

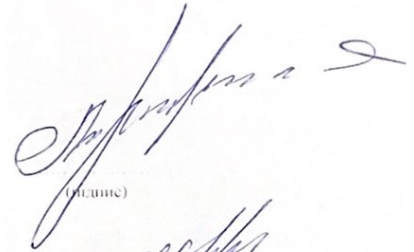
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ  
Факультет транспорту і будівництва  
Кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті

ПОЯСНОВАЛЬНА ЗАПИСКА  
до дипломної кваліфікаційної роботи  
освітньо-кваліфікаційного рівня магістр

галузі знань 27 – «Транспорт»  
спеціальності 275 – «Транспортні технології (залізничний транспорт)»

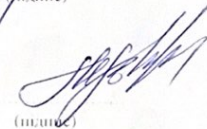
на тему: «Удосконалення технології перевезень лісових вантажів залізничним транспортом»

Виконав: здобувач вищої освіти  
групи ОПЗТ-22зм  
Ісєва Л.В.



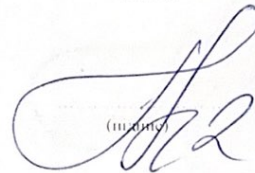
(підпис)

Керівник: доц. Мірошникова М.В.



(підпис)

Завідувач кафедри: проф. Чернецька-Білецька Н.Б.



(підпис)

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1. ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЛІСОВИХ ВАНТАЖІВ НА ВІТЧИЗНЯНИХ І ЗАКОРДОННИХ ЗАЛІЗНИЦЯХ .....	6
1.1. Сучасний стан лісопромислового комплексу.....	6
1.2. .Характеристика вантажопотоків лісових вантажів. Загальні характеристики лісоматеріалів.....	6
1.3. Огляд досліджень, виконаних з питань раціоналізації перевезень лісових вантажів.....	13
2. АНАЛІЗ ІСНУЮЧОЇ СИСТЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ВАГОНОПОТОКІВ З ЛІСОВИМИ ВАНТАЖАМИ.....	20
2.1. Аналіз потоків і прогнозування завантаження лісових вантажів в регіоні.....	20
2.2. Маршрутизація перевезень лісових вантажів.....	30
2.3. .Календарне планування перевезень.....	34
2.4. Досвід експлуатації маршрутних заадресовочних баз.....	36
2.5. Концентрація вагонопотоків з лісовим вантажем в сучасних умовах.	40
3. ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ВАГОНОПОТОКІВ З ЛІСОВИМИ ВАНТАЖАМИ.....	42
3.1. Моделювання технології доставки лісових вантажів за допомогою мережевого графіку.....	42
3.2. Вибір вагової норми і довжини маршруту.....	48
3.3. Методики календарного планування завантаження лісових вантажів.....	50
ВИСНОВКИ .....	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	68

## ВСТУП

Залізничний транспорт в Україні має важливе значення в життєзабезпеченні багатогалузевої економіки та реалізації соціально значущих послуг перевезення вантажів. На його частку припадає понад 75% вантажообігу, що виконується транспортом загального користування.

Українські залізниці знаходяться на етапі докорінного реформування. Необхідність цього впливає з потреб розвитку країни, адже залізничний транспорт сьогодні і в доступній для огляду перспективі є основою економіки України, а його успішна робота - найважливішим фактором відродження економіки нашої держави.

Найважливішими напрямками роботи залізничного транспорту є перехід на найбільш економічні та прогресивні технології, що відповідають вимогам ринку, значне підвищення ефективності виробництва і приведення технічного потенціалу галузі у відповідність до потреб економіки в перевезеннях.

**Актуальність теми дослідження.** Завдяки реалізованим організаційно-технологічним рішенням поступово знижується частка вантажних відправлень, які не доставлені в термін. Проте, в 2014 - 2022 рр. зазначена частка становить понад 12% по вагонними і 8% за маршрутними відправками. При цьому середній час прострочення, зростає з початку 2018 року, продовжує перевищувати 6 діб. Це означає, що з відправок, які не доставлені в термін, приблизно половина перевезена залізницею безкоштовно.

Час доставки вантажу розглядається як основний фактор, який визначає роботу комплексної системи організації експлуатаційної роботи залізничних напрямків. У сучасних умовах особливого значення набуває питання про періодичність дії тих чи інших рішень по організації експлуатаційної роботи.

В умовах коливання вагонопотоків для своєчасної доставки вантажів потрібно забезпечити необхідну гнучкість вагових норм формованих маршрутів. При цьому можливі економічні втрати від неповносоставності поїздів треба

компенсувати за рахунок пропуску поїздів по ниткам графіка, включеним в твердий графік обороту локомотивів.

Розробка нових і вдосконалення існуючої технологій перевезень лісових вантажів повинні базуватися на основних принципах:

- гарантоване виконання прийнятих заявок і вимог вантажовласників до якості перевезень (в першу чергу - за термінами доставки) з урахуванням специфіки транспортування лісових вантажів;

- скорочення витрат на виконання сортувальної і поїзної роботи за рахунок оптимізації просування вагонопотоків лісових вантажів.

**Мета і завдання дослідження.** Метою роботи є удосконалення технології перевезень лісових вантажів залізничним транспортом.

Завдання дослідження: - зниження витрат на технологічні процеси, впровадження ресурсозберігаючих технологій і приведення потужностей, матеріальних і трудових витрат у відповідність з виконуваними обсягами перевезень і одержуваними прибутками, вимогами безпеки руху та збереження вантажів; - поліпшення якісних параметрів перевезень: регулярності, швидкості.

**Об'єкт дослідження** - технологія перевезень лісових вантажів залізничним транспортом.

**Предмет дослідження** – Вдосконалення системи організації вагонопотоків з лісовими вантажами.

**Методи досліджень.** У даній роботі досліджуються фактори, що впливають на процес перевезень лісоматеріалів й вирішується завдання раціоналізації перевезень з використанням принципів маршрутизації із застосуванням календарного планування навантаження, логістичних принципів перевезень.

**Наукова новизна отриманих результатів.**

Наукова новизна роботи полягає: в розробці методу комплексного аналізу структури технологічних процесів виконання операцій з вагонами з лісовими вантажами на полігоні їх проходження з визначенням на основі логістичних підходів операцій, на підставі чого даються пропозиції щодо збільшення

швидкості просування і відповідно скорочення термінів доставки і підвищенню прибутковості перевезень лісових вантажів; в обґрунтуванні застосування методів математичного прогнозування для оцінки перспективних обсягів перевезень лісових вантажів з урахуванням оцінки стану технічної бази лісозаготівельних підприємств і методів математичної статистики для аналізу вантажопотоків лісових вантажів; в розробці удосконаленої методики календарного планування навантаження лісових вантажів, що забезпечує стійке формування ступінчастих і відправницьких маршрутів.

### **Практичне значення отриманих результатів.**

Для забезпечення маршрутного навантаження лісоматеріалів запропонована методика календарного планування навантаження, яка враховує специфіку цього роду вантажу. Впровадження цього заходу дозволить підвищити рівень маршрутизації перевезень лісу на експортні призначення до 15 - 18%, а в цілому по залізницях по лісовим вантажам - до 5% при існуючих 0,2% і до 12% на окремих залізницях.

**Публікації.** Відповідно до теми дипломної роботи опубліковані наукові публікації у фахових виданнях України, результати роботи представлені на науковій студентській конференції.

**Структура і об'єм роботи.** Кваліфікаційна робота магістра складається зі вступу, 3 розділів, заключення, списку використаних джерел з 92 найменувань на 9 сторінках. Загальний об'єм кваліфікаційної роботи магістра складає 84 стор. Робота включає 16 рисунків та 7 таблиць по тексту.

# **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 2014 по 2022 рр. збільшення склало більше, ніж в 5 разів при зниженні первинного показника "вивезення деревини" також в 5 разів (75 проти 354 млн. м<sup>3</sup>), що свідчить про подальше розукрупнення підприємств ЛПК. Разом з тим, до 2021 року зростали обсяги випуску паперу, що мало підвищити відсоток глибини переробки деревини. Чіткою межею зміни тенденцій розвитку ЛПК є 2020 рр.

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 поїрка 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 2011 по 2017 рр. спостерігалось безперервне зниження обсягів перевезень лісоматеріалів; в 2018р. намітилося зростання, а в 2022 р - подальше зростання перевезень (на 12%).

Аналізуючи дані діаграми на рис. 1.1, видно, що навантаження лісових вантажів з 2021 р неухильно знижувалася до 2022 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.

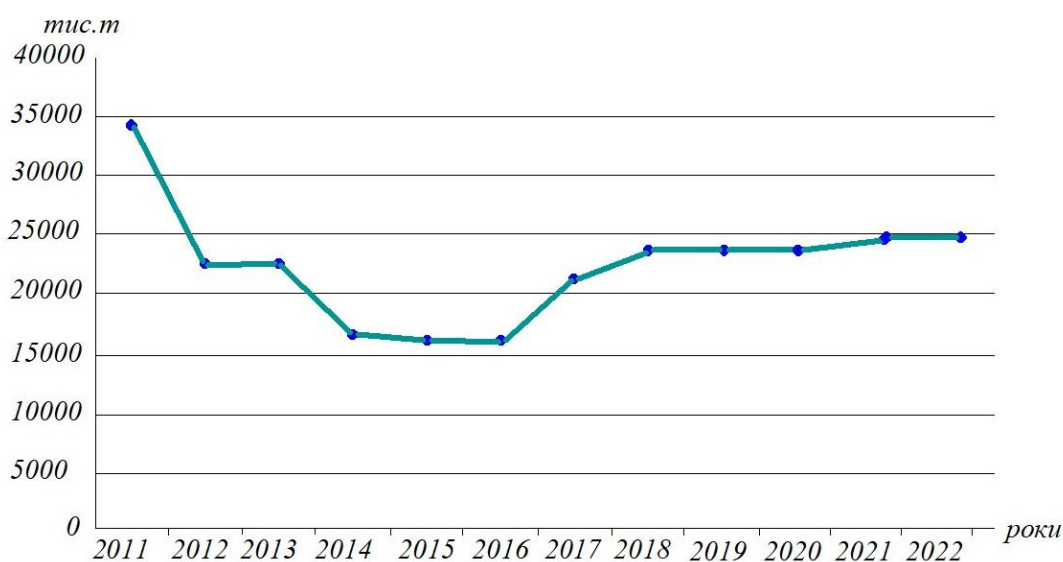


Рис.1.1. Динаміка вантаження лісових вантажів по мережі залізниць

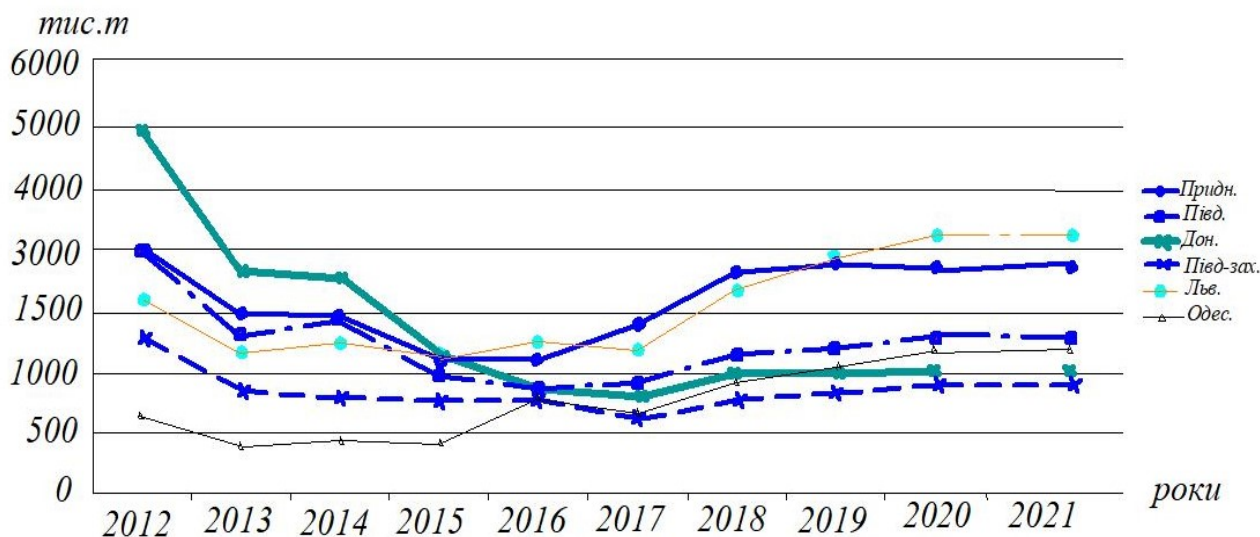


Рис.1.2. Динаміка вантаження лісових вантажів залізницями

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

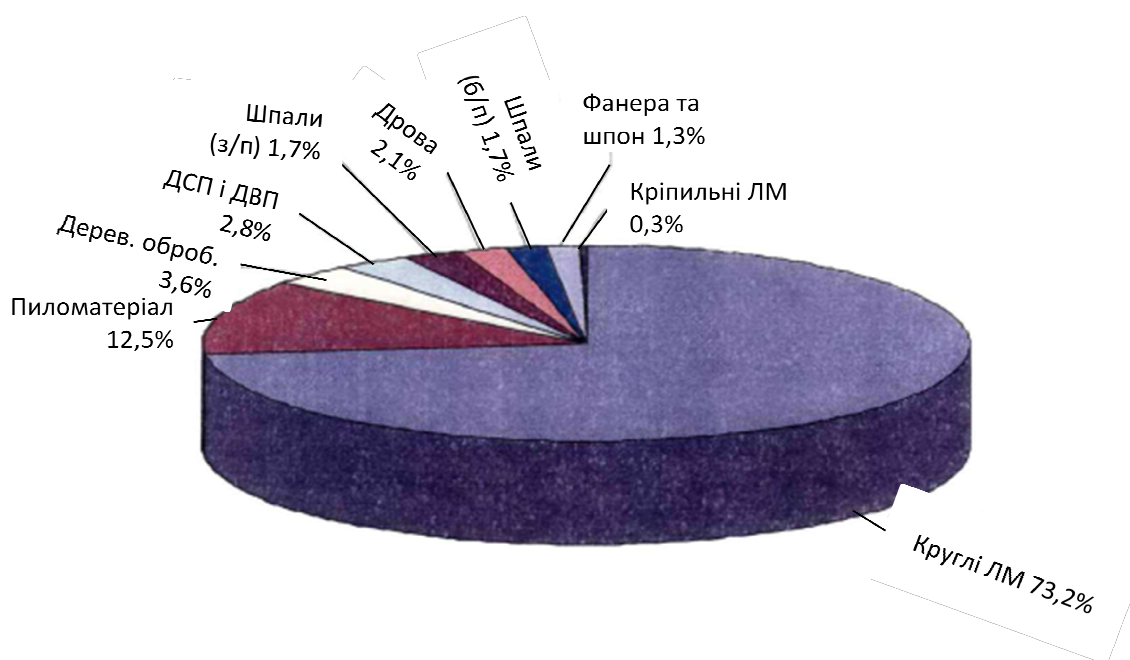


Рис.1.3. Співвідношення перевезених лісоматеріалів (ЛМ)

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. Кондрахіа, 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. Пєрцова, Т.Ю. Болотової.

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. Застосованих 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 мелкопартійними, 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 целию 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. АНАЛІЗ ІСНУЮЧОЇ СИСТЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ВАГОНОПОТОКІВ З ЛІСОВИМИ ВАНТАЖАМИ**

### **2.1. Аналіз потоків та прогнозування навантаження лісових вантажів в регіоні**

Для детального аналізу вантажопотоків за напрямками проходження, виду перевезених лісоматеріалів, обсягами перевезень вивчена схема залізничної мережі регіону, статистичні дані про обсяги навантаження лісоматеріалів (звіт ЦО-11 за період 2012-2022 рр.), Шахматка перевезень (дані ГВЦ), план формування вантажних поїздів регіону.

У розділі 1 і якості однієї з особливостей вантажопотоків лісу була вказана нерівномірність заготовки лісоматеріалів за минулими сезонами року. Вироблення лісу в лісосіках, трелювання його на верхні склади залежить від пори року і пов'язаних з ним кліматичних явище. Як показують багаторічні спостереження, найбільш сприятливим періодом для максимальної заготівлі деревини є зимові місяці, коли лісовозні дороги знаходяться в доброму стані і не потребують великих витрат для свого змісту і відволікання робочої сили для цих цілей. Проте, і в зимові місяці на розміри заготовки лісу серйозний вплив надають висота снігового покриву, сила і напрям вітру, низька температура повітря.

Найбільш несприятливими періодами є осінній і весняний, коли ґрунт перенасичена вологою, що ускладнює транспортування лісу на всіх етапах його переміщення до нижніх складів.

Якщо розглядати літній період, то, хоча він в місцях масової заготівлі лісу і дуже короткий, вивезення лісу дещо зростає щодо осепне-всесенного періоду, але не досягає розмірів зимового.

Виходячи з вищесказаного, можна зробити висновок, що обсяг заготівлі лісу носить непостійний характер протягом року і це не можна не враховувати при плануванні залізничних перевезень лісоматеріалів.

Аналіз статистичних даних по відвантаженню лісу на лісовантажних станціях з різним об'ємом його заготівлі показав, що протягом року відвантаження лісопродукції відбувається нерівномірно, з певною, з року в рік постійно повторюється закономірністю. Ця закономірність полягає в тому, що середньодобова кількість занурених вагонів в кожен окремий місяць значно відрізняється від середньодобових розмірів навантаження за рік. Ці співвідношення носять цілком стійкий характер і відображають об'єктивну сутність цього процесу. Правильне використання цього фактора дозволить правильно регулювати вагонопоток по призначеннях плану формування, а також полегшить планування порожняка під навантаження.

Статистичний матеріал, що характеризує зміну обсягів навантаження лісоматеріалів, був зібраний для станцій з різними обсягами навантаження за період з 2012 по 2022 рр., Що цілком достатньо для об'єктивних висновків.

У загальному випадку нерівномірність відвантаження лісопродукції протягом року щодо будь-якого місяця визначається як частка від ділення середньодобової навантаження в нагонах за місяць на середньодобову навантаження за рік. Фактично, це індекси, що показують перевищення або зниження щодо середньорічної величини. Для періоду 2014-2022 рр. динаміка цих індексів (всі лісові вантажі, вся мережа залізниць) показана на рис. 2.1.

Наведена динаміка підтверджує зроблені вище висновки про що має місце сезонності навантаження. Аналізуючи наведені графіки, видно, що динаміка індексів сезонності має деякі спільні риси, які стійко проглядаються протягом усього досліджуваного періоду з 2014 по 2022 рр.:

- 1) найбільше значення індексу спостерігається в лютому, березні і квітні, максимум припадає на березень; найменше значення спостерігається в червні, липні, серпні і вересні, мінімум припадає на липень;
- 2) динаміку сезонності, в зв'язку з її хвилеподібними коливаннями, доцільно описувати за допомогою гармонійного аналізу (з використанням тригонометричних функцій);

3) є випадки окремих «викидів» точок, які пояснюються екстремальними погодними умовами (особливо тепла зима, холодна весна) в деякі роки;

Таким чином, нерівномірність навантаження лісоматеріалів є об'єктивним фактором, який необхідно враховувати з метою раціонального регулювання вагонопотоків з лісом. Далі зроблено прогнозування навантаження.

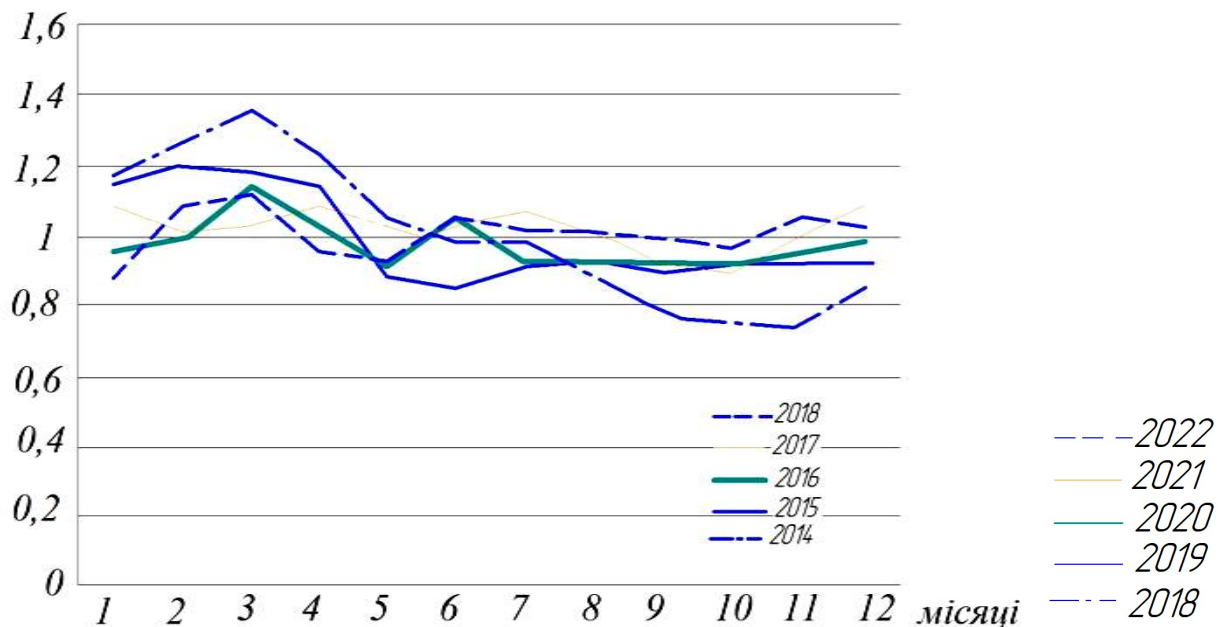


Рис.2.1. Динаміка індексів сезонності вантаження лісу

Наведена динаміка підтверджує зроблені вище висновки про те, що має місце сезонність навантаження. Графіки, що відображають динаміку індексів на цих дорогах, зображені на рис. 2.2. Аналізуючи наведені графіки, видно, що динаміка індексів сезонності має деякі спільні риси, які стійко проглядаються протягом усього досліджуваного періоду з 2014 по 2022 рр.:

Прогнозування відправлення вантажів є важливим завданням в загальному комплексі завдань організації перевізного процесу на мережі залізниць. Слід зазначити достатню складність прогнозування і силу як ряду загальних особливостей завдання прогнозування, так і особливостей конкретної задачі прогнозування відправлення лісових вантажів.

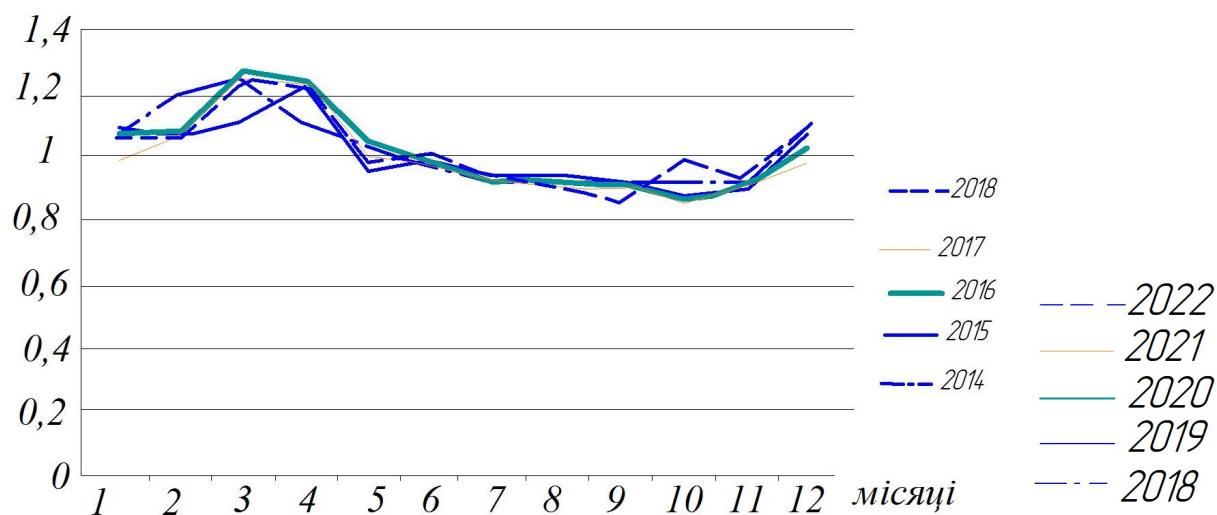


Рис.2.2. Динаміка індексів сезонності вантаження лісу (залізниця А)

Завдання прогнозування відправлення вантажів являє собою прогнозування поведінки певних характеристик випадкових величин або випадкових процесів. Це є першою особливістю. Другою особливістю є та обставина, що за результатами спостереження ці характеристики визначаються з похибкою, яку треба оцінити. Третя особливість - необхідність отримання оцінок характеристик при тих значеннях факторів, при яких спостереження не проводились.

При прогнозуванні відправлення вантажів враховується наявність для ряду вантажів певних закономірностей зміни обсягів пофузкі. Це - сезонні, місячні і внутрімісячні коливання. Особливо слід відзначити залежність закономірності зміни обсягів пофузкі від загального стану економіки країни, особливо тих її галузей, продукція яких становить основну номенклатуру фузов, що перевозяться залізничним транспортом. Облік цих залежностей є вельми важливим, так як дозволяє здійснити більш точний прогноз.

Сформулюємо основні 'передумови, при яких буде викладатися метод прогнозування відправлення лісових вантажів.

1. Відносні величини, про які йшлося вище, є незалежними реалізаціями деякої випадкової величини.
2. Помісячні спостереження пофузкі беруться за 2014-2022 рр.
3. Розподіл випадкової величини можна вважати приблизно нормальним

в силу того, що на неї впливає багато факторів, кожен з яких надає мале вплив і, отже, справедливі умови застосування центральної граничної теореми.

Найважчий статистичний матеріал по кожній станції навантаження лісоматеріалів на вибрані призначення є тимчасовим поруч із сезонним характером.

Часовий ряд розглядається як сума детермінованою і випадкової компонент. Поява випадкової компоненти оцінюється з певною ймовірністю. Детермінована ж компонента виражається деякою апроксимуючою функцією, що відбиває закономірності розвитку досліджуваного явища.

Таким чином, прогноз економічних явищ по їх часових рядах складається з двох елементів: з прогнозу детермінованою компоненти і прогнозу випадкової компоненти. Розробка першого прогнозу передбачає великих труднощів, якщо визначено основну тенденція розвитку і можлива її подальша екстраполяція. Прогноз випадкової компоненти більш складний, тому що не до всякої випадкової компоненті можна застосувати методи прогнозування стаціонарних випадкових процесів.

При вивченні часових рядів виникає задача опису та аналізу явища за певний період часу, протягом якого воно еволюціонує. Для того, щоб виявити загальну тенденцію зміни в часі, слід провести згладжування часового ряду. Необхідність згладжування обумовлена тим, що, крім впливу на рівні ряду головних чинників, які, в кінцевому рахунку, і формують конкретний вид тренда, на них діє велика кількість випадкових факторів, які викликають відхилення фактичних рівнів від тренда. Результат цього впливу і формується за допомогою залишкової випадкової компоненти.

Поширеним способом для визначення тренда, що базується на згладжування часового ряду, є метод найменших квадратів. Метод можна розглядати як певний обчислювальний прийом для отримання оцінки детермінованої компоненти  $f(t)$ , яка характеризує тренд.

Вибір форми кривої для згладжування п певною мірою залежить від цілей згладжування: інтерполяції або екстраполяції. У першому випадку основною



метою є досягнення найбільшої близькості до фактичних рівнями тимчасового ряду, в другому - виявлення основної закономірності розвитку явища, щодо якої можна висунути гіпотезу, що вона на деякий час збережеться в майбутньому.

Теоретичний аналіз сутності досліджуваного явища є основою для вибору кривої. Виявити основну тенденцію аналітичним методом означає надати одноманітне розвиток умов, що змінюються процесам протягом аналізованого періоду часу.

Тенденція (тренд) відображає загальну зміну ряду за тривалий проміжок часу (постійний підйом або зниження). Тенденція представляється як плавне безперервний рух, Криві стрибкоподібні зміни в місцях, кварталах або роках.

Сезонні хвилі ~ це більш-менш регулярні зміни часового ряду, що виникають з настанням даної пори року і повторювані з невеликими відхиленнями з року в рік. До таких коливань відносяться також зміни, не пов'язані з порами року, але регулярно повторювані через певні проміжки часу. Сезонні коливання зазвичай мають постійний період.

Випадкові коливання викликаються зовнішніми випадковими причинами, вплив яких позначається на рівнях ряду, спотворюючи тенденцію, а також сезонні і циклічні коливання.

Крім розкладання ряду на його складові, можна використовувати інші види аналізу, які не потребують виділення і виключення складових компонент ряду: гармонійний аналіз і деякі інші методи. Виявлення закономірних змін динаміки явища становить першу фазу прогнозування. Визначивши всі три складові часового ряду, потрібно використовувати знайдені закономірності для екстраполяції на перспективу, при цьому можна оцінити значення постійної компоненти (тренда) і короткострокових сезонних коливань.

У даній роботі аналіз сезонності (короткочасних коливань) виконується методом гармонійного аналізу, в результаті якого визначається модель сезонної хвилі. Гармонійний аналіз являє собою представлення функції, заданої в кожній точці досліджуваного інтервалу часу, кінцевої сумою синусоїдальних і косінусоїдальних

функцій (поряд Фур'є). Синусоїдальна або косинусоїдальною функція з певним періодом є гармонікою.

З огляду на вищевикладене, аналіз і прогнозування наявного часового ряду підходу лісових вантажів п вузол зводиться до наступних процедур:

- встановлення характеру ряду динаміки;
- визначення тенденції (тренда) ряду у вигляді аналітичної апроксимуючої функції;
- гармонійний аналіз тимчасового ряду з метою виявлення сезонної складової;
- складання прогнозованої моделі розрахунку;
- визначення довірчих інтервалів ймовірності прогнозу;
- розрахунок \* за отриманою моделі обсягів навантаження па період  $T + 1$ , рівні якого вже відомі;
  - 'Оцінка похибки (точності) прогнозу;
  - розрахунок прогнозних значень на майбутні періоди.

Зазначені розрахунки проводяться за допомогою електронних таблиць Microsoft Excel 7.0 в операційному середовищі Windows XP. Для наочності виконаний за допомогою електронних таблиць прогноз можна уявити в графічному вигляді.

Використання електронних таблиць Microsoft Excel дозволяє автоматизувати розрахунки, а також вносити оперативні коригування. Введення фактичних даних по місяцях призведе до автоматичного перерахунку всіх прогнозних величин на наступні місяці. Блок-схема технології розрахунків за таблицями приведена на рис. 2.3.

Для того, щоб часовий ряд правильно відбивав процес розвитку явища, необхідно, щоб рівні цього ряду склалися з однорідних, порівнянних величин. Принципи порівнянності рівнів часових рядів полягають в наступному:

- 1) порівнянність по території, яка полягає в тому, що статистичні дані повинні бути зібрані по території без зміни її меж в розглянутому проміжку часу;

- 2) порівнянність за часовими періодами, яка полягає в тому, що дані повинні ставитися до однакових періодів протягом року;
- 3) рівні повинні бути обчислені в одному масштабі вимірювання;
- 4) повинна бути порівнянність по структурі сукупності.



Рис.2.3. Алгоритм прогнозування вантаження ЛМ

Відомості, отримані з звітних форм ЦО-11, а також даних ГВЦ, повністю задовольняють перерахованим вимогам, і до них можуть бути застосовані методи статистичного аналізу часових рядів.

Відповідно до блок-схемою розрахунку (рис. 2.4), за вихідними даними підбирається і будується апроксимуюча функція, що відображає тенденцію ряду.

Апроксимуюча функція вибирається методом найменших квадратів (МНК). Математичний апарат МНК описаний в більшості робіт з математичної статистики, тому пет необхідності детально на ньому зупинятися.

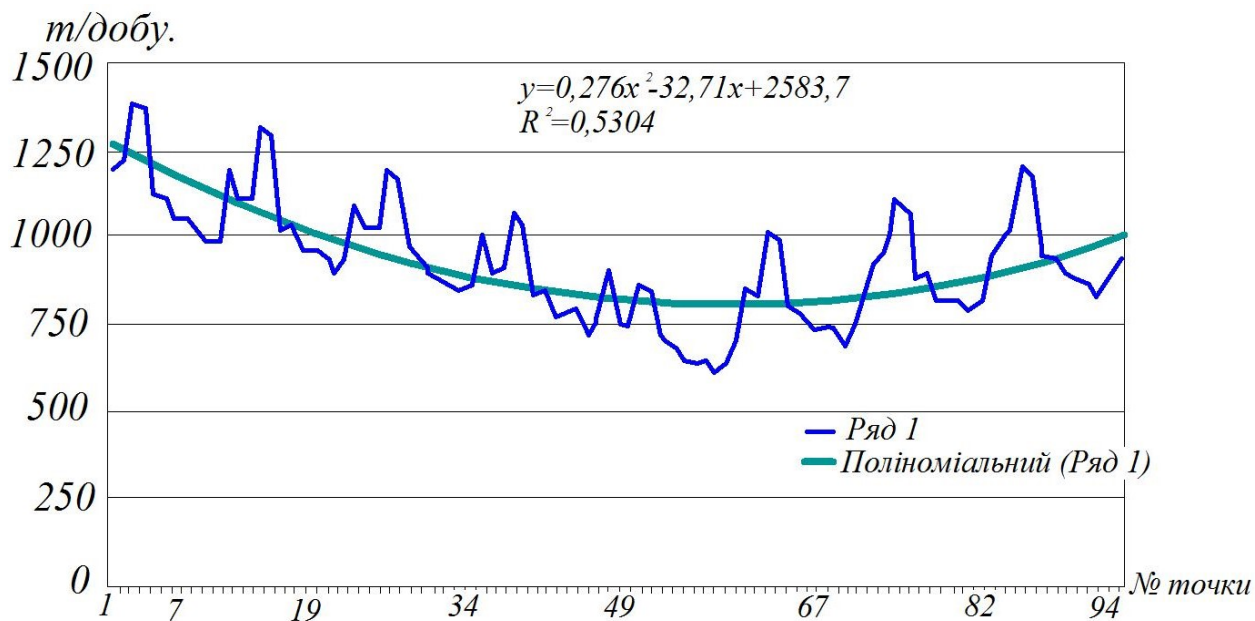


Рис.2.4. Апроксимування функції вантаження лісових вантажів залізниці

Відзначимо лише, що в даному випадку в якості апроксимуючої розглядалися лінійна, експоненціальна, логарифмічна, поліноміальна залежності. Графік, що відображає динаміку ряду і вид підбраною функції, представлений на рис. 2.5.

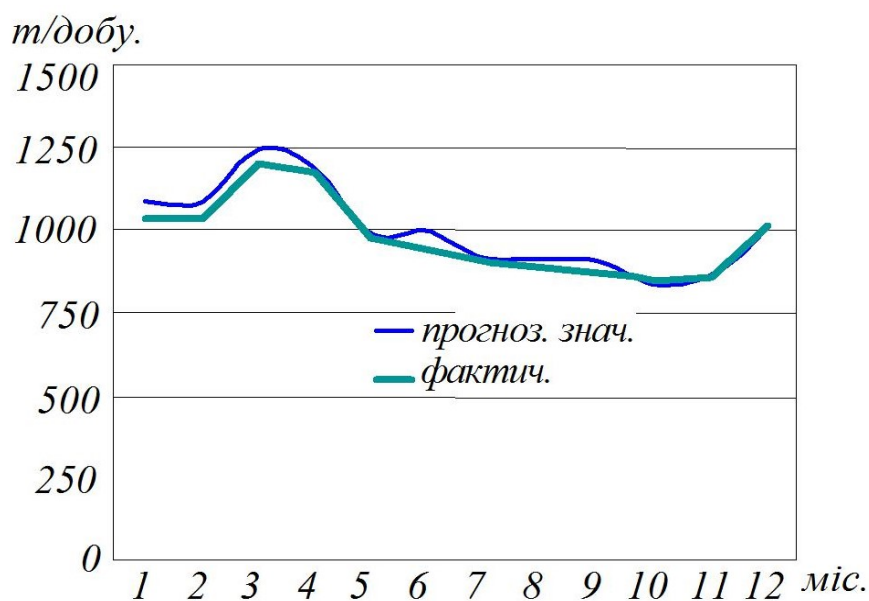


Рис.2.5. Графік збіжності розрахункових та фактичних рівнів (2019р.)

Аналізуючи отримані результати, можна зробити наступні висновки:

1. найбільша величина навантаження лісоматеріалів припадає на березень, а найменша - на липень. Ця тенденція зберігається протягом практично всього досліджуваного періоду;
2. з плином часу є тенденція до стійкого зростання величини навантаження;
3. розмах величини довірчого інтервалу прогнозу становить приблизно 10%, що цілком допустимо для цікавлять цілей;
4. запропоновану модель рекомендується використовувати для короткострокового прогнозу, не більше, ніж на 2-3 роки; в подальшому необхідно переглядати і уточнювати прогнозну модель;
5. для розробки удосконаленої технології перевезень лісових вантажів можна спиратися, згідно з прогнозними розрахунками, на обсяги навантаження 2018 р. (на розглянуті призначення).

З використанням наведеного алгоритму вироблено прогнозування навантаження лісу в інші призначення. характер прогнозної функції для них і висновки за результатами прогнозування ідентичні наведеним вище.

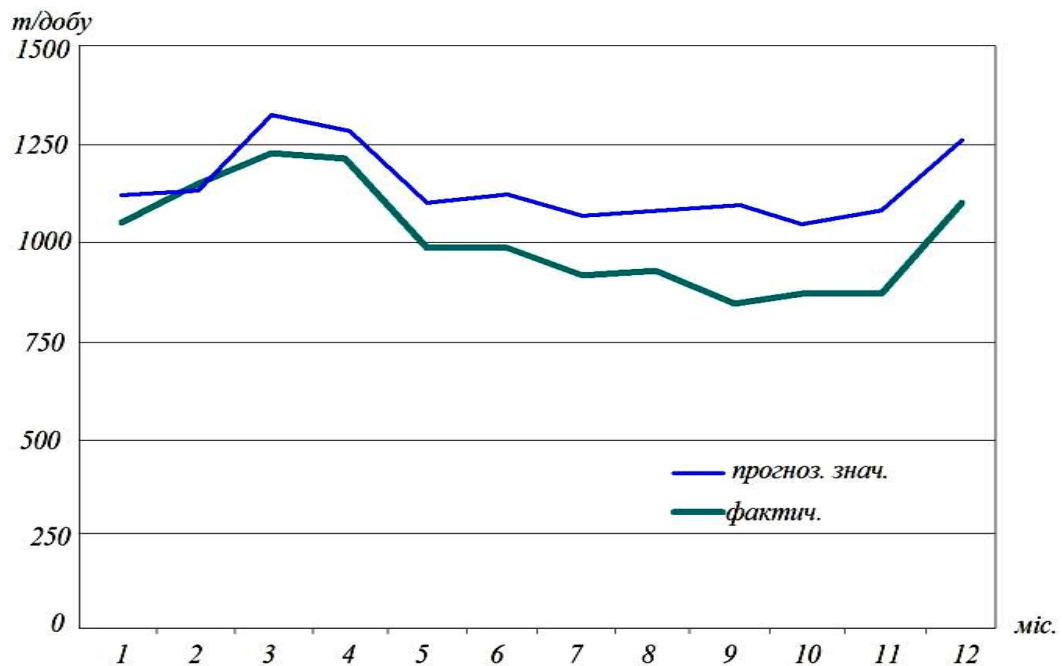


Рис.2.6. Графік збіжності розрахункових та фактичних рівнів

Для подальшого розгляду найбільший інтерес представляють станції, які здійснюють навантаження лісу на експортні призначення.

## **2.2. Маршрутизація перевезень лісових вантажів**

Загальні положення. У практиці роботи залізниць знайшли широке застосування два способи організації вагонопотоків: технічна маршрутизація і маршрутизація з місць навантаження. Маршрутизація з місць навантаження виникла як результат використання переваг планової соціалістичної системи господарювання в нашій країні.

Маршрутизація перевезень є найбільш досконалою формою експлуатаційної роботи, одним з резервів вдосконалення перевізного процесу. Вона забезпечує прискорення доставки вантажів, кращу їх збереження при транспортуванні, сприяє прискоренню обороту вагонів і скорочення кількості переробляються нагонов на технічних станціях. Найбільш успішно це завдання можна вирішити тільки при спільному активної участі в плануванні організації відправницьких маршрутів залізниць і вантажовідправників [24].

Вивченням різних особливостей маршрутизації перевезень займався ряд дослідників. Найбільш значні роботи з цього питання виконані професорами, докторами технічних наук І.І. Васильєвим, В.В. Поворожепко, Е.А. Сотниковим, К.А. Бернгардом, Н.Є. Боровим, В.М. Акулінічевим, А.П. Петровим, С.В. Дуваляном, кандидатами технічних наук М.Л. Забелло, В.П. Шулько, Р.В. Межов, В.Т. Осиповим, В.ІС. Буянової, А.В. Каяшевим, Л.П. Кайро, Д ~ П. перцевим,

Ефективність маршрутизації в порівнянні з перевезенням вантажів в немаршрутних поїздах визначається скороченням транспортних витрат, капіталовкладень і оборотних коштів. Вивчення способів розрахунку ефективності маршрутизації, запропонованих різними дослідниками, показало, що проблема ефективності маршрутних перевезень вирішується тільки з точки

зору економії витрат залізниці за рахунок скорочення простою і переробки вагонів, маневрової роботи і капіталовкладень в рухомий склад.

Найважливішими показниками ефективності маршрутизації є скорочення обсягу переробки вагонів на технічних станціях і середнє число станцій, які звільняються від переробки. В даний час ці показники визначаються тол'ко при складанні планів формування маршрутів.

Ефективність маршрутизації багато в чому визначається способами організації календарного планування маршрутних перевезень. Відсутність ув'язки календарних планів різних навантажувальних комплексів, які формують маршрути в одні і ті ж адреси, призводить до зростання простоїв маршрутів під вивантаженням, і, тим самим, до зниження ефективності маршрутизації [27].

Умови виділення маршрутних призначень. Вимоги, без дотримання яких маршрутизація нездійсненна, являють собою необхідні умови організації маршрутів. Однак, для включення їх в план і можливості організації необхідно ще наявність достатньої умови, яке забезпечується задоволенням встановленого критерію ефективності.

Першим необхідним критерієм слід вважати загальну маршрутоспособність. Ця умова визначає здатність вантажовідправників і станцій організувати маршрути. Показники його - необхідні розміри відправлення вантажів, навантажувальної спроможності і складської ємності, достатність колійного розвитку і маневрових засобів. Для дотримання цієї умови розміри середньодобової навантаження повинні забезпечувати формування не менше одного складу (в окремих випадках - половини) маршруту, а вантажна здатність і складська ємність - не менше ніж складу (ваги нетто). Отже, план маршрутизації можна скласти тільки для маршрутоспособних відправників, станцій або груп станцій (маршрутооправітелсй).

Для організації маршрутів в окремі призначення потрібно ще наявність приватної маршрутоспособності по призначеннях. Ця умова полягає в тому, щоб для розглянутого призначення сумарний середньодобовий обсяг відправлення

дозволяв завантажувати не менш ніж склад, а вантажна здатність забезпечувала, принаймні, цілий склад.

У всі призначення, для яких маршрутоотправитель володіє приватною маршрутоспособностью, він може відправляти маршрути на основі календарного планування навантаження [49].

Вихідними даними для складання плану маршрутизації перевезень з місць навантаження є плани перевезень вантажів; характеристика навантажувальних і розвантажувальних станцій із зазначенням місткості вантажних фронтів і засобів механізації; технологічні процеси роботи станцій навантаження і вивантаження, договори на експлуатацію під'їзних шляхів; норми маси і довжини складів поїздів; аналіз маршрутної навантаження за минулий період.

Виходячи з розмірів і концентрації вантажопотоків, а також умов навантаження і вивантаження, намічаються станції і підприємства по організації перевезень вантажів маршрутами.

Для кожного маршрутного призначення встановлюють норми маси маршруту Ол, ф і його складу при цьому враховуються встановлені графіком руху уніфіковані і дільничні норми маси і довжини поїздів. При єдиних на всьому шляху проходження маршрутів уніфікованих нормах вони поширюються на отправительская маршрути. При переломі норм маси та довжини вантажних поїздів у бік зменшення маршрути організуються з ядра (вагонів далекого призначення), відповідного найменшою нормі маси або довжини поїздів на цьому напрямку, і причіпний групи вагонів, яка перевозиться у складі маршруту до станції перелому маси поїзда.

При зміні норм маси та довжини в сторону збільшення маршрути поповнюються на станції перелому групами вагонів відповідно до призначень плану формування поїздів даної станції [49].

Формування маршрутів до станцій розпилення також здешевлює перевезення в порівнянні з проходженням вагонів в немаршрутних поїздах.

Необхідними умовами для виділення даного вагонопотоків в маршрут є:

1) сумарний добовий обсяг навантаження всіх вантажовідправників, що



беруть участь в організації маршруту розглянутого напрямку, а також сумарна розвантажувальних здатність за добу всіх одержувачів вантажу маршруту, повинні бути не менше величини складу маршруту  $w_{\text{м}}$ ;

2) якщо між станцією навантаження маршруту і станцією його призначення є хоча б одна технічна станція, на якій за планом формування передбачається переробка вагонопотоків даного призначення, або якщо маршрут формується або розформується на під'їзній колії підприємства зі звільненням відповідних станцій примикання від формування або розформування.

Маршрутизація перевезень лісових вантажів. Існуючий план формування відправницьких і східчастих маршрутів передбачає формування тільки внутрьодорожні маршрутів, з невеликою дальністю пробігу (середня дальність 420 км). Середнє число технічних станцій, звільнених від переробки маршрутизації потоку, становить 2-3. Однак, в більшості випадків це дільничні станції, а в деяких випадках навіть вантажні. Тим часом, є необхідність проаналізувати можливість формування маршрутів саме в цьому напрямку. Характеристика маршрутів, передбачених планом формування, наведені в табл. 2.1.

Для визначення доцільності призначення експортних маршрутів відповідно до формулами 2.7 - 2.9 проведено розрахунок економії і додаткових витрат вагоно-годин при розгляді вигідності маршрутних призначень на досліджуваному полігоні за умови організації маршрутів при календарному плануванні навантаження лісових вантажів на експортні призначення

Таблиця 2.1.

План формування маршрутів залізниці

Ст. НАВАНТАЖЕННЯ або формування маршруту	Ст. призн. маршруту		Рід вантажу	Відстань, км	Вага и довжина маршруту	Кількість станцій, звільн. від переробки
	вивантаження	розподілу				
А	Е		ліс	-	57	2
	Ж				816	57
Б	Е		««	222	57	4
В		Е	««	327	57	2
Г		З	««	680	57	3

А		3	Ліс, ін.	851	57	3
---	--	---	----------	-----	----	---

Витрати на станції вивантаження (і нашому випадку - пограппереходе) не враховуються, тому що в обох випадках прибуття вантажу буде маршрутним (в первісному випадку - технічним маршрутом).

Ділянки формування східчастих маршрутів приймаються виходячи з зон обслуговування збірними і вивізним поїздами згідно з існуючим планом розвезення місцевого вантажу на даному полігоні. Схеми обслуговування ділянок наведені в Додатку 6.

Аналізом запропонованих маршрутів можна виявити таку закономірність: практично всі ділянки орієнтовані на найближчий прикордонний перехід, виходячи з цього до теперішнього часу сформувалася потужність відповідних вагонопотоків.

### **2.3. Календарне планування перевезень**

Метод календарного планування навантаження по призначеннях плану формування поїздів дозволяє організувати вагонопоток на стадії його зародження у вантажовідправників з метою збільшення транзитності потоку через впереділежашіе сортувальні станції і підвищення переробної спроможності їх сортувальних пристроїв. З іншого боку, введення календарних розкладів навантаження забезпечує ритмічність подачі порожніх вагонів вантажовідправникам, що дає повне уявлення про маневрову роботу, пов'язаної з вантажними операціями. Все це дає підставу вважати календарне планування навантаження ^ маршрутизованих вантажів дієвим методом прискорення і здешевлення доставки вантажів, а також інтенсифікації роботи сортувальних станцій [9].

Основи календарного планування навантаження на базі місячних планів перевезень були закладені в кінці 20-х - початку 30-х років інженерами Л.Б. Дульнєва, Г.С. Дубровським, В.Т. Осиповим, А.У. Сінаковим, Л.П. Самородовим

і ін. В той період були сформульовані основні положення маршрутизації перевезень на основі місячного державного плану перевезень. У той же час, увагу дослідників було звернено на те, що після формування відправницьких маршрутів значний потік залишався неорганізованим. Найбільш простою мірою у вирішенні цього питання стала організація ступінчастих маршрутів на базі календарного планування навантаження, запропонована А.Б. Дульнева в 1929 році. Надалі були запропоновані заходи і щодо вдосконалення організації технічної маршрутизації, найважливішим важелем якої був календарний план навантаження по днях.

Великий внесок у розвиток прийомів календарного планування навантаження внесли к.т.н. М.Л. Забелло і Р.В. Межова, вперше систематизував і дали рекомендації щодо доцільності застосування даного методу організації вагопотоків в великих залізничних вузлах.

Подальший розвиток календарне планування навантаження (у маршрутизованих вантажів отримало в дослідженнях д.т.н., проф. К.А. Бернгарда, в яких розглянуті питання застосування цього методу з метою узгодженого підведення поїздів до сортувальних станцій, а також для полегшення роботи дільничних станцій).

Складання календарних планів навантаження з урахуванням розвантажувальних можливостей вантажоодержувачів по днях тижня присвячені дослідження к.т.н. О.В. Березап і О.П. Серебрякова, в яких були розроблені методичні рекомендації та організаційні заходи щодо скорочення простою вагонів і очікуванні вивантаження за рахунок календарного планування навантаження.

У роботах д.т.н. проф. Н.В. Правдина, к.т.н. В.Я. Ієгря, В.А. Подкопаєва, Б.В. Береснева досліджується можливість застосування календарного планування навантаження в великих залізничних вузлах з метою інтенсифікації роботи сортувальних станцій за рахунок паралельного розпуску,

Певний внесок у вдосконалення системи календарного планування навантаження внесли дослідження по виявленню сфер застосування і оцінці

впливу укрупнення отцепов на підвищення продуктивності сортувальних гірок, проведені у ВНИИЖТа під керівництвом к.т.н. В.К. Буянової.

#### **2.4. Досвід експлуатації маршрутних заадресовочних баз**

У 1960 - 70 рр. фахівцями висловлювалася думка, що для підвищення рівня маршрутизації вантажів, потоки яких розпорошені по зародженню або погашенню, доцільно піти шляхом створення заадресовочних баз на виходах з навантажувальних районів. До таких вантажів належать, перш за все, лісові. дослідженню доцільності створення заадресовочних баз для вдосконалення організації вагопотоків лісових вантажів присвячена кандидатська дисертація Л.П. Каиро (1965 г.). На сьогоднішній день ця робота є єдиною по означеного питання.

Маршрутної базою називається залізничний пункт, на якому накопичуються маршрути (прямі або в розпорошення) з вагонів, завантажених на різних станціях і під'їзних коліях прилеглого до цього пункту району. Маршрутну базу можна розмішувати на будь-якій станції, яка має для цього необхідними умовами. Бази можуть бути незаадресовочними і заадресовочними. Незаадресовочними бази практично нічим не відрізняються від сортувальних станцій, за винятком того, що на останніх поїзда формуються призначенням тільки на технічні станції, а па базах - на станції вивантаження (розпилення) [50].

Принцип організації роботи заадресовочних баз для лісових вантажів полягає в тому, що для прибуваючих на базу вагонів з знеособленим вантажем (без вказівки в поїзних документах споживачів і станцій призначення) будуть встановлюватися споживачі, яким необхідно відвантажувати лісоматеріали різних сортиментів в той чи інший проміжок часу, а працівники залізниці з наявного наявності споживачів будуть організовувати найбільш економічні маршрути шляхом почергової заадресовки вагонів з усіма сортиментів за призначеннями плану формування поїздів на базі.

Маршрути, що організуються на заадресовочних базах, по особливості технології їх організації можна розділити на дві групи [50]:

- 1) організовані за допомогою організаційних заходів, здійснюваних на заадресовочних базах;
- 2) організовані шляхом заміни сортування по призначеннях сортуванням по сортам (маркам) вантажу.

Створені заадресовочні бази показали, що перенесення заадресовки вантажів з пунктів вантаження на бази може вдало поєднувати інтереси вантажовідправників та залізниці, що є незаперечною перевагою даного способу організації вагонопотоків і разом з тим засобом для вдосконалення збутових функцій.

Проведений та дослідженні аналіз організації роботи створених заадресовочних баз показав, що по якому б принципу вони не працювали, при створенні їх:

- 1) змінюється технологія роботи станції, на якій розміщується база;
- 2) змінюються умови роботи станцій, ділянок і вантажовідправників в районі маршрутизації;
- 3) маршрутизації вагонопоток впливає на план формування поїздів в переділежущого полігону.

Заадресовочні бази можуть організувати маршрути:

- 1) спільно з усього переробляється вагонопотока;
- 2) роздільно з знеособленого і заадресованного вагонопотоків.

Принципова відмінність між даними формами маршрутизації полягає в різних залежностях потрібної наявності сортувальних шляхів від числа призначень організованих маршрутів.

Для оцінки ефективності різних способів організації вагонопотоків лісових вантажів в дисертації Л.П. Кайро запропонована методика, яка передбачає порівняння п'яти варіантів організації вагонопотоків:

- 1) весь вагонопоток організується за планом технічної маршрутизації;
- 2) частина вагонопотоків охоплюється маршрутизацією з місць

навантаження, а решті вагонопоток організовується за планом технічної маршрутизації;

- 3) маршрутизація за допомогою заадресовочной бази спільно знеособленого і заадресованного вагонопотоків;
- 4) маршрутизація за допомогою заадресовочной бази окремо знеособленого і заадресованного вагонопотоків з надходженням на базу складів окремо з знеособленим і заадресованим вантажем;
- 5) маршрутизація за допомогою заадресовочной бази окремо знеособленого і заадресованного вагонопотоків з надходженням на базу складів з усього вагонопотоків ..

Порівняння пропонується проводити за відносними наведеним річним витратам в рублях, але відношенню до 1 варіанту за пропонованою формулою.

Далі, з використанням даної методики, складені графіки зіставлення наведених витрат від обсягу навантаження лісових вантажів в районі при різних способах організації вагонопотоків. Ці графіки дозволили отримати сфери ефективності різних способів організації вагонопотоків лісових вантажів в залежності від наступних вихідних даних:

- 1) обсягу зародження лісових вантажів в районі;
- 2) відсотка маршрутизації з місць навантаження;
- 3) середньої кількості станцій, прохідних без переробки одним маршрутом з місць навантаження (по відношенню до технічної маршрутизації);
- 4) розміру знеособленого вагонопотоків, який можна передати для заадресовки на базу;
- 5) середньої кількості станцій, прохідного без переробки одним маршрутом, організованим заадресовочной базою (також по відношенні до технічної маршрутизації);
- 6) типів лісовантажних ділянок, класифікованих за способами організації місцевої роботи.

В роботі зроблено висновок, що для підвищення рівня маршрутизації лісових вантажів доцільніше піти не шляхом підвищення рівня маршрутизації з місць навантаження в районах з великим об'ємом зародження лісових вантажів (550 вагонів і більше на добу), а створення заадресованих баз на виходах з даних районів.

Створення заадресованих баз:

- полегшить роботу лісовантажних станцій і зменшить обсяг переробки на дільничних станціях. На дільничні станції покладатимуться функції з переробки вагонопотоків, наступного ближче заадресованої бази, що в повній мірі\* відповідає призначенню дільничних станцій - переробляти дільничний вагонопоток;
- дозволить перенести з лесопофузочних станцій основний обсяг сортувальної роботи на заадресовані бази, де переробка вагонопотоків буде поєднуватися з раціональною заадресовкою вагонів з знеособленим вантажем;
- дозволить скоротити обсяг переробки на мережі за рахунок того, що на заадресованих базах будуть організовуватися маршрути з максимальною дальністю їх переробки;
- дозволить залізницям найбільш оперативно управляти вагонопотоками.

## **2.5. Концентрація вагонопотоків 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 не вигідно.

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 ефективне 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 - це найбільш 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.

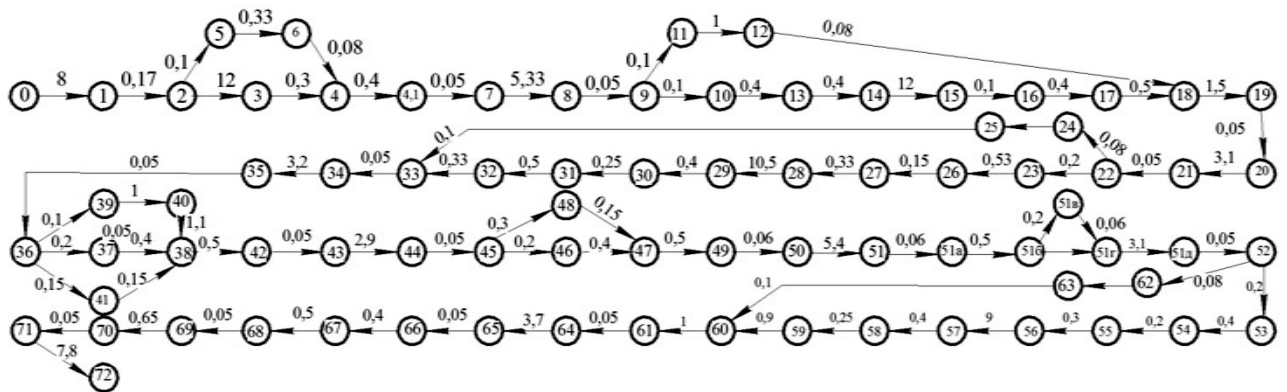


Рис.3.1. Мережевий графік технології доставки лісових вантажів

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 збірного поїзда або вивізного 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  $x$ , кривої розподілу  $f(x)$  і прямими  $x = \alpha$ ,  $x = \beta$ . 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  $C$ , 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  $Q_{mq}$  .:

$$Q'_{mq} = \left| \frac{Q_q}{\Pi_m} \right| \cdot Z_q,$$

де  $\Pi_m$  – 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 отправательская 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:

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

Аналітична формула обігу вагона:

$$\Theta_{\epsilon} = \frac{1}{24} \left[ \frac{L_{полн}}{v_{тех}} + \left( \frac{L_{полн}}{v_{уч}} - \frac{L_{полн}}{v_{тех}} \right) + \frac{L_{полн}}{L_{пер}} t_{пер} + \left( \frac{L_{полн}}{L_{тех}} - \frac{L_{полн}}{L_{пер}} \right) t_{mp} + k_{м} t_{зр} \right]$$

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;

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

$k_{м}$  - коефіцієнт місцевої роботи;

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

Економія капітальних вкладень у вагонний парк:

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

де  $C_{\text{ваг}}$  - середня ціна вагона для перевезення лісу.

Економія експлуатаційних витрат:

$$\Delta R_{\text{експл.}}^{\text{ваг}} = \sum n t_{\text{екон.}} \cdot e_{\text{Вч}}$$

де  $e_{\text{Вч}}$  - 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:

$$E = \Delta R_{\text{експл.}} + E_{н} \cdot \Delta R_{\text{кап}}$$

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.

## ВИСНОВКИ

Залізничний транспорт в Україні має важливе значення в життєзабезпеченні багатогалузевої економіки та реалізації соціально значущих послуг перевезення вантажів. На його частку припадає понад 75% вантажообігу, що виконується транспортом загального користування.

Українські залізниці знаходяться на етапі докорінного реформування. Необхідність цього впливає з потреб розвитку країни, адже залізничний транспорт сьогодні і в доступній для огляду перспективі є основою економіки України, а його успішна робота - найважливішим фактором відродження економіки нашої держави.

Для забезпечення маршрутного навантаження лісоматеріалів запропонована методика календарного планування навантаження, яка враховує специфіку цього роду вантажу. Впровадження цього заходу дозволить підвищити рівень маршрутизації перевезень лісу на експортні призначення до 15 - 18%, а в цілому по залізницях по лісовим вантажам - до 5% при існуючих 0,2% і до 12% на окремих залізницях.

Розвиток лісопромислового комплексу в даний час має позитивну динаміку. Спостерігається стійке зростання вантажопотоків лісу, велика частина якого прямує залізничним транспортом на експорт. Аналіз теорії і практики перевезення лісових вантажів показав необхідність вирішення методичних питань календарного планування і організації маршрутного навантаження лісу з урахуванням специфіки цієї продукції. В результаті виконаного дослідження розроблені технологія маршрутних перевезень лісових вантажів, що прямують на експортні призначення.

Методи, покладені в основу запропонованої технології перевезень лісових вантажів на залізниці, можливо використовувати на полігонах інших залізниць, а з урахуванням специфіки вантажів і за умови їх модифікації - і в технології перевезень інших масових вантажів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абрамов А.П., Галабурда В.Г., Иванова Е.А. Маркетинг па транспорте. - М.: Желдориздат, 2001. - 329 с.
2. Аветикян А.А. Повышение массы и длины поезда как фактор увеличения транзитности вагонопотока // Железнодорожный транспорт. 1981, №3. С.34 ... 35.
3. Айвазян С.А., Ешюков И.С., Мешалкин Л.Д. Исследование зависимостей: Справ, изд. - М.: Финансы и статистика, 1985.- 487 с.
4. Акулиничев В.М., Кудрявцев В.А., Корешков А.Н. Математические методы и эксплуатации железных дорог. - М.: Транспорт, 1981.- 223 с.
5. Александров М.А. Основные задачи развития маршрутных перевозок // Железнодорожный транспорт. 1984, № 7. С. 3 ... 5.
6. Александров М.А. Развивать маршрутные перевозки //Железнодорожный транспорт. 1988, № 10.С.
7. Андреев А.Т. Повышение эффективности маршрутизации // Железнодорожный транспорт. 1984, № 7. С. 27 ... 29.
8. Анненков А.В. Оптимизация перевозок нефтеналивных грузов на железнодорожном транспорте. - М.: ВИНТИ, 1999. - 154 с.
9. Балалаев А.С. Календарное планирование погрузки грузов / ВНТО железнодорожников и транспортнЕлх строителей. - М.: Транспорт, 1990. - 40 с.
10. БеленькийМ.Н., В.А. Дмитриев, А.И. Журавель и др. Экономика железнодорожного транспорта. - М.: Транспорт, 1985. - 438 с.
11. Белов И.В., Каплан А.Б. Математические методы в планировании на железнодорожном транспорте. М.: Транспорт, 1972. -247 с.
12. Березин А.В. Прогрессивный способ организации перевозок // Железнодорожный транспорт. 1984, № 7. С. 38.
13. Бернгард К.А. Техническая маршрутизация железнодорожных перевозок / Тр. ЦНИИ, вып. 119. - М.: Трансжелдориздат, 1956. - 244 с.

14. Бернгард К.Д., М.Л. Забелло, В.П. Шулько. Расчет плана формирования однопутных технических маршрутов / Тр. ЦНИИ, вып. 17. - М.: Трансжелдориздат, 1948. С 30 ... 31.
15. Болотова Т.Ю. Совершенствование экономических отношений при перевозке экспортных лесоматериалов по железной дороге: Автореф. дис. ... канд. экон. наук / МГУЛ. - М., 1999 г. - 24 с.
16. Боровик А.З. Перевозка маршрутами скоропортящихся грузов // Железнодорожный транспорт. 1984, № 7. С. 25 ... 27.
17. Боровик А.З. Маршрутизация перевозок // Железнодорожный транспорт. 1990, № 5. С. 24 ... 27.
18. Бородин А.Ф. Об управлении вагоном ото кам и с учетом их подхода // Вестник ВНИИЖТ. 1984, 7. С. 20 ... 24.
19. Бородин А.Ф. Совершенствование организации вагонопотоков на полигонах с двусторонними сортировочными станциями // Вестник ВНИИЖТ. 1990, № 2. С. 16 ... 18.
20. Бородин А.Ф. Управление вагонопотоками в современных условиях // Железнодорожный транспорт. 1996, № 5. С. 24 ... 29.
21. Бурдин Н.А., Кашуба В.В. Лесной комплекс в 1999 г. // Лесная промышленность. 2000, № 1. С. 2 ... 5.
22. Буянова В.К. Классификация показателей в системе организации вагонопотоков // Вестник ВНИИЖТ. 1988, № 2. С. 1...6.
23. Буянова В.К. Организация вагонопотоков: взаимосвязь показателей // Железнодорожный транспорт. 1988, № 5. С. 37 ... 39.
24. Буянова В.К., Бернгард К.А. Совершенствование маршрутизации перевозок // Вестник ВНИИЖТ. 1982, № 5. С. 8 ... 10.
25. Буянова В.К., Кондрахина И.В. Совершенствование системы организации внутридорожных вагонопотоков // Железнодорожный транспорт. 1993, № 6. С. 34 ... 35.
26. Буянова В.К., Кочанова Г\*.В. Организация вагонопотоков: опыт и

- задачи. // Железнодорожный транспорт. 1987, №7. С. 18 ... 20.
- 27.Буянова В.К., Титова Н.И., Бутина С.А. Влияние маршрутизации перевозок грузов на показатели плана формирования поездов *Ж* Вестник ВНИИЖТ. 1984, № 1. С. 1...4.
- 28.Буянова В.К., Шутова Н.И., Титова П.И. Автоматизация расчета показателей плана формирования поездов // Вестник ВНИИЖТ. 1993, №6. С. 15 ... 16.
- 29.Васильев В.И. Оперативное распределение порожних маршрутов // Вестник ВНИИЖТ. 1992, № 4. С Л 4.
- 30.Васильев И.И., П.Я. Гордеенко. Организация движения на железнодорожном транспорте. Том I. . - М.: Трансжелдориздат, 1948. С
31. Галабурда В.Г. Маркетинг на транспорте. - М.: МИИТ, 1992,- 133 с.
- 32.Гиряев М.Д. О мерах повышения экономической эффективности лесопользования // Лесное хозяйство. 2000, №2. С.2.
- 33.Гоманков Ф.С. Что сдерживает маршрутизацию// Железнодорожный транспорт. 1991, Л«4. С. 15.
- 34.ГОСТ 18486-87. Лесоводство. Термины и определения / Госстандарт СССР.- М., 1986.-26 с.
- 35.Григорюк В.Ф. Равномерность и маршрутизация перевозок // Железнодорожный транспорт. 1991, № 2. С. 14.
- 36.Дежин А.А. Расчет плана формирования поездов // Железнодорожный транспорт. 1987, № 12. С. 17...21.
- 37.Дружинин Н.К. Логика оценки статистических гипотез. — М.: Статистика, 1973. - 212 с.
- 38.Дружинин Н.К. Основные математико-статистические методы в экономических исследованиях. - М.: Статистика, 1967. - 248 с.
- 39.Дувалян С.В., Гарслян А.В. Расчет плана формирования однопутных поездов при переменных нормативах и ограничениях размеров переработки вагонов на станциях // Вестник ВНИИЖТ. 1988, №6. С. 8.
40. Дульнев А.Б. Техническая ступенчатая маршрутизация перевозок: Дис.... канд. техн. наук\* / МНИТ. - М., 1952 г. - 189 с.

- 41.Егнус Е.Л. Организация работ при вывозке леса по железной дороге широкой колеи: Дис. ... канд. техн. наук / МИИТ. - М., 1951 г. — 289 с.
- 42.Ефимова Е.Н. Краткосрочное прогнозирование перевозок грузов железнодорожным транспортом на основе маркетинговых исследований / ВНИИЖТ. М.: 1996. - 24 с.
- 43.Забелло МЛ. Принципы составления перспективного плана маршрутизации перевозок с мест погрузки. / Техника железных дорог, 1947. №6. С. 18.
- 44.Забелло МЛ. Эффективность весовых норм и ее эффективность. / Тр. ЦНИИ, вып. 16. - М.: Трансжелдориздат, 1944. С. 36 ... 46.
- 45.Захаров А.Г. Совершенствование планирования и анализа грузовых перевозок на железнодорожном транспорте. - М.: Транспорт, 1990. - 239с.
- 46.Зятыков Д.И. Ускоряем продвижение транзитного вагонопотока // Железнодорожный транспорт. 1984, №8.С. 18 ... 20.
- 47.Иванов Л.П. Разработка отчетной информации для расчетов грузопотоков и вагонопотоков // Вестник ВНИИЖТ. 1982, № 5, С. 5...9.
- 48.Иловайский Н.Д., Король В.А. Маркетинг в перевозках грузов / ВНИИЖТ. - М.: Транспорт, 1995. - 248 с.
- 49.Инструктивные указания по организации вагонопотоков на железных дорогах СССР. - М.: Транспорт, 1984.-256 с.
- 50.Кайро Л.П. Исследование целесообразности создания заадресовочных баз для совершенствования организации вагонопотоков лесных грузов: Дис. ... канд. техн. наук / ВНИИЖТ. - М., 1965. - 199 с.
- 51.Калитеевский Р.Е. Концепция лесопиления при переходе РФ к устойчивому развитию//Лесной журнал. 2000, №1. С.88.
- 52.Канарская Л.А. Исследование сравнительной эффективности перелома веса поезда: Дис. ... канд. техн. наук / ВНИИЖТ. - М., 1973 г. - 156 с.
- 53.Каретников Л.Д., Воробьев Н.А. Совершенствование графика движения поездов и улучшение использования пропускной способности железнодорожных линии / Труды ВНИИЖТ, 1960. Выпуск 203. - 222 с.
- 54.Квицинский А.С., Семенов В.М. Усилить контроль за продвижением

- отправительских маршрутов // Железнодорожный транспорт. 1982, №. С.
55. Кильдшнеф Г.С., Френкель А.А. Анализ временных рядов и прогнозирование. - М.: Статистика, 1973. - 104 с.
56. Кочанова Г.В., Мандриков М.Е. Новые принципы направления вагонопотоков // Железнодорожный транспорт. 1993, Л" 7. С. 19 ...21.
57. Кочановский С.Б., Мещерякова Е.В., Селицкая Е.Н. Лесной комплекс Беларуси: концепция развития определена // Лесная промышленность. 2000, №1. С.24.
58. Кудрявцев В.А. Многодневный прогноз вагонопотоков и задача оптимального управления погрузочными ресурсами на сети железных дорог // Вестник ВНИИЖТ. 1982, №2. С. 1...5.
59. Кутыркин А.В. Алгоритм оперативной корректировки плана формирования поездов // Вестник ВНИИЖТ. 1983, № 8. С. 1 ...6.
60. Кутыркин А.В., Васильев В.И. Расчет оптимального плана формирования однопутных поездов методом ветвей и границ // Вестник ВНИИЖТ. 1980, № 7. С. 17.
61. Куценко Н.Н., Бородин А.Ф. Новое в организации вагонопотоков // Железнодорожный транспорт. 1997, № 1. С. 15 ... 17.
62. Левин Д.Ю., Красовская И.А., Ибрагимов Н.Н. Технология ускоренной перевозки плодоовощных грузов // Вестник ВНИИЖТ. 1992. №6. С. 17 ... 23.
63. Левин Д.Ю., Шейкин В.П. Маршрутизация порожних вагонопотоков с учетом работы сортировочных горок при низких температурах воздуха // Вестник ВНИИЖТ. 1987, №4. С. 19.
64. Леонтьев А.П. Продовольственные грузы - маршрутами // Железнодорожный транспорт. 1984, №7. С. 22 24.
65. Лесное хозяйство о РФ: статистический сборник\* / Госкомстат РФ. - М., 1993. - 35 с.
66. Методические рекомендации по определению экономической эффективности мероприятий научно-технического прогресса на железнодорожном транспорте / ВНИИЖТ МПС. - М.: Транспорт, 1991. 239 с.



67. Мильман Ю.Г. Организация вагонопотоков для параллельного роспуска составов на двусторонних сортировочных станциях // Вестник ВНИИЖТ. 1982, № 4. С. 6...10.
68. Мирхамидов Л.И. Технология ускоренной перевозки плодоовощных грузов / Дис. на соискание уч. степ. канд. техн. наук. -М., 1990. - 206 с.
69. Мифтахов Р.М. Способ ускорения перевозок // Железнодорожный транспорт. 1984, №7. С. 32 ... 33.
70. Нестеров А.П. К вопросу о плане формирования поездов / Железнодорожный транспорт. 1953. №3. С. 65 ... 72.
71. Окипний Л.Д., Покавкин В.А. Эффективность оперативной организации вагонопотоков // Железнодорожный транспорт. 1985, №11. С. 44.
72. Омслянович Н.Н. Маршрутные перевозки лесных грузов // Железнодорожный транспорт. 1984, № 7. С. 54.
73. Осипов А.П. Расчет вагонопотоков при распределении сортировочной работы в железнодорожных узлах // Вестник ВНИИЖТ. 1992, № 4. С. 9.
74. Осипов В.Т. Резервы маршрутизации использовать полностью // Железнодорожный транспорт. 1984, № 7. С. 29 ... 30.
75. Осьмилин А.Т. Рациональная организация вагонопотоков на основе методов многокритериальной оптимизации: Автореф. дис. ... докт. техн. наук / СамИИТ. - Самара, 2000 г. - 48 с.
76. Перцов Д.Л. Методы концентрации грузопотоков и организации маршрутных перевозок лесных грузов: Дис. ... канд. техн. наук / ВНИИЖТ. - М., 1990. - 169 с.
77. Перцов Д.Л. Маршрутизация лесных грузов // Вестник ВНИИЖТ. 1986, № 11. С. 11.
78. Пилипченко П.А. Объединенное планирование отгрузки рудно-угольных маршрутов // Вестник ВНИИЖТ. 1982, № 32. С. 16.
79. Повороженко В.В., Орлова И.А. Повышение производительности грузового вагона. - М.: Транспорт, 1979. - 215 с.
80. Позамантир Э.И. Учет неравномерности перевозок грузов при

- планировании транспорта. М.: Транспорт, 1974. — 168 с.
81. Путкисто К. Лесное хозяйство, механизация лесопосадочных и лесосечных работ и доставке леса потребителю в Финляндии. //Pulp & Papier magazin of Canada. 1976, v.77, №4, p.70-71, 73-80, 82. Англ.
  82. Разумов И.М., Белова Л.Д., Ипатов М.И., Проскуряков А.В. Сетевые графики в планировании. - М.: Высшая школа, 1975. - 215 с.
  83. Россия в цифрах / Госкомстат РФ. - М., 1999. - 225 с.
  84. Селицкая Е.Н. Лесопромышленный комплекс стран СНГ: через тернии к рынку// Лесная промышленность. 2000, № 4. С.31.
  85. Сметанин А.И. Организации вагонопотоков- интенсивную технологию // Железнодорожный транспорт. 1985, №11. С. 38 ... 41.
  86. Сметанин А.И. Повышение транзитное™ вагонопотоков - задача комплексная (проблемы, идеи, мнения) //Железнодорожный транспорт. 1981, №1. С. 47.
  87. Сметанин А.И., Левин Д.Ю. Маршрутизация порожних вагонопотоков // Железнодорожный транспорт.1980, №7. С\* 14 ... 15.
  88. Смехон А.А. Основы транспортной логистики. - М.: Транспорт, 1995.— 197 с.
  89. Смехов А.А., Малов А.Д. и др. Грузоведение, сохранность и крепление грузов. - М.: Транспорт, 1993. — 207 с
  - 90.Смолин А.И. Повышение эффективности использования вагонов при перевозке лесных грузов (на примере Северной ж.д.): Дис. ... канд. техн. наук / ВНИИЖТ. - М., 1974. - 157 с.
  - 91.Соболь В.К. Исследование и методика составления единых комплексных технологических процессов лесопогрузочных железнодорожных участков: Дис. ... канд. техн. наук / ЛИИЖТ. — Л., 1971,- 155 с.
  - 92.Сологуб У.К., Фокеев Л.Б. Совершенствование переработки местных вагонопотоков//Железнодорожный транспорт. 1995, №9. С. 32 ... 36.
  - 93.Сотников Е.А., Кондрахина Н.В. Оценка предположений по корректировке плана формирования // Вестник ВНИИЖТ. 1981, № 1. С. 1...4.

94. Сотников Е.А., Кочапова Г.В. Направление следования вагонов: расчеты выполняет ЭВМ (НТР на транспорте) // Железнодорожный транспорт. 1988, 12. С. 6...9.
95. Сотников Е.А., Кутыркин А.В. Методика расчета организации вагонопотоков // Железнодорожный транспорт. 1982, № 4.С.
96. Сотников И.Б., Биленко Г.М. Оптимизация нормативов плана формирования //Железнодорожный транспорт. 1989, № 11. С. 22 ... 24.
97. Тацгон М.В. Основные ориентиры развития ЛПК в 2000 г. // Лесная промышленность. 2000, №2. С.2.
98. Тишкин Е.М., Николашин В.М\* Оптимизация перевозок в логистических системах //Железнодорожный транспорт. 2003, JSf« 4. С. 31 .
99. Трихунков М.Ф. Транспортное производство в условиях рынка. - М.: Транспорт, 1993.-256 с.
100. Тулупов Л.П. Расчет плана формирования поездов с помощью вспомогательных таблиц. В сб.: Вопросы эксплуатации железных дорог /Тр. МИ ИТ, вып. 79.-М.: Трансжелдориздат, 1953. С. 150 ... 151.
101. Тур В.К. Технологические аспекты решения задач оперативной корректировки направлений следования вагонопотоков // Вестник ВНИИЖТ. 1989, № 2. С. 17102. Уайт У.Б. (White W.B.). Перевозка балансовой древесины и щепы по железным дорогам. //Pulp & Papier magazin of Canada. 1971, v.71, №11p.1
102. Угрюмов А.К. Неравномерность движения поездов. М.: Транспорт, 1968.- 112 с.
103. Фельдман Э.Д. Унификация весовых норм и ее эффективность. / Тр. ЦНИИ, вып. 186. - М.: Трансжелдориздат, 1960. - 181 с.
104. Хохлов И.Ф., Катаев В.П., Петров Ю.Д., Химушкина Е.А. Экономика эксплуатационной работы в примерах и задачах. - М.: Транспорт, 1983. - 135 с.
105. Четыркин Е.М. Статистические методы прогнозирования. - М.: Статистика, 1975. - 184 с.

106. Шапкин И.П. Организация перевозок в условиях жесткого графика // Железнодорожный транспорт. 2003, № 4. С. 43 ... 46.
107. Шаров В.А. Маркетинг как фактор совершенствования перевозочного процесса // Вестник ВНИИЖТ. 1992, №4. С. 31 ...36.
108. Шарон В.А. Технологическое обеспечение перевозок грузов железнодорожным транспортом в условиях рыночной экономики / Тр. ВНИИЖТ. - М.: Интекст, 2001. - 198 с.
109. Швиденко А.З., Страхов В.В. К оценке продуктивности лесов России // Лесное хозяйство. 2000, №1. С.5.
110. Шубко В.Г., Папахов АЛО. Информационное обеспечение и методика расчета внутридорожного плана формирования одногруппных сквозных поездов // Вестник ВНИИЖТ. 1992, №2. С. 14... 15
111. Щелоков А.И., Шапкин И.Н. Экономические методы управления организацией вагонопотоков // Железнодорожный транспорт. 1992, № 7. С.29.
112. Neuer DB Cargo-Spezialwagon erfolgreich gclcstet //Frachtdienst.- 1999. 54, №1. С
113. Тацгон М.В. Основные ориентиры развития ЛПК в 2000 г. // Лесная промышленность. 2000, №2. С.2.