

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**  
Навчально - науковий інститут транспорту і будівництва  
Кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
до кваліфікаційної випускної роботи**

освітній ступінь - магістр  
спеціальність - 275 - Транспортні технології  
спеціалізація - 275.2 - Транспортні технології (на залізничному  
транспорті)

на тему: «ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЛІСОВИХ ВАНТАЖІВ  
ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ НА ОСНОВІ ВДОСКОНАЛЕННЯ  
СИСТЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ВАГОНПОТОКІВ»

Виконав  
Здобувач вищої освіти  
групи ОПЗТ-19зм  Мальченко Д.К.  
(підпис)

Керівник:  доц. Баранов І.О.  
(підпис)

Завідувач кафедри:  проф. Чернецька-Білецька Н.Б.  
(підпис)

Рецензент:  Загородко С.В.  
(підпис) (ініціали і прізвище)

# **1. ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЛІСОВИХ ВАНТАЖІВ НА ВІТЧИЗНЯНИХ І ЗАКОРДОННИХ ЗАЛІЗНИЦЯХ**

## **1.1. Сучасний стан лісопромислового комплексу**

Число підприємств лісової промисловості безперервно збільшується, з 1975 по 1998 рр. збільшення склало більше, ніж в 5 разів при зниженні первинного показника "вивезення деревини" також в 5 разів (75 проти 354 млн. м3), що свідчить про подальше розукрупнення підприємств ЛПК. Разом з тим, до 1992 року зростали обсяги випуску паперу, що мало підвищити відсоток глибини переробки деревини. Чіткою межею зміни тенденцій розвитку ЛПК є 1991-92 рр. (Роки розпаду СРСР, початок приватизації).

Основні орієнтири розвитку ЛПК [51]:

- основна увага повинна бути приділена зростанню обсягів лісозаготівель;
- необхідно завершити формування великих лісопромислових суб'єктів, провести реструктуризацію їх заборгованості;
- допомагати треба не "вмираючим", а ефективно працюючим підприємствам;
- залучення іноземних інвестицій;
- підвищення ефективності лісового експорту;
- вдосконалення взаємовідносин з природними монополіями.

## **1.2. Характеристика вантажопотоків лісових вантажів. Загальні характеристики лісоматеріалів**

Залізницею перевозять лісоматеріали та вироби з деревини більш ніж 200 найменувань. За ступенем обробки, а також умов перевезення п зберігання всі лісові вантажі діляться на 3 групи: круглі лісоматеріали; пиломатеріали та шпали; вироби з деревини. Переважну частку в загальному обсязі перевезень лісових вантажів складають перші дві групи.

Одна зі специфічних особливостей лісових вантажів полягає в наявності великої кількості сортиментів (близько 100), які мають різні споживчі властивості і не можуть, як правило, замінити один одного при використанні. Кожен сортимент визначається наступними чотирма параметрами, що впливають і на вибір рухомого складу для перевезення даного сортименту [34]:

- 1) стадією обробки деревини (круглий ліс, пиломатеріали та ін.);
- 2) різноманітністю деревини; але цим параметром кожен із зазначених в 1 пункті сортиментів підрозділяється, в залежності чергу, на кілька категорій (наприклад, круглий ліс - ялиновий, сосновий, березовий і ін.);
- 3) розмірами по товщині (поперечний переріз) і по довжині (наприклад, круглий ліс підрозділяється на пиловник, будівельний ліс, рудстойку, стовпи, подтоварник і ін.);
- 4) сортом лісопродукції: вся продукція за якістю поділяється на кілька сортів.

Крім того, до перевезення залізницею приймається також перероблена деревина (технологічна тріска, горбиль, фанерне та сірникове сировину), а також готова продукція (ДСП, ДВП, фанера і шпон і ін.).

Найбільш важливими властивостями лісових вантажів є твердість, питома маса, вологість, колір, запах, наявність вад деревини.

Щільність всіх деревних порід приблизно однакова і становить 1,5 - 1,6 т / м<sup>3</sup>. По твердості деревні породи ділять на найтвердіші (чорне дерево), дуже тверді (дуб, червоне дерево), тверді (береза, модрина, клен), слабкою твердості (вільха, липа, ялина).

Основною одиницею обліку лісоматеріалів є щільний кубічний метр - одиниця обсягу деревини без урахування зазорів між окремими колодами, брусами, дошками і т.д.

Лісоматеріали приймаються до залізничне перевезення по числу і висоті штабелів, числу пакетів і кількості штук; маса лісових вантажів визначається вантажовідправником умовно.

Вологість деревини значно впливає на її механічні та біологічні властивості і масу. У міру висушування маса деревини значно зменшується.

Особливості вантажопотоків лісової продукції. Виробництво лісопродукції, формування се ресурсів і порядок поставки мають ряд специфічних особливостей, які необхідно враховувати при організації перевезень. До основних з цих особливостей можна віднести наступні:

- 1) нерівномірна заготівля лісоматеріалів за минулими сезонами року;
- 2) значна розпорошеність по численних пунктів вантаження;
- 3) вкрай нерівномірне географічне розміщення лісових ресурсів і районів споживання; потужності лісопильної промисловості використовуються неповністю.
- 4) численність пунктів споживання лісопродукції та розподіл її по більшості одержувачів дрібними партіями;
- 5) велике кількість невзаємозамінних сортиментів;
- 6) відсутність централізованого планування перевезень.

Від місць заготівлі до пунктів споживання деревина проходить шлях, який за особливостями транспортування можна розбити на 3 елементи:

– від місць заготівлі до верхніх складів. Транспортування на цій ділянці шляху (трелювання) здійснюється, в основному, тракторами і лебідками. На верхніх складах проводиться обрубка сучків і частково оброблення на сортименти;

– від верхніх до нижніх складів. На цій ділянці ліс транспортується автомобілями, тракторами, по вузькоколіїних залізницях, Лежневим і крижаними дорогами, Молева сплавом або в ілотів по річках. На нижніх складах проводиться обробка деревини по сортиментів та іншими ознаками, часткова переробка і поїрузка в різні види транспорту;

від нижніх складів до пунктів споживання. На цій ділянці транспортування проводиться, в основному, магістральними залізницями, річковим і морським транспортом. На цьому етапі можливі різні схеми транспортування як одним, так і кількома видами транспорту. Пункти переробки лісоматеріалів можуть

розташовуватися або на нижніх складах, або в пунктах споживання, або в будь-якому місці на шляху прямування від нижніх складів до пунктів споживання. Третю частину перевезень лісових вантажів виконує річковий транспорт і вони посідають перше місце в загальних перевезеннях річкового транспорту.

Узагальнюючи досвід перевезень основних лісовантажних доріг, можна зробити наступні висновки про специфіку лісових вантажопотоків стосовно до залізничного транспорту:

- 1) розпорошеність навантаження по багатьох станціях;
- 2) незначний обсяг навантаження більшості лісовантажних станцій;
- 3) наявність великої кількості відправників, хоча б навіть і формально об'єднаних в складі великих холдингів;
- 4) розпорошеність більшості споживачів по станціях мережі, кількість великих споживачів обмежена;
- 5) наявність великої кількості сортиментів лісу;
- 6) незначний розмір навантаження більшості споживачів;
- 7) відсутність єдиного плануючого органу в системі лесосбита;
- 8) велика кількість відправок лісових вантажів залізниці змушені приймати до перевезення «за пред'явленням».

Сучасний стан перевезень лісових вантажів Перевезення лісових вантажів по всіх видах транспорту прямо залежать від обсягів їх виробництва. З 1991 по 1998 рр. спостерігалось безперервне зниження обсягів перевезень лісоматеріалів; в 1999р. намітилося зростання, а в 2000 р - подальше зростання перевезень (на 12%).

Аналізуючи дані діаграми на рис. 1.1, видно, що навантаження лісових вантажів з 2011 р неухильно знижувалася до 2012 р, загальне зниження навантаження в 2016 р до рівня 2017 р склало 1,5 рази, до рівня 2013 р.-3,5 рази. Такий характер динаміки мають практично всі основні лісовантажні дороги мережі.

У зв'язку з нерівномірним розміщенням лісів має місце нерівномірне навантаження лісових вантажів по дорогах мережі. Навантаження їх виробляють

все дороги, однак, розміри її коливаються у великих межах. Ретроспективний аналіз обсягів відправлення лісових вантажів по цих дорогах відображений на рис. 1,3.

Частки доріг мережі в вантаженні лісових вантажів (2019р..) показані на рис. 1.1., а динаміка навантаження основними лісовантажними залізницями на рис. 1.2.

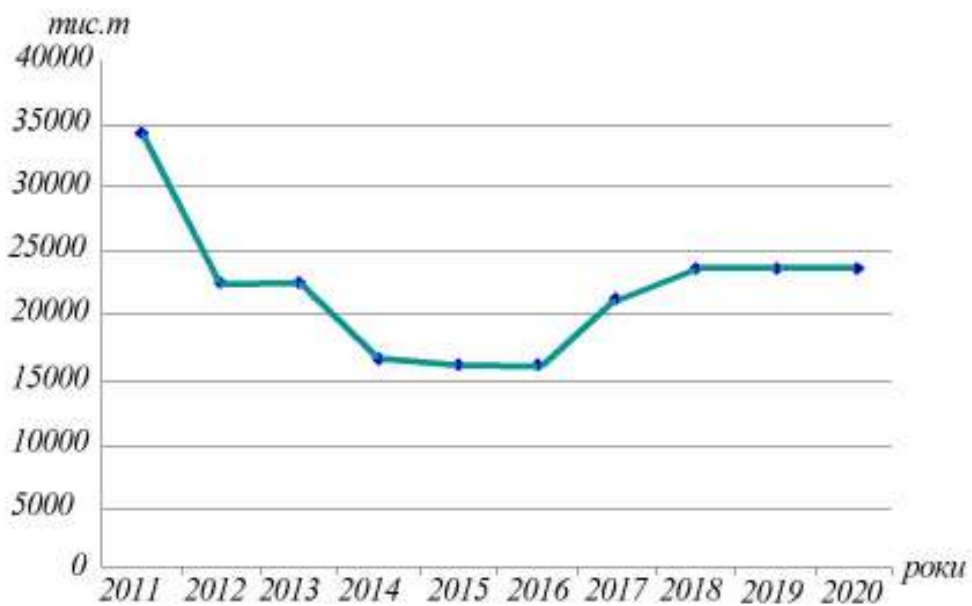


Рис.1.1. Динаміка вантаження лісових вантажів по мережі залізниць

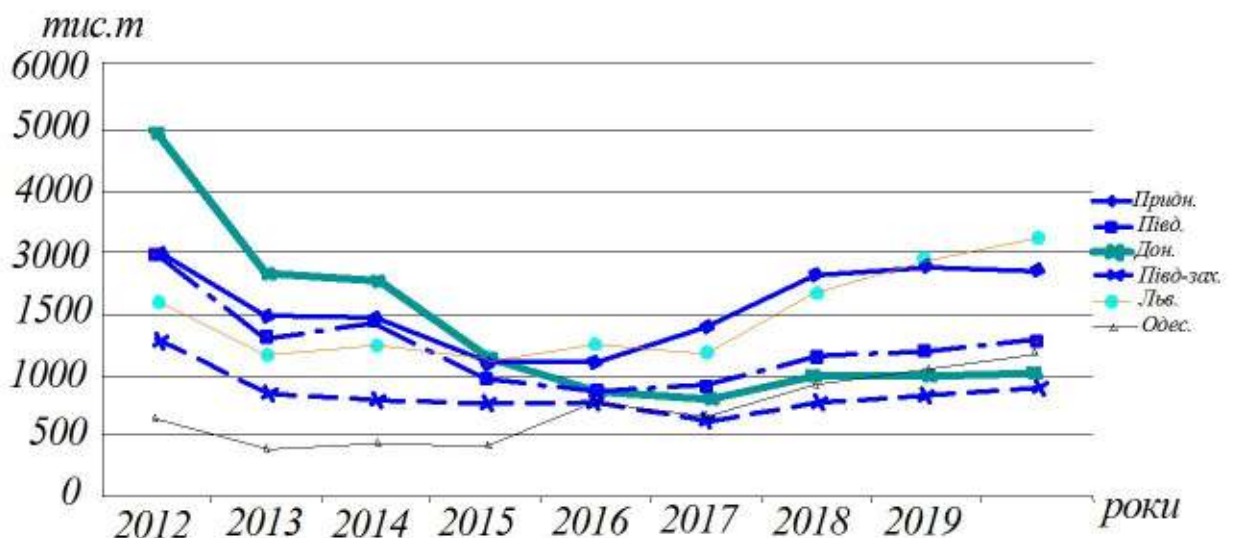


Рис.1.2. Динаміка вантаження лісових вантажів залізницями

Серед усіх перевезених лісових вантажів найбільшу частку займають круглі лісоматеріали (73,2%), далі йдуть пиломатеріали (12,5%), деревина подрібнена

(3,6%), ДСП і ДВП (2,8%), просочена шпалопродукція (2,5%), дрова (2,1%), шпалопродукція без просочення (1,7%), фанера і шпон (1,3%), кріпильні лісоматеріали (0,3%). Ілюстрація цього розподілу приведена на рис. 1.3.

Із загальної кількості лісових вантажів 65% перевозиться на відстань 150 - 1150 км, з них найбільший обсяг - на відстань 200

- 600 км. З подальшим збільшенням відстані обсяги перевезень скорочуються, а на відстань до 200 км незначні. По групах лісових вантажів картина дальності перевезень виглядає дещо інакше.

За круглим лісоматеріалів найбільший обсяг перевезень здійснюється на відстань 150 - 1600 км, з них більшість - на 200 - 600 км (рис. 1.6).

Велика кількість пиломатеріалів слід на відстань 3-6 тис. Км, приблизно рівноцінні обсяги перевезень на відстань 150 - 3000 км (рис. 1.7).

Кріпильні лісоматеріали перевозяться, в основному, на відстань 150- 1600 км.

Подрібнена деревина, головним чином, везеться на короткі відстані, 100 ~ 400 км, що пов'язано з доставкою цієї сировини на найближчі целюлозно-паперові комбінати.

Основний обсяг фанери і шпону перевозиться з відривом 1600-2400 км.

У лютому 2018 р. зафіксовано 105139 вагонних і 3292 маршрутних відправок (дані ДО-31) лісових вантажів. Середня тривалість доставки вагонних відправок становить 6 діб в прямому сполученні, 4 доби в місцевому сполученні; маршрутних - 2,5 доби в прямому сполученні. Маршрути в місцевому сполученні зафіксовані і одиничних кількостях. Із загальної кількості вагонних відправок прострочено 16,3%, а маршрутних - 32,8%. Середньодобова кількість відправок - 3872.

У вересні 2018 р. перераховані показники дещо відрізняються. Так, зафіксовано 96313 вагонних і 1433 маршрутних відправок (рівень маршрутизації 1,5%), прострочено 20% вагонних і 13% маршрутних відправок, середньодобова кількість відправок - 3258. Як видно, погрузка в лютому на 18% більше, ніж у вересні.

Отже, практично весь вагонопоток з лісовим вантажем слід вагонними відправками; перевозиться, в основному, круглий ліс; в місцевому сполученні перевозиться 1/3 усієї кількості лісоматеріалів, що перевозяться по залізницях (відповідно в прямому сполученні 2/3); є численні факти прострочення в доставці лісових вантажів

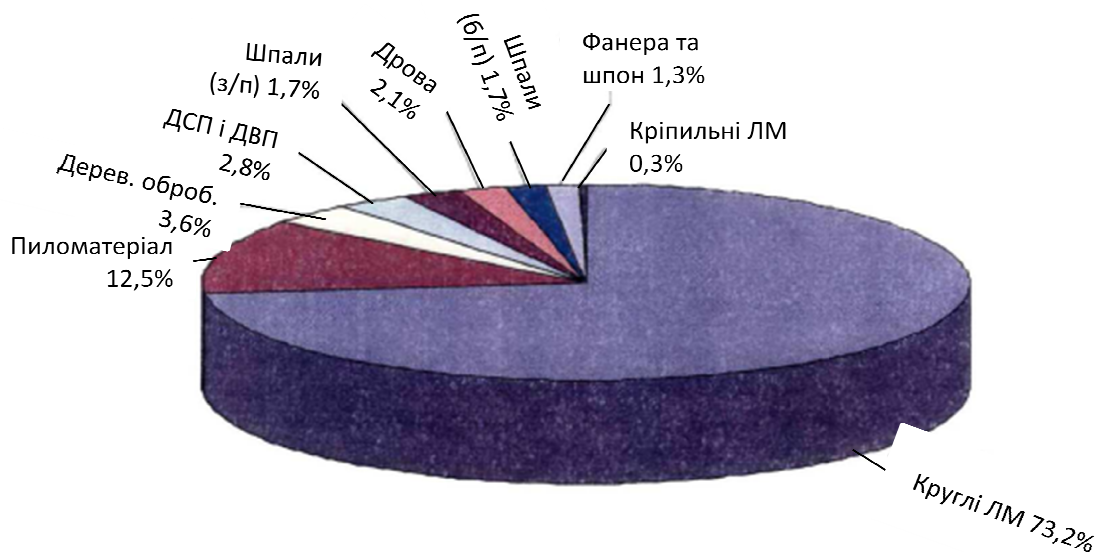


Рис.1.3. Співвідношення перевезених лісоматеріалів (ЛМ)

Перехід країни до ринкової економіки і 1990-і роки привів до зміни основних принципів взаємовідносин між вантажовідправниками з одного боку і органами управління залізничним транспортом з іншого.

Якщо раніше основу взаємовідносин визначали державні річні, кварталні та місячні плани перевезень, то тепер основою взаємовідносин стала заявка на перевезення, що подається не менше, ніж за 10 днів до початку перевезень вантажів у прямому залізничному сполученні і не менше ніж за 15 днів до початку перевезень вантажів, які направляються на експорт і в прямому змішаному сполученні. Транспортний Статут передбачає також можливість укладення довгострокових договорів на перевезення.



### 1.3. Огляд досліджень, виконаних з питань раціоналізації перевезень лісових вантажів

Значний внесок у розвиток експлуатаційної науки в частині організації вагонопотоків внесли доктора технічних наук В. М. Акулінічев, Е.В. Архангельський, В.І. Апатцев, К.А. Бернгард, Н.Є. Боровий, А.Ф. Бородін, В.А. Буянов, І.І. Васильєв, Н.А. Воробйов, С.В. Дувалян, Ю.В. Дьяков, В.А. Івницький, П.А. Килимів, В.Є. Козлов, П.А. Козлов, В.А. Кудрявцев, В.І. Нскрашевіч, В.Т. Осипов, А / Г. Осьмінін, А.П. Петров, В.В. Повороженко, Е.С. Сергєєв, Е.А. Сотников, І.Б. Сотников, Е.М. Тішкін, Л.П. Кожухів, О.К. Угрюмов, В.А. Шаров; кандидати технічних наук А.А. Абрамов, В.І. Бодюл, В.К. Буянова, М.Л. Диканюк, М.Л. Забелло, Л.П. Кайро, Л.А. Канарська, А.В. Каяшев, М.В. Кондрахія, І.І. Кукушкін, Р.В. Межова, А. Д. Чертогів, І.І. Шапкін, І. П. Шей пак, В.П. Шулько і інші вчені. Дослідженню різних аспектів перевезень лісових вантажів присвячені роботи кандидатів наук О.Л. Егнус, А.С.

Квіцинський, Л.П. Кайро, В.К. Соболя, Л.І. Смоліна, І. Л. Москвіною, Г.Є. Давидова, Г.А. Соловійової, І.П. Пінягнної, Д.Л. Псрцова, Т.Ю. Болотовой.

У роботах к.т.н. ЕЛ. Егнус (1951 г.) досліджені питання влаштування складів і механізації вантажно-розвантажувальних робіт при перевалці лісу з вузькоколіїних залізниць на залізницю широкої колії. П'ята глава дисертації ніс пя тріска вивчення технологічного процесу роботи і вибору раціональної схеми пріжелезнодорожних лісових складів. Досліджуються питання про вибір способів механізації, типів машин і установок під час перевезення лісу, вивчені питання єдиної технології роботи залізничних станцій і пріжелезнодорожних складів.

У дослідженні к.е.н. А.С. Квіцинський (1961 г.) встановлено значну кількість нераціональних переміщень лісових вантажів (зустрічних і перехресних). Аналіз виявив великі можливості раціоналізації перевезень лісових вантажів шляхом поліпшення координації роботи залізничного і річкового транспорту, яке може бути досягнуто за двома напрямками:

1) збільшення дальності водних перевезень лісу з прибережних пунктів за

рахунок скорочення її на залізницях;

2) розширення змішаних залізнично-водних перевезень.

У роботах к.т.н. Л.П. Кайро (1965 р) спостерігається низький рівень відправницького маршрутизації при наявності сприятливих для неї чинників. Проведено аналіз організації роботи заадресованих баз. Досліджено процеси накопичення вагонів з цілі встановлення залежності часу простою вагона під накопиченням при двох варіантах підведення поїздів на базу. За пропонованою методикою передбачається порівняння п'яти варіантів організації вагонопотоків:

1) весь вагонопоток організовується за планом технічної маршрутизації;

2) частина вагонопотоків охоплюється маршрутизацією з місць навантаження, а решті вагонопоток організовується за планом технічної маршрутизації;

3) маршрутизація за допомогою заадресованої бази спільно знеособленого і заадресованого вагонопотоків;

4) маршрутизація за допомогою заадресованої бази окремо знеособленого і заадресованого вагонопотоків з надходженням на базу складів окремо з знеособленим і заадресованим вантажем;

5) маршрутизація за допомогою заадресованої бази окремо знеособленого і заадресованого вагонопотоків з надходженням на базу складів з усього вагонопотоків.

Порівняння проводиться за відносними наведеним річним витратам в рублях, по відношенню до першого варіанту (технічної маршрутизації). Наведено практичні рекомендації щодо організації роботи заадресованих баз.

У дослідженні к.т.н. В.К.Соболя (1971) аналізується нерівномірність навантаження лісу на станціях, проводиться вибір оптимальних параметрів місцевої роботи при розробці єдиних комплексних технологічних процесів залізничних ділянок з подачею вагонів під вантажні операції з твердим розкладом. Розглядається система експлуатації локомотивів і організація праці та відпочинку локомотивних бригад при роботі по єдиному комплексному технологічному процесу (ЕКТП) ділянки. Розроблено методику складання і

розрахунку ЕКТП з фіксованим розкладом подачі порожняка і прибирання порожніх вагонів на станціях лісовантажних ділянки.

В роботі к.т.н. А.І. Смоліна (1973 г.) досліджуються фактори, що впливають на використання вантажопідйомності і місткості вагонів при перевезенні лісоматеріалів, розроблена і обґрунтована методика вибору раціональних способів навантаження і розробка норм завантаження вагонів лісоматеріалами, визначена техніко-економічна

ефективність поліпшення використання рухомого складу під час перевезення лісоматеріалів.

У дослідженні к.е.н. М.Л. Москвіною (1979 г.) поставлено завдання вивчення шляхів раціонального використання водного транспорту при плануванні поставок круглого лісу на єдиної транспортної мережі. В умовах перевантаженості залізниць пропонується переключити частину лісових вантажопотоків з залізниць на водний транспорт. Рішення будується на кшталт матричної моделі багатоетапної транспортної задачі лінійного програмування. Відзначено, що існувала тоді знижка з залізничного тарифу в розмірі 30% при змішаному залізнично-водному сполученні збільшувала завантаження залізниць. Також пропонується збільшити завантаження нафто- і продуктопроводів.

У дослідженнях к.е.п. Г.Є. Давидова (1982 г.) аналізується збалансованість вивезення та відправлення деревини залізничним транспортом. Розглянуто: об'єктивний характер збалансованості виробництва і перевезень, засоби досягнення збалансованості, розроблені методи оцінки впливу збалансованості вивезення та відправлення деревини на формування витрат виробництва і обігу лісопродукції.

У дисертації до \ Е.Н. Г.Л. Соловйової (1987 р) розглядається ефективність поставки хлестів на лісопереробні підприємства залізничним транспортом. Перші дослідження організації поставок хлестів були проведені в 1959 - 60-х роках в Сотрінском ліспромгоспі об'єднання "Свердлеспром". Основними перевагами поставок лісу в хлестах є: зростання продуктивності праці на розкрязування хлестів в зв'язку з перенесенням цих операцій з нижніх складів на великі,

оснащені сучасним високопродуктивним обладнанням склади сировини лісопромислові підприємства.

#### Зарубіжний досвід транспортування лісових вантажів

Крім України великі за обсягом заготівлі лісу здійснюють США, Канада, Фінляндія, Швеція. Транспортування лісоматеріалів в цих країнах характеризується широким застосуванням пакетної навантаження і великою питомою вагою перевезення обробленої деревини для її споживання в целюлозно-паперовій промисловості. Найбільш багатий досвід пакетного перевезення лісових вантажів в США; при такому способі забезпечується висока ступінь завантаження вагонів і зберігається товарний вигляд пиломатеріалів.

Канадські залізниці для перевезення лісових вантажів (балансів) застосовують спеціалізовані вагони, які мають по 4 бічних дверей; завантаження балансів проводиться через верх, вивантаження - через двері. В якості іншої особливості транспортування лісових вантажів в зарубіжних країнах можна відзначити наявність хороших автодоріг в зоні видобутку лісу, а також наявність технічно добре оснащених вантажних фронтів, пред'явлення до перевезення, в основному, обробленої деревини, а не сировини. Велика частина лісових вантажів в США і Канаді перевозиться в неполносоставних маршрутах (30 - 40 вагонів). Рухомий склад для перевезення лісових вантажів належить не залізничним компаніям, а вантажовідправникам, тому маршрути з лісовими вантажами закріплені [102]. У південних штатах США, наприклад, курсують кільцеві маршрути, що перевозять баланси,

У Фінляндії до сих пір застосовується сплав круглого лісу по воді, хоча в багатьох країнах Європи від сплаву вже відмовилися. Сплав проводиться по великим озерним системам, практично весь ліс сплавається в пучках. Частка сплаву складає близько 50% від усього обсягу транспортування лісу на великі відстані. Середня дальність сплаву - 209 км. Питома вага автотранспорту при перевезенні лісових вантажів постійно зростає, зростає і відстань вивезення деревини (в середньому 60 км). Питома вага автотранспорту в загальному обсязі перевезень лісових вантажів становить близько 30%. Частка залізниць в

загальному обсязі перевезень лісових вантажів складає 17%. По залізницях транспортується основна маса технологічної тріски, виготовленої з відходів механічної обробки деревини. Середня відстань вивезення деревини залізницею становить 222 км.

У Німеччині успішно завершені випробування 4-вісного вагону для перевезення деревини на підприємства целюлозно-паперової промисловості. Вагон типу R00S644 представляє собою платформу без бортів зі знімними торцевими щитами і 16-ю стійками, які при розвантаженні відкидаються і використовуються як направляючі для скочування колод по похилій площині. Навантажувальний простір вагона має розміри 18,4x2,71 м при обсязі 99 м<sup>3</sup>, що при висоті стійок 1965 мм допускає навантаження вагона "з шапкою" до максимальної вантажопідйомності 56 т. Власна маса вагона становить 28 т [113]. При розробці вагона враховані вимоги спеціалізованих транспортних компаній, що займаються перевезенням лісових вантажів.

Таким чином, за кордоном перевезення лісових вантажів залізничним транспортом є незначними за обсягом при наявності надлишкового, жорстко спеціалізованого рухомого складу. Розвиток перевезень лісових вантажів ведеться в подальшому вдосконаленні пакетної навантаження, комплексної механізації вантажно-розвантажувальних робіт і використання спеціального рухомого складу. Застосовних для російських залізниць аналогів по організації перевезень лісових вантажів у важких фінансово-економічних умовах, в яких знаходиться лісова (перш за все лісозаготівельна) промисловість, за кордоном, не знайдено.

Постановка задачі. Мета і методи дослідження

В даний час держава переживає новий етап розвитку: деякі галузі народного господарства зберегли і навіть зміцнили свою міць і монопольність, а інші, в тому числі лісова промисловість, зазнали розукрупнення, приватизацію і акціонування. Розвиток ринкових відносин в країні сприяло створенню великої кількості підприємств і фірм, обсяг продукції яких непорівнянний з тим потоком вантажів, який пред'являли в минулому великі лісозаготівельні підприємства. Перевезення лісу по залізницях стали мелкопартійних, тривалими за часом, мають випадки

ієсохранності, і це в той час, коли вимоги до залізниці за якістю обслуговування значно зросли.

Таким чином, необхідно розробити технологію перевезень лісових вантажів, більш раціональну та адаптовану до умов, що змінилися економічних умов. Не можна сказати, що раніше розроблені методи за технологією перевезень лісу погані, просто змінилися економічні умови, в яких вони застосовувалися.

З огляду на сучасний стан економіки, можна зробити наступні загальні висновки:

споживачі транспортної продукції - це джерело фінансового благополуччя залізничного транспорту, тільки максимальне задоволення вимог клієнта дозволить забезпечити прибутковість залізниць;

необхідно працювати не з знеособленим поездепотоків, а з конкретним вантажопотоком.

Вимоги, які пред'являються в даний час до залізничного транспорту, змушують Шукати шляху

вдосконалення технології перевізного процесу лісових вантажів для забезпечення якісного обслуговування клієнтів.

Основними факторами, що впливають на якість залізничних перевезень лісу, є:

мелкопартіюпность пред'являються відправок лісу і пов'язаний з цим низький рівень маршрутизації перевезень;

низька комерційна швидкість доставки, часті прострочення в доставці лісоматеріалів (до 18 - 20% відправлень), внаслідок чого залізниці несуть фінансові втрати, що досягають у ряді випадків значних сум;

зниження обсягів перевезень лісових вантажів залізничним транспортом (І відповідно доходів) внаслідок переорієнтації вантажовідправників на інші види транспорту, в першу чергу автомобільний;

затримка навантаження лісу через нестачу універсального рухомого складу, відволікається на перевезення інших «першочергових» вантажів, та ін.

Ці негативні фактори досліджувалися і раніше, проте, природа необхідності досліджень була іншою. У наукових роботах, виконаних раніше, чітко проглядається зв'язок досліджень з умовами господарювання в країні.

Аналізуючи раніше виконані роботи, видно, що проблема концентрації перевезень лісових вантажів неодноразово піднімалася, проте, сьогодні знову стоїть гостро питання вдосконалення перевезень лісових вантажів з метою прискорення доставки, підвищення транзитне <sup>TM</sup> вагонопотоків, і ця проблема потребує якнайшвидшого вирішення.

Важливими завданнями в частині вдосконалення перевезень лісових вантажів але залізницях є: збільшення швидкості доставки лісових вантажів на пріоритетних напрямках лісового вантажопотоку (л т.ч. на експорт), підвищення рівня маршрутизації перевезень, підвищення ефективності використання став дефіцитним універсального рухомого складу.

Виходячи з вищесказаного, мета дисертаційної роботи формулюється так:

- вивчення і узагальнення вітчизняного і зарубіжного досвіду залізничних перевезень лісоматеріалів;
- вивчення можливості маршрутизації вагонопотоків з лісовим вантажем з целио прискорення доставки;
- розробка технології формування «лісових маршрутів», що забезпечує прискорений їх просування;
- оцінка економічної ефективності пропонованих заходів.

Методика дослідження ґрунтується на:

- аналізі вітчизняного та зарубіжного досвіду, теоретичних розробок в області організації перевезень лісових вантажів;
- аналізі можливості маршрутного відправлення лісових вантажів в сучасних умовах;
- використанні методів теорії ймовірностей і математичної статистики;
- проведенні техніко-економічних зіставлень.

## **2.5. Концентрація вагопотоків з лісовим вантажем в сучасних умовах**

Економія часу та експлуатаційних засобів під час перевезення лісу маршрутом з ліспромгоспу, розташованих на відходять від магістральних ліній гілках, неочевидна. Різні вагові норми поїздів, встановлені в залежності від технічних умов (на тупикових, неосновних напрямках - 3200 ... 3800, а по головним ходам 4400 ... 5800 т), поки не дають можливості формування повноцінного великовагового прямого маршруту. Економіка залізниць вимагає подформіровапія до нього під час перевезення додаткової групи вагонів для максимального використання тягової потужності локомотивів і пропускної спроможності ділянок, але тоді основний склад буде довше перебувати в дорозі до споживача через затримки на технічних станціях. Клієнту ж вигідно якомога швидше обертати свої вагони, збільшуючи коефіцієнт їх корисного використання.

Теоретичні розробки перейшли в практичну площину на початку 2001 року. Замкнута технологія перевезень лісових балансів мала свої плюси і мінуси. Відносна близькість ринків виробництва і збуту, високий ступінь гарантії повернення вертушок на станції навантаження в плановані терміни - все це мало не останнє значення для організації «Лісового експреса». Але найбільш вразливим місцем перевезень даної номенклатурної групи вантажів у всіх регіонах, залишається географічна розпорошеність навантаження, віддаленість місць активного лісокористування від великих, технічно розвинених залізничних вузлів і станцій. Середній і навіть великий ліспромгосп зараз не може забезпечити навантаження цілого маршруту - навіть одного в тиждень. В рамках технології «Лісовий експрес» спробували подолати цей негативний момент і сконцентрувати навантаження на опорній станції ділянки, запропонували вантажовідправникам підтягувати ресурси на певну годину, передбаченому графіком руху. На операцію самої навантаження відводилися добу.



З точки зору ефективності використання вагонів і локомотивів організаційна форма була майже ідеальна. Однак, для клієнтів це все ж таки виявилось вкрай незручно і невігдно.

Перевезення подорожчали через збільшення автотранспортної складової. Певні труднощі виникли і з організацією навантаження одночасно кількома учасниками одного маршруту.

Потім було прийнято рішення про повернення навантаження на традиційні станції і виділені додаткові локомотиви. Лісові маршрути як і раніше формуються на опорній станції, відправляють за графіком з періодичністю три рази на тиждень. В рамках даної технології значення показника обороту вагона покращено: від станції відправлення до кордону «Лісовий експрес» доходить в два рази швидше, ніж при звичайних перевезеннях, тобто в результаті вивільняються додаткові навантажувальні ресурси для задоволення попиту на перевезення лісу.

Описана технологія могла б стати ідеальним прикладом вигідної взаємодії перевізників та вантажовідправників, по навіть при налагодженому механізмі перевезення і ефективного використання рухомого складу відправнику не гарантована подача вагонів під заплановані обсяги в строго визначені терміни. Кілька рейсів «Лісового експреса» були скасовані через напрямки вагонів, призначених під навантаження лісу, під навантаження вугілля. Підвищений регульовальний завдання по здачі порожніх вагонів вибило з ритму навіть таку налагоджену технологію.

У світлі подібних обставин в більш вигідній позиції знаходяться компанії, що володіють власними вагонами.

Дефіцит рухомого складу - одна з головних проблем перевезень лісових грузів. Укрзалізниця веде роботу з переключення перевезень лісу і пиломатеріалів з піввагонів на платформи. Останні потребують обладнання спеціальними стійками, що веде до додаткових витрат. Крім того, не всякий ліс і пиловник можна перевозити в цьому виді рухомого складу.

Березовий баланс, наприклад, нещільно прилягає до стійок і може розсипатися і шляху проходження. Окремі пиломатеріали при перевезенні даними способом втрачають свої споживчі властивості. При цьому очевидно, що в прикордонному районі України у вантажовласників реальніший вибір між залізничним та автомобільним транспортом при вивезенні лісу за кордон.

Ліс - товар з високими зовнішньоторговельними шансами. На зовнішній ринок в основному і орієнтуються створювані операторські компанії, так як сьогодні тільки зовнішньоторговельна діяльність може принести достатні доходи для придбання у власність рухомого складу.

### **3. ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ВАГОНОПОТОКІВ З ЛІСОВИМИ ВАНТАЖАМИ**

#### **3.1. Моделювання технології доставки лісових вантажів за допомогою мережевого графіка**

Для детального аналізу причин частого невиконання термінів доставки лісових вантажів і розробці заходів щодо забезпечення виконання цих термінів доцільно моделювання технології доставки лісових вантажів з розглянутих станцій навантаження на досліджувані призначення [45] за допомогою мережевих графіків.

В основі мережевого моделювання лежить зображення планованого комплексу робіт у вигляді графа. Граф - це схема, що складається з заданих точок (вершин), з'єднаних певною системою ліній. Відрізки, що з'єднують вершини, називаються ребрами (дугами) графа. Орієнтованим називається такий граф, на якому стрілкою вказані напрямки всіх його ребер (дуг). Дослідження цих схем проводиться методами теорії, що отримала назву «теорія графів».

Теорія графів оперує поняттям шляху, Під яким розуміється така послідовність ребер, коли кінець кожного попереднього ребра збігається з початком наступного. поняття контуру означає кінцевий шлях, у якого початкова вершина збігається з кінцевою.

Таким чином, мережевий графік - це орієнтований граф без контурів, ребра якого мають одну або кілька числових характеристик [82]. Ребрами на графі зображуються роботи, а вершинами графа - події. Роботами називаються будь-які процеси, що призводять до досягнення певних результатів (подій). Роботою слід вважати і можливе очікування перед початком роботи.

Подіями називаються результати проведених робіт. Подія являє собою тільки момент звершення роботи і не має протяжності.

Будь-яка послідовність робіт в мережевому графіку, в якій кінцева подія однієї роботи збігається з початковим подією наступної за нею роботи, називається шляхом.

До основних параметрів мережевого графіка відносяться: критичний шлях, резерви часу подій і резерви часу робіт. Ці параметри є вихідними для аналізу мережі.

Критичний шлях-цenaйбільш протяжна за часом ланцюжок робіт, що ведуть від вихідного до завершального події. При плануванні комплексу операцій критичний шлях дозволяє визначити термін настання завершального події.

Будь-яка з робіт шляху  $L$ , на його ділянці, що не співпадає з критичним шляхом, має резервом часу.

Розрахунок критичного шляху за допомогою одного з описаних вище способів дозволяє визначити ранній термін звершення завершального події як деякий середнє значення моменту звершення завершального події [82]:

$$T_{p,k} = T_{p,o} + l(L_{kp}),$$

де  $T_{p,k}$  – середнє значення моменту здійснення кінцевої події;

$T_{p,o}$  – момент початку роботи;

$l(L_{kp})$  – тривалість робіт, що лежать на критичному шляху.

У нашому випадку за початкова подія доцільно прийняти готовність занурених лісоматеріалами вагонів до збирання з вантажного фронту, тобто момент передачі вантажовідправником па станцію примикання повідомлення про завершення навантаження (що фіксується в ф. ДУ-46). Кінцевою подією приймається момент прибуття на прикордонну станцію, т.к аналізується технологія доставки тільки по території України.

Види робіт прийняті з таким розрахунком, щоб була видна технологія роботи з лісовим іагонопотоком, тобто деякі операції укрупнені.

Аналіз мережевого графіка буде полягати в оцінці ймовірності звершення події в заданий термін. Під подією розуміється прибуття на прикордонну станцію в термін, що не перевищує розрахунковий за Правилами перевезень вантажів (або СМГС) для вагонної відправки вантажний (малої) швидкістю.

Для визначення комплексу робіт мережевого графіка проаналізовані: технологія місцевої роботи на розглянутих ділянках; технологічні процеси станції; графіки руху на ділянках; план формування вантажних поїздів.

Під організацією місцевої роботи на ділянці розуміється система переміщення вагонів, з якими на проміжних станціях виконуються вантажно-розвантажувальні операції.

Розвіз місцевого вантажу, подача порожніх вагонів на станції і прибирання з них навантажених і порожніх вагонів здійснюється наступними категоріями поїздів: вивізним, збірними (в т.ч. з подовженими рейсами), диспетчерськими, резервними, а також маневровими локомотивами проміжних станцій і під'їзних шляхів. Вивізні поїзда застосовуються, головним чином, у випадках, коли число відчіплюється або причеплених вагонів на даній станції забезпечує високий ступінь використання сили тяги вивізного локомотива.

Диспетчерські локомотиви використовуються з метою прискорення просування збірного поїзда по ділянці. Кожен диспетчерський локомотив обслуговує кілька станцій. На одну з них він збирає вагони для причеплення до збірного поїзда і з неї розвозить вагони, відчеплені від збірного поїзда, по якій обслуговує станціям. Крім того, диспетчерський локомотив виконує всю маневрову роботу на обслуговуваних станціях по подачі вагонів до місць погрузки-вивантаження, розстановці і складанні на вантажних пунктах вагонів і прибирання їх після закінчення фузів операції. Станції з великою вантажний і маневровою роботою обслуговуються спеціальними маневровими локомотивами, які у вільний від роботи на даній станції час можуть використовуватися для обслуговування сусідніх станцій ділянки.

Технологія обробки станцій досліджуваного полігону, провідних навантаження лісових вантажів, узагальнена в [56], а графіки розвезення місцевого вантажу, на основі яких проведено узагальнення, наведені в [45].

Для прикладу побудови мережевого графіка технології доставки далі наведено три маршрути. Хоча всі вони експортні, в них є такі відмінності:

- 1) різні станції призначення;

- 2) наявність або відсутність зворотних пересувань по ділянці в процесі переміщення збірно-дільничного вагонопотоків;
- 3) різний кількість переробок під час перевезення;
- 4) вид і частота обслуговування вантажопотоку.

Виходячи з наведених міркувань, аналізуються маршрути прямування, у вигляді мережевого графіка - на рис. 3.1. Тривалість виконуваних операцій на цих маршрутах визначена за діючими технологічними документами.

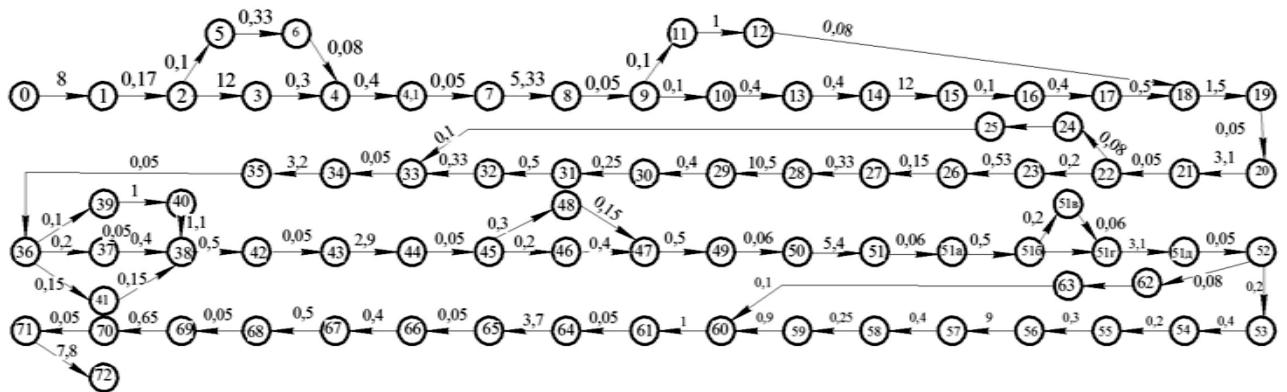


Рис.3.1. Мережевий графік технології доставки лісових вантажів

Аналізом мережевих графіків встановлено, що повне час, необхідний для просування вагонів з лісовим вантажем за існуючою технологією, становить: з ст.А до станції Б 103 ч, до ст. В до ст. Д 113 ч, до ст. Р до ст. З 105 ч. Топологія розглянутого полігону і технологія місцевої роботи на ньому дозволяє зробити висновок про те, що тривалість доставки з інших смежних- проміжні станції ділянки (в залежності від прив'язки до опорних станцій) коливається близько обчисленого часу. Проте, виконаний розрахунок з мережних графіками інших часто зустрічаються маршрутів. В існуючій технології доставки лімитуючими операціями є: очікування прибирання з вантажного фронту, очікування збірної поїзда або вивізної локомотива, накопичення в сортувальних парках на станціях переробки вагонопотоків.

Визначення ймовірності звершення завершального події рк в заданий термін зводиться до визначення ймовірності попадання неперервної випадкової величини  $x$  в інтервал  $a, p$ . З теорії ймовірностей відомо, що ця величина дорівнює [82]:

$$p(\alpha < x < \beta) = \int_{\alpha}^{\beta} f(x) dx .$$

Геометрично це можна витлумачити таким чином: ймовірність попадання неперервної випадкової величини  $x$  в інтервал  $a, \beta$  дорівнює площі криволінійної трапеції, обмеженою віссю р.р., кривої розподілу  $f(x)$  і прямими  $x=a$ ,  $x=\beta$ . У нашому випадку випадковою величиною є термін звершення завершального події  $T$ , тобто технологічний час доставки, певне вище.

Дисперсія терміну виконання завершального події розраховується як сума дисперсій всіх робіт, що лежать на критичному шляху, по наступній теоремі теорії ймовірностей дисперсія суми незалежних випадкових величин дорівнює сумі дисперсій доданків [37]:

$$D(T_k) = \sum_j D(t_{ij}) .$$

Розподіл величини  $T_k$  передбачається близьким до нормального в силу наступного припущення. Тривалості робіт, що лежать на критичному шляху, є незалежними рівномірно малими випадковими величинами. У теорії ймовірностей встановлюється, що нормальний закон є граничним для суми таких доданків. Для нормального закону розподілу диференціальна функція розподілу має такий вигляд [82]:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}} ,$$

де  $a$  – математичне очікування безперервної величини  $x$  (в даному випадку  $a=T$  - розрахункове);

$\sigma$  – середньоквадратичне відхилення.

Після підстановки значення  $f(x)$  в наступну формулу, отримаємо:

$$p(\alpha < x < \beta) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{\alpha}^{\beta} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}} dx .$$

Введемо змінну  $Z=(x-a)/\sigma$ , тоді

$$p(\alpha < x < \beta) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{\frac{\alpha-a}{\sigma}}^{\frac{\beta-a}{\sigma}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz.$$

Оскільки невизначений інтеграл виду  $\int e^{-\frac{z^2}{2}} dz$  не виражає через елементарні функції [82], для його обчислення скористаємося готовою таблицею, що містить значення функції Лапласа.

$$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{z^2}{2}} dz.$$

В закінченні можна записати:

$$p(\alpha < x < \beta) = \Phi\left(\frac{\beta-a}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{\alpha-a}{\sigma}\right).$$

Виходячи з припущення про нормальний закон розподілу величини  $T_k$ , можна розрахувати межі а й /? зміни величини очікуваного терміну звершення завершального події по «закону про трьох сигмах», що стверджує, що для нормального розподілу практично всі розсіювання з точністю до часток відсотка укладається на'участках протяжністю в  $3\sigma$ , відкладених в ту і іншу сторону від центру розсіювання. Центром розсіювання в даному випадку є  $T_k$ . Таким чином, межі зміни величини очікуваного терміну звершення завершального події рівні  $(T_k - 3\sigma)$  і  $(T_k + 3\sigma)$ .

Завдання, таким чином, може бути сформульована в наступному вигляді: наскільки ймовірним є те, що час звершення завершального події, що є випадковою величиною  $x$ , лежить в межах:

$$T_k - 3\sigma < T_d < T_k + 3\sigma.$$

$$T_k - 3\sigma < x < T_d, \text{ т.е. } \alpha = T_k - 3\sigma, \beta = T_d.$$

Отже,

$$p_k = \Phi\left(\frac{T_d - T_k}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{T_k - 3\sigma - T_k}{\sigma}\right).$$



Тому другий доданок можна не враховувати. Для величини  $r_k$  встановлюються цілком певні межі. За даними практики виконання робіт але мережевим графіками [82],  $r_k > 0,65$  можна стверджувати, що на роботах критичного шляху є надлишкові ресурси, отже, загальна тривалість робіт може бути скорочена. При  $r_k < 0,35$  небезпека зриву заданого терміну виконання завершального події настільки велика [82], що необхідно повторне планування з коригуванням робіт.

Для проведення розрахунків основні маршрути проходження лісових вантажів полігону були розглянуті за технологічними термінами доставки в зіставленні з нормативними (директивним). Таким чином, отримані групи станцій з директивним терміном доставки до держкордону Г ", рівним 5 і б діб.

Підставивши необхідні дані в формули (3.1 - 3.10), отримаємо значення  $r_i$ , що коливаються і діапазоні 0,5793 ... 0,7580. Таким чином, видно, що в ряді випадків існує загроза зриву розрахункового терміну доставки. Отже, необхідно змінити технологію просування вагонопотоків.

Для забезпечення більшої ймовірності попадання технологічного терміну доставки в розрахунковий інтервал можна рекомендувати виключення операцій з накопичення вагонів з технології. Це можливо тільки при маршрутної перевезення. Маршрутизація перевезень може бути досягнута за допомогою організації календарного планування навантаження.

### **3.2. Вибір вагової норми і довжини маршруту**

Важливим етапом в організації відправницького і ступінчастою маршрутизації є визначення ваги і довжини маршруту. Для знаходження цих величин необхідно проаналізувати технікоексплуатаційну характеристику напрямку, на якому передбачається формування і пропуск маршруту. Основними параметрами є уніфікований вага і довжина поїзда, а також наявність паралельних норм.

Проблема доцільності перелому ваги і довжини вантажних поїздів досліджувалася багатьма радянськими вченими. Серед них доктори наук Б.Е. Пейсахзон, В.Н. Орлов, В.В. Повороженко, Г.І. Черномордик,

Е.Д.Фельдман, К.А. Бернгард, кандидати наук МЛ. Забелло, Л.А. Канарська і інші вчені.

Необхідність перелому ваги поїзда визначається головним чином відмінністю існуючих довжин приймально-відправних колій па станціях напрямку, а також відмінністю типів профілів шляху на прилеглих ділянках і потужності поїзних локомотивів.

У книзі [13] К.А. Бернгард пропонує методи розрахунку плану формування вагонопотоків при переломі вагових норм. Вдосконаленням методів організації вагонопотоків при переломі

вагових норм досягається прискорення обороту вагонів, а отже, знижується вартість переломів.

Проф. Л.П. Петров [13] безпосередньо зв'язує питання вибору ваги поїзда відправницьких і східчастих маршрутів з вимогою уніфікації вагових норм. Він вказує, що наявність численних змін ваги призводить до того, що частина маршрутів по шляху проходження розформовується, не доходячи до пункту призначення.

З цілі дослідження ефективності уніфікації вагових норм М.ЛТ. Забелло [44] розглядала питання можливості і доцільності застосування разновесних вантажних поїздів. Як один з головних заходів нею пропонується метод неполновесності поїздів на магістральних ділянках з тим, щоб поїзд без перелому ваги міг слідувати на відгалуженнях, де дана вагова норма була б максимальною при готівковому технічному оснащенні. Питання ефективності цього заходу вирішувалося автором в основному з точки зору пропускнуої здатності, парку рухомого складу, коефіцієнта знімання та інших технічних показників. М.ЛТ. Забелло [44] пропонує замість відправницьких і східчастих маршрутів зі змінним вагою (з причіпними групами) вводити паралельні вагові норми па всьому шляху проходження. У середніх умовах профілю паралельні вагові норми доцільно

встановлювати на протязі 400 - 500 км, якщо зниження вагової норми не перевищує 15-20%. При електротязі рекомендується паралельні вагові норми застосовувати ще ширше, так як там зниження ваги не викликає такого зростання експлуатаційних витрат.

МЛ. Забелло отримано важливий висновок про неекономічність застосування різних серій локомотивів на одній ділянці в основному через великі простої в пунктах обороту. Для техніко-економічних розрахунків застосовувався метод вартостей одиниць експлуатаційної роботи

### **3.3. Методики календарного планування навантаження лісових вантажів**

Лісопромисловий комплекс, автотранспорт і залізниці працюють недостатньо узгоджено і партії вантажу при передачі від одного відомства до іншого дробляться, накопичуються, збираються у великі партії, які не кратні місткості рухомого складу, одночасно зростають простої в очікуванні проведення технологічних операцій.

Календарне планування дозволяє розробити технологію перевезення лісових вантажів, що встановлює чітку взаємодію між усіма учасниками перевезення вантажу від постачальників до споживачів, тобто збалансувати заготівельно-транспортний процес.

У календарному плануванні навантаження беруть участь: вантажовідправники, автотранспорт, станції навантаження, станції формування поїздів, дирекції залізничних перевезень.

Добовий календарний план (по днях календарного періоду) дозволяє спланувати навантаження кожного вантажовідправника в плановому періоді, враховуючи можливості згущення навантаження в певні призначення і концентрації вантажної роботи, а також визначити потрібні розміри порожнього рухомого складу по днях календарного періоду.

Календарне планування навантаження сприяє скороченню термінів доставки, підвищенню рівня транзитності вагонопотоків за рахунок згущення

навантаження по днях і концентрації її на виділених вантажних станціях [9]. В результаті підвищується рівень маршрутизації перевезень вантажів і знижуються розміри переробки на технічних станціях. Доставка вантажів прискорюється від скорочення часу перебування вагонів на попутних сортувальних і дільничних станціях, які звільняються від переробки маршрутизації вагонопотоків. Календарне планування дозволяє боротися з такими негативними явищами маршрутизації, як збільшення середнього часу знаходження вагонів на станціях навантаження і формування східчастих маршрутів, а також обсягу маневрової роботи.

Формування многогрупних маршрутів на адресу кількох одержувачів, що знаходяться в одному районі, дозволяє скоротити витрати вагоно-годин на станціях навантаження і вивантаження, підвищити рівень і ефективність маршрутизації.

Цілі і завдання календарного планування. Цілями календарного планування є скорочення простоїв рухомого складу в очікуванні навантаження - вивантаження, впорядкування розподілу порожнього рухомого складу, забезпечення ритмічності перевезень, підвищення маршрутизації.

Якість перевезень підвищується за рахунок скорочення простоїв, часу на шляху прямування при організації маршрутів з лісовими вантажами.

Вантажовідправники, заздалегідь знаючи дату навантаження, забезпечену порожняком, можуть планувати навантаження лісоматеріалів.

Календарне планування навантаження, як засіб організації вагонопотоків, має сприяти підвищенню рівня маршрутизації з урахуванням раціонального використання технічних засобів, трудових ресурсів та інших потужностей вантажовідправників, вантажоодержувачів і залізниці. Зацікавленість залізниць в досягненні маршрутизації очевидна.

Складання календарного плану навантаження лісових вантажів полягає в розподілі навантаження лісових вантажів по призначеннях і днях календарного плану. У цій методиці прийнята полужформалізована процедура календарного планування, що не гарантує побудову строго оптимального плану, однак дозволяє

знайти рішення з області допустимих, і, в той же час, що забезпечує досягнення поставлених цілей в прийнятних межах.

Ручне моделювання по запропонованим алгоритмам дозволяє (у порівнянні з варіантом навантаження без календарного плану) поліпшити такі показники:

- підвищити рівень маршрутизації перевезень;
- прискорити просування лісових вантажів до кордону.

В результаті календарного планування навантаження можуть бути вирішені наступні завдання:

- прискорена доставка грузок за кошторисів підвищення рівня маршрутизації;
- визначено необхідну кількість порожнього рухомого складу (з виділенням в необхідних випадках платформ і напіввагонів).

Прискорення доставки вантажів - одна з найважливіших завдань для народного господарства. Засобом, яке без великих капітальних вкладень дозволяє прискорити доставку, забезпечуючи при цьому краще використання рухомого складу, є маршрутизація перевезень.

Збільшення рівня маршрутизації досягається за рахунок:

- згущення навантаження до обсягу, необхідного до маршруту;
- концентрації навантаження на станціях, що беруть участь у формуванні східчастих маршрутів.

Період календарного планування прийнято до 14 діб виходячи з можливої ємності складу обстежених вантажних фронтів.

Підвищення рівня маршрутизації перевезень лісових вантажів досягається згущенням навантаження по днях календарного періоду і концентрацією вантажопотоків. При календарному плануванні навантаження послідовно розглянути атріваються:

1. організація відправницьких маршрутів;
2. формування східчастих маршрутів.

Календарне планування має забезпечити:

- а) мінімальний рівень і простий запасів в очікуванні перевезення;

б) мінімальні простої і резерв рухомого складу.

Скоротити час навантаження при наявності необхідних вантажних фронтів можна за рахунок підвищення інтенсивності навантаження при одночасному використанні наявних механізмів.

Критеріями при розробці календарного плану є: мінімум міжопераційних простоїв, максимум навантаження і відправка пред'явленої до перевезення продукції, максимальна маршрутизація перевезень, підвищення дальності проходження маршрутів.

При розробці календарного плану враховуються такі технологічні обмеження: наявність граничної величини добової навантаження (щоденна сумарна навантаження не повинна перевищувати: для вантажовідправника - граничної величини одноразової згущеної навантаження; для станції навантаження - граничної навантажувальної можливості в добу з урахуванням коефіцієнта згущення; для станції призначення - граничної розвантажувальної можливості в добу); дотримання норм ваги і довжини складу.

При складанні календарного плану має виконуватися умова: обсяг відправки кратний і не менше вантажопідйомності рухомого складу, необхідного для завантаження:

$$\text{INT}\left(\frac{Q_{\text{зм}}}{q}\right) = \frac{Q_{\text{зм}}}{q},$$

$q$  – стандартна одиниця рухомого складу;

$\text{INT}$  – ціла частина числа.

$Q_{\text{пт}}$  – розмір відправлення, що представлено до завантаження;

Розмір відправки  $Q_{\text{м}}$  можна збільшити за рахунок застосування складів. Відправлення вантажу, що не задовольняють умові, виключаються з календарного плану.

Формування вантажоутворюючого комплексу. Вантажоутворюючий комплекс календарного планування включає вантажовідправників і станції навантаження, спільно беруть участь у формуванні маршрутів. Календарне планування навантаження при формуванні маршрутів може бути для одного або

декількох вантажів, при цьому вантажовідправники можуть перебувати на одній або декількох станціях. Станції, які беруть участь в календарному плануванні навантаження, можуть перебувати в вузлі, на ділянці, відділенні, полігоні або всій дорозі. У календарному плануванні навантаження відправницьких маршрутів бере участь одна станція, при формуванні східчастих маршрутів - кілька станцій.

Грузообразующий комплекс для календарного планування навантаження лісових вантажів вибирається на основі аналізу фактичних обсягів навантаження в попередні роки (2012-2018).

Основним джерелом вихідних даних для аналізу є місячні плани навантаження ф. ГУ-12 і звіти ф. ЦО-11. Також враховуються такі чинники:

- число і розташування вантажних станцій в районах навантаження лісових вантажів, їх технічне оснащення (число місць навантаження і фронт одночасного подання вагонів, колійний розвиток);
- число вантажовідправників і номенклатура вантажів;
- обсяг навантаження по призначеннях;
- порядок організації передавального руху в вузлах і на ділянках.

Грузообразующий комплекс в загальному випадку концентрується в вузлі, на ділянці або близько технічної станції.

- спочатку розглядається можливість формування відправницьких маршрутів і календарне планування навантаження на одній станції. Якщо навантажувальні здатності і обсяг навантаження на цій станції недостатні для освіти маршруту, то полігон календарного планування розширюється за рахунок сусідніх станцій. Число станцій визначається можливістю організації маршрутів при наявності маршрутизації вантажу.

Основними при виборі полігону календарного планування є вимоги:

- сумарна навантаження по призначеннях плану формування на станціях навантаження полігону в будь-який день розглянутого періоду повинна забезпечувати формування принаймні одного маршруту:

по нормі ваги

$$\sum_{j \in G} Q_j^{KP} \geq Q_m^{брутто} - Q_m,$$

де  $Q_m^{брутто}$  – норма ваги маршруту, т;

$Q_j^{KP}$  – добове навантаження на j-й станції, т.;

G – число вантажних станцій, що приймають участь в формуванні ступінчастого маршруту;

$Q_m$  – вага тари маршруту, т.

За нормою довжини:

$$\sum_{j \in G} L_j^{KP} \geq L_m,$$

$L_j^{KP}$  – сумарна довжина вагонів, навантажених на J-й станції;

$L_m$  – норма довжини маршруту, ваг.

Методика складання календарного плану навантаження. Принципи формалізації складання календарних планів навантаження розроблені під ВНИИЖТа під керівництвом к.т.н. В.К. Буянової [49], узагальнені в 1990 р к.т.н. А.С. Балалаєва [9]. У подальшому Д.Ю. Левіним, Н.Н. Ібрагімовим [62], Ш.Ш. Мірхамідовим [68] була розроблена методика календарного планування навантаження, адаптована до специфіки навантаження плодоовочевих (швидкопсувних) вантажів. У даній роботі принципи зазначених методик використані з урахуванням специфіки лісових вантажів для Укрзалізниці.

Календарний план навантаження складається окремо для кожного вантажоутворюючого комплексу.

Перед складанням календарного плану з вантажовідправниками узгоджується можливість максимального згущення добової навантаження.

Добове календарне планування навантаження здійснюється в наступній послідовності; виділяються станції формування відправницьких маршрутів; визначаються вантажовідправники, які братимуть участь в навантаженні маршрутів.



По кожній станції формування, включеної в план маршрутизації, маршрути упорядковуються по спадаючій дальності проходження. Планування маршрутної навантаження здійснюється в порядку, встановленому двома пріоритетними списками станцій: формування і проходження маршрутів. Для кожного вантажовідправника, який бере участь в навантаженні маршрутів (як відправницьких, так і східчастих) відповідно до плану маршрутизації визначається рід вантажу.

По кожному вантажовідправнику з безлічі  $S$ , що беруть участь у вантаженні на певне призначення, знаходиться мінімальний в календарному періоді розмір одноразового навантаження  $Q_{jk}$  вантажовідправника  $j$  з вантажем з урахуванням можливостей кожного вантажовідправника і станцій навантаження:

Розмір одноразового завантаження  $Q_{jk}$  вантажовідправника  $j$  з вантажем:

$$Q_{jk} = \min(A, B_{jk}, C_{jk})$$

де  $A$ ,  $B_{jk}$  - завантажувальна спроможність станції завантаження й вантажовідправника  $j$  за обраності вантажу;

$C_{jk}$  - кількість вантажу, що представлений до навантаження.

Для визначення розміру одноразового завантаження:

$$Q_{jk} = \min(A, B_{jk}, C_{jk}, D)$$

де  $D$  - можливість станції вивантаження, на адресу якої прямують вагони від  $j$ -го вантажовідправника з  $k$  вантажем.

Завантаження  $Q_{jk}$  вагонів планується  $Z_{jk}$  разів в календарному періоді:

$$Z_{jk} = \min \left\{ INT \left( \frac{C_{jk}}{Q_{jk}} \right) F \right\}$$

INT - функція найменшого цілого числа, що не менше значення величини в дужках;

F - тривалість календарного періоду.

За всіма відправниками  $j$  безлічі  $G$  визначається єдине число раз навантаження в межах календарного періоду  $Z_r$  "забезпечує відправлення найбільшого числа маршрутизованих вагонів в аналізованих призначення. З цією метою всі значення  $2^{**}$  зводяться до списку, проводиться впорядкування списку за зростанням значень  $2^*$ . Елементи списку перераховуються. Нехай довжина списку - елементів, вводиться поняття номера  $q$  елемента списку  $Z_4$ . У порядку, встановленому списком, обчислюються значення загальних обсягів одноразової навантаження  $Q_q$  <для всіх елементів списку  $q'-1-^q$ ":

$$Q_q = \min \left\{ \left( A - \sum_{l=1}^q E_l \right), \frac{C_q}{Z_q}, \left( B_q - \sum_{l=q} E_l \right) \right\},$$

$l, q \in M_{(j,k)P}$

$C_q$  – кількість вантажу, що представлений вантажовідправником до навантаження,  $C_q=C_{jk}$ , якщо  $Z_q=Z_{jk}$ ;

$Z'_q$ - число разів завантаження в календарному періоді;

$E_q$  – одноразове навантаження  $q$ -го елемента списку.

$M_{jk}$  – підмножина елементів списку, що мають загального вантажовідправника  $j$  та рід вантажу, що відправляється  $k$ ;

$q'$  – елемент списку.

$$\bigcup_{p=1}^s M_{(j,k)P} = M,$$

$\cup$  – знак об'єднання множин;

$M$  – множина усіх елементів списку;

$S$  – число відзначених підмножин з однаковим вантажовідправником і типом вантажу.

Для кожного отриманого обсягу одноразового навантаження обчислюється число маршрутизованих вагонів, занурених за весь календарний період  $Q_{mq}$  .:

$$Q'_{mq} = \left\lfloor \frac{Q_q}{P_m} \right\rfloor \cdot Z_q,$$

де  $P_m$  – склад маршруту, ваг.

При розгляді можливості навантаження східчастих маршрутів розглядаються варіанти формування маршрутів на меншій кількості станцій одним родом вантажу, призначенням на одну станцію вивантаження, потім різнорідними вантажами на одну станцію призначення і в розпорошення.

Календарне планування може вирішувати завдання по концентрації навантаження на меншій кількості станцій при одночасному укрупненні розмірів відправок вантажу до найбільших обсягів, що допускаються можливостями вантажовідправників і станцій навантаження і вивантаження у розглянутий день з урахуванням раніше запланованої навантаження. Відправки вантажовідправників, які мають обов'язкову юридичну навантаження в напрямку розглянутого маршруту, враховуються в першу чергу. До них додається пофузка інших вантажовідправників, що беруть участь у формуванні поїздів даного призначення.

При формуванні східчастих маршрутів можна запропонувати два способи.

1. Розглядати в загальному списку станційні та дільничні маршрути. Впорядкувати загальний список по спадаючій відстані проходження маршруту. Маршрути призначенням на одну станцію можуть відрізнятися за умовами формування (навантаження здійснюється на одній або декількох станціях, а також в залежності від кількості вантажовідправників, що беруть участь у формуванні). Навантаження планувати, керуючись загальним впорядкованим списком розгляду маршрутів. В описаному методі переважає критерій збільшення дальності проходження маршрутів.

2. Розглядаються станції формування східчастих маршрутів. Вони діляться на два пересічних підмножини: формують ступінчасті станційні  $M_s$  і дільничні  $M_u$  маршрути. В першу чергу розглядаються станції формування станційних

маршрутів Ms. Станції упорядковуються по спадаючій сумарною по днях календарного періоду залишилися після планування навантаження відправницьких маршрутів вантажної можливості. Враховується вантажна здатність тих днів, коли допускається навантаження маршруту:

$$SPS(i) = \sum_{ID}^N PS(i, ID),$$

де SPS(i) – сумарна кінцева завантажувальна спроможність станцій вантаження;  
PS(i, ID) – кінцева завантажувальна спроможність i-ї станції в день ID.

$$PS(i, ID) = \left\{ \begin{array}{l} PS(i, ID), \text{ якщо } PS(i, ID) \geq m \\ 0, \text{ якщо } PS(i, ID) < m \end{array} \right\},$$

де m – склад маршруту, ваг.

Всі можливі станційні маршрути по кожній станції впорядковуються по спадаючій відстані прямування. Навантаження планується у всьому календарному періоді на даний маршрут, причому на кожен день планується максимальна згущена навантаження від кожного вантажовідправника з числа що беруть участь у формуванні маршруту. По станціях цілодобової навантаження, задіяним у формуванні маршруту, враховуються вагони навантаження в минулої доби, але не включені в маршрути.

Після розгляду всіх маршрутів по одній станції переходимо до наступної в списку. Після розгляду всіх станцій безлічі M5 переходимо до формування дільничних східчастих маршрутів безлічі Mu з решти заявок на навантаження. Порядок планування навантаження аналогічний описаному вище для станційних східчастих маршрутів: упорядковуються станції формування спаданням сумарної залишилися вантажної можливості станцій навантаження, задіяних у формуванні дільничних маршрутів:

$$SPS(i\phi) = \sum_{ID=1}^N PS'(i\phi, ID) = \sum_{ID}^N \left( \sum_{i \in M_{i\phi}} PS(i, ID) \right),$$

де  $SPS(i\phi)$  – сумарна залишкова завантажувальна спроможність станцій вантаження, що приймають участь в формуванні маршрутів на станції  $i$ .

$PS(i\phi, ID)$  – остаточна навантажувальна спроможність станцій в день  $ID$ .

$M_{\phi}$  – множина станцій вантаження, що відправляє вагони для формування маршрутів на станції.

$$PS'(i\phi, ID) = \left\{ \begin{array}{l} \sum_{i \in M_{\phi}} PS(i, ID) \text{ в тт дні, когда } \sum_{i \in M_{\phi}} PS(i, ID) \geq m \\ 0, \text{ если } \sum_{i \in M_{\phi}} PS(i, ID) < m \end{array} \right\}$$

Календарний план є вихідним документом завдання календарного планування.

Заявки на забезпечення порожніми вагонами маршрутного навантаження складаються в результаті виконання завдання і затверджуються спільно з календарним планом.

Управління та відділення дороги при нестачі порожніх вагонів і окремі дні можуть вносити корективи в загальні розміри маршрутної навантаження і по їх призначень (при реалізації календарного плану),

Після затвердження календарного плану навантаження приймається і якості керівного документа для організації змінно-добового планування навантаження, забезпечення її порожніми вагонами, складання плану маневрової роботи зі збору занурених груп вагонів і встановлення порядку їх заадресовки.

Календарний план містить такі дані:

- план об'єднання вагонів в маршрути;
- станції навантаження вагонів на кожен маршрут;
- вантажовідправники, які беруть участь у вантаженні кожного маршруту;
- кількість вантажу і вагонів, що відвантажуються кожним вантажовідправником;
- дні навантаження в межах календарного періоду;
- станції призначення кожного маршруту;
- станції призначення вагонів в маршруті.

Форма подання зазначених відомостей різна для різних споживачів календарного плану.

Наскрізний всередині добовий графік роботи станцій і вантажовідправників вказує час і кількість подаваного вантажу, час навантаження і число вагонів, необхідних для неї, час формування і відправлення поїздів із зазначенням їх призначення і є основним керівним документом для організації заготівельно-транспортного процесу. Для кожної станції навантаження розробляється план маневрової роботи, в якому встановлюється черговість і порядок заїздів на фронти навантаження.

Гарантією реалізації календарного плану служить повне і своєчасне забезпечення порожніми вагонами тих станцій, які беруть участь в календарному плануванні навантаження.

Контроль за виконанням плану навантаження за призначенням покладається:

- при формуванні відправницьких і станційних маршрутів - на начальників станцій;
- при організації дільничних східчастих маршрутів - на начальника відділу перевезень дирекції залізничних перевезень.

Наскрізний графік \* ув'язується за часом навантаження, збору груп занурених вагонів на опорну станцію. Він дозволяє реалізувати весь процес маршруту освіти.

. Доцільні не тільки ступінчасті, а й деякі отправительская маршрути. Календарні плани побудовані з урахуванням максимально можливого згущення навантаження. Розрахунок календарних планів автоматизований із застосуванням електронних таблиць Microsoft Excel v.7.0.

Оцінка економічної ефективності нової технології перевезень лісових вантажів. Визначення набору факторів ефективності нової технології перевезень. Ефект від впровадження нової технології перевезень лісових вантажів, що базується на маршрутизації експортного вагонопотоків при організації календарного

планування навантаження, буде визначатися наступними факторами:

- зменшенням обороту вагонів, зайнятих на перевезеннях лісових вантажів на даному полігоні звернення маршрутних поїздів, зміною супутніх обороту вагона параметрів;
- прискоренням доставки маршрутизованих лісових вантажів.

Економія від скорочення обороту вагона. Основним показником використання вагонного парку залізниць у часі є оборот вагона, який включає цикл операцій від моменту закінчення навантаження вагона до моменту закінчення наступної його навантаження. Оборот вагону - комплексний показник роботи залізничного транспорту. Цей показник характеризує результат технічної, економічної діяльності всіх ланок залізниць. Прискорення обороту вагона має важливе народногосподарське значення, будучи постійним резервом підвищення навантаження на залізницях, забезпечуючи швидшу доставку вантажів споживачам і прискорюючи тим самим оборотність оборотних коштів [99].

Так як більшість вантажних вагонів здійснює повний цикл операцій між двома навантаженнями в межах декількох доріг і відділень, а в межах однієї дороги цей цикл операцій здійснюють тільки вагони місцевого сполучення, то для дороги і відділення середній оборот вагона обчислюється умовно і являє собою витрату вагоно годин, що припадає на кожен вагон, який бере участь в роботі відділення або дороги. Таким чином, для дороги оборот вагона - це відношення робочого парку вагонів до роботи дороги [10]:

Обіг вагона:

$$\Theta_{\epsilon} = \frac{n_{\text{раб}} \cdot 365}{U_p}$$

Аналітична формула обігу вагона:

$$\Theta_6 = \frac{1}{24} \left[ \frac{L_{полн}}{v_{тех}} + \left( \frac{L_{полн}}{v_{уч}} - \frac{L_{полн}}{v_{тех}} \right) + \frac{L_{полн}}{L_{пер}} t_{пер} + \left( \frac{L_{полн}}{L_{тех}} - \frac{L_{полн}}{L_{пер}} \right) t_{пр} + k_M t_{зр} \right]$$

де  $L_{полн}$  - повний рейс вагона;

$v_{тех}$  - технічна швидкість;

$v_{уч}$  - дільнична швидкість;

$L_{пер}$  - середня відстань, яку проходить вагон в поїзді між станціями переробки;

$t_{пер}$  - простій вагона на одній технічній станції з переробкою;

$L_{тех}$  - середня відстань, яку проходить вагон в поїзді між двома технічними станціями;

$t_{пр}$  - година знаходження вагона на одній технічній станції без переробки;

$k_M$  - коефіцієнт місцевої роботи;

$t_{зр}$  - середній час знаходження вагона під однією вантажний операцією.

Економія капітальних вкладень у вагонний парк:

$$\Delta R_{кап}^{ваг} = \Delta n \cdot Ц_{ваг}$$

де  $Ц_{ваг}$  - середня ціна вагона для перевезення лісу.

Економія експлуатаційних витрат:

$$\Delta R_{експл.}^{e-ч} = \sum n t_{екон.} \cdot e_{Вч}$$

де  $e_{Вч}$  - вартість вагоно-години, яка включає витрати, пов'язані з деповським та капітальним ремонтом вагонів, а також амортизацію.

Сумарний економічний ефект від скорочення обігу вагона в розрахунку на 1 поїзд:

$$E = \Delta R_{експл.} + E_n \cdot \Delta R_{кап}$$



де  $E_n$  - норма приведення капітальних витрат до експлуатаційних витрат,  $E = 0,1$

Прискорення обороту вагона є одним із шляхів освоєння заданого обсягу перевезень меншим потрібним парком вагонів. Якщо вивільнений в результаті прискорення обороту вагон не буде поставлений в резерв, а буде використаний для додаткових перевезень, то він забезпечить приріст вантажообігу.

Скорочення часу обороту вагона може бути досягнуто за рахунок зменшення повного рейсу вагона, зростання технічної швидкості, зниження числа і тривалості зупинок на проміжних станціях, часу простою під технічними і вантажними операціями, збільшення ділянок обігу локомотивів, пробігу поїздів без технічного огляду вагонів.

У нашому випадку оборот вагона скорочується тривалість простою вагонів з переробкою, СПБ-С-М, тобто у варіанті з маршрутизацією перевезень зникає третій доданок у формулі. Зниження становить 23 ... 39 годин (в залежності від станції навантаження).

Ефект від прискорення обігу вагона виражається економією капітальних вкладень в результаті зменшення потрібного парку вагонів, скороченням експлуатаційних витрат, пов'язаних з прискоренням обороту вагона, а також економією оборотних коштів народного господарства на вантажі в дорозі в результаті прискорення їх доставки.

У разі, коли прискорення обігу вантажного вагона  $0H$  відбувається при незмінному обсязі роботи  $U_p$ , скорочення робочого парку зумовить економію капітальних вкладень не тільки в робочий парк вагонів, але і в пристрої інфраструктури, наприклад в ремонтні пристрої вагонного господарства.

Прискорення доставки вантажів як в прямому, так і місцевому повідомленнях впливає як на сам транспорт, так і на інші галузі народного господарства. При цьому досягається відносна економія капіталовкладень в залізничний транспорт, прискорюється оновлення основних фондів, підвищується фондівіддача.

Кінцевий результат роботи залізничного транспорту з вантажних перевезень - це вантаж, доставлений в пункт споживання. Це продукція транспорту, на цей показник має бути спрямована його робота. Кінцевий ефект кожного перевезення перебуває поза транспорту - на обслуговуваних підприємствах.

У роботах вчених-економістів вказується, що ефективність роботи транспорту повинна оцінюватися за сукупним ефекту, складаються з впетранспортного ефекту, пов'язаного з витратами обслуговується виробництва, і внутрітранспортного ефекту, що характеризується витратами транспорту.

Ознаками ефективності, що характеризують внутранспортний ефект, є: своєчасне задоволення в перевезеннях народного господарства і населення, мінімальні витрати підприємств, пов'язані з отриманням, зберіганням і споживанням вантажу, що прибув, витратами по відправленню готової продукції; висока швидкість доставки, підвищення схоронності перевезень і ін.

Ознаками ефективності, що характеризують внутрітрансіортний ефект, є: низька собівартість перевезення, безпеку руху.

В економічній літературі описані два підходи до оцінки ефективності прискорення рухомого складу. Один з них полягає у визначенні ефекту від економії одиниці часу рухомого складу (вагоно-години). Тоді величина ефекту від проведення конкретного заходу щодо прискорення обороту рухомого складу визначається як добуток досягається сумарною економії часу рухомого складу в результаті здійснення заходу на цю оцінку. На величину оцінки істотно впливає коло врахованих при се формуванні факторів (наприклад, скорочення не тільки експлуатаційних витрат, але і капітальних вкладень за рахунок економії робочого парку вагонів).

Другий підхід оцінки ефекту від прискорення обороту рухомого складу передбачає врахування конкретних умов здійснюваних заходів.

Скорочення тривалості перебування вантажів на транспорті не завжди можна ототожнювати з економією оборотних коштів вантажовласників. Прискорення доставки лише створює умови для її отримання. Тому має свої

підстави позиція ряду дослідників, згідно з якою доцільність прискорення доставки вантажів ставиться в зв'язок з характером їх виробництва і споживання.

Одна з перших таких класифікації була складена І.В. Беловим. Відповідно до цієї класифікації, практично завжди економія оборотних коштів сприяє прискоренню доставки продукції більш-менш рівномірних протягом року виробництва і споживання. Якщо ж має місце сезонність виробництва або споживання продукції, питання потребує більш докладного вивчення. В цьому відношенні прийнято розглядати наступні основні випадки:

- 1) сезонне виробництво і сезонне споживання збігаються за часом;
- 2) сезонне виробництво і сезонне споживання не збігаються за часом;
- 3) сезонне виробництво і рівномірне споживання;
- 4) рівномірне виробництво і сезонне споживання.

Розвиток логістичних принципів управління на транспорті дозволить значною мірою підвищити раціональне звернення сировини і готової продукції через транспортний виробництво.

В умовах централізованої економіки при оцінці ефективності навіть щодо дрібних, локальних заходів розрахунки прагнули проводити з урахуванням внутранспортного ефекту.

В сучасних умовах облік вартості вантажної маси в шляху необхідний і при оцінці локальних заходів щодо підвищення швидкостей просування вантажів і при організації швидкої доставки цінних і дефіцитних вантажів, і за принципом «точно в строк». При цьому кінцевий результат для залізничного транспорту повинен виражатися в збільшенні прибутку від перевезень.