

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Факультет будівництва та транспорту**  
**Кафедра транспортних технологій**

**До захисту**  
**Допускається**  
**Завідувач кафедри**  
**транспортних технологій**

**Олександр САВОЙСЬКИЙ**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

за другим (магістерським) рівнем вищої освіти

на тему: «Удосконалення процесу перевезення деревини в умовах Сумського району»

Виконав: \_\_\_\_\_ Роман ЗАБУГА  
(підпис)

Група: ТРТ 2401м

Науковий керівник: \_\_\_\_\_ Віталій КОЛОДНЕНКО  
(підпис)

Рецензент: \_\_\_\_\_ Дмитро БОРОДАЙ  
(підпис)

Суми – 2025

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Факультет будівництва та транспорту**  
**Кафедра транспортних технологій**

Ступінь вищої освіти «Магістр»

Спеціальність 275 «Транспортні технології (за видами)»

Спеціалізація 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**

Завідувач кафедри

транспортних технологій

Олександр САВОЙСЬКИЙ

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ р.

---

**ЗАВДАННЯ**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

*Роман ЗАБУГА*

---

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Удосконалення процесу перевезення деревини в умовах Сумського району»
2. Керівник кваліфікаційної роботи: ст. викладач Колодненко В.М.  
затверджені наказом закладу вищої освіти від «07» січня 2025 року № 38/ос
3. Строк подання здобувачем кваліфікаційної роботи: 17 грудня 2025 року
4. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: річні звіти базового підприємства, нормативно технічна документація, наукові та літературні джерела
5. Зміст розрахунково-пояснювальної записки: анотація, вступ, аналітична частина, основна частина, охорона праці на підприємстві, економічне обґрунтування, висновки, список використаної літератури, додатки
6. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: ілюстративний матеріал у вигляді презентації Microsoft Power Point на 13 аркушах (слайдах) формату А4

7.Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	ст. викладач Таценко О. В.		
Економічне обґрунтування	к.е.н., доцент Тарельник Н. В.		

8. Дата видачі завдання: «03» січня 2025 року

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Погоджено з керівником кваліфікаційної роботи
1.	Обрання теми	до 03.01.2025 р.	
2.	Аналіз літературних джерел з обраної тематики	до 17.02.2025 р.	
3.	Складання плану роботи	до 03.03.2025 р.	
4.	Написання вступу	до 17.03.2025 р.	
5.	Підготовка розділу «Аналітична частина»	до 04.05.2025 р.	
6.	Підготовка розділу «Основна частина»	до 01.09.2025 р.	
7.	Підготовка розділу «Охорона праці на підприємстві»	до 06.10.2025 р.	
8.	Підготовка розділу «Економічне обґрунтування»	до 17.11.2025 р.	
9.	Написання висновків та пропозицій	до 01.12.2025 р.	
10.	Подання роботи на перевірку унікальності	до 10.12.2025 р.	
11.	Подання роботи на рецензування	до 13.12.2025 р.	
12.	Подання до попереднього захисту	до 17.12.2025 р.	

**Здобувач вищої освіти**

\_\_\_\_\_

(підпис)

Роман ЗАБУГА

**Керівник кваліфікаційної роботи**

\_\_\_\_\_

(підпис)

Віталій КОЛОДНЕНКО

## АНОТАЦІЯ

Забуги Романа Сергійовича «Удосконалення процесу перевезення деревини в умовах Лебединського району Сумської області».

Кваліфікаційна робота на здобуття магістра за освітньою програмою «Транспортні технології» зі спеціальності 275 «Транспортні технології». Сумський національний аграрний університет, Суми, 2025.

Кваліфікаційна робота присвячена дослідженню організації перевезення лісоматеріалів та удосконаленню транспортного процесу в умовах лісозаготівельних підприємств Лебединського району. Актуальність теми зумовлена необхідністю раціонального використання рухомого складу, зниження собівартості лісотransпортних операцій, підвищення продуктивності перевезень та забезпечення безпеки виконання вантажних робіт.

Метою роботи є підвищення ефективності перевезення деревини шляхом оптимального підбору типів транспортних засобів, удосконалення їх виробничої взаємодії на маршрутах та впровадження раціональної структури парку. У межах дослідження виконано аналіз особливостей транспортування хвойного кругляка, оцінено дорожні умови району, побудовано маятникові логістичні маршрути, проведено порівняння техніко-експлуатаційних показників лісовоза 6×4 та автопоїзда з роспуском, виконано розрахунок виробітку, тривалості транспортних циклів та собівартості перевезень.

У роботі обґрунтовано доцільність використання змішаного парку транспортних засобів у складі одного лісовоза та двох автопоїздів з роспуском, що забезпечує добовий плановий обсяг 160 т при мінімальних експлуатаційних витратах. Розроблені організаційно-технічні заходи дозволяють зменшити собівартість перевезень, скоротити холості пробіги та підвищити ефективність використання рухомого складу.

У результаті дослідження доведено, що оптимізація транспортного процесу в лісозаготівлі сприяє підвищенню економічної ефективності

діяльності підприємства, поліпшенню ритмічності лісоперевезень та забезпеченню належного рівня безпеки.

Ключові слова: деревина, хвойний кругляк, лісовоз, автопоїзд з роспуском, маятниковий маршрут, виробнича програма, техніко-експлуатаційні показники, собівартість перевезення.

## ANNOTATION

Roman Serhiyovych Zabugy «Improving the process of transporting wood in the conditions of the Lebedyn district of the Sumy region».

Qualification work for obtaining a master's degree in the educational program «Transport Technologies» in specialty 275 «Transport Technologies».

Sumy National Agrarian University, Sumy, 2025.

Qualification work is devoted to the study of the organization of transportation of timber and improving the transport process in the conditions of logging enterprises of the Lebedyn district. The relevance of the topic is due to the need for rational use of rolling stock, reducing the cost of timber transportation operations, increasing transportation productivity and ensuring the safety of cargo operations.

The purpose of the work is to increase the efficiency of wood transportation through optimal selection of types of vehicles, improving their production interaction on routes and implementing a rational structure of the park. Within the framework of the study, an analysis of the features of the transportation of coniferous logs was performed, road conditions in the area were assessed, pendulum logistics routes were built, technical and operational indicators of a 6×4 timber truck and a road train with a breakaway were compared, and the calculation of production, duration of transport cycles and cost of transportation was performed.

The work substantiated the feasibility of using a mixed fleet of vehicles consisting of one timber truck and two road trains with a breakaway, which provides a daily planned volume of 160 tons with minimal operating costs. The developed organizational and technical measures allow reducing the cost of transportation, reducing idle runs and increasing the efficiency of the use of rolling stock.

As a result of the study, it was proven that optimizing the transport process in logging contributes to increasing the economic efficiency of the enterprise, improving the rhythm of timber transportation and ensuring an appropriate level of safety.

Keywords: wood, coniferous logs, timber truck, road train with dismantling, pendulum route, production program, technical and operational indicators, transportation cost.

АНОТАЦІЯ	4
ABSTRACT	6
Вступ	9
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ДЕРЕВИНИ ТА РОБОТИ ПІДПРИЄМСТВА	10
1.1. Особливості перевезення деревини	10
1.2. Існуючі маршрути, які використовує виробництво та особливості організації роботи	14
1.3. Особливості діяльності Лебединського лісового господарства	16
1.4. План перевезень та графіки роботи транспортних засобів	17
РОЗРОБКА ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ДЕРЕВИНИ	20
2.1 Характеристика маршруту та об'єкта перевезення	20
2.2 Техніко-експлуатаційні показники роботи рухомого складу на маршрутах	22
2.3 Розрахунки середніх техніко-експлуатаційних показників	23
2.4 Розрахунок інвентарного складу парку ( $Q = 160$ т/добу)	24
2.5 Розрахунок виробничої програми з автоперевезень	26
2.6 Техніко-експлуатаційні показники (узагальнення та аналіз)	27
РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ДЕРЕВИНИ В УМОВАХ ЛЕБЕДИНСЬКОГО ЛІСГОСПУ	31
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ЗАПРОПОНОВАНОГО МЕТОДУ	33
ВИСНОВКИ	37
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	39
ДОДАТКИ	42

## ВСТУП

1. Актуальність теми. Актуальність теми полягає в тому, що витрати на транспортування становлять значну частку собівартості деревини. Саме тому оптимізація маршруту, вибір техніки та організація перевезень є важливою складовою ефективної роботи лісогосподарських підприємств.

2. Аналіз стану наукової розробки проблеми. Нераціональна організація перевезень деревини призводить до простоїв техніки, перевитрат пального, підвищення логістичних витрат і зниження ефективності сезонних робіт. Тому впровадження сучасних логістичних моделей нових підходів до завантаження та вивантаження і цифрових інструментів є важливим практичним завданням.

3. Мета дослідження. підвищення ефективності перевезення деревини шляхом оптимізації транспортних засобів та логістичних схем.

4. Об'єкт дослідження – процес транспортування лісоматеріалів у Лебединському районі.

5. Предметом дослідження є методи організації лісотransпортних операцій, техніко-експлуатаційні показники автомобілів та економічні показники перевезень

6. Завдання дослідження. Удосконалення процесу перевезення деревини шляхом раціонального вибору типів транспортних засобів.

7. Методи дослідження. Аналіз і узагальнення наукових джерел та нормативно-правових документів з питань перевезення деревини; системний підхід – для дослідження логістичних процесів перевезення; розрахунково-аналітичний метод – для визначення витрат часу, пального та вартості перевезень; методи економічного аналізу – для оцінки ефективності різних варіантів організації транспортного процесу;

8. Структура та обсяг роботи. Загальна характеристика змісту роботи: 4 розділи, додатків, 11 таблиці, 7 рисунків, 27 використаних джерел.

## РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ДЕРЕВИНИ ТА РОБОТИ ПІДПРИЄМСТВА

### 1.1. Особливості перевезення деревини

Перевезення лісу та пиломатеріалів може здійснюватися як спеціалізованими, так і універсальними транспортними засобами. Якщо використовується нерейковий чи неспеціалізований рухомий склад, його необхідно додатково оснастити пристроями для надійного кріплення вантажу (кониками, упорними шипами, гребінками протиковання тощо), які унеможливають зміщення деревини у напрямку кабіни водія. З метою захисту кабіни встановлюється захисний щит. Комплект обладнання для закріплення вантажу (рис. 1.1; 1.2) передається власником вантажу або, за домовленістю сторін, встановлюється перевізником за рахунок замовника.

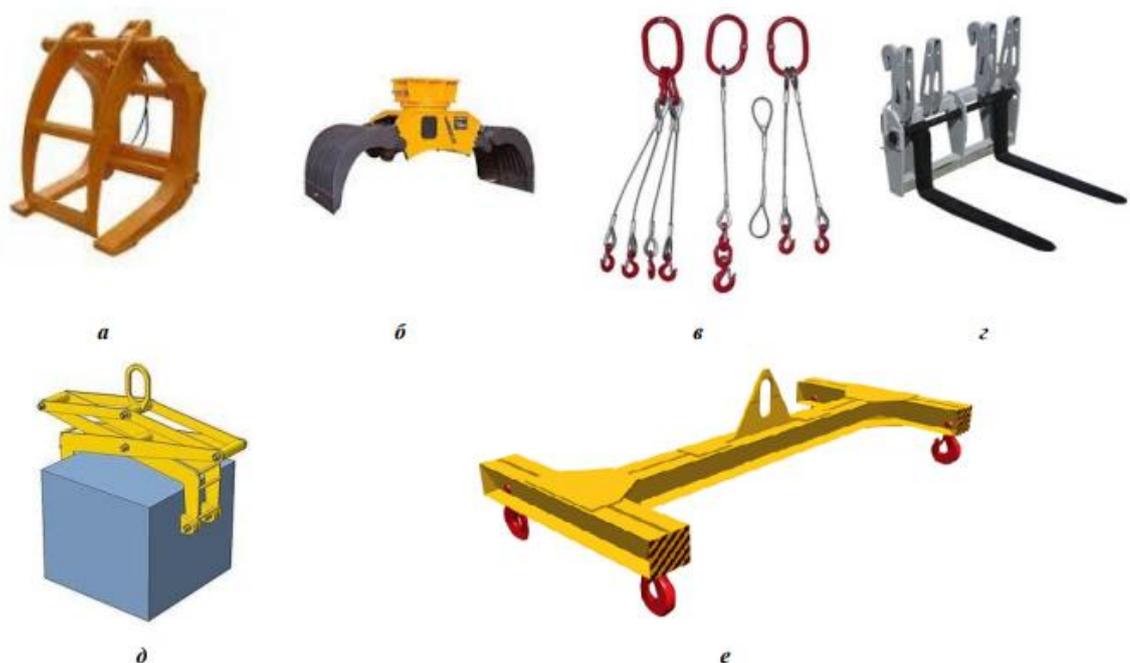


Рис. 1.1. Схеми спеціального знаряддя для захвату деревини

а) – щелепний захват; б) – грейферний захват; в) – стропа; г) – вилковий захват; д) – кліщевий захват; е) – траверса

Під час транспортування деревини лісовозними дорогами допускається максимальна ширина транспортного засобу з вантажем до 3,2 м та висота до 4 м. При переміщенні лісу автомобільними дорогами загального користування габаритні розміри лісовоза (ширина, висота, довжина) повинні відповідати вимогам Правил дорожнього руху України.

Операції із завантаження та закріплення деревини на транспортному засобі виконує вантажовідправник, тоді як розвантаження і зняття кріплень здійснює вантажоодержувач (див. схему на рис. 1.2). При цьому відправник зобов'язаний забезпечити рівномірне розміщення деревини та пиломатеріалів між кониками автомобіля та причіпного обладнання з метою запобігання зміщенню вантажу під час руху [13-15].

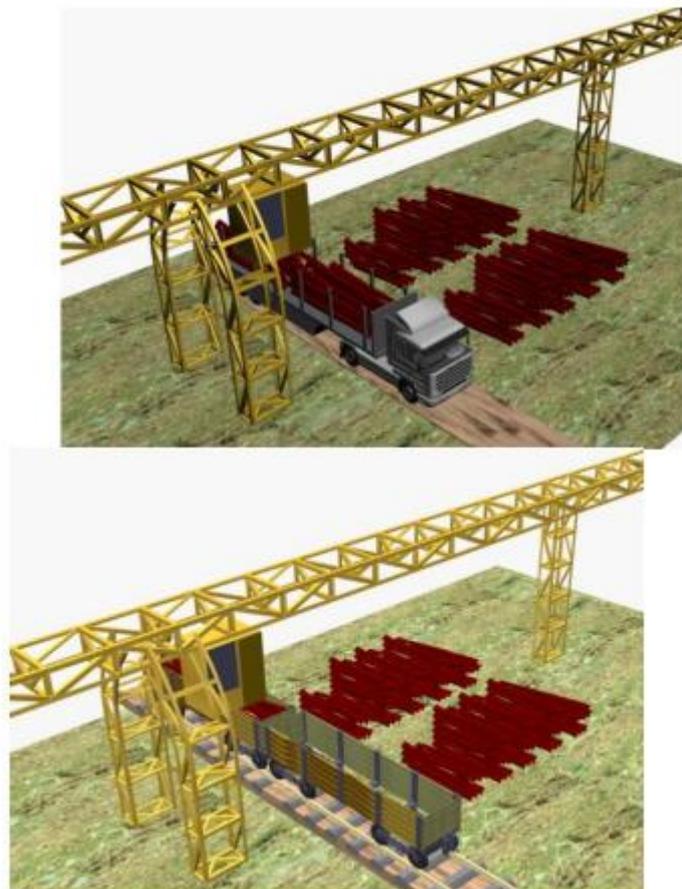


Рис. 1.2. Схема завантаження деревини на спецмайданчику

У разі перевезення деревини на автомобілях із причепами операції зі зчеплення тягача та причепа, як правило, виконує вантажовідправник. При цьому перебування зчіпника між елементами автопоїзда допускається лише за згодою водія, а перевірка правильності та надійності зчеплення обов'язково контролюється водієм транспортного засобу.

За умов інтенсивних (масових) перевезень рекомендується обладнувати лісовоз спеціальним пристроєм для затягування розпуску на раму тягача. Перевезення розпуску на тягачі під час руху без вантажу дозволяє зменшити витрати палива, знизити зношення шин, а також покращити маневровість та прохідність транспортного засобу.

Завантаження та розвантаження деревини можуть здійснюватися поштучно або пакетним способом. Перевезення у вигляді сформованих пакетів (рис. 1.3) суттєво скорочує тривалість вантажно-розвантажувальних операцій, підвищує продуктивність транспортних та вантажопідіймальних механізмів, знижує собівартість перевезень, однак потребує попереднього формування вантажу у пакети [9, 18].



Рис.1.3. Схеми завантажувально-розвантажувальних машин

а) – щелепний завантажувач перекидного типу; б) – щелепний фронтальний завантажувач; в) – завантажувально-транспортний автомобіль; г) –

– порталний башенний кран; д) – козловий кран; ж) – замозавантажувальна машина

При перевезенні пиломатеріалів вантажовідправник за погодженням із перевізником формує їх у транспортні пакети масою брутто до 5 т з типовими поперечними габаритами 1300×1250 мм, 850×800 мм, 1000×1300 мм або іншими, передбаченими умовами транспортування.

Завантаження лісо- та пиломатеріалів на рухомий склад автомобільного транспорту у пристанційних та портових зонах здійснюється за допомогою кранів, які можуть бути оснащені знімними захватами типу «кліщі» (рис. 1.3), що забезпечує безпечне та оперативне виконання вантажно-розвантажувальних робіт [8, 9, 18].

Ефективним варіантом організації перевезень зі складів та на склади є використання сідельних тягачів із змінними (оборотними) напівпричепами, що залишаються на кінцевих пунктах маршруту для виконання завантаження чи розвантаження без простою тягача. Якщо ж застосовуються автомобілі з причепами, операцію зчеплення причепа із тягачем виконує вантажовідправник під контролем водія. Така технологія відповідає логістичним принципам управління матеріальними потоками та сприяє реалізації схем «вагон – автомобіль – склад», «судно – автомобіль – склад» та ін.

Використання транспортних засобів, обладнаних власними розвантажувальними пристроями, є доцільним у випадках, коли вантажоодержувач не має необхідних механізмів для обробки невеликих партій лісоматеріалів.

Прийом деревини та пиломатеріалів до перевезення здійснюється за обсягом, а при пакетному способі — за кількістю місць. Вантажовідправник зобов'язаний розрахувати масу вантажу, обсяг і кількість місць та зазначити ці дані у товарно-транспортних документах.

Під час перевезення віконних та дверних блоків їх навантаження виконується у зібраному вигляді, з укладанням у кузові транспортного засобу «на ребро» правильними рядами.

Меблі перевозять як безтарним, так і тарним способом. Усі учасники перевезень зобов'язані забезпечити збереження виробів, виключаючи пошкодження (вм'ятини, сколи, подряпини) та вплив опадів чи пилу. Для цього застосовуються меблевози — фургони, обладнані спеціальними внутрішніми кріпленнями (м'які та напівм'які валики, джгути-прокладки, фіксатори тощо). За домовленістю сторін допускається перевезення меблів у тентових автомобілях, додатково оснащених спеціальними прив'язками.

При пред'явленні меблів у тарі або упаковці відправник зобов'язаний маркувати кожне вантажне місце, а також здійснювати їх правильне розміщення та закріплення у кузові. Вивантаження, зняття брезенту, ременів та інших кріплень виконує вантажоодержувач.

Прийом та здавання меблів перевізником здійснюється за найменуванням і кількістю місць, що гарантує прозорість та точність обліку.

## 1.2. Існуючі маршрути, які використовує виробництво та особливості організації роботи

Маршрутом руху називають шлях руху транспортного засобу при перевезенні вантажу. Підприємство під час перевезення деревини використовує маятникові та віярні (рис. 1.4., 1.5.).

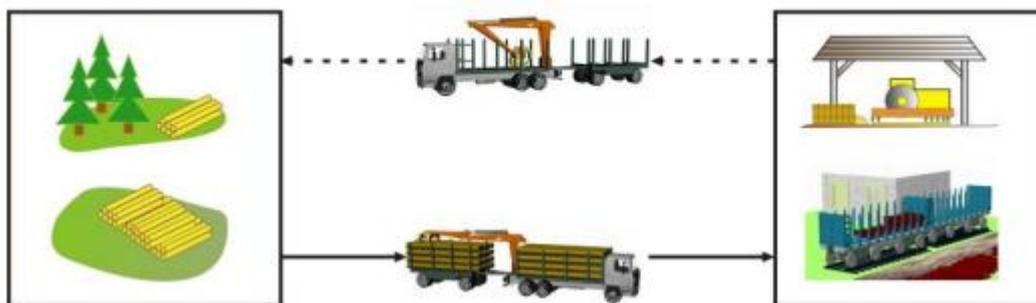


Рис. 1.4. Схема маятникового маршруту

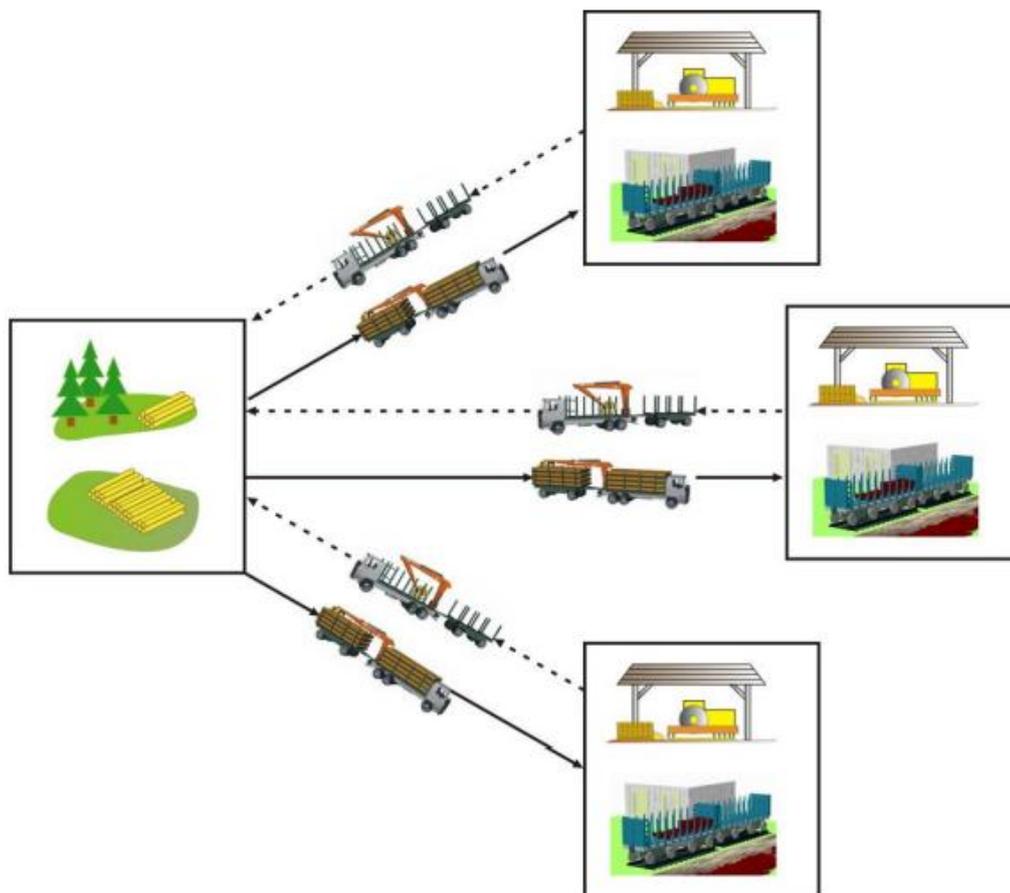


Рис. 1.5. Схема віяного маршруту

Маятниковим маршрутом називають такий спосіб організації руху, за якого транспортні засоби проходять одну й ту саму трасу у прямому та зворотному напрямках. Зворотний пробіг може здійснюватися як із вантажем, так і без нього. У сільському господарстві найчастіше має місце порожній зворотний хід, оскільки доставка матеріалів або продукції здебільшого виконується лише в один бік [2-9].

Віяловим маршрутом називають маршрут, коли вантаж з одного пункту транспортується до кількох різних пунктів призначення або навпаки — продукція з різних полів доставляється до одного місця зберігання чи переробки. Перший варіант використовується, наприклад, при розподілі мінеральних добрив з бази зберігання на різні поля, другий — при збиранні врожаю з окремих ділянок і транспортуванні його до складу чи елеватора.

Окрім того, існують кільцеві маршрути, коли транспортний засіб рухається між кількома пунктами по замкнутій трасі. Вони застосовуються

рідше, однак є доцільними у випадках обслуговування кількох технологічних агрегатів одним транспортним засобом (наприклад, заправником пального чи насіння).

Кільцевий комбінований маршрут поєднує характерні ознаки маятникового руху та кругового обслуговування — при цьому один із відрізків шляху може виконуватися у вигляді зворотного холостого пробігу [2-7].

### 1.3. Особливості діяльності Лебединського лісового господарства

Державне підприємство «Лебединське лісове господарство» було створене для забезпечення ефективного та раціонального використання лісових ресурсів, їх охорони, відтворення та підвищення продуктивності лісових насаджень на території Лебединського району Сумської області. Підприємство входило до сфери управління Державного агентства лісових ресурсів України та здійснювало повний комплекс лісогосподарських і лісозаготівельних робіт.

Основні напрями діяльності підприємства:

- ведення лісового господарства: закладання нових лісових культур, догляд за молодняками, охорона та відновлення лісів;
- проведення лісозаготівель відповідно до затверджених лімітів та планових обсягів;
- вирощування садивного матеріалу у лісових розсадниках;
- здійснення заходів із захисту лісу від шкідників, хвороб і пожеж;
- ведення рослинно-ресурсного та мисливського господарства;
- первинна переробка деревини та виробництво пиломатеріалів;
- реалізація кругляка та продукції його переробки.

Структура підприємства включала:

- лісництва як основні територіально-виробничі підрозділи;
- виробничі ділянки та транспортно-вантажні служби;
- розсадники та майданчики для переробки деревини;

- адміністративно-управлінські підрозділи.

#### Транспортне забезпечення

Для виконання лісозаготівельних і транспортних робіт застосовувалися лісовози, вантажні автомобілі середньої та великої вантажопідйомності, трактори з причепами, а також спеціальна техніка для трювання та навантаження деревини. Технологічний цикл перевезення включав:

- завантаження лісоматеріалів на верхніх або нижніх складах,
- транспортування лісовозними дорогами,
- вивантаження на проміжних базах або деревообробних підприємствах.

#### Взаємодія з регіоном

Підприємство забезпечувало робочими місцями населення, підтримувало та утримувало дорожню інфраструктуру лісових масивів, сприяло розвитку деревообробної промисловості та формуванню лісосировинної бази області.

#### 1.4. План перевезень та графіки роботи транспортних засобів

Ефективність використання рухомого складу значною мірою визначається рівнем планування транспортних перевезень та організацією робіт у часі. Розрізняють три рівні планування:

- Перспективне (на кілька років): враховує загальні напрями розвитку підприємства, обсяги заготівлі та перевезення деревини, потребу в транспортних та вантажно-розвантажувальних засобах, а також розвиток дорожньої мережі.
- Поточне (на рік): визначає щорічні обсяги заготівель та балансує транспортні ресурси.
- Оперативне (на сезон, місяць, зміну): передбачає складання змінно-добових графіків роботи, маршрути руху та конкретні завдання транспортним засобам.

#### План роботи транспортних засобів на 2025 рік

Обсяг транспортної роботи визначається за формулою:

$$W = Q \cdot L;$$

де  $W$  – обсяг транспортної роботи, т·км;

$Q$  – кількість вантажу, т;

$L$  – середня відстань перевезення, км.

Розподіл транспортної роботи між транспортними засобами:

$$W_{\text{авто}} = W \cdot 0,7 = 200 \cdot 0,7 = 140 \text{ т} \cdot \text{км}.$$

$$W_{\text{трак}} = W \cdot 0,3 = 200 \cdot 0,3 = 60 \text{ т} \cdot \text{км}.$$

Кількість машино-змін визначається:

$$n = W/P;$$

де  $P$  – продуктивність транспортного засобу за зміну.

Таблиця 1.1.

План перевезення деревини Вид перевезення	Кількість вантажу, т	Середня відстань, км	Обсяг трансп. роботи, т·км	Розподіл роботи за видами ТЗ	Примітка
Перевезення деревини (Лебединський район)	9	22	200	КамАЗ-5320: 140 т·км / 7 маш-зм	
				МТЗ-82 + 2ПТС-4: 60 т·км / 5 маш-зм	

Далі перспективні плани уточнюють при поточному плануванні транспортних робіт на наступний рік, враховуючи такі конкретні вихідні дані: структуру і кількість вантажів; відстань перевезення кожного виду вантажу; стан доріг; календарні терміни перевезень; кількість та технічний стан транспортних та вантажно-розвантажувальних засобів тощо.

На основі зазначених даних розробляють річний план роботи транспортних засобів за прикладною формою, що додається.

Оперативні плани-графіки роботи кожного вантажного автомобіля розробляють приблизно на місяць за спеціальною формою.

Оперативну розробку описаних планів з безперервним їх уточненням можна здійснювати з урахуванням сучасних персональних комп'ютерів [11, 12].

### Висновок

У першому розділі було проведено аналіз природно-виробничих умов та особливостей організації лісогосподарської діяльності в Лебединському районі, а також розглянуто технологічні процеси заготівлі, транспортування та первинної переробки деревини. Державне підприємство «Лебединське лісове господарство» виконує повний комплекс робіт, пов'язаний із вирощуванням, доглядом, охороною, заготівлею та реалізацією лісових ресурсів, що забезпечує сталий розвиток лісового фонду та формує лісосировинну базу регіону.

Встановлено, що ефективність перевезень лісоматеріалів значною мірою визначається особливостями дорожньої мережі району, наявністю лісовозних доріг та умовами рельєфу. Для здійснення транспортування використовується змішаний рухомий склад, до складу якого входять автомобільні лісовози, автопоїзди з роспусками, тракторні причепи та спеціальні механізми для навантаження і трелювання деревини. Також розглянуто вимоги до кріплення, формування транспортних пакетів і технологічних операцій навантаження та розвантаження, що забезпечують безпеку перевезень.

Окрему увагу приділено питанням планування транспортних процесів, де виділено перспективне, поточне та оперативне планування, що дозволяє раціонально розподіляти ресурси, оптимізувати використання рухомого складу та мінімізувати простій техніки.

Таким чином, аналіз, здійснений у розділі 1, дозволив визначити вихідні умови для розробки раціональної технології перевезення деревини. Отримані дані є основою для подальших розрахунків у розділі 2, спрямованих на вибір оптимального складу транспортних засобів та удосконалення організації перевезень у конкретних виробничих умовах Лебединського району.

## РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ДЕРЕВИНИ

### 2.1 Характеристика маршруту та об'єкта перевезення

Перевезення здійснюється у межах Лебединського району Сумської області, з лісосічних ділянок до деревообробних підприємств. Середня протяжність маршрутів становить  $L = 18\text{--}25$  км в один бік. Дорожня мережа має змішане покриття: 70% асфальтового та 30% щебенево-грунтового покриття.

Таблиця 2.1

#### Вихідні параметри

Позначення	Тип транспортного засобу	Вантажопідйомність, т	Орієнтовний об'єм вантажу, м <sup>3</sup>	Сфера ефективності
ТЗ-1	Лісовоз 6×4	18	≈39	Під'їзні лісові дороги
ТЗ-2	Автопоїзд 6×4 + роспуск	28	≈61	Основне перевезення по стабільних дорогах

Фізико-транспортні характеристики хвойного кругляка:

$\rho = 560$  кг/м<sup>3</sup> — середня щільність;

$k_u = 0.82$  — коефіцієнт укладки;

$q_{об} = \rho \cdot k_u = 560 \cdot 0.82 \approx 459$  кг/м<sup>3</sup>  $\approx 0.46$  т/м<sup>3</sup>.

Середня швидкість руху на змішаному покритті визначається за формулою:

$$v = (w_a + w_u) / (w_a / v_a + w_u / v_u).$$

Підстановка для ТЗ-2:

$$v = 1 / (0.70/40 + 0.30/22) = 1 / (0.0175 + 0.0136) = 32.1 \text{ км/год.}$$

Підстановка для ТЗ-1:

$$v = 1 / (0.70/45 + 0.30/25) = 1 / (0.0156 + 0.0120) = 36.2 \text{ км/год.}$$

Таким чином ТЗ-1 має кращу прохідність, ТЗ-2 має вищу продуктивність, що буде використано при подальших розрахунках.

2.2 Техніко-експлуатаційні показники роботи рухомого складу на маршрутах

Об'єкт перевезення: хвойний кругляк. Район виконання робіт: Лебединський район, Сумська область. Діапазон плеча перевезення: 18–25 км; базовий варіант для детальних розрахунків:  $L = 22$  км. Співвідношення покриттів:  $w_a = 0.70$  (асфальт),  $w_u = 0.30$  (грунтові/щебеневі). Режим:  $T_{зм} = 8$  год;  $\varphi = 6\%$ ;  $t_s = 0.10$  год.

Формули, використані для визначення показників:

- $v = (w_a + w_u) / (w_a/v_a + w_u/v_u)$ ;
- $d_{ground} = 2 \cdot L$ ;
- $t_R = d_{ground} / v$ ;
- $t_{ц} = t_R + t_{зав} + t_{розв} + t_s$ ;
- $T_e = T_{зм} \cdot (1 - \varphi)$ ;
- $n_{ц} = \lfloor T_e / t_{ц} \rfloor$ ;
- $W = n_{ц} \cdot q$ ;
- $Q_{ткм} = n_{ц} \cdot q \cdot L$  (завантаження у прямому напрямку);
- $v_t = d_{ground} / t_R$ ;  $v_e = d_{ground} / t_{ц}$ ;
- $\beta_m = L / d_{ground}$  (для порожнього повернення);
- $G = g \cdot d_{ground} / 100$ ;
- $c = (Ц_{пал} \cdot G + c_{ТО} \cdot d_{ground} + C_{водія} / n_{ц}) / q$ .

Результати розрахунків для  $L = 22$  км:

Таблиця 2.1

Результати розрахунків для плеча 22 км

Тип ТЗ	$v$ , км/год	$d_{ground}$ , км	$t_r$ , год	$t_{ц}$ , год	$T_{е}$ , год	$n_{ц}$ , од.	$W$ , т/зміну	$Q_{ткм}$ т·км/з міну	$v_t$ , км/го д	$v_e$ , км/го д	$\beta_m$	$G$ , л/ци кл	$c$ , грн/т
Лісовоз 6×4	36.3	44.0	1.21	2.21	7.52	3	54.0	1188.0	36.3	19.9	0. 5	14.1	109.0
Автопоїзд 6×4+розп уск	32.1	44.0	1.37	2.82	7.52	2	56.0	1232.0	32.1	15.6	0. 5	16.7	87.0

Ілюстрація залежності сумарного добового виробітку від кількості машин

за базовими умовами:

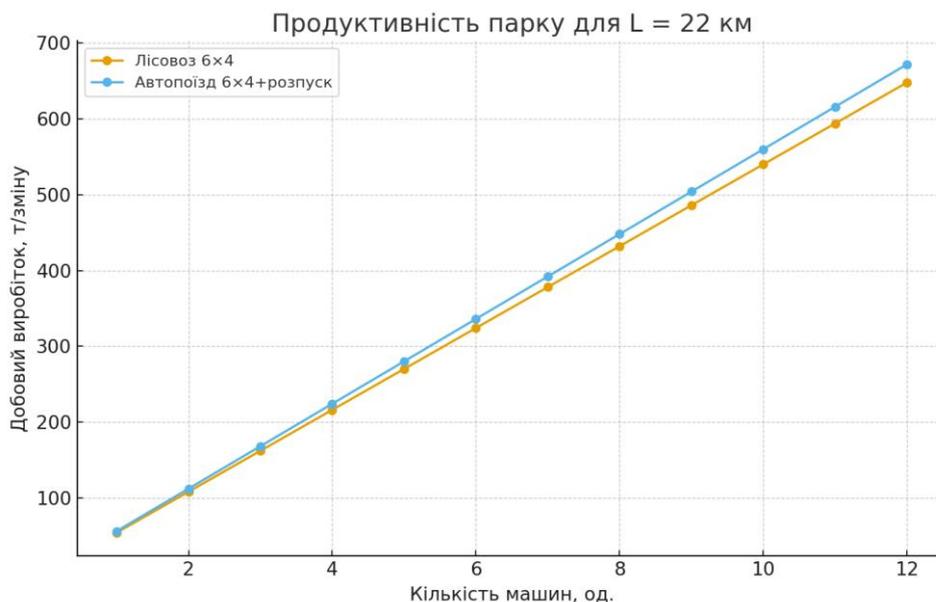


Рис. 2.1. Продуктивність парку для різних розмірів парку ( $L = 22$  км).

Примітки: отримані значення є базовими; вони уточнюються після натурних вимірювань часу завантаження/розвантаження, стану покриття та швидкісних режимів. Для ґрунтових ділянок у несприятливу погоду можливе збільшення  $t_r$  і  $t_{ц}$  на 10–25%.

### 2.3 Розрахунки середніх техніко-експлуатаційних показників

Для змішаного парку рухомого складу (50% лісовоз 6×4 і 50% автопоїзд з розпуском) визначаємо середні техніко-експлуатаційні показники.

Середній час циклу:

$$t_{ц} = 0,5 \cdot 2.21 + 0,5 \cdot 2.82 = 2.51 \text{ год.}$$

Середній добовий виробіток:

$$W = 0,5 \cdot 54 + 0,5 \cdot 56 = 55.0 \text{ т/зміну.}$$

Середня собівартість перевезення 1 т вантажу:

$$\bar{c} = 0,5 \cdot 109 + 0,5 \cdot 87 = 98.0 \text{ грн/т.}$$

Таблиця 2.3

Зведена таблиця показників

Показник	ТЗ-1 (Лісовоз 6×4)	ТЗ-2 (Автопоїзд+ропуск)	Середній показник
$t_{ц}$ , год	2.21	2.82	2.51
$W$ , т/зміну	54	56	55.0
$c$ , грн/т	109	87	98.0

Отже змішаний парк забезпечує рівновагу між маневровістю та продуктивністю, дозволяючи знизити середню собівартість та зберегти стабільність перевезень.

#### 2.4 Розрахунок інвентарного складу парку ( $Q = 160$ т/добу)

Мета — визначити необхідну кількість транспортних засобів для забезпечення заданого добового обсягу перевезення хвойного кругляка  $Q = 160$  т у межах Лебединського району. Використовуємо затверджені показники: ТЗ-1 (лісовоз 6×4):  $t_{ц} = 2,21$  год,  $W = 54$  т/зміну,  $c = 109$  грн/т; ТЗ-2 (автопоїзд 6×4+ропуск):  $t_{ц} = 2,82$  год,  $W = 56$  т/зміну,  $c = 87$  грн/т.

Формули розрахунку парку:

- $N_i = \text{ceil}(Q / W_i)$  — кількість ТЗ одного типу  $i$  для забезпечення обсягу  $Q$ ;
- Для змішаного парку знайти мінімальні невід’ємні цілі  $x, y$ :  $54 \cdot x + 56 \cdot y \geq 160$ , мінімізувати  $(x + y)$ .

Таблиця 2.3

Розрахунок при застосуванні лише одного типу ТЗ:

Тип ТЗ	W, т/зміну	Необхідно, од.	Резерв виробітку, т
ТЗ-1 (лісовоз 6×4)	54	3	2
ТЗ-2 (автопоїзд 6×4+ропуск)	56	3	8

Таблиця 2.4

Мінімальні цілі комбінації для змішаного парку (x — кількість ТЗ-1; y  
— кількість ТЗ-2)

Всього ТЗ	ТЗ-1 (шт.)	ТЗ-2 (шт.)	Виробіток, т	Резерв (надлишок), т
3	3	0	162	2
3	2	1	164	4
3	1	2	166	6
3	0	3	168	8

Для кожної мінімальної комбінації теоретично можемо масштабувати завантаження парку так, щоб точно досягати  $Q = 160$  т, що еквівалентно пропорційному зменшенню рівня завантаженості кожного ТЗ.

## Завантаженість ТЗ

Комбінація	Теорет. завантаження парку, %	Середня завантаженість ТЗ-1, %	Середня завантаженість ТЗ-2, %	Надлишок при 100% завантаженні, т
3×ТЗ-1 + 0×ТЗ-2	98.8	98.8	98.8	2
2×ТЗ-1 + 1×ТЗ-2	97.6	97.6	97.6	4
1×ТЗ-1 + 2×ТЗ-2	96.4	96.4	96.4	6
0×ТЗ-1 + 3×ТЗ-2	95.2	95.2	95.2	8

З результатів розрахунків бачимо, що для  $Q = 160$  т/добу достатньо трьох одиниць рухомого складу. Можливі комбінації: 3×ТЗ-1 (162 т), 2×ТЗ-1 + 1×ТЗ-2 (164 т), 1×ТЗ-1 + 2×ТЗ-2 (166 т), 3×ТЗ-2 (168 т). Рекомендується обирати комбінацію з урахуванням доступності техніки, дорожніх умов та собівартості (с): за інших рівних умов доцільно мати не менше однієї одиниці ТЗ-2 завдяки нижчій  $c = 87$  грн/т.

## 2.5 Розрахунок виробничої програми з автоперевезень

Виробнича програма визначається відповідно до добового плану перевезення деревини обсягом  $Q = 160$  т/добу. Для забезпечення цього обсягу в роботі використовується змішаний парк: один лісовоз (ТЗ-1) та два автопоїзди з роспуском (ТЗ-2).

Розподіл обсягів перевезення між транспортними засобами  
(виконується пропорційно їх добовому виробітку)

Тип ТЗ	Кількість, од.	Виробіток 1 ТЗ, т/зміну	Обсяг перевезень, т/добу
ТЗ-1 (Лісовоз 6×4)	1	54 → 52	52
ТЗ-2 (Автопоїзд з роспуском)	2	56 → 54	108
Разом	3	—	160

Отже формування виробничої програми у вигляді поєднання 1 лісовоза та 2 автопоїздів дозволяє забезпечити плановий добовий обсяг перевезень у 160 т без перевантаження окремих машин та без утворення невиправданих простоїв.

#### 2.6 Техніко-експлуатаційні показники (узагальнення та аналіз)

У даному підрозділі виконується узагальнення отриманих результатів розрахунків техніко-експлуатаційних показників для двох типів рухомого складу, що використовуються для перевезення хвойного кругляка у межах Лебединського району. Порівняння здійснюється на основі показників тривалості транспортного циклу, добового виробітку та собівартості перевезень.

Порівняльна таблиця техніко-експлуатаційних показників

Показник	ТЗ-1 (лісовоз 6×4)	ТЗ-2 (автопоїзд з роспуском)	Середній парк (50/50)
Тривалість циклу тц, год	2.21	2.82	2.51
Добовий виробіток W, т/зміну	54	56	55.0
Собівартість с, грн/т	109	87	98.0

Графічне порівняння собівартості перевезень:

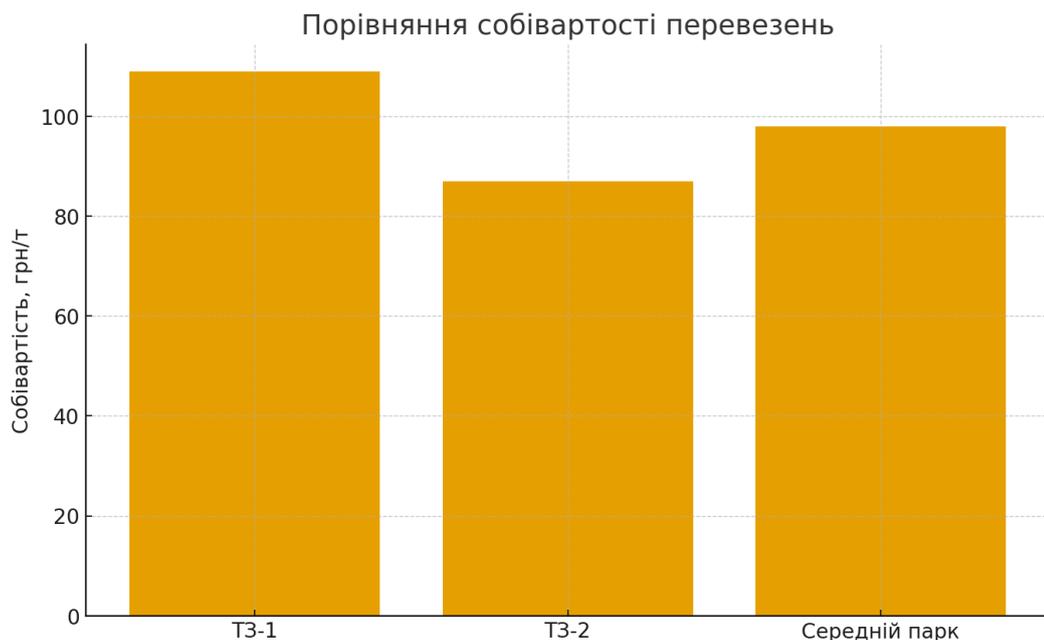


Рис. 2.2. Порівняння собівартості перевезень

Аналіз результатів показує, що автопоїзд з роспуском (ТЗ-2) має більшу економічну ефективність завдяки нижчій собівартості перевезень та вищому добовому виробітку порівняно з лісовозом (ТЗ-1). Водночас лісовоз є більш маневровим на під'їзних ділянках доріг, що важливо при роботі у лісових масивах.

Середній парк (50% ТЗ-1 та 50% ТЗ-2) забезпечує збалансовану структуру перевезень, що дозволяє одночасно досягти оптимальних витрат та ефективності.

Оптимальним для умов Лебединського району є використання змішаного парку з перевагою автопоїздів з роспуском, що дозволяє зменшити собівартість перевезень та забезпечити стабільне виконання планового обсягу роботи.

### Висновок

У другому розділі було проведено розробку та техніко-економічне обґрунтування транспортного процесу перевезення деревини в умовах Лебединського району. На основі аналізу дорожніх умов, відстаней транспортування та характеристик вантажу визначено необхідність використання змішаного парку рухомого складу, що включає лісовози та автопоїзди з роспуском.

У ході виконання розрахунків встановлено техніко-експлуатаційні показники транспортних засобів, визначено тривалість транспортних циклів, добовий виробіток та собівартість перевезення 1 т деревини. Порівняльний аналіз показав, що автопоїзди з роспуском забезпечують вищу продуктивність і нижчу собівартість перевезень, тоді як лісовози є маневренішими та придатнішими для роботи на лісовозних дорогах з ґрунтовим покриттям.

Розрахунок інвентарного складу парку показав, що для забезпечення добового планового обсягу  $Q = 160$  т/добу найбільш ефективною є комбінація рухомого складу у складі 1 лісовоза та 2 автопоїздів з роспуском. Саме така структура забезпечує стабільне виконання перевезень, рівномірне навантаження техніки й мінімальні простой.

Сформована виробнича програма підтвердила, що змішана схема організації перевезень дозволяє зменшити експлуатаційні витрати, підвищити коефіцієнт використання рухомого складу та оптимізувати рух транспортних засобів на маршрутах. Узагальнення техніко-експлуатаційних показників і

графічний аналіз продемонстрували економічну доцільність застосування комбінованого парку.

Отже, удосконалення процесу перевезення деревини шляхом раціонального підбору типів рухомого складу та оптимізації їх взаємодії дозволяє підвищити ефективність лісозаготівельних перевезень у регіоні, знизити собівартість транспортних операцій та забезпечити надійність постачання деревини споживачам.

### РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ДЕРЕВИНИ В УМОВАХ ЛЕБЕДИНСЬКОГО ЛІСГОСПУ

Розділ присвячено аналізу умов праці та розробці заходів з охорони праці під час перевезення деревини автомобільним транспортом у Лебединському лісовому господарстві. Технологічний процес передбачає заготівлю, навантаження, перевезення та розвантаження лісопродукції, що супроводжується впливом небезпечних та шкідливих виробничих факторів. Забезпечення безпеки праці у даних умовах є обов'язковою складовою організації транспортного процесу та відповідає вимогам Законів України «Про охорону праці» та «Про пожежну безпеку» [16-18].

#### *Аналіз умов праці під час перевезення деревини*

Процес перевезення деревини здійснюється на лісових дорогах різної категорії складності. Водій автомобіля виконує роботу в умовах впливу підвищеної вібрації, шуму, фізичних навантажень, а також підвищеної небезпеки травмування при навантажувально-розвантажувальних операціях.

Основні шкідливі та небезпечні фактори на робочому місці водія та робітників лісозаготівельного комплексу:

- Вібрація та шум від роботи двигуна та дорожнього покриття;
- Ризик падіння деревини при навантаженні та розвантаженні;
- Незадовільні дорожні умови та нерівності;
- Погодні умови (дощ, сніг, туман), що знижують оглядовість;
- Підвищене фізичне навантаження;

#### *Заходи з охорони праці*

Для забезпечення безпеки праці під час перевезення деревини необхідно впровадити комплекс організаційних та технічних заходів:

- Використання сертифікованих засобів індивідуального захисту (каски, рукавиці, спецвзуття);
- Підготовка та інструктаж водіїв і операторів навантажувачів;

- Проведення технічного огляду транспортних засобів перед виїздом;
- Застосування протиковзких ланцюгів взимку;
- Дотримання швидкісного режиму та вибір оптимального маршруту;

#### *Пожежна безпека*

Деревина є легкозаймистим матеріалом, тому під час перевезення необхідно забезпечити наявність засобів пожежогасіння (вогнегасники ОП-2 або ОП-4). Автомобільні дороги та майданчики для навантаження мають бути очищені від сухої рослинності. Забороняється паління та використання відкритого вогню поблизу складованої деревини.

#### *Розрахункова частина (визначення необхідної кількості вогнегасників)*

Необхідна кількість вогнегасників визначається залежно від вантажопідйомності транспортного засобу. Для вантажних автомобілів вантажопідйомністю понад 5 т згідно з ДСТУ 4297:2004 необхідно мати не менше 2 вогнегасників.

У даному випадку автомобіль (вантажопідйомність 8 т) повинен бути оснащений мінімум двома вогнегасниками ОП-4.

#### *Висновки*

У розділі наведено аналіз умов праці та окреслено небезпечні виробничі фактори під час перевезення деревини. Розроблено комплекс заходів, спрямованих на створення безпечних умов праці для водіїв та робітників. Виконано пожежну оцінку транспортного процесу та визначено мінімально необхідні засоби пожежогасіння.

## РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ЗАПРОПОНОВАНОГО МЕТОДУ

Перевезення здійснюються в межах Лебединського району Сумської області, з лісосічних ділянок до пунктів первинної переробки. Середня відстань перевезення —  $L = 18\text{--}25$  км (в один бік). Тип покриття маршрутів змішаний:

- асфальтовані дорожні ділянки — 70 %
- щебенево-грунтові — 30 %

Для перевезення використовується два типи рухомого складу:

Таблиця 4.1

Вихідні дані для економічного розрахунку

Позначення	Тип транспортного засобу	Вантажопідйомність, т	Середня витрата палива, л/100 км
ТЗ-1	Лісовоз-самоскид 6×4	$q_1 = 18$	$g_1 = 32$
ТЗ-2	Автопоїзд 6×4 + роспуск	$q_2 = 28$	$g_2 = 38$

Середні швидкості руху:

- по асфальту:  $v_a = 45$  км/год (ТЗ-1);  $v_a = 40$  км/год (ТЗ-2)
- по ґрунтових дорогах:  $v_u = 25$  км/год (ТЗ-1);  $v_u = 22$  км/год (ТЗ-2)

Розрахунок середньої швидкості руху відбувається відповідно до методики [19, 26].

Середня швидкість визначається методом зважених швидкостей:

$$v = 1 / ( w_a / v_a + w_u / v_u )$$

де:

$w_a$  — частка асфальтового покриття;

$w_u$  — частка ґрунтових доріг.

Підстановка для ТЗ-2 при  $L = 22$  км:

$$v = 1 / ( 0.7 / 40 + 0.3 / 22 ) = 29.6 \text{ км/год}$$

Час руху та тривалість транспортного циклу

$$d_{\text{ground}} = 2 \cdot L;$$

$$t_r = d_{\text{ground}} / v;$$

$$t_{\text{ц}} = t_r + t_{\text{зав}} + t_{\text{розв}} + t_{\text{очік}};$$

де:

$$t_{\text{зав}} = 0.75 \text{ год (ТЗ-2), } 0.50 \text{ год (ТЗ-1);}$$

$$t_{\text{розв}} = 0.60 \text{ год (ТЗ-2), } 0.40 \text{ год (ТЗ-1);}$$

$$t_{\text{очік}} = 0.10 \text{ год.}$$

Підстановка (ТЗ-2,  $L = 22$  км):

$$d_{\text{ground}} = 2 \cdot 22 = 44 \text{ км;}$$

$$t_r = 44 / 29.6 = 1.49 \text{ год;}$$

$$t_{\text{ц}} = 1.49 + 0.75 + 0.60 + 0.10 = 2.94 \text{ год.}$$

Кількість рейсів і виробіток

Ефективний фонд часу зміни:

$$T_e = T_{\text{зм}} \cdot (1 - \varphi) = 8 \cdot (1 - 0.06) = 7.52 \text{ год.}$$

Кількість циклів:

$$n_{\text{ц}} = ( T_e / t_{\text{ц}} ) = ( 7.52 / 2.94 ) = 2 \text{ цикли.}$$

Виробіток за зміну:

$$W = n_{ц} \cdot q.$$

Для ТЗ-2:

$$W_2 = 2 \cdot 28 = 56 \text{ т/зміну.}$$

Для ТЗ-1 (розрахунок аналогічний):

$$W_1 = 2 \cdot 18 = 36 \text{ т/зміну.}$$

Транспортна робота (тонно-кілометри)

$$Q_{\text{ткм}} = n_{ц} \cdot q \cdot L$$

Для ТЗ-2:

$$Q_{\text{ткм}2} = 2 \cdot 28 \cdot 22 = 1232 \text{ т} \cdot \text{км/зміну.}$$

Розрахунок витрат палива

$$G = g \cdot d_{\text{round}}/100.$$

ТЗ-2:

$$G_2 = 38 \cdot 44 / 100 = 16.7 \text{ л/цикл.}$$

ТЗ-1:

$$G_1 = 32 \cdot 44 / 100 = 14.1 \text{ л/цикл.}$$

Собівартість перевезення (без економічного ефекту)

$$c = (C_{\text{пал}} + C_{\text{ТО}} + C_{\text{вод}})/q;$$

де:

$$C_{\text{пал}} = G \cdot \text{Ц}_{\text{пал}} = G \cdot 68 \text{ грн/л}$$

$$C_{\text{ТО}} = 9 \text{ грн/км} \cdot d_{\text{round}}$$

$$C_{\text{вод}} = 1800 \text{ грн} / n_{ц}$$

Підстановка для ТЗ-2:

$$C_{\text{пал}} = 16.7 \cdot 68 = 1135.6 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{ТО}} = 9 \cdot 44 = 396 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{вод}} = 1800 / 2 = 900 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{цикла}} = 1135.6 + 396 + 900 = 2431.6 \text{ грн.}$$

$$c_2 = 2431.6/28 = 86.8 \text{ грн/т.}$$

Для ТЗ-1:

$$c_1 \approx 92\text{--}95 \text{ грн/т (залежить від } L, \text{ таблиця нижче).}$$

Таблиця 4.2

#### Аналітичний висновок

Показник	ТЗ-1	ТЗ-2	Висновок
Виробіток, т/зміну	36	56	Автопоїзд продуктивніший
Собівартість, грн/т	~93	~87	Автопоїзд економічніший
Прохідність доріг	Вища	Нижча	Лісовоз кращий на поганих дорогах
Краща застосовність	Ділянки з важким покриттям	Дальші маршрути, стабільні дороги	—

#### Висновок

У Лебединському районі доцільно застосовувати змішаний парк:

– ТЗ-1 (лісовоз) — для ділянок з нестабільним покриттям та під'їзних шляхів;

– ТЗ-2 (автопоїзд) — на основному плечі 18–25 км для зниження собівартості.

## ВИСНОВКИ

У результаті проведених досліджень та розрахунків було обґрунтовано раціональну організацію процесу перевезення хвойного кругляка в умовах Лебединського району Сумської області. Аналіз дорожньої інфраструктури показав, що переважання змішаного покриття (асфальт – 70%, ґрунтові ділянки – 30%) істотно впливає на вибір типу рухомого складу, його техніко-експлуатаційні показники та собівартість перевезень.

Порівняння лісовоза 6×4 та автопоїзда з роспуском виявило суттєву різницю у продуктивності та витратах. Лісовоз характеризується кращою маневровістю та меншою тривалістю циклу, що є важливим при роботі на під'їзних лісових дорогах. Натомість автопоїзд із роспуском забезпечує вищий добовий виробіток і меншу собівартість 1 т перевезеної деревини, що робить його економічно вигіднішим на основних магістральних ділянках маршруту.

Установлено, що оптимальним рішенням для забезпечення добового обсягу перевезень  $Q = 160$  т/добу є змішаний парк, який складається з 1 лісовоза та 2 автопоїздів з роспуском. Така комбінація дозволяє досягнути необхідної продуктивності без перевищення навантаження на окремі транспортні засоби та мінімізувати простой. При цьому середня собівартість перевезення становить  $\approx 98$  грн/т, що є економічно обґрунтованим результатом.

Таким чином, удосконалення транспортного процесу перевезення деревини повинно базуватися на:

- раціональному підборі рухомого складу з урахуванням дорожніх умов,
- оптимальному співвідношенні типів транспортних засобів у парку,
- регулюванні виробничої програми відповідно до добового плану перевезень.

Запропонована схема організації забезпечує стабільність роботи, зменшення собівартості перевезень, підвищення ефективності використання

транспорту та може бути рекомендована для практичного застосування на підприємствах лісотранспортної галузі регіону.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. «Про затвердження Державної цільової програми розвитку українського села на період до 2015 року» від 19 вересня 2007 р. № 1158.
2. Козаченко, Д. М. Удосконалення технічного забезпечення та технологій експортних перевезень зернових вантажів в Україні / Д. М. Козаченко, Р. Г. Коробйова, Р. Ш. Рустамов // Вісник Дніпропетр. держ. аграрно-економ. ун-ту. – 2015. – № 4. – С. 121-127.
3. Hemmes, M. Rail Services and Infrastructure. Proceedings of the conference The Agricultural Industry after Western Grain Transportation Reform: The Good, the Bad and the Unexpected. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:<http://www.quorumcorp.net/Downloads/Papers/MHemmesPresentation-UofMWGTRConf-Oct%2024-2003.pdf>
4. Schnake, L. D. Inland grain elevator operating costs and capital requirements / L. D. Schnake, C. Jr. Stevens // Bulletin: Kansas Agricultural Experiment Station. – 1983. № 644. – P. 30
  - a. Ndembe, E. Hard Red Spring Wheat Marketing: Effects of Increased Shuttle Train Movements on Railroad Pricing in the Northern Plains / E. Ndembe // Journal of the Transportation Research Forum. – 2015. Vol. 54, № 2. – P. 101-115.
5. Sarmiento, C., & Wilson, W. W. (2005). Spatial Modeling in Technology Adoption Decisions: The Case of Shuttle Train Elevators. *American Journal of Agricultural Economics*, 87(4), 1034-1045. – DOI : 10.1111/J.1467-8276.2005.00786.X.
6. Sparger, A., & Prater M. E. (2013). A comprehensive rail rate index for grain. U.S. Department of Agriculture. doi: 10.9752/TS060.04- 2013.
7. Hyland, M. F., Mahmassani, H. S. and Mjahed, L. B., 2016. Analytical models of rail transportation service in the grain supply chain: Deconstructing the operational and economic advantages of shuttle train service. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 93. – P. 294-315.

8. Marketing, U. S. Grain and Oilseed by Container [Virtual Resource] / Mode of access – [www.ugpti.org/pubs/pdf/DP272.pdf](http://www.ugpti.org/pubs/pdf/DP272.pdf).
9. Козаченко, Д. М. Напрямки підвищення ефективності перевезень зернових вантажів залізничним транспортом / Д. М. Козаченко, Р. Ш. Рустамов, Х. В. Матвієнко. // Транспортні системи та технології перевезень. – 2013. – Вип. 6. – С. 56- 60.
10. Бімодальні технології перевезень – ключ до нових сегментів транспортного ринку / О. М. Пшінько, С. В. Мямлін, Р. Г. Коробйова, Д. М. Козаченко, Ч. Фоскетт // Залізничний транспорт України. – 2009. – № 5. – С. 20-22.
11. Коробйова, Р. Г. Внедрение бимодальных технологий перевозки зерновых грузов в Украине / Р. Г. Коробйова, Р. Ш. Рустамов, С. В. Гревцов // Транспортні системи та технології перевезень. – 2015. – Вип. 9. – С. 29-34. – DOI : 10.15802/tstt2015/49351.
12. Босняк М.Г. Вантажні автомобільні перевезення.- К.: Слово, 2010.- 408 с.
13. Норми витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт по базових марках автомобілів.- К.: Мінтранс України, 1995. -21с.
14. Норми витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті.-К.: Мінтранс України, 1998. -41с.
15. Галузева Угода між Міністерством інфраструктури України, Федерацією роботодавців транспорту України, спільним представницьким органом Профспілки працівників автомобільного транспорту та шляхового господарства України і Всеукраїнської незалежної профспілки працівників транспорту у сфері автомобільного транспорту на 2013 – 2015 роки. К.: 2013. - 19 с.
16. Правила перевезень вантажів автомобільним транспортом в Україні. - Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z2197> - 13

17. Пістун І.П., Хомяк Й.В., Хомяк В.В. Охорона праці на автомобільному транспорті: Навчальний посібник.- Суми: Університетська книга, 2005.- 374 с.
18. Вільковський Є. К., Кельман І. І, Бакуліч О.О.. Вантажознавство (вантажі, правила перевезень, рухомий склад). – Л.: «Інтелект-захід». 2007.
19. Воркут А. І. Вантажні автомобільні перевезення. –К.: Вища школа, 1986.
20. Закон України «Про автомобільний транспорт». Глава 2. Державне регулювання та контроль діяльності автомобільного транспорту. Стаття 5. Завдання та функції державного регулювання та контролю діяльності автомобільного транспорту.
21. ЗУ “Про охорону навколишнього природного середовища” від 26.06.91, ВВР, 1991, N 41, ст.547.
22. Канарчук О. В. Міжнародні перевезення і транспортне право. – К.: Арістей, 2006.
23. Костюченко Л. М, Наапетян М. Р. Автомобільні перевезення у міжнародному сполученні. – К.: Видавничий Дім «Слово», 2007.
24. Левковець П. Р., Маруніч В. С., Ткаченко А. М., Ігнатенко О. С.,
25. Мірошніченко Л., Саприкін Г.. Автомобільні перевезення: організація та облік. – Х. : Фактор, 2004.
26. Нормативний документ «Правила охорони праці на автомобільному транспорті».
27. Постанова Кабінету міністрів України від 9 листопада 2000 р. № 1684 «Про затвердження Концепції реформування транспортного сектору економіки».

## ДОДАТКИ