану. Бажано, щоб він був, можливо, більш близький до оптимального.

Одним із простих методів перебування опорного плану є послідовне закріплення споживачів за кожним постачальником, починаючи з постачальника A_1 (метод мінімального елемента стовпця матриці). Вибирають найкоротша відстань і задовольняють при можливості потреба споживачів у вантажі.

Неявний опорний план транспортної задачі містить $m + n - 1$ позитивних елементів (перевезень; клітки, у яких знаходяться відрізки від нуля перевезення, називаються зайнятими, інші – незайнятими).

Опорний план повинний відповідати умові ациклічності. Це означає, що в таблиці (матриці) не можна побудувати замкнутий цикл, усі вершини якого лежать у зайнятих клітках. Побудова циклу для будь-якої завантаженої клітки являє собою перехід по рядку (стовпцю) до іншої зайнятої клітки, у якій роблять поворот під прямим кутом (вершина циклу) і рухаються по стовпці (рядку) до наступного зайнятої клітки і т.д. (ходом тури в шахах), намагаючись повернутися до первісної клітки. Якщо повернення можливе, то одержують цикл, і такий план не може бути опорним.

Можна показати, що не може бути опорним будь-який план, що містить більш $m + n - 1$ зайнятих кліток. У цьому випадку завжди можна знайти цикл, перемістивши завантаження таким чином, щоб одна з вершин циклу виявилася ненавантаженої, що зменшує число зайнятих кліток до $m + n - 1$.

Перевірка плану на оптимальність методом потенціалів.

Доведено, що якщо план транспортної задачі є оптимальним, то йому відповідає система з $m + n$ чисел u_i і v_j , що задовольняють умовам

$$u_i + v_j = l_{ij} \text{ для } x_{ij} > 0 \quad (2.15)$$

і

$$u_i + v_i \leq l_{ij} \text{ для } x_{ij} = 0. \quad (2.16)$$

$$(i = 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n)$$

Числа u_i і v_j називаються допоміжними величинами.

Для перевірки оптимальності отриманого плану закріплення постачальників за одержувачами знаходимо числові значення допоміжних величин u_i і v_j .

Спочатку думаємо $v_1 = 0$. Потім знаходимо числові значення допоміжних величин u_i і v_j , розглядаючи зайняті клітки, для кожної з яких повинно дотримуватися умова

$$u_i + v_j = l_{ij}.$$

Зайнятою кліткою в рядку B_1 (табл.5) є клітка A_2B_1 , відстань у який $l_{21} = 6$ км. Тому що $v_1 = 0$, те $i_2: u_2 = l_{21} - v_1 = 6$. Аналогічно знаходимо $u_3 = l_{31} - v_1 = 5$.

Маючи зайняту клітку A_3B_2 , можна установити $v_2 = l_{32} - u_3 = 7$ і т.д.

У розглянутому прикладі побудова системи потенціалів перервалося, потенціали i_1 і v_3 залишилися невизначеними. Це відбулося тому, що опорний план неявний (відсутня одна зайнята клітка). Для усунення неявності доповнюють кількість зайнятих кліток до $m + n - 1$, уводячи нульові перевезення. Клітки, у які введені такі умовні перевезення, називають фіктивно зайнятими.

Щоб визначити допоміжні величини i_3 і v_3 , необхідно зробити фіктивно зайнятою одну з незайнятих кліток або стовпця A_1 , або рядка B_3 , для яких одна з допоміжних величин визначена. Задача зважується на мінімізацію роботи (у ткм), тому доцільно зробити фіктивно зайнятою клітку, у якій коштує найменша відстань.

Переглядаючи відстані, що коштують у незайнятих клітках стовпця A_1 і рядка B_3 , вибираємо найменше ($\min l_{ji} = 4$ км), що відповідає клітці A_2B_3 , не утворюючи цикли. У цю клітку записуємо нуль. Тепер клітка A_2B_3 зв'язує допоміжну величину v_3 з допоміжною величиною i_2 ; $v_3 = l_{24} - u_2 = -2$. Потім знаходимо $u_1 = l_{13} - v_3 = 5$.

Переглядаючи рядка для кожної незайнятої клітки, перевіряємо виконання умови (2.16).

Якщо для всіх незайнятих кліток умова (2.16) виконано, то план постачань є оптимальним. У противному випадку $u_i + v_j > l_{ij}$, і план неоптимальний. У цьому випадку для кожної потенційної клітки, у якій не виконується умова оптимальності, знаходимо величину потенціалу $(u_i + v_j) - l_{ij} > 0$ і записуємо його значення в лівий верхній кут цієї ж клітки, відзначаючи кружком.

У табл.5 для незайнятих кліток послідовно одержуємо:

рядок U_1 для клітки A_1B_1

5 8

рядок U_2 для клітки A_1B_2

12 5

чи $12 - 5 = 7$; умова оптимальності порушена; різниця (потенціал), рівну 7, записуємо в цю клітку.

Аналогічно перевіряємо виконання умови оптимальності для інших незайнятих кліток. Маються дві клітки A_1B_2 і A_2B_5 , у яких порушене умова оптимальності; різниці відповідно рівні 7 і 1.

Завантаженню підлягає в першу чергу клітка, який відповідає найбільший потенціал, тобто $\max[(u_i + v_j) - l_{ij}]$. У розглянутому прикладі $\max(7;1) = 7$, тому клітку відзначимо знаком «+», і її необхідно зробити зайнятою. Далі варто визначити, скільки тонн вантажу повинне бути перерозподілено.

Зробивши раніше вільну клітку A_1B_2 зайнятою, ми проходимо до $m + n$ завантажених кліток, тобто утворить цикл.

Позначимо усі вершини знайденого циклу поперемінно знаками «+» і «-».

При цьому перший знак «+» потрібно поставити в клітці, яку треба завантажити. Потім знаходимо величину

$$P_n = \min x_{ij},$$

де x_{ij} – обсяги перевезень, що коштують у вершинах циклу і відзначені знайомий «-».

Величина P_n являє собою обсяг перевезень підлягаючий перерозподілу. У нашому прикладі $P_n = \min (25; 50; 75) = 25$. Значення P_n вносимо в незайняту клітку i , рухаючи по циклі, віднімаємо P_n з обсягів перевезень зі знаком «-» і додаємо до обсягів перевезень зі знаком «+». Неважко переконатися, що перерозподіл постачань для кожної клітки, у якій не виконується умова оптимальності, приводить до зменшення вантажообігу (у ткм) на величину $[(u_i + v_j) - l_{ij}]P_n$.

У результаті перерозподілу обсягів перевезень отриманий новий опорний план. Величина вантажообігу в порівнянні з опорним планом зменшилася на $7 \times 25 = 175$ ткм.

Отриманий новий неявний опорний план знову підлягає перевірці на оптимальність. Після перебування допоміжних величин u_i і v_j виявляємо клітку A_2B_5 , для якої порушена умова оптимальності. Як і раніше, позначивши попередньо усі вершини знайденого циклу поперемінно знаками «+» і «-», знаходимо $P_n = \min (25; 25) = 25$. Вантажообіг зменшився за новим планом ще на $1 \times 25 = 25$ ткм.

Перевірка за умовою (2.16) дозволяє зробити висновок, що план є оптимальним. Вантажообіг складає 1250 ткм (у вихідному плані 1450), середня відстань перевезень вантажів за вихідним планом

$$l_2 = \frac{1450}{250} = 5,8 \text{ км},$$

а по оптимальному

$$l_2 = \frac{1250}{250} = 5,0 \text{ км, тобто на 16\% нижче.}$$

РОЗДІЛ 3

ЙМОВІРНОСНО-СТАТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ І ПРОГНОЗУВАННЯ ВИМОГ НА ПЕРЕВЕЗЕННЯ. КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСАМИ НАГРОМАДЖЕННЯ ВАНТАЖІВ

3.1 Потоки вимог на перевезення

Вимоги (попит, заявки) на доставку вантажів одержувачам зі складів постачальників, чи станцій портів можна розглядати як потоки подій.

Потоком подій називається послідовність подій, що впливають одне на інше у якісь, можливо випадкові, моменти часу. Розрізняють потоки однорідних і неоднорідних подій. Події в однорідному потоці розрізняються тільки моментами появи. Такий потік можна представити у виді послідовності крапок $t_1, t_2, \dots, t_{\infty}$ на числовій осі. Неоднорідний потік подій (вимог на перевезення) характеризується різними моментами їхнього пред'явлення і розмірами партій вантажів.

Потік вимог на перевезення виражають також кількістю партій вантажів і їх масою в тоннах, пропонованих до перевезення за період часу t , до заданих моментів часу, звичайно $t, 2t, \dots, nt$, чи в умовні моменти часу.

Предбачуваність потоку вимог на перевезення визначається ступенем впливу випадкових факторів на процес виробництва і споживання матеріальних засобів. Для вивозу вантажу з заводу з твердою виробничою чи програмою завезення в магазин продовольчий товарів роль цих факторів відносно невелика, і вимоги на перевезення можна визначити заздалегідь на основі існуючих нормативів і плану з достатньої для практики точністю. Для планування вивозу вантажів зі станції використовуються моделі керування транспортним процесом з випадковими вимогами на перевезення. Критерієм переходу до таких моделей виступає великий коефіцієнт варіації (відношення середньоквадратичного відхилення величини вимог на перевезення до її очікуваного значення).

Розміри партій вантажу можуть характеризуватися безупинними чи дискретними (наприклад, під час перевезення в контейнерах) величинами. Щоб уможливити застосування більш зручних обчислювальних методів, у деяких моделях доцільно дискретний розподіл партій вантажів умовно замінити безупинними, і навпаки.

Потоки вимог на перевезення вантажів бувають стаціонарними і нестаціонарними. Строго стаціонарні протягом тривалого проміжку часу потоку не існують, але при рішенні практичних задач незначними змінами параметрів можна зневажити і, періодично переглядаючи останні, у визначені періоди часу вважати потік стаціонарним.

У загальному випадку кількість вимог на перевезення, що надійшли за час t , може бути будь-як позитивним числом, у тому числі і нулі (при відсутності вантажів). Тому, якщо розміри партій вантажу є випадковими безупинними величинами, те загальний обсяг вимог на перевезення $G(t)$ являє собою

безперервно–дискретну випадкову величину, значенням якої може бути будь-як крапка на цифровій осі, включаючи нуль. У випадкової величини $G(t)$ мається один стрибок у крапці $G(t) = 0$.

При виборі варіанта моделі виходять з умов надходження вимог на перевезення вантажів і конкретних цілей, поставлених у задачі.

3.2 Найпростіший потік вимог

Серед однорідних потоків подій особливе місце займає найпростіший, чи стаціонарний пуассоновський, потік вимог. Основні характеристики такого потоку – ординарність і відсутність наслідків.

Потік подій називається ординарним, якщо імовірність того, що на деякий малий інтервал часу Δt прийдеться більш однієї події, зневажливо мала в порівнянні з імовірністю того, що на цей же інтервал буде приходиться рівно одна подія.

Потоком без наслідку називається потік, якщо для будь-яких двох ділянок, що неперекриваються, t_1 і t_2 кількість подій, що попадає на один з них, не залежить від того, скільки подій потрапило на іншій.

З теорії імовірності відомо, що для найпростішого потоку число подій x , що попадає на один інтервал довжиною t , розподілено за законом Пуассона

$$P(x = n) = P(n, \lambda t) = \frac{(\lambda t)^n}{n!} e^{-\lambda t}, \quad n = 0, 1, \dots, \quad (3.1)$$

де λ – математичне чекання кількості вимог в одиницю часу.

Імовірність того, що випадкова кількість вимог не перевищить n

$$P(x \leq n) = R(n, \lambda t) = \sum_{k=0}^n P(k, \lambda t) = \sum_{k=0}^n \frac{(\lambda t)^k e^{-\lambda t}}{k!}. \quad (3.2)$$

У більшості випадків при вірогідносном дослідженні вантажних потоків приймається пропозиція про пуассоновський розподіл вимог на перевезення. Уведення пуассоновського розподілу значно спрощує модель і дозволяє використовувати аналітичні методи рішення. Крім того, пуассоновські потоки, що часто спостерігаються в дійсності, є у визначеному змісті граничними для різних потоків.

Потоки вимог на перевезення надходять від різних джерел (клієнтів). Додавання двох потоків Π_1 і Π_2 полягає в тому, що всі моменти появи подій у цих потоках відносять до однієї осі ПРО, на який відзначені моменти появи подій у сумарному потоці $\Pi = \Pi_1 + \Pi_2$. Щоб сумарний потік був близький до найпростішого, досить скласти чотири-п'ять ординарних незалежних стаціонарних потоків, порівнянних по інтенсивності.

Крім того, якщо з довільного потоку випадковим образом викидати події (наприклад, термінові вимоги на перевезення), те після декількох дозволів отриманий потік буде також близький до пуассоновського.

3.3. Статистичне представлення партійності перевезень

Для визначення раціональної структури парку рухливого складу й обґрунтування форм організації транспортного процесу необхідно вивчати партійність перевезень.

Розмір партії вантажу, дорівнює розміру замовлення, є постійної (детермінованої) величиною тільки в системах керування запасами з фіксованим розміром замовлення. В інших випадках розмір партії вантажу, що залежить від попиту і періодичності доставки, є перемінної і найчастіше випадковою величиною. Крім того, навіть при транспортному обслуговуванні систем з фіксованими розмірами замовлень уся сукупність вантажів, пропонованих до перевезення, характеризується визначеним розподілом розмірів їхніх партій відповідно до умов функціонування окремих систем керування запасами. Таким чином, партійність перевезень варто вивчати статичними методами.

Розміри фактично перевезених партій вантажів звичайно приводять у відповідність з вантажопідйомністю наявного рухливого складу, що утрудняє виявлення дійсних вимог на постачання тих чи інших партій вантажів. Тому вивчення фактично сформованої партійності перевезень доцільно доповнити дослідженням умов нагромадження продуктів, що підлягають відправленню, і їхньої витрати споживачами.

Розміри партій вантажів часто характеризується експонентним (показовим) розподілом.

Безупинна випадкова величина X (розмір партії вантажу) розподілена по показовому законі, якщо її щільність імовірності має вид

$$f(x) = \begin{cases} \mu e^{-\mu x}, & x \geq 0; \\ 0, & x < 0, \end{cases} \quad (3.3)$$

де $\mu = \frac{1}{\bar{q}}$ – параметр розподілу;

\bar{q} – середній розмір партії вантажу.

Функція розподілу

$$F(x) = \begin{cases} 1 - e^{-\mu x}, & x \geq 0; \\ 0, & x < 0. \end{cases} \quad (3.4)$$

В експонентного розподілу математичне чекання і середнє квадратичне відхилення однакові

$$m_x = \sigma_x = \frac{1}{\mu}. \quad (3.5)$$

Експонентним розподілом описується розподіл маси відправлень при міжміських перевезеннях у змішаному повідомленні і партій окремих матеріалів, що доставляються безпосереднім споживачам бази виробничо-технологічної комплектації будівництва.

3.4 Моделювання процесу комплектування об'єднаних партій вантажів

Об'єднаної називають партію, що складається з різних партій вантажів (відправлень), у тому числі і представляються до перевезення в різний час, але доставки, яких сполучаються з метою підвищення ефективності перевезень. Раціональна комплектація партій вантажів по напрямках перевезень при транспортному обслуговуванні станцій (портів) і баз матеріально-технічного постачання дозволяє поліпшити використання і розширити сферу застосування ефективного рухливого складу і контейнерів.

Сортування контейнерів, що надходять, і дрібних відправок по вантажоодержувачах, мікрорайонам і напрямкам міжміських перевезень, здійснювана на станціях (терміналах), являє собою типову задачу про випадкове розміщення.

Класичною задачею такого типу є «задача про дробинки». Її зміст полягає в наступному. Нехай n дробинок незалежно друг від друга кидають у N шухляд. Як розподілена випадкова величина, що відповідає кількості дробинок у шухлядах?

Стосовно до транспортного процесу в задачі необхідно установити характер розподілу розмірів об'єднаних партій, обумовлений випадковою кількістю таких партій і їхніх розмірів.

Розглянемо спочатку формування партій у часі у випадку безупинного розподілу їхніх розмірів. Нехай $y(t)$ – випадкова кількість партій вантажів в об'єднаній партії. Розмір об'єднаної партії вантажів $q(t)$ залежить від періодичності постачань і в загальному випадку являє собою суму випадкового числа випадкових доданків

$$q(t) = \sum_{i=1}^{y(t)} q_i . \quad (3.8)$$

Якщо $v(t)$ приймає значення $n = 1, 2, \dots, c$ імовірністю $p_n(t)$, те відповідно до формули повної імовірності щільність випадкової величини $q(t)$ складе

$$f(x) = \sum_{n=1}^{\infty} \varphi^{(n)}(x) p_n(t), \quad (3.9)$$

де $\varphi^n(x)$ – щільність розподілу величини $\sum_{i=1}^n q_i$.

Щільності виду (3.9) називаються **сумішами**.

Функції розподілу

$$F(x) = \sum_{n=1}^{\infty} F^{(n)}(x) p_n(t) \quad (3.10)$$

називається дискретною сумішшю розподілів $F^{(1)}(x)$, $F^{(2)}(x)$, ... с вагами $p_1(t)$, $p_2(t)$, ...

Таким чином, знаючи розподіл розмірів партій і їхньої кількості в об'єднаних партіях, можна установити розподіл розмірів об'єднаних партій.

У моделі роботи станцій (порту) прибуття відправлення заданому

одержувачу можна розглядати як «успіх» в іспиті Бернуллі, імовірність якого $p = \frac{1}{N}$ занадто мала унаслідок великого числа одержувачів N . Думаючи, що зі збільшенням кількості іспитів n величина pn залишається майже постійною, можна знайти імовірність заданої кількості «успіхів» у серії з $n \rightarrow \infty$ іспитів по розподілі Пуассона. Ця імовірність визначається формулою (3.1).

Імовірність надходження дорівнює $n = 1, 2, \dots$ відправлень одному одержувачу описується усеченим розподілом Пуассона

$$P(X = n) = p_n(t) = \frac{p(n, \lambda t)}{1 - P(0, \lambda t)}. \quad (3.11)$$

3.5 Аналіз тимчасових рядів вимог на перевезення

Однієї з важливих задач статистичного дослідження вимог на перевезення як випадкових величин є визначення їхньої чи однорідності неоднорідності в часі.

Циклічні зміни обсягів перевезень необхідно відрізнити від нециклічних. Звичайно циклічні зміни обсягів перевезень виражені досить чітко, однак зустрічаються ситуації, коли не ясно, якими коливаннями обумовлена зміна обсягів перевезень: випадковими, що не мають циклічного характеру, чи циклічними (сезонними). Це характерно для вивозу вантажів зі станцій (портів), без матеріально-технічного постачання й ін.

Тому що для будь-якої іншої пари вибірок (місяців) різниця середніх значень менше, те порівнювати їх немає необхідності.

Якщо обсяги вимог на перевезення істотно варіюють під дією факторів, що не піддаються попередньому обліку, то практичний інтерес представляє аналіз розподілу загальних обсягів вимог протягом періодів, коли потік вимог може розглядатися як стаціонарний.

Часто загальна кількість пропонованих до перевезення вантажів можна розглядати як суму багатьох незалежних довільно розподілених партій вантажів. Як відомо, яким би законам розподілу не підкорялися окремо узяті випадкові величини, при одночасному розгляді великого їхнього числа сумарний вплив нівелюється і випадкова величина підкоряється нормальному закону з щільністю імовірності

$$f(x) = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-m_x)^2}{2\sigma^2}}, \quad (3.23)$$

де m_x – математичне чекання кількості вантажів;

σ_x – середнє квадратичне відхилення випадкової величини.

3.6. Прогнозування обсягу вимог на перевезення

Методи статистичного прогнозування використовують для визначення очікуваних обсягів перевезень на основі вивчення їхній минулих і поточних

значень, а також їхній вірогідносних характеристик.

Розглянемо найпростіші моделі прогнозування стосовно до задач оперативного планування перевезень для зусиль нормального розподілу, що спостерігається звичайно, обсягів вимог на перевезення (гауссовський процес).

Нехай Y_t – стаціонарна гауссовська функція, що визначає випадкову величину обсягів вимог на перевезення до моменту t_0 . Потрібно пророчити $Y_{t_0+\theta}$ – значення обсягу вимог на перевезення в момент $t_0 + \theta$.

Істине, невідоме поки значення обсягу вимог на перевезення $Y_{t_0+\theta}$, як правило, не збігається з передвіщеним $\hat{Y}_{t_0+\theta}$. Їхня різниця

$$l_{t+\theta} = Y_{t_0+\theta} - \hat{Y}_{t_0+\theta} \quad (3.23)$$

характеризує помилку прогнозу, зробленого в момент t_0 на час θ .

Розташовуючи передісторією, тобто минулими і поточними значеннями обсягу перевезень, необхідно визначити характеристику статистичного зв'язку між значеннями обсягів перевезень, розділеними тимчасовим проміжком θ .

Шуканою характеристикою зв'язку між значеннями $Y_t, Y_{t+\tau}$ тимчасового ряду, розділеними відстанню τ , може служити кореляційна функція.

$$R_\tau = M[(Y - m_y)(Y_{t+\tau} - m_y)] = M\left(\overset{\circ}{Y}_t \overset{\circ}{Y}_{t+\tau}\right) \quad (3.33)$$

чи нормована кореляційна функція

$$\rho_\tau = \frac{R_\tau}{\sigma_y^2},$$

де m_y – математичне чекання величини B ;

σ_y^2 – дисперсія величини B ;

$$\overset{\circ}{Y}_t = Y_t - m_y; \quad \overset{\circ}{Y}_{t+\tau} = Y_{t+\tau} - m_y.$$

Вибір алгоритму прогнозу – правила обчислень значень $\hat{O}_{t_0+\theta}$ – повинний базуватися на оцінці помилки прогнозу. Найбільш розповсюджений критерій якості прогнозування – середній квадрат помилки

$$\bar{e}_{t_0+\theta}^2 = M\left[\left(Y_{t_0+\theta} - \hat{Y}_{t_0+\theta}\right)^2\right]. \quad (3.34)$$

Розглянемо деякі найпростіші лінійні (щодо значень передісторії) алгоритми, оптимальні для гауссовських процесів.

Прогнозування за останнім значенням полягає в тім, що як передвіщене значення $\hat{Y}_{t_0+\theta}$ приймається значення Y_{t_0} :

$$\hat{Y}_{t_0+\theta} = Y_{t_0}. \quad (3.35)$$

Передвіщене значення тут не залежить від часу θ , на яке здійснюється прогноз, а передісторія представлена лише однією крапкою – останнім значенням Y_{t_0} . Не приймається в увагу і вірогідносних характеристики прогнозованої випадкової величини.

Помилка прогнозу

$$e_{t_0+\theta} = Y_{t_0+\theta} - Y_{t_0},$$

а середній квадрат помилки визначення величини $X_{t_0+\theta} = Y_{t_0+\theta} - m_y$ (при $m_x = 0$)

$$\bar{e}_{x(t_0+\theta)}^2 = M \left[\left(\overset{\circ}{X}_{t_0+\theta} - \overset{\circ}{X}_t \right)^2 \right] = 2(\sigma_x^2 - R_{x\theta}). \quad (3.36)$$

Середній квадрат помилки прогнозу росте від 0 (при $\theta = 0$, коли $R_{x\theta} = \sigma_x^2$) до $2\sigma_x^2$ (при $\theta = \infty$, коли $R(\infty) = 0$).

Прогнозування по математичному чеканню передбачає прийняття як передвіщене значення $\hat{Y}_{t_0+\theta}$ математичного чекання m_y

$$\hat{Y}_{t_0+\theta} = m_y. \quad (3.37)$$

Як і в попередньому випадку, передвіщене значення попиту на перевезення не залежить від часу θ .

Помилка прогнозу

$$l_{t_0+\theta} = Y_{t_0+\theta} - m_y,$$

являє собою відхилення від середнього значення в момент $t_0 + \theta$.

Середній квадрат помилки не залежить від часу прогнозу і дорівнює дисперсії випадкового обсягу перевезень

$$\bar{e}_{t_0+\theta}^2 = M \left[\left(Y_{t_0+\theta} - m_y \right)^2 \right] = G_y^2. \quad (3.38)$$

При малих термінах прогнозу θ кращі перший спосіб, однак після якогось θ^x , коли $e^2(\theta^*) = G_y^2$, другий спосіб забезпечує велику точність. При $\theta \rightarrow \infty$ квадрат помилки прогнозу по математичному чеканню випадкової величини (середньому вдвічі менше, ніж по останньому відліку).

РОЗДІЛ 4

ТРАНСПОРТНИЙ ПРОЦЕС І ПРОДУКТИВНІСТЬ РУХОМОГО СКЛАДУ

4.1 Транспортний процес

В усіх галузях матеріального виробництва кінцевий продукт – це результат визначеного виробничого циклу. Транспортне виробництво, крім трубопровідного транспорту, не є виключенням.

Циклічний транспортний процес можна розглядати подвійно – з погляду операцій з рухомим складом (транспортними засобами) і операцій із предметами перевезень (вантажами).

Спільний розгляд операцій з вантажем і транспортними засобами показує, що транспортний процес є багатоелементним. Основний його елемент – переміщення вантажів, всі інші елементи підлеглі йому.

Сукупності обов'язкових елементів – навантаження, переміщення і вивантаження вантажів (елементи операції з вантажем) відповідно відповідають простій рухомого складу під навантаженням, рух з вантажем і простій під розвантаженням (елементи операції з рухомим складом). Цими елементами операцій з вантажем і транспортними засобами, виконуваних спільно, передують підготовчі елементи операцій з вантажами – нагромадження і формування (сортування) партій вантажів і їхня підготовка до перевезення і з транспортними засобами – подача рухомого складу до місця навантаження. Якщо вивантаження вантажу характеризує закінчення циклу перевезень (не вважаючи часу збирання кузова автомобіля, закриття бортів і ін., що у практиці нормування транспортного процесу на автомобільному транспорті відноситься вчасно розвантаження), то цикл доставки вантажу ще продовжується і включає операції, зв'язані з розформуванням партії вантажу, переміщенням до місця складування й ін.

Процес переміщення вантажу не відокремимо від транспортного засобу. Рух з вантажем (операція з транспортними засобами) і переміщення вантажу (операція з вантажем) є спільними операціями, що визначають у часі і просторі.

Простій транспортних засобів у пункті навантаження (розвантаження) складається з часу чекання навантаження (розвантаження) і часу обслуговування, тобто власне навантаження (розвантаження), а також з часу оформлення документів, якщо ця операція цілком не сполучається з часом чекання навантаження й обслуговування. У свою чергу, навантаження (вивантаження) вантажів зв'язані з можливим чеканням прибуття транспортних засобів.

Простої транспортних засобів у чеканні навантаження (розвантаження), при оформленні документів і простої вантажно-розвантажувальних засобів у чеканні прибуття транспортних засобів мають різну тривалість, і не збігається в часі.

Раціональна організація транспортного процесу, що представляє собою сукупність операцій з вантажами (з використанням вантажно-

розвантажувальних засобів) і транспортними засобами, загальна мета яких переміщення вантажів, можлива тільки на основі єдиної технології.

Перевізний процес, що включає операції з рухомих складом, варто розглядати як складову частину транспортного процесу. У ньому знаходиться висвітлення активна і пасивна роль рухомого складу під навантаження і русі з вантажем, друга зв'язана з простим під навантаженням і розвантаженням.

Виконання перевезень зв'язане з перебуванням транспортних засобів у різних станах. Граф можливих станів автомобіля в процесі експлуатації, на якому стани представлені прямокутниками, а можливі переходи зі стану в стани – стрілками, що з'єднують відповідні прямокутники.

Добовий (змінний) цикл експлуатації автомобіля починається з подачі рухомого складу під навантаження з АТП (місця стоянки) і закінчується поверненням у нього. Порожній пробіг автомобіля від місця стоянки до місця першого навантаження l_{n1} і від місця останнього розвантаження до місця стоянки l_{n2} називається нульовим пробігом

$$l_i = l_{i1} + l_{i2}. \quad (4.1)$$

Він відноситься не до окремого циклу перевезень, а до дня (зміни) роботи автомобіля в цілому.

Тривалість роботи автомобіля в плинні доби називається часом перебування автомобіля в уванні T_n , а за винятком часу, затрачуваного на виконання нульового пробігу, часом роботи на маршрутах T_m .

4.2. Маршрути перевезень вантажів

Перевезення вантажів автомобільним транспортом здійснюються по заздалегідь розроблених маршрутах. **Маршрутом перевезення** називається цілеспрямовано обраний шлях руху автомобіля від початку пункту навантаження до повернення в нього чи до кінцевого пункту вивантаження (у випадку розімкнутого шляху), позначений послідовністю пунктів завантаження і вивозу вантажів.

Перевезення вантажів здійснюються на різних маршрутах, обраних у залежності від розміщення пунктів виробництва і споживання, розмірів партій вантажів, умов і вимог на постачання, вантажопідйомності рухомого складу і дислокації автотранспортних підприємств. Розрізняють маятникові, кільцеві з послідовною подачею порожніх автомобілів у чергові пункти навантаження, розвозочні, збірні і розвозочно-збірні маршрути.

Найбільше широко застосовуються маятникові маршрути, на яких рух автомобіля відбувається між двома пунктами:

- у прямому напрямку з вантажем і в зворотному – без вантажу;
- с вантажем в обох напрямках;
- с вантажем у прямому напрямку і на частині пробігу – у зворотному.

На **кільцевому маршруті з послідовною подачею порожніх автомобілів у пункти навантаження** автомобіль рухається по замкнутому контурі, що, однак, може розриватися при подачі автомобіля на новий чи маршрут повернення його в автотранспортне підприємство. Кільцеві маршрути

організують з метою скорочення порожніх пробігів.

Якщо навантаження і вивантаження вантажів вимагають значних витрат часу, доцільно організувати перевезення зі змінними напівпричепами (причепами). Цей метод організації руху називають **човниковим**, а якщо причепа міняються тільки в одному пункті – **напівчовниковим**. На маятникових маршрутах найбільш ефективно перевезення з використанням попередньо завантажених причепів (у прямому і зворотному напрямках). При відсутності вантажів для доставки в обох напрямках порожній пробіг можна скоротити, організувавши перевезення по трикутному кільцевому маршруті. У цьому випадку автомобіль доставляє навантажений причіп з пункту відправлення в пункт призначення, бере замість його порожній і доставляє його відправнику вантажів. На складі відправника причепа знову змінюються, і навантажений причіп доставляється у вихідний пункт.

Аналогічно здійснюється перевезення вантажів у великовантажних контейнерах, а також при використанні автомобілів зі змінними кузовами.

4.3 Тарифи на перевезення вантажів

Тарифи на перевезення вантажів являють собою ціну продукції транспорту. Basis створення тарифів на вантажні автомобільні перевезення є їхня собівартість.

Виходячи з розробленої Науковою радою з проблем ціноутворення Державного комітету з цін і АН загальної моделі ціни, при розробці тарифу на вантажні автомобільні перевезення за основу приймають наступну формулу:

$$T = (C + V + p_v V + e_\phi \Phi) \cdot 1,02 \quad (4.2)$$

де T – тарифна плата за одиницю продукції (послуги);

C – матеріальні витрати (автомобільне паливо, запасні частини, шини й ін. на одиницю продукції);

V – витрати на оплату праці на одиницю продукції;

p_v, e_ϕ – норми ефективності відповідно трудових ресурсів і виробничих фондів, у залежності від який формується прибуток;

Φ – вартість виробничих фондів;

1,02 – коефіцієнт, що враховує 2% відрахування від доходів автомобільного транспорту на будівництво і зміст доріг.

У питанні встановлення норм ефективності праці і виробничих фондів на транспорті немає єдиної думки. У деяких роботах ці нормативи вказуються рівними $p_v = 0,25$ і $e_\phi = 0,08$.

Складність розробки тарифів визначається різноманітністю продукції вантажного автомобільного транспорту.

Єдині тарифи на перевезення вантажів автомобільним транспортом затверджуються державними комітетами з цін і є обов'язковими для застосування всіма автотранспортними підприємствами, що знаходяться на території держави, незалежно від їхнього відомчого підпорядкування.

У преїскурант включаються наступні тарифи:

– відрядні;
– виняткові;
– погодинні, з покілометрового розрахунку, за доставку (перегін) автомобілів;

– надбавки і знижки, на експедиційні операції, виконувани транспортно-експедиційними (автотранспортними) підприємствами.

Крім того, у додатку Прейскуранта представлені правила їхнього застосування, включаючи норми часу простою автомобілів (автопоїздів) у пунктах навантаження і розвантаження, номенклатуру і класифікацію вантажів, перевезених автомобільним транспортом.

Залежність фактичного завантаження рухомого складу від об'ємної маси вантажу і припустимої висоти навантаження покладена в основу визначення тарифної плати за перевезення і розцінок для оплати праці водіїв. По ступені використання вантажопідйомності автомобілів вантажі поділяють на чотири класи:

Клас вантажу	I	II	III	IV
Коефіцієнт використання вантажопідйомності	1,00	0,71 – 0,99	0,51 – 0,70	0,41 – 0,50

За перевезення вантажів, не передбачених діючої номенклатурою і класифікацією вантажів, що забезпечують коефіцієнт використання вантажопідйомності автомобіля нижче 0,4, при повному завантаженні автомобіля по габариті (обсягу) із застосуванням нарощених бортів, плата стягується по фактичному використанню вантажопідйомності автомобіля.

Клас вантажу визначається відповідно до діючого номенклатурою і класифікацією вантажів, що приводиться в Прейскуранті єдиних тарифів, і залишається без змін при здійсненні автотранспортним підприємством заходів, що підвищують використання вантажопідйомності автомобіля (автопоїзда), а також у випадках, коли при заповненні кузова автомобіля вантажем до повної місткості не забезпечується коефіцієнт вантажопідйомності автомобіля (автопоїзда), установлений для даного класу вантажу.

Відрядні тарифи підрозділяються на **загальні**, застосовувані в місцевому (міському і приміському) і міжміському повідомленнях на території республіки, **міжреспубліканські** і **виняткові (пільгові)** тарифи на перевезення масових навалочних вантажів.

Плата за перевезення вантажів (крім перевезення в міжреспубліканському повідомленні) стягується за 1 т вантажу без обліку вантажопідйомності рухомого складу в залежності від відстані перевезень і диференційовано по класах вантажів.

Таблиці загальних тарифів побудовані з покілометровою розбивкою до 100 км, при великих відстанях інтервали укрупнені: друга, третя і четверта групи інтервалів – відповідно 5, 10 і 25 км. При перевезеннях на відстані понад 600 км установлений розмір додаткової плати за кожні повні і неповні 25 км.

Тарифна плата за 1 т вантажу в міру збільшення відстані перевезень зростає, однак нелінійно, як собівартість перевезень, при незмінних інших умовах. При розробці тарифів приймалося в увагу, що зі збільшенням відстані перевезень зростає застосування великовантажних автомобілів, підвищується коефіцієнт використання пробігу при організації транспортного процесу, що складається з простих циклів перевезень, і росте технічна швидкість автомобіля.

Ставки тарифної плати, диференційованої по класах вантажів, установлені назад пропорційно середньому значенню коефіцієнта використання вантажопідйомності рухомого складу. Тому завантаження автомобіля відповідно до встановленого для різних класів середнім коефіцієнтом використання вантажопідйомності забезпечує одержання однієї і тієї ж суми доходів. Тарифні ставки для вантажів II, III і IV класів одержують множенням тарифних ставок I класу відповідно на 1,25; 1,667 і 2,0.

Плата за перевезення вантажів відправленнями масою до 5 тонн включно в міжреспубліканському повідомленні стягується незалежно від типу і вантажопідйомності рухомого складу за фактичну масу відправлення і відстань по тарифах, установленим диференційовано для умов перевезень із завезенням і вивозом вантажів на склади (зі складів) вантажних станцій (терміналів) і в наскрізному повідомленні.

Плата за перевезення в універсальних і спеціалізованих контейнерах, що належать автотранспортним підприємствам, стягується за фактичну кількість перевезених навантажених контейнерів у залежності від їхньої номінальної маси (брутто). Для контейнерів масою брутто 0,625; 1,25 і 3,0 (2,5) тонн плата диференціюється в залежності від сумарної номінальної маси (брутто) контейнерів в одному відправленні – до 3 тонн включно і понад.

Плата за перевезення автомобілями-самоскидами (автопоїздами) і думперами масових навалочних вантажів промисловості і будівництва на відстань до 5 км включно стягується по винятковим (пільговим) тарифах у залежності від відстані перевезення і вантажопідйомності автомобіля-самоскида (автопоїзда) і думпера, т: 7, понад 7 до 15, понад 15.

Виняткові тарифи застосовуються за умови забезпечення замовником безупинної роботи автомобілів-самоскидів в одному пункті протягом повної зміни роботи і виконання вантажно-розвантажувальних робіт у межах установлених норм часу.

Погодинні тарифи встановлюються за користування автомобілем, і залежить від його вантажопідйомності. Плата за перевезення по погодинних тарифах стягується за кожну годину роботи і кілометр пробігу.

Погодинні тарифи застосовуються при неможливості кількісного обліку перевезених вантажів нетоварного характеру (очищення території від сміття і т.п.); внутрішньозаводських, внутрібудівельних і внутріскладських перевезеннях; внутріміських перевезеннях на розвозочних (збірних) маршрутах із завезенням вантажів не менш чим у чотири пункти за одну їздку; перевезеннях вантажів автомобілями вантажопідйомністю до 1 т включно; використанні автомобілів для обслуговування ліній зв'язку, перевезення пошти

і т.д.

Оплата за перевезення по погодинних тарифах виробляється за увесь час і весь пробіг з моменту виходу автомобіля зі стоянки до моменту повернення на стоянку автотранспортного підприємства (за винятком часу обідньої перерви і відпочинку водія), але не менш чим за 2 години. Час на пробіг від стоянки до пункту подачі і назад визначається з розрахунку швидкості руху 30 км/ч.

Тому що при погодинній оплаті автомобілі звичайно використовуються менш інтенсивно, чим при роботі з відрядних тарифів, рівень тарифних плат установлений з таким розрахунком, щоб використання автомобілів по цих тарифах обходилося замовнику дорожче.

Тарифи з покілометрового розрахунку. По цих тарифах плата стягується за кожен кілометр пробігу в залежності від вантажопідйомності автомобіля. Така плата застосовується за пробіг автомобіля при роботі поза місцем його постійного перебування або перевезенню, що не відбулося по провіні замовника; подача автомобіля до пункту першого чи навантаження його поверненні від пункту останнього розвантаження (нульовий пробіг) на відстань більш 25 км; наданні спеціальних послуг (технічної допомоги, буксирування, супроводу під час перевезення важких негабаритних вантажів і т.п.)

Тарифи на доставку (перегін) автомобілів. Плата за доставку рухомого складу автомобільного транспорту, здійснювана централізованому порядку з автомобільних заводів-виготовлювачів, а також з авторемонтних заводів після капітального ремонту, стягується за кожен кілометр доставки одиниці рухомого складу в залежності від його типу, включаючи доставку на спеціалізованому рухливому складі (автомобілевозах).

Надбавки і знижки. З метою обліку конкретних умов перевезень установлюються надбавки і знижки.

За перевезення вантажів у спеціалізованому рухливому складі (автофургони, рефрижератори, автомобілі з вантажопідйомним пристроєм, лісовози, металовози й ін.) установлена плата підвищується від 15 до 60% по відрядним, погодинним і покілометрових тарифах, що компенсує автотранспортному підприємству збільшені транспортні витрати.

Плата за перевезення будівельних великогабаритних вантажів (бетонні, залізобетонні, сталеві, дерев'яні й інші конструкції) стягується по тарифах, установленим для першого класу, з надбавкою від 25 до 50%.

Установлено надбавки за перевезення вибухових і вибухонебезпечних вантажів (30%), стиснутих і зріджених газів (15%).

За перевезення термінових партій вантажів відправленнями масою до 5 тон по разових замовленнях установлена плата підвищується у випадку прийняття замовлення з 14 годин дня, що передує перевезенню, на 20%, у день здійснення перевезення – на 40%.

Крім надбавок автотранспортні підприємства застосовують знижки. При перевезеннях і міжреспубліканському повідомленні для замовника, що забезпечує повне завантаження автомобіля (автопоїзда) з урахуванням класу вантажу в прямому і зворотному напрямках, представляється знижка від вартості перевезення вантажу в зворотному напрямку (20%). При тих же

перевезеннях на відстань до 150 км відправлень вантажу, що забезпечують завантаження до повної місткості одного автопоїзда вантажопідйомністю 16 тонн і більш, замовнику надається знижка від основного тарифу (10%).

Тарифи на експедиційні операції і послуги. Ці тарифи включають плату за експедиційні операції, крім експедиційних операцій, виконуваних водіями автотранспортних підприємств, плата за які включена в тариф за перевезення вантажів; користування контейнерами і засобами укриття вантажу, що належать транспортно-експедиційним (автотранспортним) підприємствам; виконання окремих транспортно-експедиційних операцій і послуг (доставка документів замовникам, заповнення накладної, повідомлення вантажоодержувача про прибуття вантажу і його адреса на вхідні станції залізниць і ін.)

Тарифи на вантажно-розвантажувальні роботи. Плата за навантажувально-розвантажувальні роботи стягується по тарифах за фактично виконану кількість тонно-операцій (навантаження чи розвантаження). Тарифи встановлені по видах вантажів: тарно-пакувальні і штучні вантажі, навалочні вантажі, лісоматеріали, метали і металеві вироби, зернові вантажі й овочі. Плата за механізоване навантаження (розвантаження) універсальних контейнерів стягується за кількість контейнеро-операцій.

Плата за користування вантажно-розвантажувальними механізмами стягується по погодинних тарифах.

Тарифи на складські операції, виконувані транспортно-експедиційними (автотранспортними) підприємствами. Ці тарифи включають плату за збереження вантажів, стягнуту за кожену тонну (брутто) у добу; прийом і видачу вантажів роздільно для закритих приміщень і відкритих площадок. У випадку затримки на складі вантажу поверх норми часу, установлені договором, стягується додаткова плата.

Плата за транспортно-експедиційні послуги, що робляться населенню, здійснюється по єдиним діючим на території держав тарифам.

Тарифи на транспортно - експедиційні послуги, що робляться населенню України, містять п'ять розділів. Вони передбачають тарифи на перевезення вантажів автомобільним транспортом, навантажувально-розвантажувальні роботи, за користування вантажно-розвантажувальними й іншими механізмами, пакувальні роботи та інші транспортно-експедиційні послуги.

Установлено диференційовані тарифи на перевезення:

- меблів, промислових товарів і домашніх речей;
- вантажів у контейнерах;
- автомобільних покришок (шин);
- палива, будівельних, сільськогосподарських і інших вантажів.

Аналогічно диференційовані тарифи на вантажно-розвантажувальні роботи.

РОЗДІЛ 5

ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ ВИКОРИСТАННЯ ПАРКУ РУХОМОГО СКЛАДУ

5.1. Техніко-експлуатаційні показники використання рухомого складу

Для планування, обліку і аналізу роботи рухомого складу застосовується система *техніко-експлуатаційних показників*, що дозволяють оцінити результати роботи і ефективність використання, як окремого автомобіля, так і їх групи, в конкретних умовах експлуатації. Залежно від способу встановлення значень ТЕП виділяють два їх вигляду: основні (первинні) і похідні (розрахункові).

Первинні ТЕП встановлюються безпосередньо за даними обліку роботи автомобілів на лінії (об'єм, відстань, час перевезення вантажу і ін.). Значення розрахункових ТЕП встановлюється за допомогою математичних дій над первинними і іншими розрахунковими ТЕП (коефіцієнти використання пробігу і вантажопідйомності, продуктивність автомобіля і ін.).

Група транспортних засобів (автомобілів, причепів, напівпричепів), об'єднаних організаційно (автотранспортне підприємство, колона, загін) чи тільки виконанням загальної задачі, називається **парком рухомого складу**. Провізні можливості парку рухомого складу й ефективність його використання характеризує наступні фактори:

- чисельний склад парку;
 - використання часу перебування рухомого складу в автотранспортному підприємстві для роботи на лінії;
 - вантажопідйомність рухомого складу;
 - використання вантажопідйомності рухомого складу;
 - відстані перевезення вантажів і навантаженого пробігу рухомого складу за їздки;
- використання пробігу рухомого складу;
- швидкості руху автомобілів;
- простої рухомого складу при навантаженні і розвантаженні.

Основні показники, що визначають транспортну роботу, виконувану парком автомобілів, можна об'єднати в двох груп:

- 1) показники чисельності рухомого складу і використання часу його перебування в автотранспортному підприємстві для роботи на лінії, що вказують кількість автомобіля-годинника роботи на лінії;
- 2) показники продуктивності рухомого складу, що характеризують середнє годинне вироблення в тоннах і тонно-кілометрах.

При обліку й аналізі роботи парку рухомого складу користаються

середніми значеннями показників.

5.2 Техніко-експлуатаційні показники використання одиночного транспортного засобу на маршруті

Пробіг рухомого складу і його використання. *Пробігом* називається відстань в км., яка пройдена автомобілем за певний період часу.

Добовий (змінний) цикл експлуатації автомобіля починається з подачі рухомого складу під вантаження з АТП або іншого місця стоянки і закінчується після останнього вивантаження вантажу поверненням в гараж. Весь пройдений шлях автомобілем за день називається *загальним пробігом* L . Загальний пробіг підрозділяється на продуктивний і непродуктивний. Непродуктивний пробіг складається з холостого (порожнього) і нульового пробігу.

Продуктивним пробігом вважається навантажений пробіг, тобто безпосередня відстань перевезення вантажу. *Непродуктивний пробіг* здійснюється при русі автомобіля без вантажу. Він є обов'язковим складовим елементом загального пробігу і, у свою чергу, підрозділяється на нульовий і холостий пробіги. *Холостий пробіг* утворюється при русі порожнього автомобіля від пункту розвантаження до наступного пункту навантаження. Порожній пробіг автомобіля від АТП до місця першого навантаження l_1 і від місця останнього розвантаження до АТП l_2 називається *нульовим пробігом*

$$L_o = l_1 + l_2. \quad (5.1)$$

Нульовий пробіг відноситься не до окремого циклу перевезення, тобто до якої або конкретній їздки, а до дня (зміни) роботи автомобіля в цілому.

Кожен виконаний транспортний цикл характеризується пройденою відстанню автомобілем з вантажем в кілометрах, яке називається *довжиною їзди з вантажем* l_{ie} . На деяких маршрутах автомобіль, щоб почати новий перевізний цикл, вимушений здійснювати порожній пробіг, наприклад, на маятникових маршрутах із завантаженням в одному напрямі. В цьому випадку зворотний порожній пробіг доповнить їзду автомобіля з вантажем, і їх сума складе *довжину маршруту*

$$l_m = l_{ie} + l_x, \quad (5.2)$$

де l_{ie} – пробіг за одну їзду з вантажем по маршруту, км.;

l_x – порожній (холостий) пробіг за одну їзду по маршруту, км.

Якщо маршрут представляє замкнутий цикл перевезення, тобто в прямому і зворотному напрямках автомобіль перевозить вантаж (немає холостих пробігів), тоді довжина маршруту складатиме:

$$l_m = l_{ie1} + l_{ie2}, \quad (5.3)$$

де l_{ie1} і l_{ie2} – довжина їзди з вантажем в прямому і зворотному напрямках, км.

Довжина кільцевих і збирально-розвозочних маршрутів складається з суми довжин їзди з вантажем і холостих пробігів по всіх ділянках маршруту:

$$l_M = \sum_{j=1}^m l_{i\bar{e}} + \sum_{j=1}^m l_{xj}, \quad (5.4)$$

де $l_{i\bar{e}}$ і l_{xj} – відповідно довжина їздки з вантажем і холостий пробіг по j -му ділянці маршруту ($j = 1; m$);

m – число ділянок маршруту.

Загальний пробіг рухомого складу, що працює по одному маршруту, за день (зміну)

$$L = L_M + L_O = L_B + L_X + L_O, \quad (5.5)$$

де L_M – загальний пробіг по маршруту, км.;

L_B – загальний завантажений пробіг, км.;

L_X – загальний холостий пробіг, км.

Загальний пробіг по маршруту залежить від кількості виконаних їздок

$$L_M = n_i \cdot l_M = n_i \cdot (l_{i\bar{e}} + l_x) = n_i \cdot l_{i\bar{e}} + n_i \cdot l_x = L_B + L_X, \quad (5.6)$$

де n_i – кількість виконаних їздок за день (зміну), од.

Використання пробігу рухомого складу характеризується *коефіцієнтом використання пробігу*, який показує питому вагу завантаженого пробігу в загальному пробігу і розраховується через їх відношення.

Коефіцієнт використання пробігу для однієї їздки (обороту по маршруту) складає

$$\beta_i = \frac{l_{i\bar{e}}}{l_M} = \frac{l_{i\bar{e}}}{(l_{i\bar{e}} + l_x)}. \quad (5.7)$$

Величина коефіцієнта знаходиться в межах від нуля до одиниці. Для маятникового маршруту коефіцієнт дорівнює 0,5.

Коефіцієнт використання пробігу за день (зміну) визначається по формулі

$$\beta_i = \frac{L_B}{L} = \frac{L_B}{(L_B + L_X + L_O)} \quad (5.8)$$

Цей коефіцієнт залежить від наступних чинників: взаєморозташування АТП, відправників і одержувачів вантажів; напрямив вантажопотоків (наявність зустрічних вантажопотоків дозволяє скоротити порожні пробіги); структури вантажопотоків (не всі вантажі можуть перевозитися в одному автомобілі); структури автомобільного парку (більшість спеціалізованого рухомого складу використовуються тільки в одному напрямі); якості оперативного планування роботи рухомого складу. Ретельна розробка маршрутів руху сприяє підвищенню коефіцієнта використання пробігу рухомого складу.

Обсяг перевезень вантажів Q визначається фактичною кількістю вантажу q_ϕ в тоннах, перевезеного автомобілем по маршруту. За кожну їздку автомобіль залежно від ступеня завантаження кузова може перевезти вантажів в обсязі рівному або меншому його номінальній вантажопідйомності

$$q_\phi \leq q, \quad (5.9)$$

де q – номінальна вантажопідйомність транспортного засобу, т.

За день (зміну) обсяг перевезень складе:

$$Q = \sum_{i=1}^n q_{\phi i} \cdot m_{ii} \quad (5.10)$$

де $i = (1; n)$ – порядковий номер транспортного засобу;

n – загальна кількість АТС.

Транспортна робота (вантажобіг) P є синтетичним показником, який враховує в сукупності обсяг перевезеного вантажу і відстань його перевезення

$$P = Q \cdot L_B = \sum_{i=1}^n q_{\phi i} \cdot l_{i\phi i} \quad (5.11)$$

Вантажобіг вимірюється в тоно-кілометрах (т-км.).

Робота вантажопереробних пунктів (складів, станцій, портів) характеризується кількістю завезених і вивезених вантажів – вантажобігом в тоннах.

Коефіцієнт використання вантажопідйомності автомобіля. Ступінь використання вантажопідйомності автомобіля характеризується відповідним коефіцієнтом. Виділяють коефіцієнти статичного і динамічного використання вантажопідйомності.

Коефіцієнт статичного використання вантажопідйомності γ_c визначається відношенням фактичного об'єму перевезеного вантажу до можливого. Коефіцієнт статичного використання вантажопідйомності за одну їзду складає

$$\gamma_c = \frac{q_{\phi}}{q} \quad (5.12)$$

За день (зміну) цей коефіцієнт буде визначатися як

$$\gamma_c = \frac{Q}{q \cdot n_i} = \frac{\sum_{i=1}^n q_{\phi i}}{q \cdot n_i} \quad (5.13)$$

Коефіцієнт динамічного використання вантажопідйомності γ_d характеризує середнє завантаження автомобіля на всьому шляху його руху з вантажем і виражається відношенням кількості виконаної транспортної роботи в тоно-кілометрах до можливої транспортної роботи, яка могла б бути виконана при повному завантаженні автомобіля на всьому шляху його руху з вантажем. Таким чином, на відміну від коефіцієнта статичного використання вантажопідйомності він враховує не тільки кількість перевезеного вантажу, але і відстань, на яку перевозиться вантаж. За одну їзду коефіцієнт динамічного використання вантажопідйомності буде складати

$$\gamma_d = \frac{q_{\phi} \cdot l_{i\phi}}{q \cdot l_{i\phi}} = \frac{q_{\phi}}{q} \quad (5.14)$$

Порівнюючи формули (8.12) і (8.14) бачимо, що обидва коефіцієнти за одну їзду рівні.

За день (зміну) коефіцієнт динамічного використання вантажопідйомності буде складати

$$\gamma_{\partial} = \frac{P}{P_e} = \frac{P}{q \cdot L_B} = \frac{\sum_{i=1}^n q_{\phi i} \cdot l_{i\partial i}}{q \cdot \sum_{i=1}^n l_{i\partial i}} \quad (5.15)$$

де P_e – кількість можливої транспортної роботи, т-км..

За день (зміну) коефіцієнти γ_c і γ_d можуть бути рівні тільки в двох випадках:

1) коли за кожну їзду перевозиться постійна кількість вантажу ($q_{\phi} = const$)

$$\gamma_{\partial} = \frac{q_{\phi} \cdot l_{i\partial 1} + q_{\phi} \cdot l_{i\partial 2} + \dots + q_{\phi} \cdot l_{i\partial n}}{q \cdot l_{i\partial 1} + q \cdot l_{i\partial 2} + \dots + q \cdot l_{i\partial n}} = \frac{q_{\phi} \sum_{i=1}^n l_{i\partial i}}{q \sum_{i=1}^n l_{i\partial i}} = \frac{q_{\phi}}{q}, \quad (5.16)$$

отже, коефіцієнти $\gamma_c = \gamma_d$;

2) коли вся їздка здійснюється на одну і ту ж відстань ($l_{i\partial} = const$), тобто

$$\gamma_{\partial} = \frac{q_{\phi 1} \cdot l_{i\partial} + q_{\phi 2} \cdot l_{i\partial} + \dots + q_{\phi n} \cdot l_{i\partial}}{q \cdot l_{i\partial 1} + q \cdot l_{i\partial 2} + \dots + q \cdot l_{i\partial n}} = \frac{l_{i\partial} \sum_{i=1}^n q_{\phi i}}{l_{i\partial} \cdot q \cdot n_e} = \frac{Q}{q \cdot n_i} \quad (5.17)$$

отже, і в цьому випадку за день (зміну) коефіцієнти $\gamma_c = \gamma_d$. У всіх інших випадках їх значення не рівні.

Коефіцієнти використання вантажопідйомності залежать від об'ємної маси і габаритних розмірів вантажу, що перевозиться, розміру окремих партій вантажу, що відправляються в одну адресу (наявність дрібних партій), відповідності типу рухомого складу, який використовується для перевезення, умовам перевезення.

Підвищення використання вантажопідйомності рухомого складу досягається: обґрунтованим вибором типу рухомого складу; застосуванням автомобілів із збільшеним об'ємом кузова при перевезенні легкового вантажів; ретельним укладанням і ув'язкою вантажу в кузові; попереднім сортуванням і угрупованням вантажів по напрямках доставки (укрупненням дрібних партій вантажів).

Середня довжина їздки з вантажем і середня відстань перевезення. Середня довжина їздки з вантажем – це середній пробіг завантаженого автомобіля за одну їздку від пункту навантаження до пункту розвантаження, км., який визначається відношення загального завантаженого пробігу до кількості виконаної їздки:

$$l_{\partial i} = \frac{L_B}{n_i}. \quad (5.18)$$

Середня відстань перевезення вантажу – це середня дальність перевезення 1 т вантажу, км., визначувана відношення виконаної транспортної роботи P до кількості перевезених тонн вантажу Q :

$$l_{pn} = \frac{P}{Q}. \quad (5.19)$$

За одну їзду значення $l_{\partial i}$ і l_{pn} будуть рівні між собою.

За день (зміну) значення $l_{\partial i}$ і l_{pn} будуть рівні між собою для одного автомобіля, що перевозить різну кількість вантажу на однакову відстань або ж однакову кількість вантажу за кожен їзду на різні відстані:

$$l_{pn} = \frac{P}{Q} = \frac{q_{\phi 1} \cdot l_{i\bar{e}} + q_{\phi 2} \cdot l_{i\bar{e}} + \dots + q_{\phi n} \cdot l_{i\bar{e}}}{q_{\phi 1} + q_{\phi 2} + \dots + q_{\phi n}} = \frac{l_{i\bar{e}} \sum_{i=1}^n q_{\phi i}}{\sum_{i=1}^n q_{\phi i}} = l_{i\bar{e}} = l_{\partial i}, \quad (8.20)$$

оскільки по умові для першого випадку відстані перевезення для кожної їзди рівні між собою.

$$l_{pn} = \frac{P}{Q} = \frac{q_{\phi} \cdot l_{i\bar{e}1} + q_{\phi} \cdot l_{i\bar{e}2} + \dots + q_{\phi} \cdot l_{i\bar{e}n}}{q_{\phi} + q_{\phi} + \dots + q_{\phi}} = \frac{q_{\phi} \sum_{i=1}^n q_{i\bar{e}i}}{q_{\phi} \cdot n_i} = \frac{L_B}{n_i} = l_{\partial i} \quad (5.21)$$

Середня довжина їздки з вантажем може відрізнятись від середньої відстані перевезення вантажу, якщо автомобілі однакової вантажопідйомності перевозять вантажі на різні відстані з різним ступенем використання вантажопідйомності або коли автомобілі різної вантажопідйомності перевозять вантаж на різні відстані. Таким чином, середня відстань перевезення – показник, що враховує не тільки пробіг автомобіля, але і кількість вантажу, що перевозиться, за кожен їзду, тобто ступінь використання вантажопідйомності рухомого складу. Тому вантажообіг в тоно-кілометрах може бути розрахований по двох формулах:

$$P = q\gamma_{\partial} l_{\partial i}, \quad (5.22)$$

$$P = q\gamma_c l_{pn}. \quad (5.23)$$

З рівнянь виходить, що:

$$\frac{l_{\partial i}}{l_{pn}} = \frac{\gamma_c}{\gamma_{\partial}}. \quad (5.24)$$

Для простого циклу перевезень ці відносини рівні одиниці: $l_{\partial i} = l_{pn}$, $\gamma_c = \gamma_{\partial}$.

Середня довжина їзди з вантажем залежить від розміщення відправників і одержувачів вантажів. На середню відстань перевезення, крім того, впливають об'ємні характеристики вантажу і тип рухомого складу. Середня довжина їзди з вантажем і середня відстань перевезення можуть бути понижені шляхом

раціонального формування маршрутів перевезень.

Час роботи рухомого складу. Протягом робочого дня кожен автомобіль певний період часу знаходиться в наряді, тобто працює на лінії і перевозить вантаж. Час перебування автомобіля в наряді T_H вимірюється кількістю годин з моменту виїзду рухомого складу з АТП до моменту повернення його назад в гараж за вирахуванням часу, що відводиться водієві на прийом їжі і відпочинок відповідно до трудового законодавства. Час в наряді складається з часу роботи рухомого складу на маршруті T_M і часу, що витрачається на нульовий пробіг T_O :

$$T_H = T_M + T_O. \quad (5.25)$$

Час роботи на маршруті T_M – це частина часу в наряді за вирахуванням часу, що витрачається на виконання нульового пробігу. За час роботи на маршруті автомобіль знаходиться в русі або простоє під вантаженням – розвантаженням:

$$T_M = T_p + T_{n-p}, \quad (5.26)$$

де T_p – час руху автомобіля по маршруту, що витрачається на виконання завантажених і порожніх пробігів, год;

T_{n-p} – час простою в період виконання НРР, год.

Час роботи на маршруті залежить від тривалості робочого дня водія і може бути підвищено за рахунок зниження витрат на нульові пробіги шляхом раціонального закріплення відправників і одержувачів вантажів за перевізниками.

Середні швидкості руху рухомого складу. У теорії вантажних автомобільних перевезень для аналізу перевізного процесу використовують середні значення швидкостей руху автомобілів по маршруту, оскільки їх конкретні значення значно розрізняються для окремих днів тижня, годин доби, ділянок шляху і залежать від безлічі чинників випадкового характеру (інтенсивності руху, погодних умов, освітленості, стану дорожнього покриття, професіоналізму водіїв і ін.). Розрізняють технічну і експлуатаційну швидкості руху рухомого складу.

Технічна швидкість V_T – це середня швидкість руху рухомого складу по маршруту за певний період часу руху, км/год, яка визначається відношенням пройденої відстані l до витраченого часу на рух $t_{\text{дв}}$:

$$V_T = \frac{l}{t_{\text{дв}}}. \quad (5.27)$$

При розрахунку технічної швидкості під час руху включаються всі короткочасні зупинки, пов'язані з регулюванням руху (зупинки на світлофорах, переїздах, в дорожніх пробках і ін.). Технічна швидкість залежить від динамічних якостей і технічного стану рухомого складу, ступеня використання його вантажопідйомності, дорожнього покриття, інтенсивності руху транспортного потоку, частоти зупинок, пов'язаних з регулюванням дорожнього руху, кваліфікації водія, особливостей вантажу, що перевозиться, наприклад, небезпечного або негабарита і ін. Низька технічна швидкість руху є однією з основних проблем експлуатації автомобільного транспорту в крупних

містах, оскільки це приводить до зростання витрат на доставку вантажів і знижує ефективність автомобільних перевезень.

При роботі в місті незалежно від типу дорожнього покриття для автомобілів і автопоїздів вантажопідйомністю до 7 т (автоцистерна до 6 тис. л) норма технічної швидкості встановлювалася в 25 км/год, а для 7 т (автоцистерна 6 тис. л) і вище – в 24 км/год.

Передбачаються випадки, коли норми технічної швидкості вантажних автомобілів можуть бути понижені:

– при перевезенні вантажів, що вимагають особливої обережності (кислоти, вогненебезпечні речовини, рідини в скляному посуді, вироби з скла, музичні інструменти, телевізори, радіотовари, прилади і т.д., а також вантажі в високогабаритних контейнерах, легковагі вантажі, що перевозяться з ув'язкою по висоті вантаження понад встановлені габарити автомобіля, порошать вантажі, вибухові речовини), – в межах до 15%;

– при роботі на відстані до 1 км., а також в умовах бездоріжжя, в кар'єрах і на труднодоступних ділянках шляху (під час бездоріжжя, за відсутності доріг і т.п.) – в межах до 40% проти норм, встановлених для природних ґрунтових доріг;

– при роботі на відстані понад 1 до 3 км., а також на будівництві магістральних трубопроводів і електростанцій при роботі на дорогах I – III груп – в межах до 20%.

Разом з тим, не дивлячись на жорсткий нормативний регламент, керівникам автотранспортних підприємств за узгодженням з профспілковою організацією дозволялося встановлювати місцеві розрахункові норми пробігу вантажних автомобілів, а також поправочні коефіцієнти, виходячи з конкретних умов роботи, в наступних випадках: – при роботі автомобілів в умовах гірської місцевості з переважанням звивистого профілю дороги з крутими підйомами і спусками, а також на території підприємств і будівельних майданчиків, на непрофільованих дорогах, в кар'єрах, котлованах і тимчасових під'їзних шляхах; – при перевезенні, довгомірних і високогабаритних вантажів.

Треба відзначити, що технічна швидкість на дорогах з вдосконаленим покриттям значною мірою залежить від інтенсивності руху. Для одиночних автомобілів при інтенсивному русі вона нижче на 27-30%, а для автопоїздів – на 30-36%. На дорогах перехідного типу і ґрунтових різниця в швидкостях одиночних автомобілів і автопоїздів незначна – в межах 15-25%.

Експлуатаційна швидкість V_e – це умовна середня швидкість руху рухомого складу за час його знаходження на лінії, км/год, яка визначається відношенням пройденої відстані до загального часу роботи на лінії:

$$V_E = \frac{L}{T_H}. \quad (5.28)$$

Для однієї їздки експлуатаційна швидкість руху автомобіля по маршруту складе

$$V_E = \frac{l_M}{t_{\text{дв}} + t_{\text{н-р}}}, \quad (5.29)$$

де $t_{\text{н-р}}$ – час простою під навантажувально-розвантажувальними роботами у відправників і одержувачів вантажів, год.

Експлуатаційна швидкість завжди менше технічної, оскільки вона враховує витрати часу на нульовий пробіг і простоювання рухомого складу під навантаженням і розвантаженням. Тому при плануванні роботи рухомого складу в розрахунках провізних можливостей транспортних засобів використовують величину не технічної, а експлуатаційної швидкості руху.

Час обороту по маршруту. За час роботи на маршруті автомобіль може зробити декілька оборотів, в процесі виконання яких він слідує як з вантажем, так і без нього. Тому час на виконання обороту по маршруту $t_{\text{об}}$, год, складе

$$t_{\text{об}} = t_{\text{дв}} + t_{\text{н-р}} = \frac{l_M}{V_T} + t_{\text{н-р}} = \frac{(l_{\text{ів}} + l_x)}{V_T} + t_{\text{н-р}} = \frac{l_{\text{ів}}}{V_T \cdot \beta} + t_{\text{н-р}} \quad (5.30)$$

оскільки $\beta = l_{\text{ів}} / l_M$.

Час обороту по маршруту може бути отриманий через середню експлуатаційну швидкість, яка враховує час руху і простої під навантаженням – розвантаженням:

$$t_{\text{об}} = \frac{l_M}{V_E}. \quad (5.31)$$

Інтервал руху автомобілів по маршруту. Якщо по маршруту перевезення виконуються декількома автомобілями, то для організованого їх навантаження – розвантаження необхідно встановлювати точну періодичність їх прибуття на НРП. Такий період часу між прибуттям (відправленням) слідує один за одним транспортних засобів називається інтервалом руху. Цей показник вимірюється в хвилинах і залежить від часу обороту автомобіля по маршруту і їх кількості:

$$I = \frac{t_{\text{об}} \cdot 60}{A_M}, \quad (5.32)$$

де I – інтервал руху, хв;

A_M – кількість транспортних засобів, що працюють по маршруту, од.

Кількість виконаної їздки. Як правило, на більшості міських маршрутів автомобіль за час знаходження в наряді виконує декілька їздки або доставляє вантаж по різних маршрутах. Кількість їздки за день (зміну) визначається відношенням часу роботи автомобіля на маршрутах до часу обороту:

$$n_i = \frac{T_M}{t_{\text{об}}}. \quad (5.33)$$

Продуктивність вантажного автомобіля. Продуктивність праці характеризується кількістю продукції, яка виробляється в одиницю часу.

Оскільки транспортною продукцією є переміщення вантажу з одного місця в інше, то основним вимірником продуктивності рухомого складу виступає кількість вантажів, що перевозяться в одиницю часу (з урахуванням віддаленості вантажоодержувачів від вантажовідправників).

На практиці продуктивність автомобіля прийнято оцінювати його вироботкою в тонах і тоно-кілометрах за одиницю часу. Зміна цих показників за інших рівних умов (характері вантажу, відстані доставки, умовах перевезення і ін.) відбиває відповідну зміну продуктивності праці на транспорті.

Продуктивність рухомого складу за одну їзду при виконанні перевезення по певному маршруту розраховується як відношення обсягу перевезеного вантажу або виконаної транспортної роботи до часу обороту автомобіля по маршруту. При здійсненні їздки автомобіль витрачає час, як правило, на навантаження і вивантаження вантажу, пересування з вантажем і холостий пробіг. В деяких випадках необхідно враховувати витрати часу на оформлення документів, регулярні простоя з технологічних і організаційних причин і ін. За одну їзду автомобіль виконає обсяг перевезень в тоннах

$$Q_i = q \cdot \gamma_c, \quad (5.34)$$

вантажообіг в тоно-кілометрах буде визначатися.

$$P_i = q \cdot \gamma_d \cdot l_{di} = q \cdot \gamma_c \cdot l_{pn}. \quad (5.35)$$

Тоді продуктивність за одну їзду відповідно складатиме:

$$U_i = \frac{Q_i}{t_{об}} = \frac{q \cdot \gamma_c}{t_{дв} + t_{н-р}} = \frac{q \cdot \gamma_c \cdot V_T \cdot \beta}{l_{ів} + t_{н-р} \cdot V_T \cdot \beta}, \quad (5.36)$$

де U_i – годинна продуктивність за їзду, т/год;

$$W_i = \frac{P_i}{t_{об}} = \frac{q \cdot \gamma_d \cdot l_{di}}{t_{дв} + t_{н-р}} = \frac{q \cdot \gamma_c \cdot l_{pn} \cdot V_T \cdot \beta}{l_{ів} + t_{н-р} \cdot V_T \cdot \beta}, \quad (5.37)$$

де W_i – годинна продуктивність за їзду, т-км/год.

Продуктивність автомобіля за день (зміну), тобто за час його роботи по маршруту:

$$U_{зм} = U_i \cdot T_M = \frac{Q_i}{t_{об}} \cdot T_M = \frac{q \cdot \gamma_c \cdot V_T \cdot \beta \cdot T_M}{l_{ів} + t_{н-р} \cdot V_T \cdot \beta}, \quad (5.38)$$

де $U_{зм}$ – продуктивність за день (зміну), т;

$$W_{зм} = W_i \cdot T_M = \frac{P_i}{t_{об}} \cdot T_M = \frac{q \cdot \gamma_c \cdot l_{pn} \cdot V_T \cdot \beta \cdot T_M}{l_{ів} + t_{н-р} \cdot V_T \cdot \beta}, \quad (5.39)$$

де $W_{зм}$ – продуктивність за день (зміну), т-км..

Вирази (8.38) і (8.39) можуть бути отримані іншим способом. Якщо ми визначимо обсяг перевезень або величину виконаної роботи за одну їзду і загальну кількість їздок, які здійснює автомобіль при роботі на маршруті за час знаходження в наряді, то множина цих величин складе відповідно загальну

кількість перевезених автомобілем тонн або виконаних тоно-кілометрів за день (зміну), наприклад:

$$U_{зм} = Q_i \cdot n_i = Q_i \cdot \frac{T_M}{t_{об}} = \frac{q \cdot \gamma_c \cdot V_T \cdot \beta \cdot T_M}{l_{ів} + t_{н-р} \cdot V_T \cdot \beta}, \quad (5.40)$$

$$W_{зм} = P_i \cdot n_i = P_i \cdot \frac{T_M}{t_{об}} = \frac{q \cdot \gamma_c \cdot l_{pn} \cdot V_T \cdot \beta \cdot T_M}{l_{ів} + t_{н-р} \cdot V_T \cdot \beta} \quad (5.41)$$

5.3 Техніко-експлуатаційні показники використання парку рухомого складу

Парк рухомого складу. Група транспортних засобів (автомобілів, причепів, напівпричепів), об'єднаних організаційно (що входять до складу автотранспортного підприємства, автоколони, ланки) або тільки виконанням загального завдання, називається *парком рухомого складу*. Використання парку рухомого складу характеризується кількістю днів його експлуатації за календарний період і тривалістю роботи автомобілів протягом дня.

Для визначення кількісних показників роботи парку рухомого складу застосовують показник «автомобілі-дні» (*АД*), що є сумою всіх днів перебування кожного транспортного засобу в певному стані за звітний період. За весь час перебування в господарстві (АТП) рухомий склад або працює на лінії, або простоє у зв'язку з технічним обслуговуванням і ремонтом, вихідними і святковими днями, а також з організаційних причин (відсутність водіїв, палива, замовлень на перевезення вантажів і ін.). Тоді загальна кількість *автомобілі-днів перебування в господарстві АД_г* всіх автомобілів парку складе

$$АД_{Г} = АД_{Е} + АД_{П.Р} + АД_{О} = \sum_{i=1}^n АД_{Ei} + \sum_{i=1}^n АД_{П.Рi} + \sum_{i=1}^n АД_{Oi} \quad (5.42)$$

де *А.Д_Е*, *А.Д_{П.Р}* і *А.Д_О* – відповідно сумарна кількість автомобілі-днів експлуатації рухомого складу на лінії, його простою в технічному обслуговуванні і ремонті, а також в технічно справному стані по вихідних і святкових днях і з організаційних причин, автомобіле-дні;

А.Д_{Ei}, *А.Д_{П.Рi}* і *А.Д_{Oi}* – відповідно тривалість днів експлуатації, простою в технічному обслуговуванні і ремонті, простою в технічно справному стані по вихідних і святкових днях і з організаційних причин *i*-го автомобіля (*i* = 1...*n*), автомобіле-дні;

n – загальна кількість транспортних засобів, од.

Чисельність парку рухомого складу. Кількісний склад парку характеризується обліковим і інвентарним складом. *Обліковий склад парку* на певну дату охоплює рухомий склад автотранспортного підприємства, призначений для виконання вантажних перевезень за встановленою програмою.

Інвентарний склад парку рухомого складу включає, крім того, транспортні засоби спеціального призначення – автомобілі технічної допомоги, лінійного контролю і т.п. При плануванні і обліку роботи рухомого складу використовують середнє значення облікового складу парку транспортних засобів, що знаходяться в організації протягом розрахункового періоду. Необхідність розрахунку середнього значення чисельності парку пов'язана з періодичністю перебування транспортних засобів в організації. Протягом планового періоду, як правило, роки, транспортні засоби можуть вибувати з експлуатації, а також можуть отримуватися нові.

Середньосписочний склад парку характеризує середнє значення кількості автомобілів, що знаходяться в день в АТП за певний період часу. Він розраховується як для всіх автомобілів парку, так і окремо по різних марках і типах рухомого складу. Середньосписочний склад парку

$$A_{СП} = \frac{AD_{Г}}{D} = \frac{\sum_{i=1}^n AD_{Гi}}{D}, \quad (5.43)$$

де $A_{СП}$ – середньосписочний склад парку, од.;

D – кількість днів в розрахунковому періоді;

$AD_{Гi}$ – тривалість днів перебування в господарстві i -го автомобіля ($i = 1 \dots n$), автомобіле-дні;

n – загальна кількість транспортних засобів, од.

Характеристики стану парку рухомого складу. Факт знаходження транспортних засобів в парку (величина облікового складу) ще не характеризує ефективності їх використання. Вантажні автомобілі приносять прибуток підприємству, коли виконують роботу по перевезенню вантажів, отже, необхідно прагнути, щоб рухомий склад постійно знаходився в стані експлуатації. Як показує практика роботи автотранспортних підприємств, жоден автомобіль за весь час свого перебування в господарстві не працює постійно на лінії. Він також перебуває в стані простою з ряду причин технічного і організаційного характеру. Тому для обліку і аналізу роботи транспорту використовують коефіцієнти, які відображають рівень перебування транспортних засобів в різних станах.

Стан технічної готовності рухомого складу до експлуатації є основною умовою здійснення перевезень, оскільки для випуску на лінію транспортні засоби повинні бути в справному стані. Рівень технічної готовності залежить від своєчасного технічного обслуговування і якісного ремонту транспортних засобів. Продуктивність виконання робіт по підтримці транспортних засобів в технічно справному стані може бути оцінена *коефіцієнтом технічної готовності парку, який визначається*

$$\alpha_{Г} = \frac{AD_{Е} + AD_{О}}{AD_{Г}}, \quad (5.44)$$

де $AD_{Е}$ – кількість автомобіле-днів в експлуатації (в справному стані);

$AD_{Г}$ – автомобіле-днів в господарстві.

Коефіцієнт технічної готовності α_T характеризує рівень технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р) транспортних засобів в організації. Разом з тим необхідно мати на увазі, що рівень α_T також залежить від віку парку транспортних засобів, умов їх експлуатації і т.д.

Стан експлуатації рухомого складу характеризується випуском автомобілів на лінію. На практиці навіть справні автомобілі можуть простоювати без роботи з різних причин організаційного характеру: відсутність водіїв або замовлень клієнтів, закінчення терміну ліцензії на перевезення і ін. Тому число транспортних засобів, що знаходяться в експлуатації, як правило, нижче за число справних. Рівень комерційної експлуатації рухомого складу оцінюється *коефіцієнтом випуску парку*

$$\alpha_B = \frac{AD_E}{AD_T}. \quad (5.45)$$

Коефіцієнт випуску відображає рівень використання технічних можливостей парку для отримання доходів (роботи на лінії). Величина α_B залежить, в першу чергу, від організації реалізації послуг з перевезення вантажів. Необхідно знаходити більше клієнтів і пропонувати їм широкий перелік послуг, щоб виключити простої рухомого складу не тільки в будні, але і у вихідні і святкові дні, організовувати роботу водіїв по змінах. Коефіцієнт випуску не може бути більше коефіцієнта технічної готовності ($\alpha_B \geq \alpha_T$). Якби транспортний засіб експлуатувався всі дні свого перебування в господарстві ($AD_E = AD_T$), то $\alpha_B = \alpha_T = 1$.

Тривалість роботи автомобілів на лінії. Оцінити повною мірою використання парку рухомого складу тільки за чисельністю транспортних засобів і рівнем їх перебування в стані експлуатації неможливо, оскільки обсяг виконаної транспортної роботи залежить також від тривалості роботи автомобілів, яка вимірюється в годинах. Тривалість роботи автомобіля на лінії визначається як різниця між часом його повернення в АТП і часі виїзду, за вирахуванням перерв, що відводяться водієві для відпочинку і прийому їжі. Тривалість роботи встановлюється за даними шляхового листа. На основі тривалості роботи всього парку рухомого складу AG_E може бути визначений *середній час перебування автомобіля в наряді*

$$T_{CH} = \frac{AG_E}{AD_E} = \frac{\sum_{i=1}^n AD_{Ei} \cdot T_{Hi}}{AD_E}, \quad (5.46)$$

де AG_E – автомобіле-години експлуатації рухомого складу;

T_{Hi} – час в наряді i -го автомобіля ($i = 1..n$), год.

Пробіг рухомого складу. За день (зміну) загальний пробіг кожної одиниці рухомого складу встановлюється за даними шляхового листа. Середнє значення пробігу одного автомобіля за день (зміну) для парку транспортних засобів складе

$$L_C = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{\alpha_B \cdot A_{СП}}, \quad (5.47)$$

де L_i – загальний пробіг i -го автомобіля ($i = 1 \dots n$), км.

Провізні можливості парку рухомого складу. Показники, що характеризують використання рухомого складу, дозволяють визначити провізні можливості парку. Для АТП, що має транспортні засоби однакової вантажопідйомності, або для групи однотипних транспортних засобів *провізна можливість* складе

– у тоннах за певний період часу:

$$U_{П} = \alpha_B \cdot A_{СП} \cdot U_A, \quad (5.48)$$

де U_A – продуктивність одного транспортного засобу, т-км/од.часу. – у тонно-кілометрах за певний період часу:

$$W_{П} = \alpha_B \cdot A_{СП} \cdot W_A, \quad (5.49)$$

де W_A – продуктивність одного транспортного засобу, т-км/од.часу.

Продуктивність окремого автомобіля в т/год і т-км/год розраховується на основі (5.36 – 5.41).