



НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УРАЇНИ

Факультет (ННІ) Механіко-технологічний

УДК 656.073.7

ПОГОДЖЕНО

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Декан факультету (Директор ННІ)

Завідувач кафедри

Механіко-технологічного

Транспортних технологій та засобів в

АПК

(назва факультету (ННІ))

(назва кафедри)

Братішко В.В

Савченко Л.А.

(підпис)

(ПІБ)

(підпис)

(ПІБ)

“ ” 2024 р.

“ ” 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему Удосконалення транспортно-технологічної схеми та митного контролю при перевезенні пиломатеріалів у міжнародному сполученні

Спеціальність 275 «Транспортні технології (за видами)»

(код і назва)

Освітня програма Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Керівник магістерської роботи

д.т.н., професор

Прокудін Г.С.

Виконав

Радіонов О.М.

КИЇВ – 2024



**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет (ННІ) \_\_\_\_\_

Механіко-технологічний

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри** Транспортних технологій  
та засобів в АПК

к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ Савченко Л.А.  
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)

**ЗАВДАННЯ**

**ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ**

Радіонова Олександра Миколайовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 275 «Транспортні технології (за видами)»

(код і назва)

Освітня програма Транспортні технології (на автомобільному транспорті

(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської роботи Удосконалення транспортно-технологічної схеми та митного контролю при перевезенні пиломатеріалів у міжнародному сполученні

затверджена наказом ректора НУБіП України від “8” січня 2024 р. № 24 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 30 жовтня 2024 р.

(число, місяць, рік)

Вихідні дані до магістерської роботи

1. Показники діяльності ФОП “МАТІЙЧУК Д.О.”. Вимоги до перевезення пиломатеріалів. Норми часу на виконання логістичних операцій.

2. Аналіз вантажних перевезень в міжнародних умовах.

3. Методика визначення економічної ефективності.

4. Статті, збірників наукових праць та журналів, довідники, посібники та інтернет-ресурси за обраною темою.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Аналіз сучасного стану та тенденції розвитку галузі міжнародних вантажних перевезень.

2. Характеристика процесу перевезення пиломатеріалів (на прикладі ФОП “МАТІЙЧУК Д.О.”).

3. Удосконалення процесу перевезень пиломатеріалів у міжнародному сполученні.

4. Ефективність науково-дослідних рішень.

Дата видачі завдання «01» вересня 2024 р.

Керівник магістерської роботи \_\_\_\_\_

(підпис)

Прокудін Г.С.

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_

(підпис)

Радіонов О.М.

(прізвище та ініціали студента)

## РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота на тему «Удосконалення транспортно-технологічної схеми та митного контролю при перевезенні пиломатеріалів у міжнародному сполученні» складається із вступу, чотирьох розділів та висновків, викладених на 93 сторінках, містить 19 рисунків, 16 таблиць, 70 формул та перелік посилань з 44 джерел.

Метою магістерської роботи є підвищення ефективності транспортних процесів автомобільних вантажних перевезень та збільшити їх прибутковість за рахунок застосування нових схем завантаження автомобілів і керування вантажопотоками.

Об'єктом дослідження магістерської роботи є процес перевезення лісових вантажів у пакетах з врахуванням митного та фітоконтролю.

Предмет дослідження – залежність показників ефективності процесу доставки від структури вантажопотоків в пакетах різних розмірів до і після операції їх завантаження.

Гіпотеза магістерської роботи: ефективність транспортної схеми доставки вантажів у пакетах залежить не тільки від розміру вантажопотоку, який потрібно обслужити, але й від властивостей транспортних пакетів та їх оптимального завантаження.

Для досягнення мети було вирішені такі основні задачі:

1. Характеристика та аналіз діяльності підприємства.
2. Дослідити властивості вантажопотоків.
3. Дослідити фактори, які найбільше впливають на продуктивність та собівартість перевезення пиломатеріалів та провести технічний аналіз їх пакетних перевезень.
4. Провести розрахунки допустимого завантаження транспортного засобу пакетами з деревиною.
5. Розробити транспортно-технологічну схему перевезень з врахуванням митного, фітосанітарного контролю та оптимізацією маршруту.

6. Обчислити показники економічної доцільності перевезень.

Магістерська робота складеться з вступу, 4 розділів, а саме: перший розділ – аналіз сучасного стану та тенденції розвитку галузі міжнародних пасажирських перевезень; другий розділ – характеристика процесу перевезення пиломатеріалів (на прикладі ФОП “МАТІЙЧУК Д.О.”); третій розділ – удосконалення процесу перевезень пиломатеріалів у міжнародному сполученні; четвертий розділ – ефективність науково-дослідницьких рішень, висновків.

Ключові слова: ВАНТАЖНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, ПИЛОМАТЕРІАЛИ, ТРАНСПОРТНІ ПАКЕТИ, МАРШРУТ, ЗАВАНТАЖЕННЯ АВТОМОБІЛЯ, ОПТИМІЗАЦІЯ.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	7
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТА ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ГАЛУЗІ МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ .....	8
1.1 Дослідження особливостей організації міжнародних вантажних перевезень .....	8
1.2 Формулювання та методи розв’язку задач маршрутизації.....	15
1.3. Характеристика лісових вантажів .....	17
1.4 Аналіз проблеми пропускної здатності доріг .....	21
1.5 Висновки до розділу 1 .....	25
РОЗДІЛ 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПИЛОМАТЕРІАЛІВ (НА ПРИКЛАДІ ФОП “МАТІЙЧУК”) .....	27
2.1 Аналіз діяльності підприємства – місця проходження переддипломної практики .....	27
2.2 Аналіз транспортних послуг .....	30
2.3 Показники використання автотранспорту підприємства .....	34
2.4 Визначення характеристик вантажопотоків.....	35
2.5 Аналіз чинного маршруту.....	40
2.6 Дослідження продуктивності АТЗ та собівартості перевезень.....	39
2.7 Технічний аналіз транспортної схеми пакетних перевезень .....	45
2.8 Умови створення нової транспортно-технологічної схеми.....	47
2.9 Висновки до розділу 2 .....	49
РОЗДІЛ 3 УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПИЛОМАТЕРІАЛІВ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ .....	51
3.1 Загальний підхід до вирішення проблеми недовантаженості автопоїздів підприємства.....	51
3.2 Аналіз вантажомісткості автомобілів .....	53
3.3 Розрахунок навантаження на вісь .....	57
3.4 Вибір типу і кількості рухомого складу .....	69
3.5. Розрахунок технологічної схеми навантаження .....	72

	6
3.6 Маршрутизація перевезень .....	75
3.7 Удосконалення митного і фітосанітарного контролю деревини .....	78
3.8 Висновки до розділу 3 .....	80
РОЗДІЛ 4 ЕФЕКТИВНІСТЬ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИХ РІШЕНЬ ..	81
4.1. Розрахунок витрат на здійснення перевезень .....	81
4.2 Фінансові результати .....	84
4.3 Висновки до розділу 4 .....	85
ВИСНОВКИ.....	87
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	89

## ВСТУП

У більшості країн світу навантаження та габарити дорожніх автотранспортних засобів регламентовані національними стандартами і дорожнім законодавством. Фахівці у галузі дорожнього господарства й автомобільного транспорту, які спільно розробляють ці вимоги для своїх країн, відчують постійні труднощі під час їх узгодження. Прагнення підвищити вантажність автотранспортних засобів призводить до збільшення навантаження на вісь, внаслідок чого зростають витрати на будівництво та ремонт доріг. При цьому вартість будівництва нового дорожнього одягу (яка складає біля 50 – 60 % вартості будівництва дороги) приблизно пропорційна розрахунковому навантаженню на вісь, а вартість ремонту існуючого дорожнього одягу – розрахунковому осьовому навантаженню, піднесеному до 4-го ступеню. Іншими словами, збільшенню максимально допустимого навантаження на вісь повинно передувати зміцнення дорожнього одягу.

У зв'язку з цим необхідний комплексний контроль за перевезеннями, заснований на широкому використанні сучасних електронних, комунікаційних, інформаційних технологій. Таким чином, актуальним є розроблення даної магістерської кваліфікаційної роботи на прикладі ФОП “Матійчук Д.О.” при перевезенні пиломатеріалів у міжнародному сполученні.

Метою цієї роботи було розробити таку схему завантаження вантажних автопоїздів, які прибувають до заданого вантажного терміналу, яка б давала змогу досягнути максимуму вантажомісткості кожного з них, при дотриманні допустимих навантажень на осі. Передбачалося, що параметри вантажних одиниць мають відповідати стандартам, але вага пакетів є величиною змінною.

Виходячи з вимог витрат часу і використання транспортних засобів, тема цієї роботи буде актуальною для перевізників, зокрема для підприємства ФОП “Матійчук Д.О.”.

## РОЗДІЛ 1

### АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТА ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ГАЛУЗІ МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

#### 1.1 Дослідження особливостей організації міжнародних вантажних перевезень

Обсяги вантажних перевезень за останні вісім років зросли в Україні, за даними автомобільних дорожніх служб, майже вдсятеро. Фактична завантаженість транспортних вузлів також наближається до максимальної. Усе це призводить до затримок доставки вантажів, зростання вартості перевезень, у тому числі – за рахунок простоїв транспортних засобів, їх роботи в нераціональних режимах. Очевидно, що часове впорядкування наявних ресурсів мало б вирішити ці проблеми. Для цього потрібно виробити його методологію, яка б підпорядковувалась визначеному критерію.

Мінімальні витрати часу доставки донедавна використовували як основний критерій, оскільки вони відображають технологічний бік питання – характеризують продуктивність автотранспортних засобів. Проте, неузгодженість різних ланок логістичних ланцюгів вносить до цього показника досить широкі межі варіації. Так, якщо в транспортно-технологічній схемі (ТТС) є „вузьке місце”, яке, до того ж, може виявитися вузловим, то інші високопродуктивні ланки логістичного ланцюга будуть значно недовикористовуватись.

Збільшення пропускної здатності окремих доріг, місткості складів, кількості постів навантаження і розвантаження не обов’язково призведе до розв’язання „вузьких місць” транспортної системи і збільшення її пропускної спроможності в цілому. Адже тут потрібно враховувати, які ТТС у цій системі діють, зокрема, як взаємодіють автомобілі та інші допоміжні засоби.

Розвиток автомобільних транспортних систем – це їх пристосування до умов матеріального виробництва і споживання, які утворюють дискретні матеріальні потоки. Операції з перетворень вантажопотоків і автомобілепотоків у цих системах можуть відбуватися у фіксовані інтервали часу. Логістичні ланцюги таких операцій є, переважно, взаємопов'язаними. Різна за величиною тривалість операцій та їх випадковий характер зумовлюють наявність непродуктивних станів елементів транспортної системи. Отже, існують такі послідовності операцій, при яких сумарна кількість таких небажаних станів буде мінімальною. У цьому випадку мова йде про певну впорядкованість транспортної системи в цілому. Застосування відповідної методики дасть змогу знайти граничні стани транспортної системи, при яких задіяні в ній транспортні засоби використовуються максимально ефективно. При цьому більшість операцій граничного стану виконуються „саме вчасно” – без затримок.

Основою планування перевезень є розклади й графіки перевезень, складені на основі систематизації укладених договорів, поданих заявок, вивченні вантажопотоків. Розклади й графіки повинні забезпечити:

- задоволення потреб найбільшої кількості замовників перевезень;
- максимальне використання місткості транспортних засобів за встановленими нормами;
- мінімізацію витрат часу на перевезення;
- регулярність перевезень;
- ефективність використання транспортних засобів;
- взаємозв'язок з графіками й розкладами інших видів транспортних засобів;
- мінімізацію пробігів транспортних засобів без вантажу.

Від узгодження робіт, виконуваних на об'єктах заводу-вивозу вантажів, у значній мірі залежить ефективність транспортного процесу.

Організація руху автомобілів на маршруті також в значній мірі залежить від роботи навантажувально-розвантажувальних пунктів,

пропускна здатність яких повинна бути достатньою для безперебійного обслуговування автомобілів, що працюють на маршруті. Умовою безперебійної та синхронної роботи пункту навантаження-розвантаження й автомобілів, є рівність ритму роботи пункту й інтервалу руху автомобілів. Ритм роботи – період часу між відправленнями двох завантажених автомобілів, що послідовно йдуть з пункту. Його визначають в такий спосіб:

$$, \text{ год.}, \quad (1.1)$$

де  $t_n$  – час навантаження, хв.;

$X_n$  – кількість постів навантаження, од.

Час оберту за кожним маршрутом можливо визначити за наступною залежністю:

$$, \quad (1.2)$$

де  $l_v$  – довжина їздки з вантажем, км.;

$V_t$  – технічна швидкість, км/год.;

$z$  – кількість навантажень-розвантажень, од.;

$\beta$  - коефіцієнт використання пробігу;

$t_{np}$  – час навантаження-розвантаження автомобіля, хв.

Найпростіше завдання, в якому пункт навантаження є „вузьким місцем”, формується дослідниками в такий спосіб. Період планування наводиться у вигляді послідовності моментів часу, що проходять через такт  $\tau$ . У кожний момент часу під навантаження може встати один автомобіль. Вважається, що з цього моменту для нього починається черговий рейс. Надалі всі часові інтервали, зокрема час виконання рейсів, буде вимірятися в числі тактів.

При наявності декількох маршрутів час рейсів приймають різним за значенням, і завдання істотно ускладнюється. З одного боку, немає ніяких гарантій, що оптимальний графік існує для будь-якої сукупності транспортних циклів, а з іншого – виникають ситуації, коли його можна побудувати з різним числом автомобілів. Таким чином, поняття оптимального розкладу не завжди відповідає використанню мінімального числа автомобілів. Тому доцільно будувати безперервний, найбільш щільніший розклад.

Вважають, що абсолютне виключення простоїв АТЗ практично неможливе, тому за один такт приймають такий інтервал часу, в межах якого простої вважаються несуттєвими. Далі визначають інші параметри завдання: число тактів безперервної роботи, середня інтенсивність навантаження за один такт, середня тривалість одного агрегованого рейсу. При цьому в один агрегований рейс включають такі заявки, час доставки яких є приблизно однаковий, а загальний обсяг вантажу відповідає інтенсивності одного такту. Все це можна робити за умови, що загальний обсяг вивозу вантажу відповідає пропускній здатності пункту навантаження.

Для складання графіку руху необхідно скоригувати час оберту на маршрутах, щоб він був кратним часу навантаження. Після цього визначається необхідна кількість автомобілів, що забезпечать безперебійну роботу поста навантаження за залежністю:

$$, \quad (1.3)$$

де  $m$  – кількість маршрутів, од.;

$n_{об.i}$  – кількість обертів на  $i$ -му маршруті, од.;

$T_m$  – час роботи водія на маршруті, год.

Кількість постів навантаження визначають за залежністю:

(1.4)

де  $N_n$  – загальна кількість навантажень для вивезення добового обсягу, од.;

$T_p$  – час роботи пункту навантаження, год.

Графіки руху будують у відповідності до схем маршруту в системі координат на сітці, де на осі абсцис у прийнятому масштабі відкладають час доби, а на осі ординат - відстань перевезення між пунктами (рис. 1.1). Як приклад виконання даного завдання можна розглядати планування маятникових маршрутів у ситуації, коли пропускна здатність пункту навантаження істотно обмежена. Дану методику наведено в роботі.

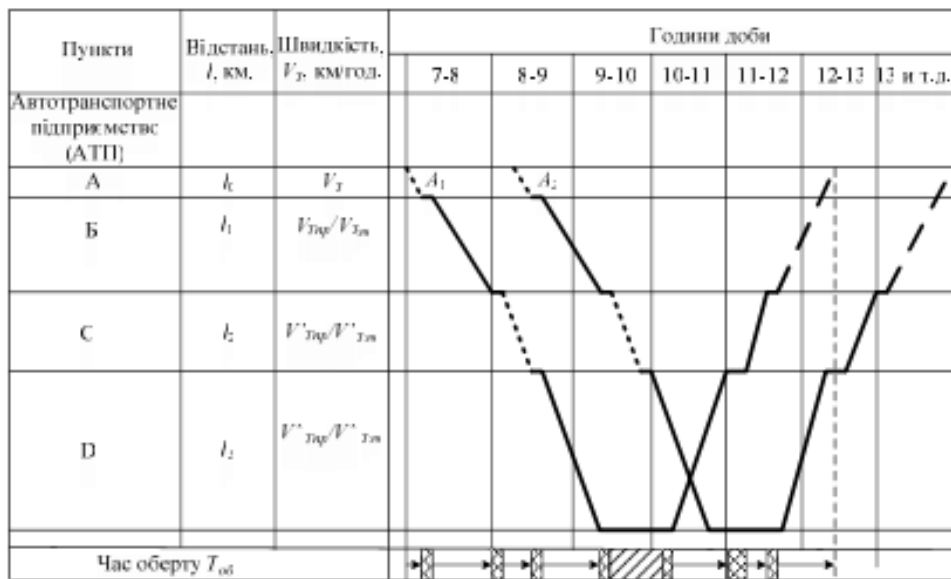


Рисунок 1.1 – Приклад графіків руху АТЗ

Як приклад можна розглянути сукупність з восьми однакових заявок з часом оборту, що дорівнює чотирьом тактам. Ситуацію недостатньої і надлишкової кількості автомобілів показані на рис. 1.2. Горизонтальні лінії на схемах відповідають автомобілям, вертикальні – моментам часу.

Перебування автомобілів у рейсах зображено стрілками. У першому випадку два автомобіля працюють без простоїв, але в моменти часу 3; 4; 7; 8; 11; 12 простоює навантажувальний механізм. Робота пункту навантаження розтягується на 14 тактів. У другому випадку працюють п'ять автомобілів. Пункт навантаження працює безупинно й виконує всі відправлення за вісім тактів. Кожний з перших трьох автомобілів має простій в один такт перед другою поїзdkою.

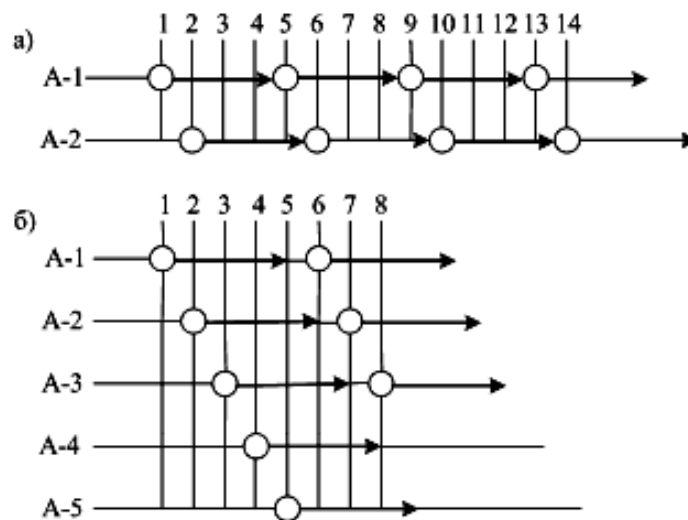


Рисунок –1.2 Графіки роботи при недостатній (а) і надлишковій кількості (б) автомобілів

Очевидно, що графіки, зображені на рис. 1.2, незадовільні. Надалі будуть розглядатися тільки безперервні графіки, в яких і навантажувальний механізм, і кожен автомобіль протягом зміни працюють безупинно. Будуть розглядатися тільки ті графіки, в яких відразу випускаються всі автомобілі. Тоді треба буде враховувати лише вільний час до кінця зміни. Якщо автомобіль закінчує останню їзdkу раніше  $n$ -го такту, то він виявляється незабезпеченим роботою. Відповідно інтервал який залишився, можна інтерпретувати як очікування кінця зміни. На рис. 1.3 наведено варіант безперервного графіка для п'яти автомобілів. Міжрейсові простої в ньому відсутні.

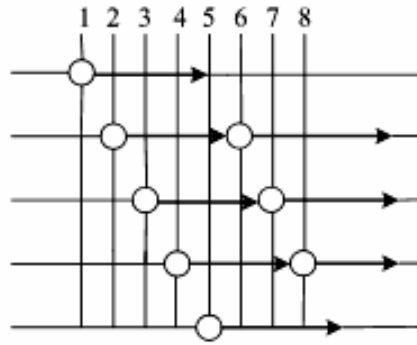


Рисунок – 1.3 Оптимальний графік

Таким чином, поняття оптимального графіка не завжди відповідає використанню мінімального числа автомобілів. У зв'язку з цим замість побудови оптимального графіка доцільно вирішувати дещо інше завдання, а саме – будувати безперервний графік з найменшим числом автомобілів. Таке завдання – більш перспективне ще й тому, що завжди існують безперервні графіки й не завжди оптимальні. Точне виконання завдання з найменшим числом автомобілів, що забезпечує безперервний графік, вимагає перебору дуже великої кількості варіантів, тому для його виконання використовують наближений метод.

Питання вдосконалення організації дрібногуртових перевезень розглянуто в роботах таких науковців: Д.Д. Бауерсокса, Д.Д. Клосса, А.В. Вельможина, Л.Б. Міротіна, Є.В. Сарафанової, М.Є. Майбороди та ін. Дані опитування серед працівників АТП Північно-східного регіону України, основна мета якого – з'ясувати схему роботи автомобіля на маршруті (табл. 1.1), довели збільшення частки дрібнопартійних вантажів.

Таблиця 1.1 – Експертні характеристики схем роботи автомобілів

Схема роботи автомобіля на маршруті	Кількість рейсів, %
Одне місце навантаження, одне місце розвантаження	31
Одне місце навантаження, декілька місць розвантаження	54
Декілька місць навантаження, одне місце розвантаження	12
Декілька місць навантаження і розвантаження	3

## 1.2 Формулювання та методи розв'язку задач маршрутизації

Задача маршрутизації відома в двох постановках: як «задача комівояжера» – коли для об'їзду всіх пунктів повинен бути побудований тільки один маршрут руху вантажного автомобіля, або як «задача розвезення» – коли будується декілька розвізних маршрутів, замкнутих у єдиного відправника. Друга постановка задачі – «задача розвезення» – має велику практичну цінність, оскільки більше відповідає реальним умовам планування перевезень дрібних партій вантажів. Проблема знаходження оптимальних маршрутів перевезень вантажів охоплює два взаємозв'язані питання – комплектацію маршрутів (набір пунктів транспортної мережі) і визначення порядку їх об'їзду, при умові мінімального пробігу і оптимального завантаження автомобіля. Для вирішення задачі маршрутизації перевезень партій вантажів розроблений набір методів, які можна згрупувати наступним чином:

- динамічне програмування;
- цілочисельне лінійне програмування;
- метод «гілок і меж» (алгоритм Літтла);
- методи випадкового пошуку та наступної локальної оптимізації;
- евристичні методи;
- метаевристичні методи.

Застосування методів перших трьох груп забезпечує знаходження рішення задачі, відповідного об'єктивному оптимуму цільової функції (звичайно це – мінімум пробігу). Їх називають точними методами. Методи останніх трьох груп дають зі всіх допустимих рішень достатньо добрі, але не обов'язково кращі рішення. Тому їх називають методами отримання наближених рішень. Найбільше розповсюдження, зважаючи на свою економічність, отримали евристичні методи.

Поява методів випадкового пошуку пояснюється існуванням нестабільності попиту клієнтів і різною періодичністю завезення вантажу клієнтам. У таких випадках, на підставі заявок клієнтів, може проводитися або мікрорайонування клієнтів, або виділення типових ситуацій, тобто знаходження первинного рішення, не обов'язково навіть допустимого. Використовуючи локальну оптимізацію, здійснюється спроба покращити дане рішення. Правила перетворення частіш за все прості. Відомим методом локальної оптимізації є метод інверсій. Найбільш поширеними методами рішення «задачі розвезення» є евристичні методи, які можна розділити на три групи. До першої відносять методи, що моделюють дію досвідченого диспетчера; до другої – що реалізують евристику – формалізоване суб'єктивне поняття про «кращий» маршрут; до третьої – мають в основі точні методи рішення, але обчислення спрощуються і укорочуються ціною відмови від гарантії знайти точне рішення. У метаевристичних методах акцент ставиться на ретельне вивчення найбільш перспективних складових у процесі рішення. До них належать генетичні алгоритми, алгоритми мурашиної колонії, алгоритм поведінки „натовпу”. Останні три методи маршрутизації використовуються на практиці сьогодні, але для компаній з великими обсягами перевезень дрібних партій є малоефективними, так як не враховують всю сукупність критеріїв оптимізації, а це, в свою чергу, призводить до значного збільшення частки транспортної складової в собівартості продукції. В умовах конкуренції кількість підприємств, які стикаються із задачею планування маршрутів, стрімко збільшилася. Їх стратегічне завдання – забезпечити цільовий рівень обслуговування клієнтів з мінімальними витратами. Для таких умов доцільно розглянути задачу формування маршрутів доставки пакетів в наступній постановці: наявність декількох складів завантаження, велика кількість клієнтів (5–8 пунктів, які необхідно обслуговувати кожного дня), доставка продукції у визначений час, широкий асортимент товару, нестабільність замовлень та їх розмірів. Це все вимагає розробки нових технологій для планування маршрутів перевезення

деревини. Широке використання комп'ютерів і обчислювальної техніки, розвиток інформаційних технологій створили підґрунтя для планування оптимальних маршрутів. Використовуючи нові системи і технології став можливим процес моделювання, що забезпечує динамічність, імітуючи реальні операції за типовий період часу, дозволяє вирішити широкий ряд задач гнучкого планування. Отже, більшість методів рішення «задачі розвезення» можна використовувати для організацій, які мають невелику, але постійну кількість клієнтів з незначними коливаннями замовлень. Кожен з математичних методів в певній ситуації може грати вирішальну роль в досягненні поставлених цілей. Особливий інтерес представляють точні методи, які забезпечують оптимальне рішення задачі. Але використання даних методів стримується їх високою трудомісткістю і неможливістю врахування всіх значущих чинників, що впливають на планування маршрутів.

### 1.3. Характеристика лісових вантажів

Основні групи лісових вантажів. Лісові вантажі (лісоматеріали) – це матеріали з деревини, що зберегли її природну фізичну структуру і хімічний склад. Необроблені лісоматеріали відносять до продукції лісозаготівельної промисловості. Їх одержують зі спиляних дерев після очищення від гілок і розділення стовбура упоперек на частини необхідної довжини. Поперечний перетин таких лісоматеріалів близький до форми круга, тому вони називаються круглими.

Лісові вантажі, що приймаються до перевезення, ділять на наступні основні групи: пиляний ліс; круглий ліс; тесаний ліс; технологічна тріска; фанера і т.д. В Україні лісові вантажі традиційно є експортними вантажами, тому у перевізників міцно закріпилися їх англомовні назви.

Пиляний ліс. До цієї групи відносять дошки різного найменування залежно від способу обробки і розмірів:

- ендси (ends) — дошки, обрізання дилсів, батенсів і бордсів завдовжки 1,5...2 м;
- скетлінги (scantlings) — дошки завтовшки 5...7,5 см (2...3 дюйм) і шириною 7,5...14 см (3...5,5 дюйм);
- багети (strips) — рейки завтовшки 1,5...7,5 см (0,5...3 дюйм), шириною 2,5...7,5 см (1 ...3 дюйм) і завдовжки 2,7 м і більше;
- ділси (deals) — дошки завтовшки 5...10 см (2...4 дюйм) і шириною понад 23 см (9 дюйм);
- батенси (battens) — дошки завтовшки 5...10 см (2...4 дюйм) і шириною 20... 40 см (8... 16 дюйм);
- бордсы (boards) — дошки завтовшки менше 5 см (2 дюйм) і завширшки від 10 см (4 дюйм) і більш;
- наметельники (broom hendles) — рейки квадратного перетину розмірами від 2,5 х 2,5 х 3,75 см (від 1 х 1 до 1,5 х 1,5 дюйм) і завдовжки 1,2... 1,3 м (48...52 дюйм);
- фایервуд (firewood) — браковані обрізання дощок різної товщини і ширини завдовжки до 1,5 м (до 5 фут).

Для сепарації вантажу і його кріплення часто використовується горбиль — залишки колод після розпилування з однією напівкруглою стороною.

Для вимірювання об'єму пиляного лісу використовують наступні одиниці вимірювання: при внутрішніх перевезеннях — м<sup>3</sup>; перевезеннях на експорт — 1000 фут<sup>3</sup> (2,36 м<sup>3</sup>);

Ліс, тесаний. До цієї групи відносять бруси і шпали, які підрозділяють на наступні види:

- сліпшери (sleepers) — бруси завдовжки 225...267 см (102..107 дюйм) і перетином 25,4 х 25,4 см (10 х 10 дюйм) або 22,9 х 22,9 см (9х9 дюйм);

- напівсліппери (шпали) — бруси завдовжки 255...267 см (102... 107 дюйм) і перетином 15,2x25,4 см (6x 10 дюйм), 12,7x25,4 см (5 x 10 дюйм) і 11,4 x 22,9 см (4,5 x 9 дюйм).

Для тесаного лісу використовують наступні одиниці вимірювання при внутрішніх перевезеннях — м<sup>3</sup>; в міжнародному сполученні — лод.

Специфікою перевезення лісових вантажів є перевезення необроблених лісоматеріалів великої довжини (хлистів), для чого використовують автотягачі з причепами-розпусками (рис. 1.4), спеціалізовані причіпні і сидельні автопоїзди. Оскільки навантаження лісоматеріалів, особливо необроблених, проходить, як правило, на необладнаних майданчиках, на лісовози автопоїзду встановлюють гідравлічні вантажопідйомні пристрої. Для перевезення лісоматеріалів по бездоріжжю використовують АТЗ підвищеної прохідності. У випадках перевезення лісу і пиломатеріалів на неспеціалізованому АТЗ він повинен бути обладнаний спеціальними пристосуваннями (кониками, шипами, гребінками протиковзання), що запобігають можливості зсовування лісу і пиломатеріалів для захисту її від ударів встановлюється щит.

Рисунок 1.4 – Тягач для перевезення лісу на причепі-розпуску

Перевезення лісу і виробів з нього має особливості, які необхідно враховувати при його плануванні та виборі рухомого складу: сезонність

перевезень, велика питома вага довгоття, велика маса автопоїзда з вантажем, важкі дорожні умови.

#### Рисунок 1.5 – Види пакетів лісу які перевозились за чинною ТТС

Перевізники залежно від довжини лісу (хлистів, сортиментів, довгоття та короття) надають спеціалізований рухомий склад, або автомобілі з бортовими платформами. До короття відносять ліс довжиною до 5 м. Ув'язувальні засоби (ланцюги, троси) надає замовник. Якщо використовують одноразові засоби пакетування лісу та пиломатеріалів за допомогою брусково-дротяної обв'язки, пакети мають бути обв'язані відповідно до рекомендацій (рис. 1.6.).

Рисунок 1.6 – Види пакетів пиломатеріалів, які пропонується перевозити

#### 1.4 Аналіз проблеми пропускної здатності доріг

Зростання швидкості руху транспортних засобів призводить до підвищення динамічного впливу транспортного засобу на дорожній одяг з коефіцієнтом до 1,3, тобто практично підвищує на 30 % діюче навантаження і, як наслідок, веде до збільшення руйнуючої дії. Підвищення швидкості руху всього транспортного потоку, в тому числі і легкових автомобілів, особливо з шипованими шинами, навіть на дорогах I категорії призводить до підвищеного зносу верхніх шарів внаслідок стирання та кавітації при

акваплануванні. Дорожні одяги доріг I категорії не в достатній мірі готові до пропуску зазначених транспортних засобів, що рухаються зі швидкостями понад 100 км/год.

Такі параметри автопоїзда будуть використані при моделюванні процесів вантажообігу.

Технічний рівень більшості українських доріг не відповідає постійно зростаючій інтенсивності руху автотранспорту, ваговим та габаритним параметрам сучасних вантажних автомобілів, динамічним характеристикам автомобілів. Транспортно-експлуатаційний стан значної частини автомобільних доріг є незадовільним.

Проїзд транспортних засобів з великим навантаженням на вісь дорогами України призводить до різкого скорочення строків служби дорожнього одягу та завчасного його руйнування. Значна кількість мостових споруд була побудована за технічними нормами, що діяли до 1962 року, і на сьогоднішній день не відповідає умовам руху автотранспорту як за вантажопідйомністю, так і за габаритами проїзної частини. Постійне зростання інтенсивності руху автотранспорту та збільшення маси автомобілів сприяє інтенсивному фізичному зносу конструкцій мостових споруд. Сьогоднішній технічний стан конструкцій мостового полотна, а також відповідальних вузлів сполучення елементів прольотних будов в цілому є незадовільним і загрозливим для безаварійного функціонування споруд на дорожній мережі. На даний час термінового ремонту потребує більше 90% мережі доріг. Постійно зростає кількість мостів, котрі потребують капітального ремонту. Обсяг недоремонтів мостових споруд, починаючи лише з 1998 року, склав: по капітальному ремонту – 100,7 км, по середньому ремонту – 17,5 км. Розвиток мережі автомобільних доріг все більше відстає від темпів автомобілізації. Середня швидкість руху на українських дорогах складає 30 км/год, що у два рази нижче за європейські показники.

Недостатня і технічно відстала мережа українських автодоріг призводить до значних збитків для економіки, екології та до соціальних труднощів.

Статистичним аналізом західноєвропейських магістральних автопоїздів встановлено, що за період 1965–1991 рр. їх середня швидкість руху збільшилась з 49,3 до 69,1 км/год., тобто виросла на 40%, що складає в рік близько 1,5%. При цьому виявлено, що максимальна потужність  $N_{e,max}$  двигуна є основним фактором, що визначає збільшення середніх швидкостей руху. При коефіцієнті кореляції 0,76 залежність між  $V_{сер}$  і  $N_{e,max}$  (для автопоїзда з повною масою 38 т) лінійна. Це означає, що при збільшенні максимальної потужності двигуна на 10% середня швидкість руху автопоїзда може бути збільшена всього на 1,3%. При збільшенні питомої потужності автопоїзда інтенсивність зростання середньої швидкості руху зменшується [19]. Сьогодні діють нормативи на повні маси і габаритні розміри АТЗ, введені в дію в повному об'ємі з 1 січня 1993 р. Крім цього, в кожній країні є ще власні нормативи для шляхового транспорту. Основним нормоутворюючим фактором, від якого залежать повна маса автомобіля, або автопоїзда, є максимально допустиме навантаження на ведучу вісь вантажівки, або сідлового тягача. В Європі воно складає – 11,5 т, на пасивну – 10 т. Навантаження на двовісний візок залежить від міжмостової відстані і складає 16...19 т, а для трьохвісного візка – 21...24 т. Повна маса двовісного автомобіля обмежена 18 т (6,5 т на передню вісь і 11,5 т на задню). Для трьохвісного автомобіля повна маса обмежена 25 і 26 т (остання цифра для автомобілів з пневматичною підвіскою задніх коліс). При цьому 7 т припадає на передню вісь і 18...19 т на задній візок. Повна маса чотирьохвісної вантажівки обмежена 32 т з розподіленням по осях наступним чином: 7+7+18 т або 6,5+6,5+19 т. Повна маса двовісного причепа не повинна перевищувати 18 т і трьохвісного 24 т. Але при експлуатації автомобільних поїздів їх допустимі маси майже ніколи не використовуються в повному обсязі, тому що існує границя повної маси будь-якого автопоїзду – 40 т.

Виходячи з цього, краще повну масу автопоїзда рахувати за числом осей незалежно від того, причіпний він чи сідловий. Для трьох осей – 28 т (6,5+11,5+10), де 6,5 – передня вісь, 11,5 – ведуча вісь і вісь причепа. Для чотирьох осей – 28 т. Якщо сідловий автопоїзд має пневмопідвіску – 38 т. Маса 5-ти і 6-тивісних автопоїздів не повинна перевищувати – 40 т, а автопоїзд (сідловий) для перевезень 40 і 45 фунтових контейнерів – 44 т. Максимальна габаритна ширина (по бортах кузова) автомобіля чи автопоїзда не повинна перевищувати 2,55 м (інколи 2,6 м), загальна висота – 4 м від рівня дороги. Гранична габаритна довжина одиничного автомобіля – 12 м, сідлового автопоїзда – 16,5 і причіпного – 18,75 м. Правилами дорожнього руху України відповідно до закону України “Про дорожній рух” прийняті норми на повні масу і габаритні розміри, які мають відхилення від стандартів, встановлених законодавчими актами Європейського Союзу. Законодавчі акти деяких держав дозволяють експлуатувати важчі автопоїзди, наприклад в Швеції і Фінляндії дозволена допустима повна маса 60 т, в Норвегії і Нідерландах – 50 т, а в Данії – 48 т.

Таблиця 1.2 – Обмеження по габаритах, які існують в зарубіжних країнах, для сідлових автопоїздів

Параметр	Країни						
	Австрія	Англія	Бельгія	Греція	Польща	Югославія	Швейцарія
довжина (трьохвісний), м	16	15,5	15,5	15,5	16	16,5	16
довжина (чотирьохвісний), м	16	15,5	15,5	15,5	16	16,5	16
довжина (п'ятивісний), м	16	15,5	15,5	15,5	16	16,5	16
ширина, м	2,5	2,5	2,6	2,5	2,5	2,5	2,3
висота, м	4	4,2	4	4	4	4	4

## 1.5 Висновки до розділу 1

Виконаний аналіз літературних джерел та практичних рекомендацій дає підставу стверджувати, що в Україні застаріли дорожні умови для повного використання вантажності сучасних автопоїздів. Крім того, спостерігається необґрунтований підхід до формування їх завантаженості. Виходячи з цих висновків, сформулюємо мету даної магістерської кваліфікаційної роботи.

В умовах конкуренції кількість підприємств, які стикаються із задачею планування маршрутів, стрімко збільшилася. Їх стратегічне завдання – забезпечити цільовий рівень обслуговування клієнтів з мінімальними витратами. Для таких умов доцільно розглянути задачу формування маршрутів доставки пакетів в наступній постановці: наявність декількох складів завантаження, велика кількість клієнтів (5–8 пунктів, які необхідно обслуговувати кожного дня), доставка продукції у визначений час, широкий асортимент товару, нестабільність замовлень та їх розмірів.

В Україні лісові вантажі традиційно є експортними вантажами. Тому продуктивність спеціалізованих транспортних засобів для деревини буде дуже низькою. Потрібно вирішити питання вибору доцільних автопоїздів та способу їх завантаження.

Мета – підвищити ефективність транспортних процесів автомобільних вантажних перевезень та збільшити їх прибутковість за рахунок застосування нових схем завантаження і керування вантажопотоками.

Задачі магістерської роботи.

1. Характеристика та аналіз діяльності підприємства.
2. Дослідити властивості вантажопотоків.
3. Дослідити фактори, які найбільше впливають на продуктивність та собівартість перевезення пиломатеріалів та провести технічний аналіз їх пакетних перевезень

4. Провести розрахунки допустимого завантаження транспортного засобу пакетами з деревиною
5. Розробити транспортно-технологічну схему перевезень з врахуванням митного, фітосанітарного контролем та оптимізацією маршруту
6. Обчислити показники економічної доцільності перевезень

## РОЗДІЛ 2

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПИЛОМАТЕРІАЛІВ  
(НА ПРИКЛАДІ ФОП “МАТІЙЧУК”)2.1 Аналіз діяльності підприємства – місця проходження  
переддипломної практики

Приватне підприємство – фізична особа підприємець (надалі ФОП) “Матійчук Д.О.” зареєстроване рішенням виконавського комітету Чернівецької міської Ради 20.07.2004 року. Власником підприємства є громадянин України – Матійчук Дмитро Олександрович. Підприємство розташоване за адресою: м. Чернівці, вул. Червоноармійська, 73. Офіс підприємства знаходиться у м. Київ. На сьогоднішній день транспорт є перспективним напрямом в діяльності підприємства. Його власник збирається відкрити склад оптової торгівлі. Для цього є усі передумови. На 2018 рік підприємство не мало ніяких боргових зобов'язань. І оскільки ФОП отримує постійно прибуток від надання транспортних послуг і має великий досвід у сфері надання транспортних послуг, адміністрація підприємства вирішила розширити парк автотехніки. Для цього у підприємства є всі передумови – робота з постійними клієнтами протягом тривалого часу, власна ремонтна база, кваліфіковані фахівці. Розширення автопарку дозволить створити умови для збільшення робочих місць, розширення області надання послуг, отримання ще більшого прибутку і своєчасної виплати зобов'язань по лізингу.

СПД ФОП „Матійчук Д.О.” займається міжнародними перевезеннями. У підприємства є власні автомобілі, невелика ремонтна база і склад запчастин. Первинний капітал підприємства ґрунтувався на внесках власних засобів засновника, тому для масштабнішої діяльності не завжди вистачає

власних засобів і доводиться працювати з позиковими засобами. Крім того, фірма має в своєму розпорядженні і інші засоби.

Джерелами власних засобів підприємства є:

- статутний фонд;
- резервний фонд;
- резерви по сумнівних боргах;
- резерви майбутніх витрат і платежів;
- цільові фінансування і надходження;
- внески засновників;
- нерозподілений прибуток минулих років;
- прибуток підприємства.

Джерелами формування майна підприємства є:

- грошові і негрошові внески учасників;
- доходи отримані від реалізації продукції, робіт і послуг, а також від інших видів господарської діяльності;
- кредити банків і інших кредиторів;
- безвідплатні і добродійні внески, пожертвування організацій, підприємств і фізичних осіб;
- інші джерела.

ФОП „Матійчук Д.О.” є клієнтом АТ «Приватбанк». Підприємство на покупку автотехніки в банку брало 2 кредити, які повністю погашені. У підприємства немає орендованого майна. Взаємини здійснюються на основі розрахунково-касового обслуговування, кредитних договорів, покупки і продажу валюти, гарантійні зобов'язання і так далі. Кредити надаються на цілі, пов'язані із створенням і рухом поточних і довгострокових активів, вексельним зверненням, споживчі і інші потреби. Сума кредиту залежить від платоспроможності, наявності власних оборотних коштів. ФОП „МАТІЙЧУК Д.О.” використовувало в основному короткострокові кредити. Банк надавав підприємству всього три валютні кредити, кожен строком на один рік. Ставка банківського відсотка на перший кредит складала 24% в рік, другого

на 2% менше (22%) і третього на 3% менше (21%). Кредити надавалися на придбання основних засобів підприємства - вантажні автомобілі і напівпричепи-рефрижератори. Так само підприємство брало кредит в Українських гривнях на придбання партії товару. Відносини підприємства з АТ «Приватбанк» засновані на взаємній довірі.

На підприємстві існує своя організаційна структура управління: очолює його виконавчий директор, йому підкоряються заступник директора, головний бухгалтер, головний інженер. У свою чергу бухгалтерія підвідомча головному бухгалтерові; транспортна ділянка – заст. директора; а ремонтна ділянка – інженерові.

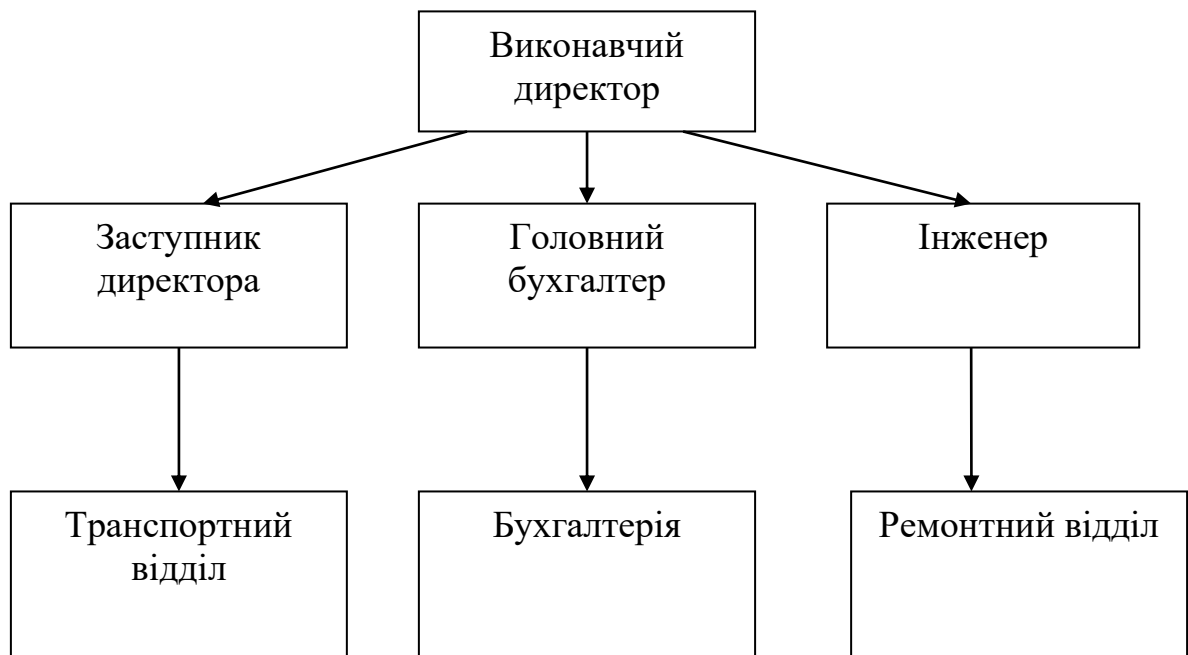


Рисунок 2.1 – Організаційна структура управління

Управління підприємством здійснюється власником відповідно до законодавства України. На сьогоднішній день в ФОП „МАТІЙЧУК Д.О.” працює 19 осіб. За останній рік підприємство створило 2 робочих місця.

Із загальної чисельності тих, що працюють:

-3 з вищою освітою;

-1 з незавершеною вищою освітою;

-15 з середньою освітою.

По віковому принципу склад тих, що працюють на підприємстві розподіляється таким чином:

20-25 років – 2 осіб;

25-35 років – 5 осіб;

35-45 років – 10 осіб;

старші 50 років – 2 осіб.

Трудові відносини на підприємстві, включаючи питання найму і звільнення режиму праці і відпочинку, умов оплати праці, гарантії і компенсації регулюються індивідуальними трудовими договорами (контрактами). Основною формою здійснення повноважень трудового колективу підприємства є загальні збори.

З водіями підприємство укладає двосторонні спеціальні угоди, в яких строго обмовляється відповідальність, яка лягає на водіїв, що виїжджають в рейс. Підприємство має свої власні основні засоби – автомобілі.

## 2.2 Аналіз транспортних послуг

Основна діяльність підприємства – міжміські і міжнародні автомобільні вантажні перевезення. Підприємство „Матійчук Д.О.” здійснює наступні види міжнародних перевезень:

по кількості використовуваних транспортних засобів:

- перевезення прямого і змішаного сполучення;

залежно від предмету транспортної операції:

- перевезення вантажів;

залежно від періодичності транспортних операцій:

- перевезення регулярні;

- перевезення чартерні (нерегулярні);
- з урахуванням порядку проходження прикордонних пунктів:
- без перевантаження;
- перевантажувальні.

На підприємстві товаросупровідна документація залежно від виду транспорту розрізняється. При змішаних перевезеннях (на декількох видах транспорту) (у 2011 році підприємство ще здійснювало автомобільно-залізничні перевезення, тепер цей вид діяльності не застосовується) використовується документ змішаного перевезення, він оформлений відповідно до уніфікованих правил міжнародних змішаних перевезень.

При міжнародних автомобільних перевезеннях використовується документ - товарно-транспортна накладна автомобільного транспорту - CMR, в ній указуються дані про вантаж, місце і дату її складання, найменування і адресу відправника, перевізника, одержувача і ін. У теж час CMR є страхуванням вантажу. При міжнародних автомобільних перевезеннях використовується документ - книжка МДП (карнет TIR).

Транспортно-експедиційне обслуговування здійснюється в наступній послідовності:

1 етап (до укладення контракту): аналіз кон'юнктури ринків транспортних послуг (тарифні ставки, фрахт, тобто вартість доставки одиниці вантажу різними засобами транспорту); розрахунок транспортних витрат з урахуванням базисних умов – кошторис транспортних витрат.

2 етап (в процесі реалізації операції полягає договір з транспортно-експедиційною фірмою): готуються всі необхідні документи; готується товар; оформляється страхування вантажу; виконуються митні, санітарні, ветеринарні формальності; оформляється CMR (вантажна митна декларація), паспорт операції; оплачуються податки, мита, збори; організовується стеження за просуванням транспорту (від вантажовідправника до вантажоодержувача).

3 етап (після завершення операції): проводяться додаткові взаєморозрахунки, якщо вони з'явилися; при необхідності пред'являється позов, претензії до транспортно-експедиційних служб, якщо вони з'явилися. Оформляється необхідна документація з урахуванням позовної давності.

При роботі автомобілів на маршрутах транспортне підприємство ФОП „Матійчук Д.О.” повинне особливу увагу приділяти контролю за дотриманням водіями розкладу руху і норм вантажності автомобілів.

Для ефективного і швидкого доставлення вантажів необхідне таке поняття як маршрутизація. Маршрут є встановленим (намічений), а при необхідності і обладнаний, шлях проходження автотранспорту між початковим і кінцевим пунктами.

Важливим моментом транспортного процесу підприємства „Матійчук Д.О.” є планування перевезень. Це пояснюється як скороченням тривалості циклів комерційних операцій, так і збільшенням вартості зберігання, необхідністю реагування на зміну споживчого попиту. Для вирішення цього питання необхідна оптимізація проектування доставки і планування перевезень, щоб привернути клієнтів.

Для ефективнішого планування перевезень складаються розклади і графіки перевезень, складені на основі систематизації укладених договорів, поданих заявок, вивчення вантажопотоків.

Основними вимогами, споживачами, що пред'являються, до послуг транспорту підприємства „Матійчук Д.О.”, є наступні:

- експлуатаційна готовність перевізника;
- можливість спеціалізованих перевезень;
- функціональна придатність транспортного засобу;
- відсутність проміжних перевантажувальних операцій;
- наявність перевантажувального устаткування в пунктах перевалки;
- наявність необхідної транспортної тари;

- можливість отримання достовірної інформації про тарифи, умови перевезення і місце розташування вантажу;
- можливість митного очищення;
- прийнятна вартість послуг;
- доставки вантажу «від дверей до дверей»;
- належний супровід вантажу;
- належне документаційне забезпечення;
- пристосовність до вимог клієнтів (гнучкість обслуговування);
- наявність різних рівнів транспортного обслуговування;
- наявність додаткових послуг;
- зручності по прийому і здачі вантажів
- збереження вантажу при доставці
- безпека перевезень
- своєчасність доставки (гарантовані терміни доставки)
- регулярність доставки вантажу
- мінімальні терміни (тривалість) доставки
- надійність перевезень.

До послуг транспортного підприємства „Матійчук Д.О.” відносяться: перевезення вантажів; навантажувально-розвантажувальні послуги; послуги із зберігання вантажів; послуги з підготовки вантажів до перевезення; надання транспортних засобів в оренду; транспортно-експедиційні послуги; інші додаткові послуги. На підприємстві „Матійчук Д.О.” перевезення вантажу є основним видом послуг. Як правило, вона супроводжується наданням інших послуг (вантаженням, розвантаженням, експедицією і так далі). До додаткових послуг можна віднести такі, наприклад, як маркетингові, комерційні, інформаційні. А також послуги страхування.

### 2.3 Показники використання автотранспорту підприємства

Як видно з таблиці 2.1, підприємство не забезпечує достатній організаційний рівень використання автомобілів. Про це свідчить низька продуктивність автомобілів, виражена в км оплаченого пробігу на годину. Низьким є також коефіцієнт випуску автомобілів на лінію – 0,6.

Таблиця 2.1 – Виробнича програма по експлуатації рухомого складу підприємства ФОП "Матійчук"

Показник	Од. вимір.	Умовн. позн.	Разом по підприєм- ству
Спискова кількість автомобілів	од	$A_c$	10
Коефіцієнт випуску автомобілів на лінію	-	$\alpha_v$	0,66
Середній час в наряді	год.	$T_n$	18,5
Середня довжина їздки з вантажем	км	$L_v$	1630
Експлуатаційна швидкість руху	км/год.	$V_e$	39,7
Технічна швидкість руху	км/год.	$V_t$	59,2
Середня фактична вантажність	тонн	$q_{cp}$	16
Річний пробіг одного автомобіля	тис. км	$L_p$	742
Загальний річний пробіг всіх автомобілів	тис. км	$L_z$	4593
Число їздок з вантажем	-	$Z_e$	2416
Річний обсяг транспортної роботи	тис. т- км	$P$	6337
Інвентарні автомобіле-дні в господарстві	ав.дн.	$A_{D_i}$	3352
Автомобіле-дні експлуатації рухомого складу за рік	ав.дн	$A_{D_e}$	2349
Автомобіле-години експлуатації рухомого складу за рік	ав. год.	$A_{G_e}$	199680
Річний обсяг перевезень вантажів	тонн	$Q_t$	39400
Загальна вантажність автомобілів	тонн	$q_o$	240

На підприємстві є 10 автопоїздів – вони є власністю підприємства, в складі яких тягачі MAN-19402, IVECO, рефрижератори і тентовані напівпричепи. Характеристика рухомого складу представлена у табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Рухомий склад ФОП "Матійчук"

Марка тягача	№ тягача і причепа	Внутрішні розміри, м			Об'єм м <sup>3</sup>	Вантаж ність, т
		довжи на	шири на	висота		
MAN 19402	ТС228-12 АА/040-86 ТН	13,6	2,5	2,65	90,1	22
MAN 19402	ТВ 038-64 АС/040-88 ТН	13,6	2,47	2,58	86,66	20
MAN 19402	ТС 071-94 АА /80-46 ТН	13,4	2,43	2,55	83,03	26
MAN 19402	168-02 ТА /073-86 ТН	13,4	2,43	2,52	81,9	26
MAN ME 2000	086-12 ТА /040-65 ТН	13,4	2,43	2,52	81,9	26
IVECO- АТ 440 S 40 ТХ/Р	АТ 3681 АА/АТ 0049	13,62	2,48	2,8	86,7	22
	АТ 72-92 /043-45 ТН	13,62	2,48	2,75	93,22	22
	045-09 ТА/032-35 ТС	13,62	2,48	2,76	93,22	22
	045-08 ТА/-038-34 ТС	13,62	2,48	2,62	93,22	22
	161-68 ТА/073-69 ТВ	13,62	2,48	2,76	93,22	22

#### 2.4 Визначення характеристик вантажопотоків

Для дослідження вантажопотоків використано статистичний метод, що спирається на дані прямого обліку – безпосереднього дослідження вантажоутворювальних і вантажоспоживчих пунктів і минулих транспортних документів, заповнюваних водіями автомобілів [20]. Запис робився по кожному маршруті. Кількісна оцінка провізних можливостей підприємства була проведена з використанням методу прогнозування по динамічних рядах об'єму перевезень ( $Q_i$ ) і пробігу з вантажем ( $L_g$ ). Даний метод прогнозування провізних можливостей володіє певними перевагами і недоліками з погляду їх точності і достовірності. Точність прогнозу є оцінкою довірчого інтервалу прогнозу для заданої вірогідності його здійснення. Достовірність прогнозу – оцінка вірогідності здійснення прогнозу для заданого довірчого інтервалу.

Прогнозування за допомогою методів екстраполяції включало наступні етапи робіт.

1. Встановлення мети і задач дослідження, аналіз об'єкту прогнозування.

Мета даного дослідження – прогнозування розвитку підприємства.

Проведено детальне логічне вивчення системи: залежність даного об'єкта від інших систем одного рівня і субсистеми (системи вищого рівня); взаємозв'язки між даним об'єктом і іншими об'єктами системи; встановлення характеру надання статистичних даних про об'єкт.

2. Підготовка початкових даних. Роботи по цьому етапу полягали у перевірці часового ряду, в результаті якої встановлено повноту ряду (наявність даних за кожний рік, місяць, квартал ретроспективного періоду), зіставність даних і здійснено перевірку методики приведення даних до зіставного вигляду. Брак даних визначено за допомогою методу інтерполяції.

3. Фільтрація початкового часового ряду. В результаті цієї процедури усунуто випадкові збурення, що виникли в результаті дії неврахованих чинників і помилок вимірювання щодо найвірогіднішого протікання процесу, і тим самим виключено спотворюючий вплив випадкових коливань на вибір виду регресії. Фільтрація початкового динамічного ряду включає його згладжування і вирівнювання.

4. Логічний відбір видів апроксимуючої функції. На підставі вивчення статистичних даних і логічного аналізу протікання процесу, що вивчається, із заданого масиву функцій вибрано поліноміальні моделі. На цьому етапі було вирішено такі факти:

а) досліджуваний показник є величиною стабільною, неперіодичною, має декілька екстремумів;

б) показник обмежений зверху і знизу;

в) функція не має точок перегину;

г) функція не є симетричною;

д) процес не має чіткого обмеження розвитку в часі.

5. Оцінка математичної моделі прогнозування. На цьому етапі дослідження визначено параметри різних видів апроксимуючих функцій за методом найменших квадратів.

6. Вибір моделей прогнозування базується на оцінці їх якості на основі дослідження властивостей залишкової компоненти –  $(y_i - y_{m,i})$ ,  $i=1-n$ , тобто

величини розбіжностей на ділянці апроксимації (побудови моделі) між фактичними рівнями і їх розрахунковими значеннями.

Модель прогнозування вважалася адекватною, оскільки вона враховує істотну закономірність досліджуваного процесу.

Для виявлення ступеня впливу окремих факторів на вантажопотоки використано початкові часові ряди (табл. 2.3, 2.4).

Таблиця 2.3 – Початкові дані для прогнозування (динамічні часові ряди по місяцях 2023 року)

Місяць	Змінна $x$	Обсяг перевезень, т	Пробіг з вантажем, тис. км	Загальний пробіг, тис. км
січень	1	19,5	1	2
лютий	2	39,5	14	17
березень	3	67	27	42
квітень	4	28,5	19	28
травень	5	27	17	25
червень	6	9,5	15	17
липень	7	9,5	2	2
серпень	8	17,5	1	1
вересень	9	77	32	34
жовтень	10	29	20	22
листопад	11	27	18	19
грудень	12	0	0	2
<b>разом</b>	–	351	166	211

Таблиця 2.4 – Початкові дані для прогнозування (динамічні часові ряди по роках)

Рік	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Змінна $x$	1	2	3	4	5	6	7
Пробіг з вантажем, тис.км	112,5	134,3	129,2	158,3	148,2	160,5	162,65
Обсяг перевезень, тон	214	250	322	400	420	351	365

Прогнозування обсягу перевезень здійснювалось на основі кореляційно-регресійного аналізу. Значення аргументу відповідають рокам (табл.2.4,

рис.2.2), або місяцям (табл.2.3, рис.2.3) що враховуються за прогнозуванням. Значення функції – пробіг з вантажем. Аналіз динаміки певних техніко-економічних і техніко-експлуатаційних показників роботи підприємства дозволяє описати характер їх зміни аналітичними залежностями (рис. 2.4).

Поліноміальна формула для розрахунку ліній тренда використовується для апроксимації даних по методу найменших квадратів відповідно до рівняння:

$$y = b + c_1x + c_2x^2 + c_3x^3, \quad (2.1)$$

де  $y$  – залежна змінна (пробіг з вантажем);

$x$  – незалежна змінна (рік);

$c$  – постійний коефіцієнт, що визначається обчисленнями.

Величина  $R$ -квадрат визначалась наступним чином:

$$R^2 = 1 - \frac{SSE}{SST}, \quad (2.2)$$

де

$$SSE = \sum_i (Y_i - \tilde{Y}_i)^2, \quad (2.3)$$

$Y, \tilde{Y}$  – відповідно теоретичне й емпіричне значення залежної змінної;

$$SST = \sum_i (Y_i)^2 - \frac{\sum_i (\tilde{Y}_i)^2}{n}, \quad (2.4)$$

$n$  – кількість емпіричних даних.

Оскільки найбільшому коефіцієнту кореляції відповідає функція, яка найкраще відображає зміну приросту обсягу перевезень, то приймаємо за

основну залежність ту, для якої коефіцієнт кореляції дорівнює 0,62, і відповідає досить тісному зв'язку.

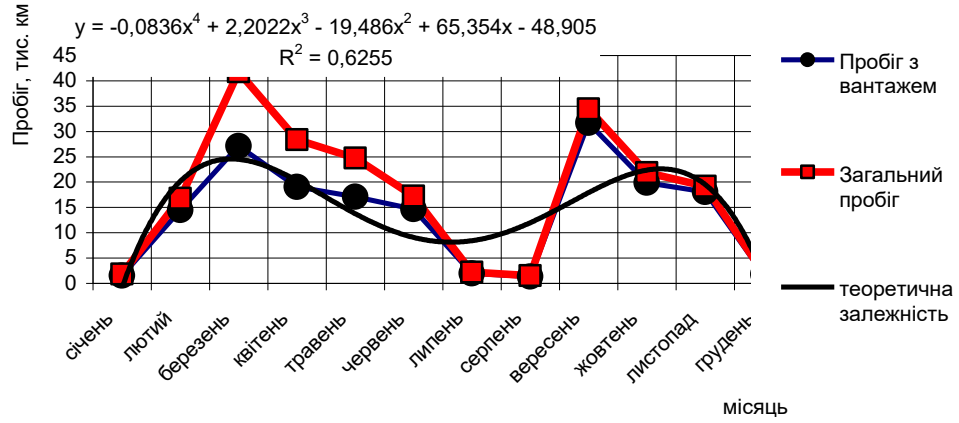


Рисунок 2.2 – Емпіричні дані та теоретична крива пробігу за 2023 р.

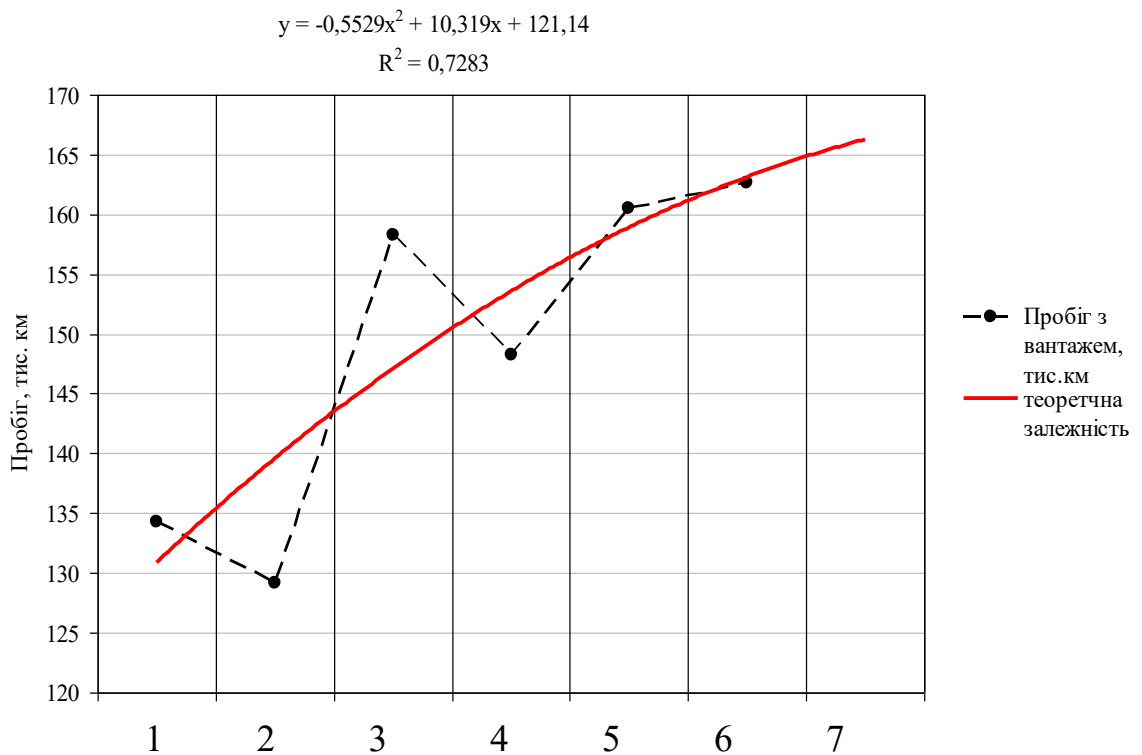


Рисунок 2.3 – Емпіричні дані та теоретична крива пробігу з вантажем за 2018-2022 та за 2024 (прогноз) роки

Отже: прогнозований обсяг перевезень автомобілями на планований 2024 рік становитиме 365 т а плановий пробіг з вантажем – 162,6 тис. км. В розрізі 2022 року, що минає обсяг перевезення також має коливання, що не пов'язано із сезонними особливостями (див. табл. 2.3). Коефіцієнт нерівномірності обсягів перевезень обчислюють за формулою:

$$\eta_Q = \frac{Q_{\max}}{Q_{\max} - Q_{\min}}, \quad (2.5)$$

де  $Q_{\max}$ ,  $Q_{\min}$  – відповідно, максимальний і мінімальний обсяги перевезення, тОН.

Для минулого, звітнього 2022-го року коефіцієнт нерівномірності становив  $\eta_Q = 2,46$ , а для прогнозованого 2023 – 2,47. Діаграма прогнозованих даних – на рис. 2.2.

## 2.5 Аналіз чинного маршруту

ФОП „МАТІЙЧУК” перевозить продукцію Сторожинецького, Надвірнянського лісокомбінатів. Продукція лісокомбінату перевозиться за маршрутами:

- Сторожинець-Дюссельдорф;
- Надвірна-Дюссельдорф;
- Сторожинець-Франкфурт-на-Одері;
- Сторожинець-Брно;
- Надвірна-Кьольн.

Зведені дані про маршрути подано в табл. 2.5. Як видно з табл. при цьому виконувався дуже великий нульовий пробіг – 340 км (рис. 2.4).

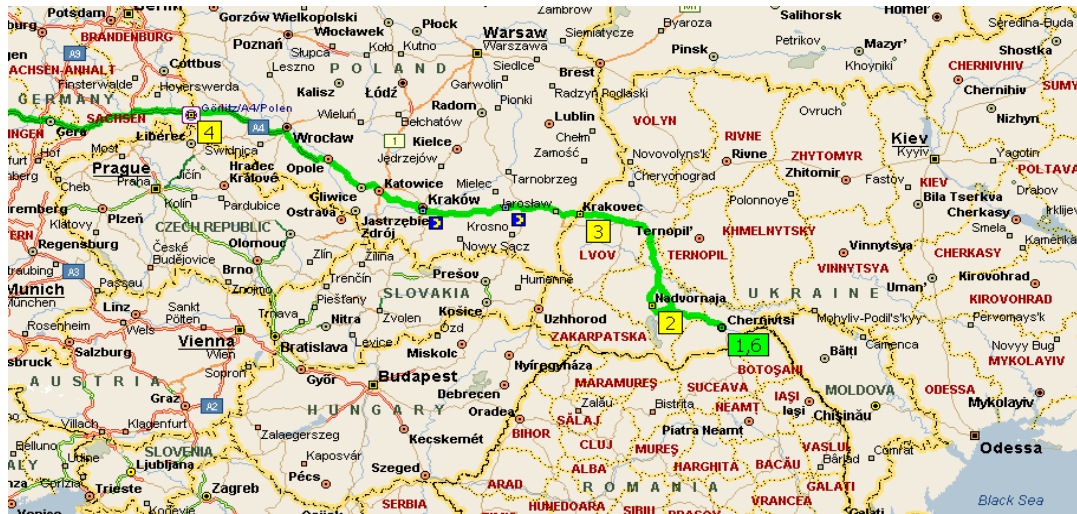


Рисунок 2.4 – Схема на чинних маршрутах Чернівці-Надвірна-Кьольн

Графік виконання маршрутів, виглядає так. АТЗ, яким керує два водії, відправляється з Чернівців і через Івано-Франківську область – до Надвірної, де на лісокомбінаті завантажує деревину. Після цього уже через Івано-Франківськ, Рогатин і Львів, а також Краківецьку митницю – за кордон.

АТЗ повертався в парк для обслуговування, а водії – для відпочинку. Далі – цикл повторювався.

Таблиця 2.5 – Зведені дані про чинні маршрути перевезення деревини

Маршрут	Пробіг, км			Тривалість, год.	
	з вантажем	без вантажу	нульовий	їздки	в т. ч. простою
Чернівці-Надвірна-Дюссельдорф-Чернівці	1747	1400	340	47,5	3,5
Чернівці-Надвірна-Франкфурт-на-Одері-Чернівці	1210	870	340	30	2,5
Чернівці-Сторожинець-Брно-Чернівці	1024	684	340	59,5	11
Чернівці-Сторожинець-Кьольн-Чернівці	1624	1280	340	40	4,5

Середня технічна швидкість на маршрутах визначена за формулою:

$$V_t = \frac{L_m}{t_m + t_{pdp}}, \quad (2.6)$$

де  $L_m$  – довжина маршруту, км;

$t_m$  – тривалість руху на маршруті, год.;

$t_{pdp}$  – тривалість простоїв, пов'язана з регулюванням дорожнього руху, год.

Наприклад, середня технічна швидкість на маршруті Надвірна-Кьольн становить:

$$V_t = \frac{1747}{47,5 + 3,5} = 34,25 \text{ км/год.}$$

Для інших маршрутів:

Надвірна-Фракфурт-на-Одері:  $V_t = 37,8$  км/год.

Надвірна-Брно:  $V_t = 33,9$  км/год.

Надвірна-Дюссельдорф:  $V_t = 30,1$  км/год.

Основним недоліком таких маршрутів є значний марний пробіг, а також відсутність зворотної завантаженої їздки.

Дані в табл. 2.5 дають змогу визначити продуктивність та собівартість перевезення деревини наявним рухомим складом.

## 2.6 Дослідження продуктивності АТЗ та собівартості перевезень

Продуктивність автомобіля визначають за формулою:

$$P_{\Gamma} = \frac{q \cdot \gamma_{cm} \cdot V_T \cdot \beta}{l_s + V_T \cdot \beta \cdot t_{np}}; \text{т/год.} \quad (2.7)$$

де  $q$  – номінальна вантажність автомобіля, т;

$\gamma_{cm}$  – статичний коефіцієнт використання вантажності;

$V_t$  – середня технічна швидкість, км

Продуктивність автомобіля, виражену в одиницях транспортної роботи визначають з формули:

$$P_T = \frac{q \cdot \gamma_{cm} \cdot V_T \cdot \beta \cdot l_e}{l_e + V_T \cdot \beta \cdot t_{np}}; \text{Т/ГОД.}, \quad (2.8)$$

Собівартість перевезень

$$S_T = \frac{l_{ni}}{q \cdot \gamma_{cm} \cdot \beta} \left( k_i^{zm} \cdot C_{zm} + \frac{k_i^{noc} \cdot C_{noc}}{V_T} \right) + \frac{k_i^{noc} \cdot C_{noc} \cdot t_{np}}{q \cdot \gamma_{cm}}; \text{грн./Т}, \quad (2.9)$$

де  $l_m$  – довжина маршруту, км;

$\beta$  – коефіцієнт використання пробігу (0,5 – для усіх маршрутів);

$t_{np}$  – тривалість навантажувально-розвантажувальних робіт, год.;

$k_i^{zm}$   $k_i^{noc}$  – відповідно, коефіцієнти, що враховують індексацію цін;

$k_i^{zm}=1,5$ ;  $k_i^{noc}=1,8$ ;  $C_{zm}, C_{noc}$  – відповідно середні значення змінних та постійних витрат автомобіля вантажності  $q$  у базовому періоді грн./год. [1].

Тоді:

$$C_{zm} = k_i^{zm} \cdot 9,773 = 1,5 \cdot 9,773 = 14,66 \text{ грн. /км};$$

$$C_{noc} = k_i^{noc} \cdot 159,184 = 1,8 \cdot 159,184 = 286,5 \text{ грн. /год.}$$

Наприклад, для маршруту Надвірна-Дюссельдорф продуктивність автомобіля дорівнюватиме:

$$P_T = \frac{26 \cdot 1,0 \cdot 33,5 \cdot 0,5}{1646 + 33,5 \cdot 1,6 \cdot 0,5} = 159,3 \text{ Т/ГОД.}$$

а собівартість:

$$S_T = \frac{1646}{26 \cdot 1,0 \cdot 0,5} \left( 0,1466 + \frac{2,865}{33,5} \right) + \frac{2,865 \cdot 1,6}{20 \cdot 0,8} = 59,65 \text{ грн/Т};$$

Проведемо дослідження, взявши фактор, який аналізується змінним, що змінюється в інтервалах, що існують в реальних умовах експлуатації. За вищевказаними формулами проведемо розрахунок функцій:

$$W_p = f(q \cdot \gamma_{cm}; V_T; t_{np}; l_{ni}; \beta) \quad S_T = f(q \cdot \gamma_{cm}; V_T; t_{np}; l_{ni}; \beta)$$

Фактори дослідження добутку проведемо у такій самій послідовності. Задася зміною  $q \cdot \gamma_{cm}$  з інтервалом 1 т

$$q \cdot \gamma_{cm} = \{16; 17,0; 18,0; 19; 20; 21\}$$

Отримані значення заносимо в таблицю 2.6.

Дослідження зміни інших факторів  $(\gamma_{cm}; V_T; t_{np}; l_{ni}; \beta)$  будуть внесені у таблиці, відповідно номери 2.6-2.10. Приклад розрахунку ми показали на факторі  $q \cdot \gamma_{cm}$ , а розрахунок інших факторів проводиться аналогічно.

Таблиця 2.6 – Залежність продуктивності і собівартості від  $q$

Номінальна вантажність, т	20	21	22	23	23,5
Продуктивність, т·км/год.	222	233	244	256	260
Собівартість, грн./т	8,85	8,43	8,05	7,70	7,56

Таблиця 2.7 – Залежність продуктивності та собівартості від  $\gamma_{cm}$

$\gamma_{cm}$	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00
Продуктивність, т/год	222	236,1	250	264	270
Собівартість, грн./т	8,85	8,37	7,64	7,23	7,06

Таблиця 2.8 – Залежність продуктивності та собівартості від  $V_T$

$V_T$ , км/год.	30	40	50	60	65
Продуктивність, т/год	222	289	353	413	438
Собівартість, грн./т	8,85	6,98	5,85	5,10	4,85

Таблиця 2.9 – Залежність продуктивності та собівартості від  $t_{np}$

$t_{np}$ , год.	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2
Продуктивність, т/год.	222	223	224	225,4	226,4
Собівартість, грн./т	8,85	8,81	8,78	8,74	8,70

Таблиця 2.10 – Збільшення годинної продуктивності і зниження собівартості перевезень при зміні усіх техніко-економічних чинників на 2%

Показник	Умовні позначення	Зміна годинної продуктивності		Зміна собівартості перевезень	
		$\%P_T$	$\Delta P_T$	$\%S_T$	$\Delta S_T$
Ступінь використання вантажності, т	$q \cdot \gamma_{ст}$	<b>2</b>	4,44	<b>2</b>	0,177
Коефіцієнт статичного використання вантажності	$\gamma_{ст}$	<b>2,5</b>	5,55	<b>2,88</b>	0,255
Технічна швидкість км/год	$V_T$	1,07	2,38	0,363	0,0321
Коефіцієнт використання пробігу	$\beta$	<b>1,85</b>	4,10	<b>1,12</b>	0,0106
Відстань навантаженого пробігу, км	$l_{ні}$	0,22	0,049	0,748	0,0662
Час простою під навантаженням, год	$t_{пр}$	-0,23	-0,516	0,61	0,0429

Таким чином, як видно з таблиці найбільш чутливими чинниками по відношенню до продуктивності і собівартості перевезень є три: номінальна вантажність автомобіля, коефіцієнт використання вантажності, коефіцієнт використання пробігу.

## 2.7 Технічний аналіз транспортної схеми пакетних перевезень

Транспортний пакет являє собою укрупнену вантажну одиницю, сформовану з поштучних вантажів в тарі або без неї з використанням різних способів та засобів пакетування, яка зберігає форму в процесі обігу та забезпечує можливість запровадження комплексної механізації

навантажувально-розвантажувальних робіт та складських операцій. Формування транспортного пакета носить назву процесу пакетування [6].

У разі транспортування вантажів пакетами скорочуються загальні витрати з доставляння їх від виробників до споживачів. Транспортуються пакетами, переважно, вантажі, які упаковані в транспортну або споживчу тару, а також поштучні вантажі без упаковки, які за своїми фізико-механічними властивостями можуть бути сформовані в пакети. Вибираючи технічні засоби пакетування, слід враховувати такі особливості вантажів:

- фізико-механічні та хімічні властивості;
- габаритні розміри, форму та масу;
- вогне- та вибухонебезпечність;
- схильність до пошкоджень;
- умови транспортування та характеристики складів. Вибрані технічні

засоби повинні забезпечувати:

- скорочення затрат праці та матеріальних ресурсів на виконання транспортних, навантажувально-розвантажувальних та складських робіт;
- вдосконалення технологічних процесів переміщення пакетованих вантажів;
- оптимальне поєднання засобів механізації та автоматизації на окремих етапах транспортування;
- безпеку умов праці та руху транспортних засобів. Параметри пакетів встановлюються на підставі з характеристик вантажів для пакетування з урахуванням внутрішніх розмірів кузовів транспортних засобів, розмірів їх дверей та завантажувальних люків, параметрів підйимально-транспортного обладнання та умов зберігання вантажів на складах.

Під час перевезення пакетів в закритих кузовах та універсальних контейнерах маса пакета не повинна перевищувати 10 т. Пакети повинні задовольняти такі вимоги:

- механізоване навантаження (розвантаження) на рухомий склад різних видів транспорту або навантаження в контейнери та розвантаження з них;

- виконання навантажувально-розвантажувальних та складських операцій з використанням підйомно-транспортного обладнання з автоматичним захоплювачем:

- безпека навантажувально-розвантажувальних, транспортних та складських робіт;

- можливість укладання пакетів у штабелі в декілька ярусів за висотою;
- зручність перевірки наявності та збереження вантажних одиниць;
- розформування пакетів без використання спеціальних інструментів;
- цілісність, стійкість пакетів та збереженість вантажів.

## 2.8 Умови створення нової транспортно-технологічної схеми

ДП «Сторожинецьке лісове господарство» забезпечує місцевих деревообробників сировиною у необхідних обсягах та потрібних сортиментів. Підприємство експортує за кордон лише ту тонкомірну деревину, яку через брак потужностей не можуть переробити на Буковині. Це підтвердили під час громадського слухання «Лісопереробна галузь краю: стан, проблеми розвитку, шляхи інтенсифікації» підприємці Сторожинеччини, які купують деревину в лісгоспу. Вони також відзначили, що цілком задоволені співпрацею із зазначеним лісгосподарським підприємством. Про це інформує прес-служба Чернівецького обласного управління лісового та мисливського господарства [10].

85% деревини ДП «Сторожинецьке ЛГ» експортує до компанії «Schweighofer». Лісозаготовки мають діаметр 12-24 см. Фірма, яка купує таку сировину тому, що буковинські підприємства просто не можуть її переробляти (табл. 2.11). Увесь хороший ліс діаметром від 30 см залишається для реалізації місцевим деревообробникам, хоча через це лісгосп втрачає

600-700 тис. грн щомісяця. Якщо ж українські деревообробники захочуть купувати тонкомірну деревину, то квота експорту зменшиться. Щороку рубають близько 400 га лісу малого діаметру. Усе це через те, що попередні покоління жили по Мічуріну і посадили смереку не в її ареалі. Тепер на Сторожинеччині її насадження всихають у віці 50-60 років, не досягнувши своєї технічної стиглості.

Від підприємства щодня іде 10-12 залізничних вагонів, але це не є ешелони. 10 вагонів з них – це дрова, які на аукціоні в Києві ніхто не захотів купити.

Таблиця 2.11 – Асортимент лісової продукції, яку приймають на переробку на підприємстві «Schweighofer»

Параметр	Країна-постачальник			
	Румунія (Sebes)	Україна	Словаччина	Чеська Республіка
Лісовий тип	Колоди пиляні (S) Біомаса (B): Деревина м'якоті, чіпи пил пиляні, slab деревина	Колоди пиляні (S) Деревина м'якоті (P)	Колоди пиляні Деревина м'якоті	Колоди пиляні Деревина м'якоті
Різновиди	S: Ялина, Ялиця B: Всі різновиди відокремлено за навантаження одиниці	S: Ялина, сосна, ялиця P: Хвойні дерева і broadleaves	S: Ялина, ялиця P: Хвойні дерева і broadleaves	S: Ялина сосна, ялиця, модрина P: Хвойні дерева
Довжина [m]	S: 3 і 4 B: аж до 4	S: 3 і 4 P: 2 і 3	S: 3 і 4 P: 2; 2,5; 3 і 4	S: 3, 4 і 5 P: 2; 2,5; 3 і 4
Кінець вершини діаметру [см]	S: 12–45 B: Хвойні дерева: 1–70 Broadleaves: 1–30	S: 14–60 P: 6–80	S: 12–80 P: 6–80	S: 12–80 P: 6–80

\* Holzindustrie Schweighofer не приймає колоди і біомаси, що прибувають від природних автомобільних парків і захищених областей.

## 2.9 Висновки до розділу 2

Однією з основних причин, за якою на підприємство не надходять достатньої кількості замовлень із-за кордону – неможливість забезпечити необхідний термін доставки вантажів. Інша причина – рівень завантаженості транспортних засобів. Оскільки використовуються неспеціалізовані АТЗ, а вантаж – непідготовлений, то це залишається проблемою.

З проведеного аналізу предмету і об'єктів досліджень зрозумілими є такі напрямки, в яких можна провести удосконалення організації перевезень лісопродукції підприємством ФОП „МАТІЙЧУК”.

- 1) На даному етапі не доцільно використовувати спеціалізований рухомий склад (СРС), оскільки планові об'єми перевезень стосуються пакетних технологій. Використання СРС не дасть підприємству можливості повного використання рухомого складу і приведе до додаткових витрат.
- 2) Основним фактором, який впливає на продуктивність і собівартість перевезень пакетів з балансами є пробіг з вантажем, холостий пробіг, нульовий пробіг. Підприємство витрачає на кожен маршрут 340-350 км нульового непродуктивного пробігу, а також змушене застосовувати незавантажену зворотню їзду. Тому потрібно удосконалити методи роботи АТЗ на маршрутах, пов'язаних з Надвірнянським лісокомбінатом.

Дана робота присвячена виявленню і вивченню основних проблем перевізницької фірми і перспектив її розвитку. В процесі дослідження її діяльності виявлено, що фірма зазнає чималої конкуренції, а через її неспроможність вплинути на виробничий процес послуги, які надаються втрачають рівень показників (тривалість доставки, збереженість вантажу тощо).

Вантаж, що перевозиться – лісозаготовки у пакетах, через наявність спеціальної споживчої упаковки відносять до 3, або 4-го класу. Це означає, що для перевезення потрібно використовувати ємнісний трейлер.

Вантажопотоки характеризуються досить високим коефіцієнтом нерівномірності – 2,52. Це – майже сезонні перевезення. Тому потрібно чітко спланувати транспортно-технологічну схему і вибрати метод доставки.

## РОЗДІЛ 3

### УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПИЛОМАТЕРІАЛІВ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ

#### 3.1 Загальний підхід до вирішення проблеми недовантаженості автопоїздів підприємства

Однією з актуальних проблем сучасних автомобільних вантажних перевізників є недовикористання вантажомісткості транспортних засобів. Причинами цього є різноманітність за характером вантажів, які перевозять, недосконалість упаковки, технологій навантаження транспортних засобів, обмеження, які накладаються на розмірні і вагові параметри важковагових автопоїздів. Останні дві причини є взаємопов'язаними, оскільки обмежень по вазі є декілька, а при навантаженні не всі вони враховуються комплексно. Трапляється, що дотримуючись критерію повної маси автопоїзда, вантажники упускають з виду перерозподіл ваги по осях. Також важливо забезпечити, щоб завантажений автомобіль мав задовільні параметри стійкості й керованості, що також часто не враховується. Мова йде про те, що названі показники є суперечними. Цей розділ роботи присвячений питанню оптимізації завантаження автопоїзда за критерієм використання вантажомісткості при дотриманні вагових обмежень. Задача ускладнюється ще й тим, що генеральні вантажі, який є переважна більшість у вантажообігу – це тарні поштучні. Транспортні пакети з яких вони складаються, мають фіксовані, часто стандартизовані параметри. Наявність оптимальної динамічної схеми автопоїзда, не означає, що із заданими транспортними пакетами можна навантажити його за відповідною схемою. Для цього потрібно обґрунтувати множину сумісних транспортних пакетів, з яких можна утворити максимально наближену до оптимальної схему і послідовність їх навантаження та кріплення.

В результаті розв'язування системи рівнянь знаходять числові значення відповідних реакцій  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ,  $P_c$  при заданих споряджених масах  $m_1$ ,  $m_2$ ,  $m_3$ ,  $Q$ .

$$P_1 = \frac{m_c g (L - h)}{L} - m_1 g \quad (3.1)$$

$$P_2 = m_2 g + \frac{h}{L} m_c g \quad (3.2)$$

$$P_c = \frac{Q(S - x)}{S} \quad (3.3)$$

$$P_3 = -(P_1 + P_2 + P_c) \quad (3.4)$$

Однак у цьому випадку важливою є координата сили ваги  $x$ , яку найчастіше приймають геометричною серединою напівпричепа. В інших випадках застосовують оптимізацію розташування центра мас вантажу, використовуючи залежності (3.1)-(3.4) за критерієм  $Q \rightarrow \max$ . При цьому не беруть, до уваги, що вантажі – дискретні матеріальні елементи, які мають фіксоване розташування власного центра мас і тому неперервні змінні  $x$  мають бути замінені на дискретні, що приведе до похибки в обчисленнях осьових навантажень  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ , або у недовантаженні транспортного засобу.

Для того, щоб уникнути перевантаження на осі тягача і напівпричепа застосовують комбіноване розташування вантажних одиниць в один, або два ряди. Розбіжність центру мас з оптимальним його розташуванням є значною, але вагові параметри автопоїзда залишаються в допустимих межах.

Аналіз статистичних даних за останні 10 років, отриманих на пунктах вагового контролю автомобільних доріг I і III технічної категорії на території Київської та Чернівецької областей, дає змогу зробити такі висновки. По-перше, істотно до 45% збільшилася частка автомобілів з вантажопідйомністю понад 8 тонн і автопоїздів у складі вантажного транспортного потоку. Найбільш поширені конструктивні схеми багатоосних вантажних

автомобілів: тривісний вантажний автомобіль, двовісний тягач з трьохвісним напівпричепом. Якщо виділити з усього потоку транспортні засоби з перевантаженнями, то 54 % з них припадає на п'яти-осьові автомобілі різних конструктивних схем. Зрештою, аналіз розподілу навантаження між осями п'яти осьового автопоїзда в складі сідельного тягача і напівпричепи показав, що найбільш завантаженою є друга вісь, де досить часто (у 16 % випадків) спостерігаються навантаження понад 100 кН. Три осі напівпричепи хоч і мають навантаження (60 – 70 кН), але при проїзді призводять до складної картини деформування асфальтобетонного покриття за рахунок близького їх розташування (1,2 – 1,5 м) і взаємного впливу. Отже залежно від зміни загальної маси багато осьового вантажного автомобіля змінюється розподіл навантажень по осях. Величина перевантаження здвоєних осей на транспортних засобах українських перевізників є значно більша, порівняно із зарубіжними.

### 3.2 Аналіз вантажомісткості автомобілів

Вантажомісткість – кількість вантажів, які можуть бути розміщені в транспортному засобі з дотриманням усіх вимог та обмежень до їх збереженості та безпечності перевезень. Її оцінюють номінальною і питомою вантажністю і коефіцієнтом вантажомісткості.

Номінальна вантажність,  $q$ , т – максимально можлива маса вантажу, що перевозиться і встановлена технічною характеристикою транспортного засобу.

В технічному паспорті будь-якої вантажівки цей параметр безпосередньо не вказують, але визначити його можна за виразом:

$$q_n = M_a - M_o, \text{ кг}, \quad (3.5)$$

де  $M_a$  – повна маса автомобіля, кг;

$M_o$  – споряджена маса, кг.

Питома номінальна об'ємна вантажність:

$$q_{\text{ном}} = q_n / V_n, \text{ т/м}^3, \quad (3.6)$$

де  $V_n$  – внутрішній геометричний об'єм кузова, м<sup>3</sup>.

Коефіцієнт використання вантажомісткості:

$$\gamma_q = V_n \cdot \eta_V \cdot \rho / q_n, \quad (3.7)$$

де  $\eta_V$  – коефіцієнт використання об'єму кузова заданим вантажем, який визначають з формули:

$$\eta_V = \frac{V_g}{V_n}, \quad (3.8)$$

де  $V_g$  – фактичний об'єм вантажу в кузові, м<sup>3</sup>.

Показник використання спорядженої маси АТЗ:

$$\eta_M = M_o / q_n. \quad (3.9)$$

Для оцінювання вантажомісткості автомобілів використовують також показник – питомий об'єм вантажу в кузові:

$$\nu = \frac{V_k}{q_n}, \text{ м}^3/\text{т}, \quad (3.10)$$

де  $V_k$  – геометричний об'єм кузова автомобіля, м<sup>3</sup>.

Для прикладу, питомий об'єм кузова деяких автомобілів, які є в експлуатації в новочасних АТП, вказано в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Показники вантажомісткості деяких автомобілів

Марка автомобіля	Номінальна вантажність, кг	Об'єм кузова*, м <sup>3</sup>	Питомий об'єм кузова, м <sup>3</sup> /т	Питома маса одиниці вантажу, т/м <sup>2</sup>	Коефіцієнт використання вантажності
Mercedes-Benz Actros 3 2541 L	16657	45,85	2,76	0,16	0,44
Renault D18	10570	46,2	4,39		0,70
КамАЗ-5320	8225	23,826	2,90		0,46
ЗИЛ-431410	6125	15,529	2,53		0,41
МАЗ-53371	8775	40,45	4,61		0,74
КрАЗ-6322	10200	26,02	2,56		0,41

\*Примітка. Розглядаються одиничні автомобілі з колісною формулою 6×2, тентовані фургони.

Коефіцієнт статичної вантажності автомобілів при перевезенні заданого вантажу:

$$\gamma_c = \frac{q_\phi}{q_n} = \frac{V_k \cdot Z}{q_n} = \nu \cdot Z, \quad (3.11)$$

де  $q_\phi$  – фактична вантажність автомобіля при перевезенні вантажу, т;

$Z$  – питома маса вантажу, т/м<sup>3</sup> – довідкова.

Якщо переглянути дані табл. 3.1, то зрозуміло, що різні автомобілі при перевезенні одного і того ж вантажу з питомою масою, наприклад,  $Z=0,16$  т/м<sup>3</sup> (легкі вантажі, наприклад, мінеральна вата в рулонах) можуть бути завантажені по-різному, про свідчить коефіцієнт використання вантажності  $\gamma_c$ .

Обмеження, які накладаються на кількість вантажу в кузові автомобіля, є трьох видів і стосуються:

- 1) максимального навантаження на вісь транспортного засобу – обумовлена конструктивно;
- 2) об'єму вантажу в кузові автомобіля з врахуванням допустимих габаритних розмірів його, якщо вантажі виступають ззовні за кузов;
- 3) допустимого навантаження на вісь транспортного засобу – обумовлена дорожнім покриттям і обмеженням його експлуатаційних властивостей урядом країни.

Обмеження першого виду оцінюють номінальною вантажністю автомобіля, яка була означена виразом (3.5).

Обмеження другого виду залежать від властивостей вантажу, а саме: типу (легковаговий, довговимірний, негабаритний), його питомої маси  $Z$ , наявності й типу пакування (наявність та розміри піддонів, можливість штабелювати). Так, якщо вантаж не має стандартного пакування (піддони, цистерни), то його фактичну кількість можна орієнтовно визначити за виразом:

$$q_{\phi.1} = V_{\kappa} \cdot Z, \text{ кг.}$$

Якщо вантаж перевозять в транспортних пакетах, то його кількість в кузові, очевидно, залежить від розмірів пакетів і кузова. Якщо пакети штабелювати не можна, то вантажомісткість залежить від площі підлоги. Так кількість пакетів в кузові АТЗ визначають за формулою:

$$n_{\phi} = \text{round} \left[ \frac{F_{\kappa}}{B \cdot L} \right], \text{ шт.}, \quad (3.12)$$

де  $F_{\kappa}$  – площа підлоги кузова вантажного транспортного засобу м<sup>2</sup>;

$B, L$  – габаритні, відповідно, ширина і висота вантажів, які мають перевозитись тільки у вертикальному положенні.

Фактична вантажність транспортного засобу у цьому випадку визначиться, як добуток:

$$q_{\phi.1} = \sum_i n_{e.i} \cdot m_{n.i}, \text{ кг}$$

де  $m_{e.i}$  – маса пакету  $i$ -го типу в кузові АТЗ, кг.

При здійсненні перевезень діють експлуатаційні обмеження, засновані на директивах ЄЕК ООН, або відповідні національні обмеження. Вагові обмеження ЄС подані в табл. 2.2.

### 3.3 Розрахунок навантаження на вісь

#### 3.3.1 Методика розрахунку

Методика розрахунку навантаження на вісь для вантажних автоперевезень.

Таблиця 3.2 – Вагові обмеження для АТЗ в Європейському Союзі

Показник	Числове обмеження, кг
Допустиме навантаження на одну вісь	10000
Допустиме навантаження на одинарну провідну вісь	11500
Допустиме навантаження на здвоєну вісь з відстанню між осями: до 1,0 м	11500
від 1,0 до 1,3 м	16000
від 1,3 до 1,8 м	18000
Допустиме навантаження на потроєну вісь причепа, або напівпричепа з відстанню між осями: до 1,3 м	21000
Допустима повна маса АТЗ:	
автомобіля з трьома і більше осей	24000
причепа з трьома і більше осями	24000
тягача з напівприцепом з трьома осями	28000
тягача з напівприцепом з чотирма осями і відстанню між осями напівпричепа не меншою, ніж 1,3 м	36000
тягача з напівприцепом з чотирма осями	38000
тягача з напівприцепом з п'ятьма (2+3), шістьма (3+3) осями і відстанню між осями не більшою, ніж 1,8 м	40000

Мета даного розрахунку – зрозуміти можливості перерозподілу навантажень на осі тягача і напівпричепа при зміні розташування вантажу в напівпричепі. І застосування цього знання на практиці. У розглянутій нами системі є три об'єкти: тягач ( $T$ ), напівпричіп ( $n.p$ ) і вантаж ( $g$ ). Всі змінні, що відносяться до кожного з цих об'єктів, будуть маркуватися верхнім індексом  $T$ ,  $n.p$ , і  $g$  відповідно. Наприклад, власна маса тягача буде позначатися як  $m^T$ .

В рамках цієї задачі ми спростимо всі векторні вирази до звичайних скалярних рівнянь. Всі об'єкти ми будемо розглядати в системі відліку, в якій вісь  $X$  спрямована горизонтально, вісь  $Y$  – вертикально, а початок відліку збігається з передньою віссю тягача (рис. 3.1).

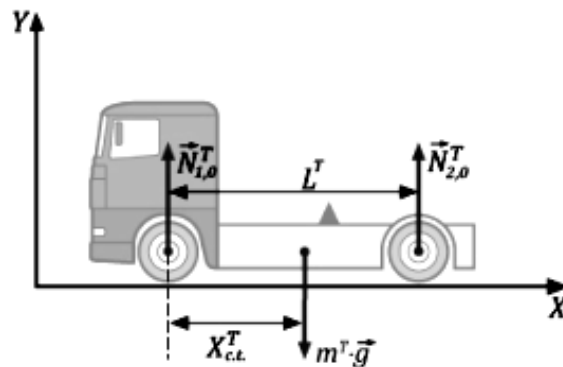


Рисунок 3.1 – Схема сил і реакцій, які діють на тягач

При такому виборі проекції всіх сил, що діють на тягач, напівпричіп і вантаж, на вісь  $X$  рівні 0 (оскільки всі ці сили перпендикулярні осі). А проекції всіх сил на вісь  $Y$  – рівні за модулем величині цієї сили, а знак залежить від напрямку дії сили (якщо напрямок збігається з напрямком осі, то знак плюс, якщо не збігається – мінус). Тобто якщо будь-де в тексті зустрічається символ  $\vec{F}$ , значить мова йде про силу – векторну величину. Якщо ж в рівнянні зустрічається символ  $F$ , то мова йде про величину проекції сили  $\vec{F}$  на вісь  $Y$ . Це – скалярна величина. Всі рівняння, що описують наші об'єкти, відносяться до тих моментів, коли вони або знаходяться в стані спокою, або рухаються рівномірно і прямолінійно (з

точки зору класичної механіки ці стани описуються одними і тими ж рівняннями і, перебуваючи всередині системи, неможливо зрозуміти, спочиває чи вона або рухається рівномірно і прямолінійно). У ці моменти сума всіх сил, що діють на кожен з розглянутих об'єктів, дорівнює нулю. А також сума всіх моментів сил, що діють на кожен з об'єктів, дорівнює нулю.

Розгляд системи з 3-х об'єктів будемо проводити послідовно, тобто спочатку розглянемо один тягач, потім додамо до нього напівпричіп, після чого додамо вантаж і подивимося, як можна оптимізувати навантаження на осі тягача і напівпричепа, змінюючи положення вантажу в напівпричепі.

### 3.3.2 Тягач

В даному випадку рис. 3.1 показує, що на тягач діють 3 сили: сила тяжіння  $m\vec{g}$ , а також сили реакції опори  $\vec{N}_{1,0}^T$  і  $\vec{N}_{2,0}^T$ . Додатковий індекс показує, що мова йде про випадок, коли до тягача не приєднаний напівпричіп.

Отже, умова, що сума всіх сил, що діють на тіло дорівнює нулю, приводить нас до рівняння:

$$N_{1,0}^T + N_{2,0}^T - m^T g = 0, \text{ Н.} \quad (3.13)$$

Якщо ми знаємо масу тягача і навантаження на його задню вісь в неспорядженому стані (позначену як  $\vec{N}_{2,0}^T$ ), то навантаження на його передню вісь можна обчислити на підставі рівняння (3.13):

$$N_{1,0}^T = m^T g - N_{2,0}^T. \quad (3.14)$$

Розглянемо вісь, що проходить через передню вісь вантажівки (і спрямовану перпендикулярно площині малюнка). Сума всіх моментів сил діючих на тіло, дорівнює 0. Це дає нам рівняння:

$$m^T g \cdot X_{c,t}^T - N_{2,0}^T \cdot L^T = 0, \quad (3.15)$$

де  $L^T$  – відстань між осями тягача (випадок, коли у тягача ззаду дві осі може бути розглянутий окремо),

$X_{c,t}$  – відстань від передньої осі тягача до центра ваги тягача.

Сила не присутня в рівнянні (3.14), оскільки вона прикладена до тієї ж точки, через яку проходить вісь обертання, для якої написано рівняння (3.14). Вісь обертання – уявна лінія, яка проходить через передню вісь вантажівки. І сила прикладена до передньої осі вантажівки. Значить відстань між двома прямими – між віссю обертання і вектором сили дорівнює нулю. Тому плече цієї сили відносно цієї осі обертання дорівнює нулю.

Рівняння (3.14) можна розглянути щодо величини  $a$  – тобто якщо нам для деякого обраного тягача відома його маса, відстань між осями і навантаження на задню вісь (в той момент, коли до нього не приєднаний напівпричіп), то ми можемо обчислити відстань від передньої осі до його центра ваги:

$$X_{c,t}^T = \frac{N_{2,0}^T \cdot L^T}{m^T g}, \text{ Н.} \quad (3.16)$$

Як можна застосувати формулу (3.16) на практиці? Для цього розглянемо тягач Рено Преміум 460.

Вага тягача – 8180 кг. Навантаження на передню вісь – 5700 кг. навантаження на задню вісь – 2480 кг. Дані взяті з вимірювання, які проводилися на пункті зважування – на вагах. У баку було 500 літрів дизельного палива. Відстань між осями нашого тягача Рено Преміум – 3600 мм. У формулу (3.16) входить відношення навантаження на задню вісь до ваги тягача. Вага (за визначенням) – це сила, з якою тіло тисне на горизонтальну опору або розтягує вертикальний підвіс.

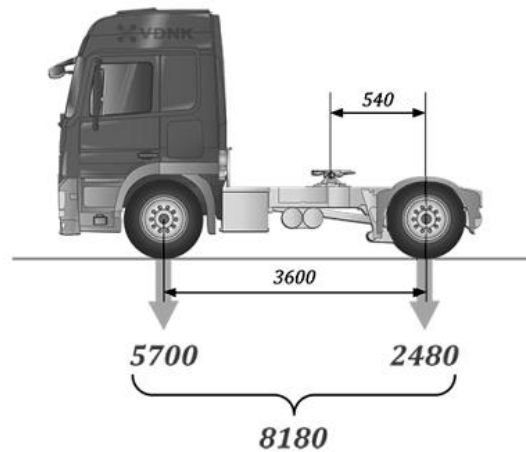


Рисунок 3.2 – Схема сил, які діють на тягач Рено Преміум 460

Отже, розрахуємо відстань від передньої осі тягача Рено Преміум по формулі (3.3) з урахуванням міркувань про одиниці виміру:

$$X_{c,t}^T = \frac{N_{2,0}^T \cdot L^T}{m^T g} = 3600 \cdot \frac{2480}{8180} = 1091 \text{ мм.}$$

Всі міркування про навантаження, яке вимірюється в кілограмах, будуть застосовуватися і в подальшому при практичному застосуванні виведених формул. Наприклад, обчислення центра ваги напівпричепи – за формулою (3.16).

### 3.3.3 Тягач з напівпричепом

Якщо до тягача, розглянутому раніше, приєднаний напівпричіп без вантажу, то навантаження на його осі змінюється.

Розглянемо рис. 3.3. Ми можемо записати окремо для тягача і напівпричепи обидві умови рівноваги. Необхідно відзначити, що положення центра ваги тягача, обчислене згідно (3.16), не зміниться після приєднання напівпричепи:

$$N_{1,1}^T + N_{2,1}^T - m^T g \cdot X_{c,t}^T - N_{n,p}^T = 0, \quad (3.17)$$

де  $N_{n,p}^T$  – сила, з якою напівпричіп «тисне» на тягач.

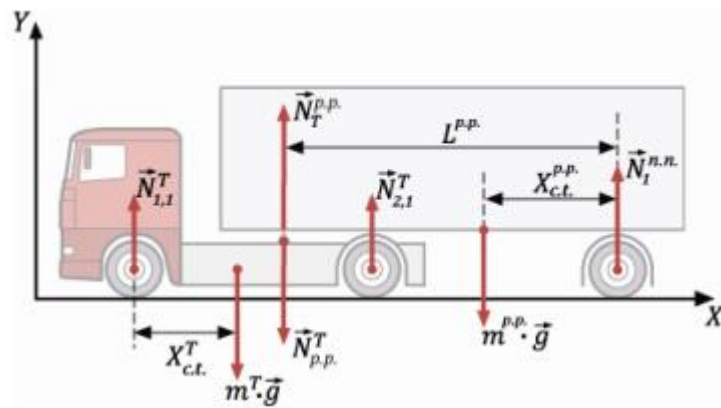


Рисунок 3.3 – Схема сил і реакцій, які діють на автопоїзд

Згідно 3-му закону Ньютона:

$$N_{n,p}^T = -N_T^{np}.$$

Ми можемо обчислити силу, з якою порожній напівпричіп «тисне» на тягач:

$$N_{n,p}^T = N_{1,1}^T + N_{2,1}^T - m^T \cdot g \cdot X_{ct}^T. \quad (3.18)$$

Розглянемо тепер напівпричіп. Для того щоб визначити, де знаходиться центр ваги напівпричепи (це важливо – ми шукаємо положення центра ваги саме напівпричепи, а не системи «тягач + порожній напівпричіп»), запишемо умову рівності моментів сил, що діють на напівпричіп, щодо осі, що проходить через задню вісь напівпричепи:

$$m^{nn} g \cdot X_{nn}^T - N_0 \cdot L^{nn} = 0, \quad (3.18)$$

де  $X_{nn}^T$  – відстань від задньої осі напівпричепи до центра ваги,

$L^{nn}$  – відстань між задньою віссю напівпричепи і місцем зчипки напівпричепи з тягачем (ця точка на тягачі називається сідло),

$N_0$  – модуль сили, отриманої з рівняння (3.18).

З рівняння (3.18) можна вивести формулу для розрахунку величини:

$$X_{c,t}^{nn} = \frac{N_0 \cdot L^{nn}}{m^{nn} g}. \quad (3.19)$$

Можемо обчислити навантаження на вісь напівпричепи (вважаємо що вісь на напівпричепі одна) за такою формулою:

$$N_1^{nn} = m^{nn} g - N_0. \quad (3.20)$$

Розглянемо тягач Рено Преміум 460 з напівпричепом (рис.3.4). Маса порожнього автопоїзда складає  $(5900 + 3560 + 1760 + 1800 + 1560) = 14580$  кг. Отже маса напівпричепи  $(14580 - 8180)$  кг = 6400 кг.

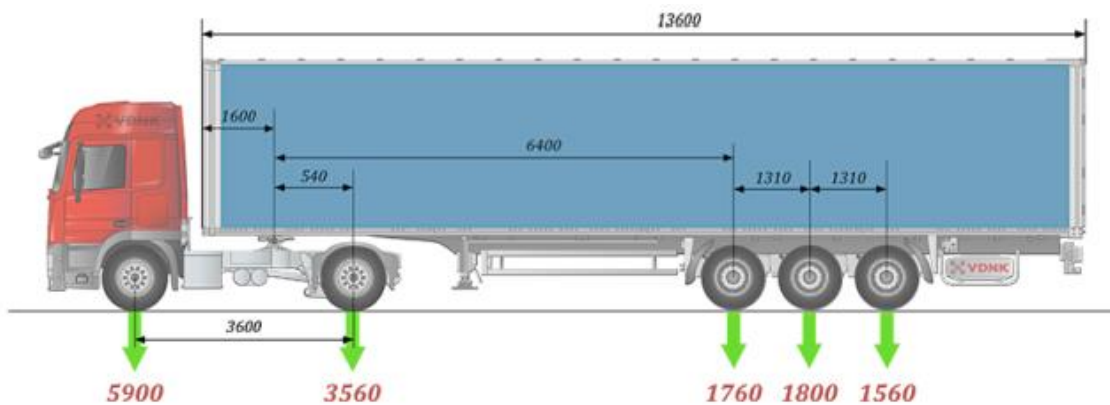


Рисунок 3.4 – Схема дії сил і реакцій на автопоїзд у складі тягача Рено Преміум + н/п Когель

Напівпричіп тривісний, але в рамках обумовленої раніше методики ми вважаємо навантаження на кожну вісь однаковою. Подивимося, до яких результатів нас це призведе. Розрахуємо по формулі (3.18) силу взаємодії тягача і напівпричепи, сила з якою напівпричіп тисне на «сідло» тягача:

$$N_{nn}^T = N_0 = 5900 + 3650 - 8180 = 1280 \text{ кг.}$$

Підставимо отриману величину у формули (3.17), (3.18):

$$X_{c,t}^{nn} = \frac{N_0 \cdot L^{nn}}{m^{nn} g} = (1310 + 6400) \cdot \frac{1280}{6400} = 1542 \text{ мм.}$$

$$N_1^{nn} = 6400 - 1280 = 5120 \text{ кг.}$$

Підставимо тепер отриману величину в формули (3.19) і (3.20):

Якщо тепер ми хочемо розрахувати навантаження на кожну з осей, то загальне навантаження необхідно поділити на 3 (тому що у напівпричіпа 3 осі). Отриманий результат можна показати за допомогою такої таблиці 3.3.

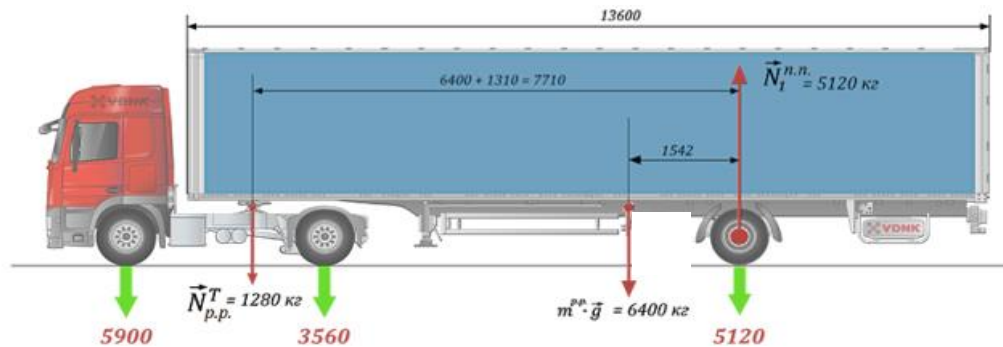


Рисунок 3.5 – Схема сил, які діють на автопоїзд без вантажу у складі тягача Рено Преміум 460 + н/п Когель

Таблиця 3.3 – Результати розрахунку навантаження по осях

Номер осі	Розрахункове навантаження, кг	Реальне навантаження, кг	Відхилення розрахунку від реального значення, кг
1	1706,7	1760	- 53,3
2	1706,7	1800	- 93,3
3	1706,7	1560	146,7
Разом	5120	5120	0

### 3.3.4 Тягач з напівпричепом і вантажем.

Перейдемо тепер до розгляду загального випадку, коли в напівпричепі знаходиться вантаж (рис 3.6).

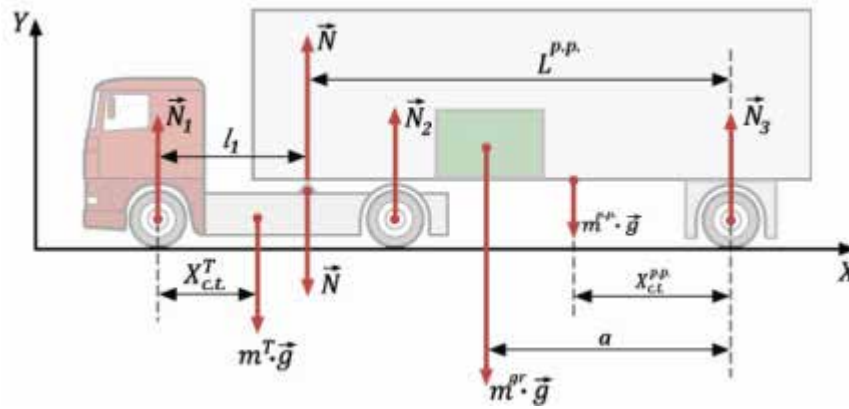


Рисунок 3.6 – Схема сил і реакцій, які діють на автопоїзд з вантажем

Отже, запишемо умову рівності сил, і моментів сил, що діють на тягач:

$$N_1 + N_2 - m^T g - N = 0, \quad (3.21)$$

$$m^T g \cdot X_{ct.}^T + N_1 \cdot l_1 - N_2 \cdot L^T = 0, \quad (3.22)$$

де  $N_1, N_2$  – навантаження на передню і задню вісь тягача, відповідно,  
 $N$  – сила, з якою напівпричіп в місці зчеплення (називається - сидло)  
«тисне» на тягач,

$l_1$  – відстань від передньої осі тягача до точки зчипки з напівпричепом.

Запишемо умову рівності сил, і моментів сил, що діють на тягач:

$$N + N_3 - (m^{nn} + m^{gr})g = 0, \quad (3.23)$$

$$m^{gr} \cdot ga + m^{nn} \cdot gX_{ct.}^{nn} N - N \cdot L^{nn} = 0, \quad (3.24)$$

де  $L^{nn}$  – відстань від задньої осі напівпричепи до місця зчипки з тягачем,  
 $a$  – відстань від задньої осі тягача до центра ваги вантажу.

Саме цей параметр, що характеризує розташування вантажу в напівпричепі, ми будемо надалі варіювати, щоб з'ясувати, як він впливає на розподіл навантаження між осями тягача і напівпричепи. З рівняння (3.24) ми

можемо обчислити величину  $N$ , після чого, знаючи  $N$ , з рівняння (2.24) ми зможемо обчислити  $N_3$ , з (3.20) обчислимо  $N_2$  і з (3.19) –  $N_1$ . Отже:

$$N = \frac{m^{gr} ga + m^{nn} g X_{c.t.}^{nn}}{L^{nn}}, \quad (3.25)$$

$$N_3 = (m^{gr} + m^{nn})g - N, \quad (3.26)$$

$$N_2 = \frac{m^T g X_{c.t.}^T + N l_1}{L_1}, \quad (3.27)$$

$$N_1 = m^T g + N - N_2, \quad (3.28)$$

Як ми бачимо, в формулу для розрахунку величини  $N$  входить параметр  $a$ , а величина  $N$  в свою чергу входить в формулу для розрахунку навантаження на кожен з осей. Таким чином, варіюючи параметр, ми можемо змінювати навантаження на осі.

Геометричний опис тягача і напівпричепа:

$L_T$  – відстань між осями тягача;

$l_1$  – відстань від передньої осі тягача до точки зчипки з напівприцепом;

$L^{nn}$  – відстань від задньої осі напівпричепа до місця зчипки з тягачем.

Необхідно знати розподіл навантаження на осі тягача без напівпричепа:

$N_{1,0}^T$  – навантаження на передню вісь тягача;

$N_{2,0}^T$  – навантаження на задню вісь тягача.

Необхідно знати розподіл навантаження на осі тягача при приєднанні прицепа без вантажу:

$N_{1,1}^T$  – навантаження на передню вісь тягача;

$N_{2,1}^T$  – навантаження на задню вісь тягача.

У цьому випадку ми можемо обчислити положення центра ваги тягача і напівпричепа відповідно до формул (3.22) і (3.23). Після чого, задавши параметром  $a$ , можемо написати розрахункові формули для навантаження на

осі тягача і напівпричепи при перевезенні вантажу. Якщо необхідно розглянути більш складний випадок, коли в напівпричепі знаходиться не один вантаж, а кілька, то параметр в свою чергу є розрахунковою величиною, і розраховується за такою формулою:

$$a = \frac{m_1^{gr} \cdot x_1 + m_2^{gr} \cdot x_2 + \dots + m_k^{gr} \cdot x_k}{m_1^{gr} + m_2^{gr} + \dots + m_k^{gr}}, \quad (3.29)$$

де  $m_i^{gr}$  – маса  $i$ -го вантажу,

$x_i$  – відстань від центра ваги  $i$ -го вантажу до задньої осі напівпричепи.

Якщо кожен вантаж є транспортним пакетом, всередині якого вага розподілена рівномірно, то центр тяжіння знаходиться на середині ширини пакета. В даному випадку шириною ми називаємо геометричний розмір сторони коробки, паралельний борту напівпричепи.

На основі такої методики ми розробили програму-калькулятор для розрахунку навантажень на осі вантажного автопоїзда в складі сідельного тягача і напівпричепи.

### 3.3.5 Розподіл навантаження на задні осі напівпричепи

Раніше було зроблено припущення про те, що навантаження на задні осі напівпричепи розподіляється рівномірно. Це припущення приводить до розбіжності теоретичних розрахунків з експериментальними результатами. Причому знехтувати цими розбіжностями ми не можемо, оскільки вони перевищують точність вимірювань на статичних вагах в пунктах вагового контролю. Для обліку нерівномірного навантаження можна застосувати кілька різних підходів.

Перший підхід полягає в механічному підборі коефіцієнтів розподілу навантаження.

Другий підхід полягає в ослабленні вихідного припущення про рівномірний розподіл навантаження. Ми можемо припустити, наприклад, що в разі 3-вісного напівпричепа навантаження на перші дві осі рівні між собою. Третій підхід полягає в дослідженні такої моделі напівпричепа, де навантаження на осі буде нерівномірною в силу самої природи цієї моделі.

Розглянемо порожній напівпричіп. Рівняння (3.17) дозволяє обчислити сумарне навантаження на осі напівпричепа. Якщо ми позначимо через  $\vec{n}_1$  навантаження на першу вісь напівпричепа,  $\vec{n}_2$  – на другу і  $\vec{n}_3$  – на третю, то ми можемо написати, що сума навантажень на кожную вісь дорівнює сумарному навантаженні:

$$\vec{n}_1 + \vec{n}_2 + \vec{n}_3 = N_1^{nn}. \quad (3.30)$$

Якщо тепер ми позначимо через  $r_1$  відстань між першою і другою осями напівпричепа,  $r_2$  – між другою і третьою, то ми можемо записати рівняння для моментів сил, що діють на напівпричіп щодо точки зчипки:

$$n_1(L^{nn} - r_1) + n_2 \cdot L^{nn} + n_3(L^{nn} - r_2) - (L^{nn} - X_{c.t}^{nn}) \cdot m^{nn} \cdot g = 0. \quad (3.31)$$

де  $X_{c.t}^{nn}$  – відстань від середньої осі напівпричепа до центра ваги напівпричепа.

Припустимо тепер, що навантаження на першу і другу вісь напівпричепа рівні, тобто:

$$\vec{n}_1 = \vec{n}_2.$$

Перевіримо, до чого нас це припущення призведе. Рівняння (3.30), (3.31) приймають вид:

$$2 \cdot \vec{n}_1 + \vec{n}_3 = N_1^{nn}, \quad (3.32)$$

$$n_1(2 \cdot L^{hn} - r_1) + n_2 \cdot (L^{hn} + r_2) - (L^{hn} - X_{c.t}^{hn}) \cdot m^{hn} \cdot n = 0. \quad (3.33)$$

Ми отримали систему з двох лінійних рівнянь з двома невідомими:  $n_1$ ,  $n_3$ . Вирішення цієї системи виглядає наступним чином:

$$n_1 = \frac{N_1^{hn} (L^{hn} + r_2) - (L^{hn} - X_{c.t}^{hn}) \cdot m^{hn} \cdot g}{r_1 + 2r_2}.$$

$$\vec{n}_3 = N_1^{hn} - 2 \cdot \vec{n}_1.$$

$$n_1 = \frac{5120 \cdot (7510 + 1310) - 6400 \cdot (7510 - 1542)}{1310 + 2 \cdot 1310} =$$

$$\frac{45158400 - 38195200}{3920} = 1772 \text{ кг.}$$

$$n_3 = 5120 - 2 \cdot 1772 = 1576 \text{ кг.}$$

### 3.4 Вибір типу і кількості рухомого складу

Для перевезення необхідно вибрати закритий (тентований) напівпричеп з вантажністю до 25 т і відповідний йому автомобіль-сідельний тягач. Вимогам перевезень відповідає напівпричеп Schmitz. Schmitz Cargobull – провідний виробник причіпної техніки в Європі. Протягом 3 років Чернівціське АТП успішно експлуатує напівпричепи тентовані даної марки серії SPR 24/L – 13.62 EB.

Технічні дані напівпричепів.

Власна маса – 7500 кг

Загальна довжина напівпричепи А – 13720 мм

Загальна ширина напівпричепа С – 2550 мм

Довжина напівпричепа всередині В – 13620 мм

Ширина напівпричепа усередині D – 2460 мм

Ширина напівпричепа всередині між стійками D – 2 470 мм

Висота напівпричепа усередині E – спереду 2820 мм, ззаду 2 715 мм

Висота напівпричепа всередині збоку під шаблиною F 2 540 мм 2 780–2  
675 мм

Загальна висота в завантаженому стані H – 4000 мм

Повний об'єм напівпричепа – 92,7 м<sup>3</sup>

Сідельні тягачі MAN Nutzfahrzeuge AG (Німеччина), представляють на ринку якісно новий рівень техніки. Тягач відповідає вимогам європейських Правил і Директив по екології і безпеці: „

- тягач з низьким рівнем шуму (L)
- „більш зелений і безпечний грузовик (S)

Характеристики автомобіля:

Рівень емісії: євро 6

Тягач випуску 2017 року

Двигун: MAN D2866LF20, 400 к. с.

Визначимо потрібну кількість АТЗ для обслуговування замовлень Надвірного лісокомбінату.

Формування чисельності АТЗ здійснюють на підставі розрахунків інвентарного (спискового парку). В основу розрахунків покладено річні перевезень вантажу, які підлягають перевезенню. Потреба в обсягах перевезень – 12500 т, визначена за результатами досліджень задоволення попиту (34000 м<sup>3</sup> деревини).

Списковий парк автомобілів вантажного АТП визначають за формулою:

$$A_{\text{сп}} = Q_p t_p \alpha_H / q \gamma_c t_H \cdot n_{\text{зм}} \cdot K_{\Gamma} = A_p / K_{\Gamma}, \quad (3.34)$$

де  $Q_p$  – річний обсяг перевезень вантажів, т;

$t_p$  – тривалість перебування автомобіля в одному рейсі, год.;

$\alpha_H$  – коефіцієнт нерівномірності вантажопотоків;

$q$  – вантажність автомобілів, т;

$\gamma_c$  – коефіцієнт використання вантажності (береться за довідниками) [5];

$t_H$  – тривалість перебування автомобіля в наряді протягом року при однозмінній роботі; залежно від виду АТЗ, його вантажності і змінності лежить в межах  $t_{H.п.} = 1900-1990$  год.; для неперервної зміни  $t_{H.н.} = 2250-2350$  год. (нижні межі для АТЗ вантажністю  $q \geq 20$ т, верхні для АТЗ з  $q \leq 20$ т);

$n_{зм}$  – кількість змін роботи АТЗ на добу;  $n_{зм}$  може бути одно-, дво- чи трьохзмінною;

$K_r$  – коефіцієнт готовності парку АТЗ (за даними підприємства – 0,85);

$A_p$  – робочий парк АТЗ.

Тривалість перебування АТЗ в одному рейсі беремо із звіту підприємства  $t_p = 95$  год. (в прямому і зворотному напрямі).

$$A_{сп} = 12500 \cdot 95 \cdot 1,21 / 25 \cdot 1,0 \cdot 2250 \cdot 3 \cdot 0,85 = 10 \text{ автопоїздів.}$$

Якщо розраховується через необхідну робочу чисельність АТЗ, то останній показник визначають із співвідношення:

$$A_p = P_{пл.р} / W_{р.р}, \quad (3.35)$$

де  $P_{пл.р}$  – запланований річний обсяг транспортної роботи, т-км / рік;

$W_{р.р}$  – річна продуктивність одного АТЗ відповідного типу за транспортною роботою т-км/рік.

Річну продуктивність  $W_{р.р}$  визначають виходячи з годинної  $W_{р.г}$ .

Річну продуктивність АТЗ  $W_{р.р}$  знаходять через добуток годинної  $W_{р.г}$  на тривалість перебування АТЗ на лінії  $T_l$  протягом зміни та на кількість робочих днів у році  $D_{роб}$ :

$$W_{р.р} = W_{р.г} T_l D_{роб}, \text{ т-км / рік,} \quad (3.36)$$

Робоча кількість рухомого складу за продуктивністю:

$$A_p = 20000000 / 260 \cdot 2250 = 3 \text{ автопоїзди.}$$

Коефіцієнт готовності рухомого складу АТП  $K_r$  за розглядуваний період часу, який характеризує ступінь готовності його до виконання транспортної роботи визначають із співвідношення:

$$K_r = A_{Дспр} / A_{Днід}, \quad (3.37)$$

де  $A_{Дспр}$  – кількість автомобіле-днів зі справним і працездатним АТЗ;

$A_{Днід}$  – кількість автомобіле-днів перебування на підприємстві.

Показник  $A_{Днід}$  складається з автомобіле-днів справних і працездатних та автомобіле-днів простоїв АТЗ на ТО і ремонті  $A_{Дтор}$ . Тобто

$$K_2 = A_{Дспр} / A_{Дспр} + A_{Дтор}, \quad (3.38)$$

Загальна кількість днів роботи рухомого складу протягом року визначається режимом роботи АТП та самого рухомого складу.

Щодо водіїв, то тривалість їх робочої зміни повинна бути такою, щоб тривалість робочого тижня не перевищувала 40 год. Якщо за умовами роботи водія утруднений облік змінного часу, допускається застосування сумарного обліку часу (місячного, квартального). Приймаємо турний метод роботи при тривалості робочої зміни водіїв з  $8^{00}$  до  $20^{00}$  год. – 12 год.

### 3.5. Розрахунок технологічної схеми навантаження

#### 3.5.1. Загальний опис

Схема відвантаження є такою: з одноповерхового складу обладнаного рампою для відправки вантажу на автотранспорт відвантажують дерев'яні заготовки в пакетах. Формування пакету проводиться на складі на піддон розміром  $800 \times 1200$  мм вантажністю до 1,92 т.

Потім за допомогою авто-, або електронавантажувача завантажується на автотранспорт. У напівпричепі завантажують 33 пакети в один штабель. При цьому навантажувачі заїжджають у напівпричіп і складають пакети так, як це показано на рис. 3.3. Один пакет не докладають тому, що для розвантаження потрібно покласти трап на розвантажувальну рампу.

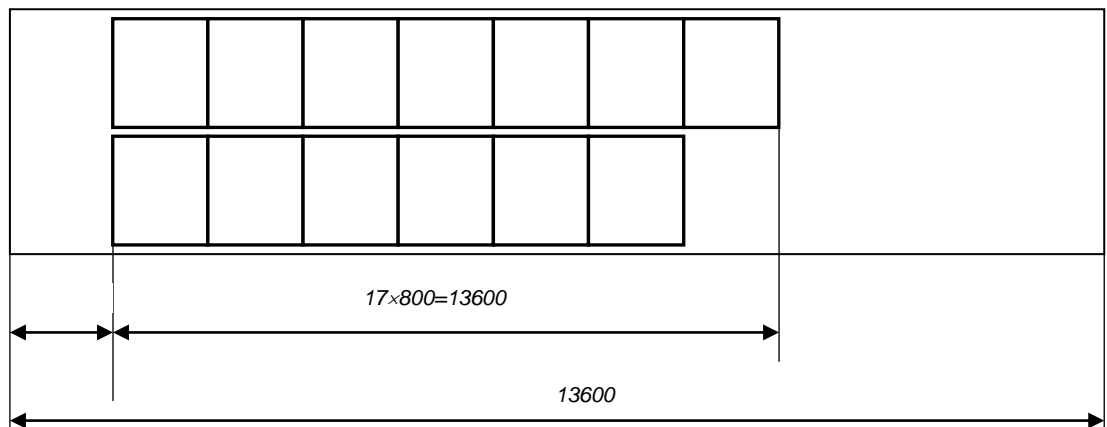


Рисунок 3.7 – Схема розташування піддонів в напівпричепі

### 3.5.2 Розрахунок навантаження на осі

Звичайно в кузові АТЗ вантажі перевозять на стандартних піддонах. При однорідному вантажі це дозволяє рахувати його масу рівномірно розподіленою по довжині кузова з центром ваги – в базі АТЗ і використовувати для розрахунку осьових навантажень і допустимого по експлуатаційних обмеженнях корисного навантаження схеми

- навантаження на вбудований візок напівпричепи  $P_2 = 3 \cdot 7,5 = 22,5$  т;
- загальна маса автопоїзда з урахуванням його бази  $Y = S + h + a = 11,96$  м < 12,2 м складає  $G_{an} = 37,5$  т.

Допустима маса вантажу, виходячи з обмежень по загальній масі автопоїзда:

$$Q_1 = G_{a-n} - m_1 - m_2 - m_3 - m_c = 37,5 - 4,72 - 2,17 - 6,2 - 1,6 = 22,81 \text{ т.}$$

Допустима маса вантажу, виходячи з обмеження навантаження на візок напівпричепа, визначена по формулі:

$$Q_3 = \frac{(P_3 - m_3)S}{Z} = (22,5 - 6,2) \cdot 7,65 / 5,14 = 24,38 \text{ т.}$$

Допустима маса вантажу, виходячи з обмеження навантаження на сидло тягача, по формулі [2]:

$$Q_2 = \frac{\left( \frac{(P_2 - m_2)L}{h - m_c} \right) S}{S - Z} = \left[ \frac{(10 - 2,17) \cdot 3,3}{3 - 1,6} \right] \cdot 7,65 / (7,65 - 5,14) = 21,4 \text{ т.}$$

Остаточно одержуємо, що допустима маса вантажу в кузові напівпричепа складає [2]:

$$Q = \min(Q_1, Q_2, Q_3) = \min(22,81; 21,4; 24,38) = 21,4 \text{ т.}$$

При цьому навантаження на візок напівпричепа –

$$P_3 = \frac{QZ}{S} + m_3 = 21,4 - 5,14 / 7,65 + 6,2 = 20,6 \text{ т.}$$

Навантаження на сидло тягача [2]:

$$P_c = Q + m_c + m_3 - P_3 = 21,4 + 1,6 + 6,2 - 20,6 = 8,6 \text{ т.}$$

Навантаження на задню вісь тягача по формулі:

$$P_2 = \frac{P_c h}{L} + m_2 = 8,6 \cdot 3,3 / 3 + 2,17 = 9,98 \text{ т.}$$

При таких навантаженнях автопоїзд може бути допущений до перевезень країнами ЄС. При цьому навантаження напівпричепа має бути таким, як зображено на рис. 3.7.

3.5.4. Довідкові дані по схемі механізації вантаження і вивантаження тарно-штучних вантажів

Середня річна маса перенавантаженого вантажу – 12500 т. Річна кількість завантажень – 480. Маса вантажу що завантажується за один цикл – 25 т; Максимальна тривалість завантаження – 40 хв. Маса пакету, т – 1,92. Витрати праці на укладання 1т вантажу в пакети, люд.-хв. – 30,0.

### 3.5.5. Короткий опис технологічного процесу

Автомобіль під'їжджає заднім бортом до рами складу, рівень днища кузова співпадає з рівнем під'їзної рампи складу. Вантаж пакетується двома допоміжними робітниками в штабель масою пакету 1,92 т. Укладений пакет автотранспортом захоплюється з піддону і перевозиться в кузов автомобіля, де укладається самим автотранспортом в штабель по 2 ряди. Для переробки 25 т вантажу за 40 хв. застосовуються: бортовий вантажний автомобіль з напівпричепом вантажністю 26т, автотранспортувачі, допоміжні робітники. В період перевантаження допоміжні робітники пакетують новий штабель.

### 3.6 Маршрутизація перевезень

Новий маршрут масових перевезень розроблено з використанням програми AutoRouteExpress з такими вихідними даними:

- початковий пункт маршруту – смт. Сторожинець, Чернівецької області, виробнича база ПП ;
- перевезення виконуються по дорогах міжнародного, державного та територіального значення;
- кінцевий пункт маршруту – м. Сірет (Румунія);

- маршрут будується за критерієм найкоротшої відстані і руху по надешевших автобанах;
- максимальна швидкість руху автомобілів: автострадами – 70 км/год.; дороги для автомобілів – 60 км/год.; інші дороги – 55 км/год.; в межах населених пунктів – 40 км/год.;
- запас ходу по паливу – 1450 км.
- Карта маршруту – на рис. 3.8. Маршрут проходить: територією України, Румунії.

З допомогою вказаної програми побудовано також графік руху автомобіля на маршруті (табл.3.7), (рис.3.9).

Згідно з цими результатами можна вказати такі параметри маршруту:

- схема маршруту: Сторожинець (завантаження) - Сірет (розвантаження) - Сірет (завантаження) – Сторожинець (розвантаження);
- тривалість рейсу – 7,5 год.
- тривалість руху – 1,4 год.
- тривалість простою – 6,1 год.
- митниці: Глибока-Сірет;
- тривалість поїздки в один бік – 3,5 год.;
- загальний пробіг на маршруті – 75 км.
- пробіг з вантажем в один бік – 38 км;
- пробіг з вантажем в зворотній бік – 37 км;
- нульовий пробіг – 18 км;

керують автомобілем 2 водії, які змінюються через 3,5 год. і відпочивають через 12 год. поїздки впродовж 12 год.

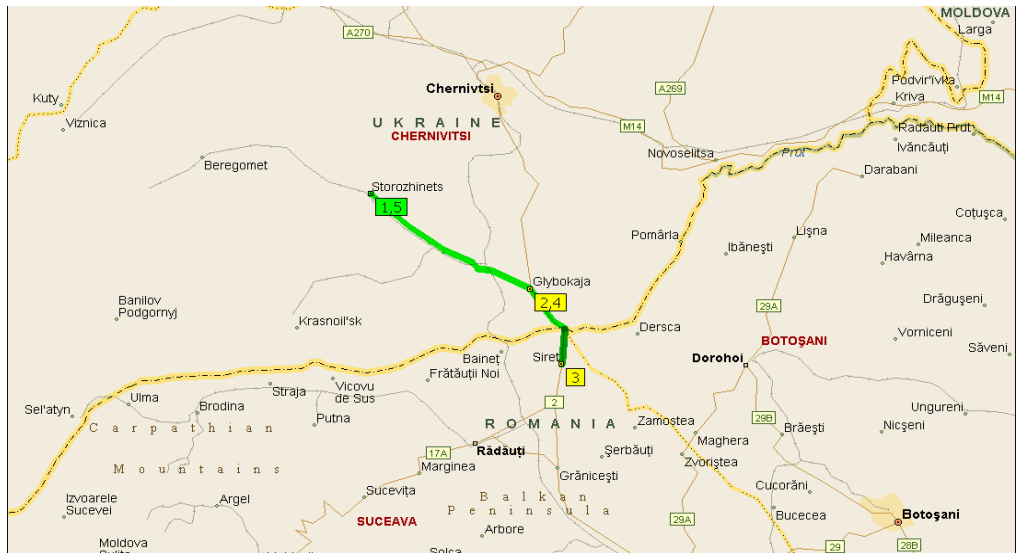


Рисунок 3.8 – Карта маршруту Сторожинець-Сірет

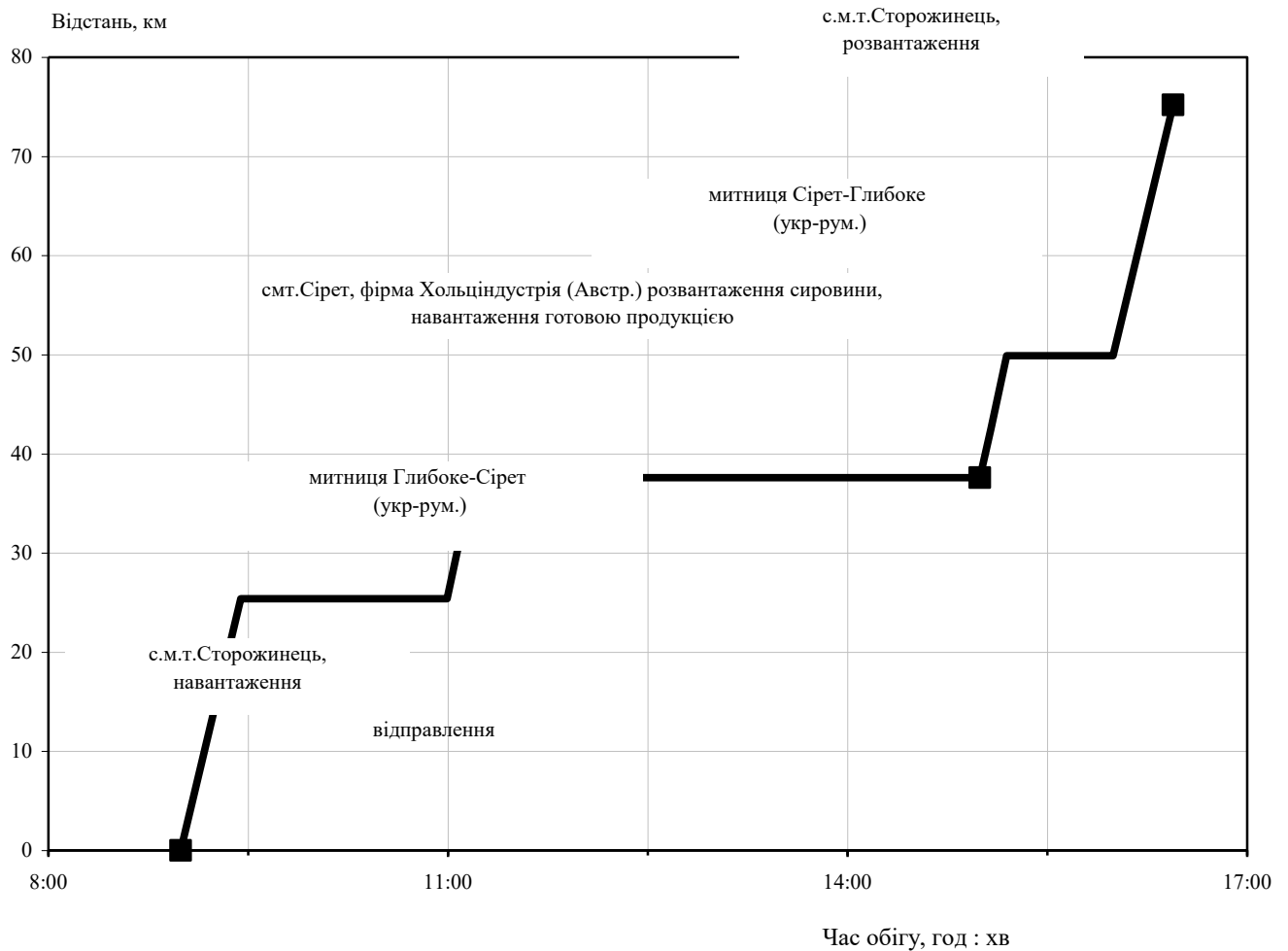


Рисунок 3.9 – Графік руху на маршруті

### 3.7 Удосконалення митного і фітосанітарного контролю деревини

#### 3.7.1 Технологія митного контролю

Розглянемо ситуацію з організацією митного контролю, що склалася на кордонах України з нашими сусідами. На кордоні з Словаччиною (98,5 км) та Угорщиною (135,1 км) діють 7 автомобільних пунктів пропуску, через які за добу переміщується близько 6 тисяч транспортних засобів. Найбільша кількість транспортних засобів проходить через міжнародні пункти пропуску "Чоп" та "Ужгород". Необхідна їх реконструкція. Потребують належного облаштування ще 4 пункти пропуску в зоні діяльності Закарпатської регіональної митниці. На кордоні з Румунією (625,41 км) діють 14 пунктів пропуску. Вони пов'язують Україну і держави СНД з Балканами, Туреччиною, Близьким Сходом. Серед цих пунктів пропуску: два міжнародні ("Дякове" та "Порубне"), одинадцять місцевих переходів. Найбільш інтенсивний рух транспорту здійснюється через пункт пропуску "Порубне" (близько 400 транспортних засобів на добу). Обидва міжнародні пункти пропуску потребують модернізації. Це означає, що:

- особовий склад контрольних служб працює в тимчасових приміщеннях типу "вагончик", які розміщені як правило на узбочині дороги і не завжди мають огорожу;
- відсутні умови для стягнення платежів, зберігання конфіскованих предметів, зберігання вогнепальної зброї тощо;
- пункти пропуску нерідко розташовуються на значній віддаленості від лінії проходження кордону, що, в окремих випадках, створює сприятливі умови для незаконного переміщення товарів поза пунктами пропуску по об'їзних ґрунтових дорогах;
- як правило, відсутнє штучне освітлення території пункту пропуску, відсутні модулі для поглибленого митного огляду, місця для затриманого та непропущеного транспорту;

- територія пункту пропуску не спланована з урахуванням багатополосного пропуску автотранспорту, окремо для вантажівок, окремо для легкових автомобілів;
- відсутні необхідні сервісні умови для громадян, що переміщуються через митний кордон. Переміщення громадян, вантажів і транспортних засобів через кордон (975 км), здійснюється через 12 автомобільних пунктів пропуску, 5 з яких мають статус міжнародних та 7 - міждержавних.

### 3.7.2 Організація фітосанітарного контролю деревини

Метою фітосанітарного контролю деревини та виробів з неї (далі - лісоматеріали і пиломатеріали) є:

- захист споживачів від придбання заражених шкідниками та хворобами рослин лісоматеріалів, у тому числі імпортованих, що можуть завдати значних збитків народному господарству та навколишньому середовищу України;
- виконання міжнародних обов'язків України, угод з карантину рослин, вимог договорів (контрактів);
- попередження проникнення шкідливих організмів як на територію України, так і за її межі.

Фітосанітарні вимоги включають:

- перелік карантинних зон, з яких заборонено вивіз лісоматеріалів без карантинного сертифіката, дату введення і загальний строк карантину;
- назву карантинного організму (українська та латинська); опис організму; ознаки пошкодження лісоматеріалів; назву порід дерев, які він пошкоджує; період часу протягом року, коли існує найбільша загроза поширення карантинного організму;
- вимоги до очищення лісоматеріалів від кори;

- вимоги до знезараження (фумігації) та антисептування лісоматеріалів, назву хімікатів (при умові їх використання при знезараженні), рівень їх концентрації та експозицію;

- строк дії фітосанітарного та карантинного сертифікатів. При відправці на експорт враховуються також вимоги контракту країни-імпортера, міжнародних конвенцій та угод.

Фітосанітарний сертифікат видають державні інспекції з карантину рослин. Фітосанітарний сертифікат установлює відповідність лісоматеріалів фітосанітарним вимогам.

Оформлення фітосанітарного та карантинного сертифікатів проводиться згідно з поданою заявою, копією контракту на адресу державної інспекції з карантину рослин. Затрати на оформлення сертифікатів (фітосанітарного та карантинного) несе заявник згідно з розцінками, затвердженими постановою Кабінету Міністрів України від 24 листопада 1993 року N 953 "Про розцінки на інспектування підкарантинних матеріалів, платних послуг підприємствам, організаціям та громадянам".

### 3.8 Висновки до розділу 3

Однією з актуальних проблем сучасних автомобільних вантажних перевізників є недовикористання вантажомісткості транспортних засобів. Причинами цього є різноманітність за характером вантажів, які перевозять, недосконалість упаковки, технологій навантаження транспортних засобів, обмеження, які накладаються на розмірні і вагові параметри важковагових автопоїздів. Для перевезення необхідно вибрати закритий (тентований) напівпричеп з вантажністю до 25 т і відповідний йому автомобіль-сідельний тягач. Вимогам перевезень відповідає напівпричеп Schmitz. Тягач відповідає вимогам європейських Правил і Директив по екології і безпеці.

## РОЗДІЛ 4

### ЕФЕКТИВНІСТЬ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИХ РІШЕНЬ

#### 4.1. Розрахунок витрат на здійснення перевезень

Потреба у дизельному паливі:

$$P_L = \frac{H_{100\text{км}} \cdot L_{\text{заг}}}{100}, \text{ літрів} \quad (4.1)$$

де  $H_{100\text{км}}$  – норма витрат палива на 100 км пробігу.

$$P_L = 20,2 \cdot 23808 / 100 = 4809 \text{ літрів.}$$

Надбавка до витрат палива на роботу в зимовий період:

$$P_z = P_L \cdot H_{\text{нз}} \cdot M_z / 12, \text{ л} \quad (4.2)$$

де  $M_z$  - кількість зимових місяців;  $H_{\text{нз}}$  - зимова надбавка в %.

$$P_z = 4809 \cdot 0,01 \cdot 3 / 12 = 13 \text{ літрів.}$$

Внутрішньо-гаражні витрати палива:

$$P_{\text{ВГ}} = 0,005(P_e + P_z), \text{ л}, \quad (4.3)$$

$$P_{\text{ВГ}} = 0,005 \cdot ((4809 + 0) + 13) = 72 \text{ л}$$

Загальні витрати палива:

$$P_{\text{заг}} = P_L + P_p + P_z + P_{\text{ВГ}} = 4809 + 0 + 13 + 72 = 4895 \text{ літрів}$$

Згідно з маршрутизацією АТЗ заправляє на заправних станціях України, 100,0% палива.

Таким чином, витрати палива за рік становлять на території України – 4895 л.

Витрати коштів на паливо обчислюємо за формулою:

$$Z_n = \sum_i P_{n,i} \cdot Q_{n,i} \text{ тис. грн.} \quad (4.4)$$

де  $C_{n,i}$  – ціна палива в  $i$ -й країні, грн.;

$Q_{n,i}$  – кількість палива, заправленого на маршруті в  $i$ -й країні, тис. л.

$$Z_n = 4895 \cdot 33,8 \approx 67,5 \text{ тис. грн.}$$

Витрати коштів на паливо за один рік становлять  $Z_n = 67,5$  тис. грн.

Загальні витрати на паливо-мастильні матеріали:

$$Z_{нмм} = Z_n + Z_{мо} = 67,5 + 1,8 = 69,3 \text{ тис. грн.}$$

Витрати на шини. Потреба в шинах за рік:

$$N_{ш} = \frac{N \cdot L_{заг} \cdot K_{ш}}{L_{ш}} = 16 \cdot 23808 \cdot 1,1 / 90000 = 5, \quad (4.5)$$

де  $N$  – кількість шин на автомобілі, без урахування запасного колеса,

$L_{ш}$  – нормативний пробіг однієї шини, км;

$K_{ш}$  – коефіцієнт, який враховує пробіг шин понад встановлену норму пробігу (приймається  $1,03 \div 1,1$ ).

Витрати на придбання шин (крім шин, що є на нових автомобілях):

$$Z_{ш} = C_{ш} \cdot N_{ш} \cdot 1,05 = 1120,0 \cdot 5 \cdot 1,05 = 5,5 \text{ тис. грн.}, \quad (4.6)$$

де  $C_{ш}$  – ціна однієї шини.

Витрати на відновлення і ремонт шин:

$$Z_{вш} = \frac{C_{ш} \cdot n' \cdot L_{заг} \cdot N}{100 \cdot 1000}, \quad (4.7)$$

де  $n'$  – норма відрахувань на відновлення і ремонт шин на 1000 км пробігу, %.

$$Z_{вш} = 1120,0 \cdot 0,54 \cdot 23808 \cdot 16 / 10^8 = 2,3 \text{ тис. грн.}, \quad Z_{вш} = 2,3 \text{ тис. грн.}$$

Витрати на матеріали для ТО і ПР:

$$Z_m = L_{заг} \cdot H_m \cdot K_1 \cdot K_2 / 1000, \text{ тис. грн.}, \quad (4.8)$$

де  $H_m$  – норма витрат матеріалів для ТО і ПР на 1000 км пробігу, грн.

$$Z_m = 23808 \cdot 64,0 \cdot 1,1 \cdot 1,09/1000 = 1,8 \text{ тис. грн.},$$

Витрати на матеріально-технічне забезпечення в цілому:

$$Z_{mtt} = Z_{nmm} + Z_{ui} + Z_{vui} + Z_{zч}. \quad (4.9)$$

$$Z_{mtt} = 69,3 + 5,5 + 2,3 + 1,8 = 79,0 \text{ тис. грн.}$$

В тому числі ПДВ-кредит:  $PДВ_k = Z_{mtt}/6 = 79,0/6 = 13,2 \text{ тис. грн.}$

Заробітна плата водія при погодинній формі оплати праці:

$$ZП_g = C_g \cdot AГ_{роб} = 11 \cdot 1920 = 21120 \text{ грн.}, \quad (4.10)$$

де  $C_g$  – годинна ставка водія, грн.

Основна заробітна плата водія:  $ZП_{осн} = 21120 \text{ грн.};$

Доплата за класність і стаж становить до 39,3% від основної заробітної плати:  $ДП_{осн} = ZП_{осн} \cdot 0,393 = 10560 \text{ грн.}$

Додаткова заробітна плата:

$$ZП_{дод} = ZП_{осн} \cdot k_{дод} = 21120 \cdot 0,22 = 2112 \text{ грн.} \quad (4.11)$$

Фонд заробітної плати водія:

$$\Phi_{зпв} = ZП_{осн} + ДП_{осн} + ZП_{дод} = 21120 + 10560 + 2112 = 33,8 \text{ тис. грн.}$$

Середньомісячна зарплата водія:

$$ZП_{ср}^в = \frac{\Phi_{зпв}}{12 \cdot N_v} = 33,8 \cdot 1000 / (12 \cdot 1) = 2816,00 \text{ грн.} \quad (4.12)$$

Єдиний соціальний збір для 2-ї групи ризику професій, якими є водії становить 36,88 %. Отже, він становить:

$$Z_{cc} = 0,3688 \cdot 33,8 = 12,46 \text{ тис. грн.}$$

Оплата праці ремонтників при погодинній формі оплати праці:

$$ZП_{рем} = C_{рем} \cdot T_{заг}, \text{ грн.}, \quad (4.13)$$

де  $C_{рем}$  – годинна ставка ремонтника, грн.;

$T_{\text{заг}}$  – загальна трудомісткість ТО і ремонту АТЗ.

$$ЗП_{\text{рем}} = 8,0 \cdot 162 = 1,3 \text{ тис. грн.}$$

Додаткова плата ремонтників:

$$ЗП_{\text{дод}} = ЗП_{\text{рем}} \cdot \left( \frac{D_{\text{від}}}{D_{\text{роб}}} + 0,01 \right) = 0,3 \text{ тис. грн.} \quad (4.14)$$

Загалом фонд оплати ТО і ремонту:

$$\Phi_{\text{зпр}} = ЗП_{\text{рем}} + ЗП_{\text{дод}} = 1,3 + 0,3 = 1,6 \text{ тис. грн.}$$

Зелена картка. Приймаємо – 120 євро/рік.

Вартість дозволу СМАП на поїздку – 60 грн.

Вартість візи на рік для одного водія становить 60 €  $\approx$  660 грн.

При обчисленні витрат на проїзд платними дорогами вважалось, що частка таких доріг за кордоном становить 10,0%, а середня вартість користування платними дорогами – 0,05 євро/км.

Шляховий збір приймають середній для маршруту 49 \$.

Разом організаційні витрати  $C_{\text{орг.}} = 18,1$  тис. грн.

Накладні витрати підприємства визначаємо як відсоток від прямих витрат за формулою:

$$НВ = (З_{\text{МП}} + \Phi_{\text{зп}} + H_{\text{зп}}) \cdot k_{\text{нв}}, \text{ тис. грн.} \quad (4.15)$$

де  $k_{\text{нв}} = 0,1$  – коефіцієнт накладних витрат.

$$НВ = (79,0 + 33,8 + 12,46) \cdot 0,1 = 3,4 \text{ тис. грн.}$$

## 4.2 Фінансові результати

При перевезеннях на великі відстані застосовується договірний тариф від 0,7 до 1,5 Євро/км (чим більша відстань – тим дешевше). Валові надходження підприємства за перший рік:

$$ВН = L_{в} \cdot Ц \text{ тис. грн.}, \quad (4.16)$$

де  $L_{в}$  – плановий пробіг з вантажем за рік, тис. км;

$Ц$  – тариф на 1 км пробігу АТЗ з вантажем, грн.

$$ВН = 19200 \cdot 36,2 = 311,0 \text{ тис. грн.}$$

Валові витрати за перший рік:

$$ВВ = З_{\text{пмм}} + \Phi_{\text{зп}} + \Sigma H_{\text{зп}} + C_{\text{орг.}} + НВ, \text{ тис. грн.} \quad (4.17)$$

$$ВВ = 79,0 + 33,8 + 12,46 + 18,1 + 3,4 = 167,5 \text{ тис. грн.}$$

Прибуток підприємства до оподаткування:

$$П_n = ВН - ВВ + ПДВ_k - ПДВ_з, \text{ грн.} \quad (4.18)$$

де  $ПДВ_k$  – податковий кредит із сплати податку за додану вартість, тис. грн.;

$ПДВ_з$  – зобов'язання по сплаті податку з доданої вартості, тис. грн.

$$П_n = 311,0 - 167,5 + 13,2 - 51,8 = 92,4 \text{ тис. грн.}$$

Скоригований прибуток:

$$П_k = П_n - A_{pc}, \text{ тис. грн.} \quad (4.19)$$

За перший рік проекту:  $П_k = 92,4 - 88,33 = 4,0 \text{ тис. грн.}$

Податок на прибуток підприємства з 01.01.2023 року становить 21%:

$$ПП = 0,21 \cdot П_k = 0,21 \cdot 4,0 = 0,8 \text{ тис. грн.}$$

Чистий прибуток підприємства за перший рік:  $П_1 = 91,6 \text{ тис. грн.}$

### 4.3 Висновок до розділу 4

При перевезеннях на великі відстані застосовується договірний тариф від 0,7 до 1,5 Євро/км (чим більша відстань – тим дешевше).

Валові надходження підприємства за перший рік складуть 311,0 тис. грн.

Валові витрати за перший рік складуть 167,5 тис. грн.

Прибуток підприємства до оподаткування складе 92,4 тис. грн.

Скоригований прибуток складе 4,0 тис. грн.

Податок на прибуток підприємства з 01.01.2023 року становить 21 і складе 0,8 тис. грн.

Чистий прибуток підприємства за перший рік складе 91,6 тис. грн.

Використання результатів наукових розробок є прибутковим.

## ВИСНОВКИ

1. Виконаний аналіз літературних джерел та практичних рекомендацій дає підставу стверджувати, що в Україні застаріли дорожні умови для повного використання вантажності сучасних автопоїздів. Крім того, спостерігається необґрунтований підхід до формування їх завантаженості. Виходячи з цих висновків, сформулюємо мету даної магістерської кваліфікаційної роботи.

2. В умовах конкуренції кількість підприємств, які стикаються із задачею планування маршрутів, стрімко збільшилася. Їх стратегічне завдання – забезпечити цільовий рівень обслуговування клієнтів з мінімальними витратами. Для таких умов доцільно розглянути задачу формування маршрутів доставки пакетів в наступній постановці: наявність декількох складів завантаження, велика кількість клієнтів (5–8 пунктів, які необхідно обслуговувати кожного дня), доставка продукції у визначений час, широкий асортимент товару, нестабільність замовлень та їх розмірів.

3. В Україні лісові вантажі традиційно є експортними вантажами. Тому продуктивність спеціалізованих транспортних засобів для деревини буде дуже низькою. Потрібно вирішити питання вибору доцільних автопоїздів та способу їх завантаження.

4. Однією з основних причин, за якою на підприємство не надходять достатньої кількості замовлень із-за кордону – неможливість забезпечити необхідний термін доставки вантажів. Інша причина – рівень завантаженості транспортних засобів. Оскільки використовуються неспеціалізовані АТЗ, а вантаж – непідготовлений, то це залишається проблемою.

5. З проведеного аналізу предмету і об'єктів досліджень зрозумілими є такі напрямки, в яких можна провести удосконалення організації перевезень лісопродукції підприємством ФОП „МАТІЙЧУК”.

6. На даному етапі не доцільно використовувати спеціалізований рухомий склад (СРС), оскільки планові об'єми перевезень стосуються

пакетних технологій. Використання СРС не дасть підприємству можливості повного використання рухомого складу і приведе до додаткових витрат.

7. Основним фактором, який впливає на продуктивність і собівартість перевезень пакетів з балансами є пробіг з вантажем, холостий пробіг, нульовий пробіг. Підприємство витрачає на кожен маршрут 340-350 км нульового непродуктивного пробігу, а також змушене застосовувати незавантажену зворотню їзду. Тому потрібно удосконалити методи роботи АТЗ на маршрутах, пов'язаних з Надвірнянським лісокомбінатом.

8. Дана робота присвячена виявленню і вивченню основних проблем перевізницької фірми і перспектив її розвитку. В процесі дослідження її діяльності виявлено, що фірма зазнає чималої конкуренції, а через її неспроможність вплинути на виробничий процес послуги, які надаються втрачають рівень показників (тривалість доставки, збереженість вантажу).

9. Вантаж, що перевозиться – лісозаготовки у пакетах, через наявність спеціальної споживчої упаковки відносять до 3, або 4-го класу. Це означає, що для перевезення потрібно використовувати ємнісний трейлер.

10. Вантажопотоки характеризуються досить високим коефіцієнтом нерівномірності – 2,52. Це – майже сезонні перевезення. Тому потрібно чітко спланувати транспортно-технологічну схему і вибрати метод доставки.

11. Однією з актуальних проблем сучасних автомобільних вантажних перевізників є недовикористання вантажомісткості транспортних засобів. Причинами цього є різноманітність за характером вантажів, які перевозяться, недосконалість упаковки, технологій навантаження транспортних засобів, обмеження, які накладаються на розмірні і вагові параметри важковагових автопоїздів. Для перевезення необхідно вибрати закритий (тентований) напівпричеп з вантажністю до 25 т і відповідний йому автомобіль-сідельний тягач. Вимогам перевезень відповідає напівпричеп Schmitz. Тягач відповідає вимогам європейських Правил і Директив по екології і безпеці.

12. Використання результатів наукових розробок є прибутковим.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні вказівки до виконання магістерських робіт для студентів спеціальності «Організація перевезень і управління на транспорті (автомобільний транспорт)» Спеціалізація «Організація міжнародних перевезень» / Укл.: Г.С. Прокудін, Н. Т. Кунда, І. Г. Лебідь, А. В. Петрик, С. М. Шарай. – К.: НТУ, 2020. – 53 с.
2. 2. Методичні вказівки до виконання циклу розрахунково-графічних робіт з дисципліни «Проектування транспортно-термінальних систем» для студентів спеціальності 275 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)» [Лисенко І.В., Назарова А.П] – К : НТУ, 2019, 49 с.
3. 3. Основи теорії транспортних процесів і систем; [Навчальний посібник для ВНЗ] / М.Ф. Дмитриченко, Л.Ю. Яцківський, С.В. Ширяєва, В.З. Докуніхін. – К.: Видавничий Дім «Слово» - 335 с.
4. Воркут А.И. Грузовые автомобильные перевозки. - К.: Вища школа, 1986. - 447 с.
5. 4. Правила перевезення вантажів автомобільним транспортом. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до інфор. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0128-98>
6. 5. АНАЛІЗ РИНКУ АВТОРТАНСПОРТНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ УКРАЇНИ, ВМТ, П. В. Попович, О. С. Шевчук, М. В. Бабій, і В. О. Дзюра, вип. 2, Лис 2017.
7. 6. Бакаєв О.О. Теоретичні засади логістики / О.О. Бакаєв, О.П. Кутах, Л.А. Понамаренко : підр. для студ. екон. і транспорт. спец. – К.: Фенікс, 2003. – Т.1. – 429 с.
8. 7. Григорак М. Ю. Анализ рынка логистических услуг в Украине/ М. Ю. Григорак, В. В. Коцюба // Логистика: проблемы и решения. – 2006. – №2(3). – С. 21–29.

9. Доля В.К., Калиниченко А.П. К вопросу координации совместной работы грузовых автомобилей и погрузочно-разгрузочных пунктов // Вестник ХГАДТУ. – Вып.10. - Харьков: ХГАДТУ. – 1999. – С. 61-63.
10. Григорак М. Ю. Логістична інфраструктура: навч. посібник / М. Ю. Григорак, Л. В. Костюченко, О. Є. Соколова. – К.: Вид-во Нац. авіац. Ун-ту «Нау-друк», 2012. – 400 с.
- 11.9. Запара В.М. Транспортно-експедиторська діяльність: навч. посіб. / Продашук С.М., Кравець А.Л. та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2017. – 214 с.
12. Давідіч Ю. О. Розробка графіка руху транспортних засобів при організації вантажних перевезень: навч. посіб. / Ю. О. Давідіч; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2010. – 345 с.
13. Заенчик Л.Г., Кисельман Р.Н., Смицкий А.Л. Проектирование технологических карт доставки грузов автомобильным транспортом - К.: Техника, 1990. - 152 с.
14. Кутах О.П. Моделивання транспортних систем. – К.: Київ. ун-т економіки і технологій транспорту, 2004. – 196 с.
15. Парунакян В. Э. Управление логистическими цепями в микропоточковых процессах при взаимодействии транспорта и производства/ В. Э. Парунакян, Е. И. Сизова // Вісник Донецької академії автомобільного транспорту. – №4. – 2009. – С. 18-25.
16. Прокудін Г.С. Розв'язання нестандартних транспортних задач про призначення / Г.С. Прокудін // Оптимизация производственных процессов: Сб. науч. трудов. – Севастополь: СевНТУ. – 2007. – № 10. – С. 111–115.
17. Прокудін Г. С. Організація вантажних перевезень на транспортних мережах з обмеженням їх пропускної здатності / Г. С. Прокудін // Електроніка та системи управління. Київ, – НАУ– 2011. №1(27) – С. 115-1
18. Смрковская В. Ю. Моделирование процесса формирования схем доставки грузов / В. Ю. Смрковская // Вестник ОНМУ. Сб. науч. трудов. – Одесса: ОНМУ, 2007. – № 21. – С. 155-171.

19. Цветков В. Централизованная доставка товаров // Автомобильный транспорт. - 1972. - №10. - С. 27-28.
20. Чалый А., Рыбак Б. Ситуационные методы планирования и управления перевозками мелкопартионных грузов // Автомобильный транспорт. - 1982. - №2. - С. 16-19.
21. Європейська угода щодо роботи екіпажів транспортних засобів, які виконують міжнародні автомобільні перевезення (ЄУТР) [Електронний ресурс]. – Режим доступу до інфор. [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994\\_016](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_016)
22. Прокудін Г.С. Навчальний посібник “Базовий термінологічний словник з організації митного контролю на транспорті (для іноземних студентів)” / Г.С. Прокудін, О.П. Процик, Ю.О. Сілантьєва, О.А. Чупайленко та інші // Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір. – № 63769, Державна служба інтелектуальної власності України. – заяв. 27.11.2015 № 64233; реєстр. 26.01.2016. – 253 с.
23. Прокудін Г.С. Ефективність технології попереднього електронного бронювання черги проходження митного пункту пропуску / О.А. Чупайленко, Ю.О. Колесник, С.Ю. Ярослав // Міжнародна науково-практична конференція “Розумний транспорт та інтегровані транспортні технології” – С. 47-49. (21-22 листопада 2023 року). Харківський національний автомобільно-дорожній університет. Харків. Україна.
24. Prokudin G. Logistics of freight transportation and customs service in international transportation / Georgii Prokudin, Oleksiy Chupaylenko, Viktoriia Lebid, Olena Denys, Tetiana Khobotnia, Alina Nazarova // Logistics systems: technological and economic aspects of efficiency: collective monograph. – Kharkiv: PC TECHNOLOGY CENTER, 2022. P. 38-74. ISBN 978-617-7319-66-4 (on-line) DOI: 10.15587/978-617-7319-66-4.ch2
25. Прокудін Г.С. Моделі і методи оптимізації перевезень у транспортних системах / Г.С. Прокудін. – К.: НТУ, 2006. – 224 с.

26. Овчар П. А. Підприємництво у сфері автомобільного транспорту України: стан і проблеми розвитку / П. А. Овчар // Економіка і фінанси. – 2018. – № 8. – С. 56–67 [Фахове видання, міжнародні наукометричні бази: Index Copernicus International, Ulrich's Periodicals Directory, РИНЦ].
27. Пруненко Д. О. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Управління ланцюгом постачань» / Д. О. Пруненко; Харків. національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – С. 102- 118.
28. П'ятницька Г. Т. Управління підприємством в епоху глобалізму: монографія / Г.Т. П'ятницька. – К: «Логос», 2015. – 568 с. Сергєєв В. І. Ще раз до питання про термінологію в логістиці та управлінні ланцюгами поставок // Логістика та управління ланцюгами поставок. - № 5. - 2006. – С. 5-14.
29. Смирнов І. Г. Світовий ринок логістичних послуг: географічні особливості / Смирнов І. Г. // Вісник Київського національного університету. – 2000. – Вип. 46. – С. 34-63.
30. Сток Дж. Р., Ламберт Д. М. Стратегічне управління логістикою: Пер. з англ. – М: ІНФРА-М, 2005. – С. 327-344.
31. Сухорукова Т. Проблеми економічної безпеки підприємства // Бізнес-інформ. – 1998. – № 4. – С. 61–65.
32. Транспортна логістика : підручник для транспортних вузів / під ред. Л. Б. Міротіна. – М. : Видавництво «Екзамен», 2013. – С. 330-352.
33. Тюріна Н. М. Логістика : [навч. посіб.] / Н. М. Тюріна, І. В. Гой, І. В. Бабій. – К. : Центр учбової літератури, 2015. – С. 245-388.
34. Уотерс Д. Логістика. Управління ланцюгами постачання: Пер. з англ. – М: Юніті-Дана, 2003. – С. 356-367.
35. Федонін О. С. Потенціал підприємства: формування та оцінка : [навчальний посібник] / О. С. Федонін, І. М. Репіна, О. І. Олексюк. – К. : КНЕУ, 2014. – С. 245-310.

36. Федько В. П., Бондаренко В. О. Комерційна логістика: Навчальний посібник. – СПб: Март, 2006. – С. 156-221.
37. Формування системи логістичного обслуговування клієнтів промислового підприємства в ланцюгу поставок : Автореф. дис... канд. екон. наук: 08.06.01 / Н. І. Хтей; Нац. ун-т «Львів. Політехніка». - Л., 2007. – С. 3-24.
38. Фролова Л. В. Логістичне управління підприємством: теоретико-методологічні аспекти: [монографія] / Л. В. Фролова – Д.: ДонДУЕТ, 2012. – С. 56-68.
39. Хвищун Н. В. Логістичні складові підвищення конкурентоспроможності підприємства / Н. В. Хвищун // Логістика: теорія та практика. – 2016. – № 1. – С. 126–134.
40. Хміль Ф. І. Основи менеджменту: підручник / Ф. І. Хміль. - К.: Академвидав, 2015. – С. 586-608.
41. Чечевіцина Л. І. «Аналіз фінансово – економічної діяльності підприємства» // Фенікс, 2005. – С. 27-123.
42. Чернописька Н. В. Методичні підходи до оцінювання логістичної діяльності підприємства / Н.В. Чернописька // Вісник НУ «Львівська політехніка» – 2015. - № 608. – С. 265-271.
43. Чудаков А. Д. Логистика. – М: РДЛ, 2001. – С. 243-257.
44. Чухрай Н. І Логістичне обслуговування: Підручник. – Львів : Видавництво Half, університетт «Львівська політехніка», 2006. – С. 138-143.