

«Міністерство освіти і науки України

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Автомобілів

(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

магістр

(освітній рівень)

на тему: Підвищення ефективності перевезення лісоматеріалів у міжнародному сполученні (комплексна тема).

Виконав: студент 6 курсу, групи МНм-61 спеціальності 275 «Транспортні технології»

(шифр і назва спеціальності)

Студент	(підпис)	Драпалюк М.П. (прізвище та ініціали)
	(підпис)	Сторощук Д.О. (прізвище та ініціали)
Керівник	(підпис)	Дзюра В.О. (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	(підпис)	Плекан У.М. (прізвище та ініціали)
Рецензент	(підпис)	Комар Р.В. (прізвище та ініціали)
Зав. каф.	(підпис)	Цьонь О.П. (прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра Автомобілів

Освітній рівень магістр

Напрямок підготовки _____

(шифр і назва)

Спеціальність 275.03 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри О.П. Цьонь

«14» листопада 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Драпалюку Максиму Павловичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Підвищення ефективності перевезення лісоматеріалів у міжнародному
сполученні (комплексна тема).

керівник проекту (роботи)

Дзюра Володимир Олексійович, д.т.н., проф.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «14» листопада 2025 року № 4/7-971

2. Термін подання студентом проекту (роботи) 20 грудня 2025 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1.1 Загальні відомості про транспортний процес; 1.2 Транспорт як галузь матеріального виробництва;
1.3 Особливості перевезення лісоматеріалів транспортними засобами України; 1.4 Аналіз
транспортних засобів для перевезення лісоматеріалів та його класифікація; 1.5 Види транспорту для
перевезення деревини; 1.6 Основні транспортні пункти; 1.7 Транскордонні перевезення вантажів.
Загальні поняття; 1.8 Транскордонні перевезення деревини з Західної України; 2.1 Аналіз економічної
діяльності підприємства Карпати Ліс; 2.2 Аналіз ділянок під лісозаготівлю в українській частині
Карпат; 3.1 Розробка методики вибору схеми транспортно-технологічного процесу міжнародних
перевезень деревини; 4.1 Охорона праці при заготівлі лісоматеріалів; 4.2 Розрахунок безпечної зони при
валці дерев

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Слайди графічного матеріалу 1-10

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Охорона праці</i>	<i>Окіпний І.Б., доцент</i>		
<i>Безпека в надзвичайних</i>			
<i>Ситуаціях</i>	<i>Стручок В.С., ст. викладач</i>		

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.1	<i>Загальні відомості про транспортний процес;</i>	17.11.2025	
1.2	<i>Транспорт як галузь матеріального виробництва;</i>	20.11.2025	
1.3	<i>Особливості перевезення лісоматеріалів транспортними засобами України;</i>	25.11.2025	
1.4	<i>Аналіз транспортних засобів для перевезення лісоматеріалів та його класифікація;</i>	28.11.2025	
1.5	<i>Види транспорту для перевезення деревини;</i>	01.12.2025	
1.6	<i>Основні транспортні пункти;</i>	03.12.2025	
1.7	<i>Транскордонні перевезення вантажів. Загальні поняття;</i>	05.12.2025	
1.8	<i>Транскордонні перевезення деревини з Західної України;</i>	10.12.2025	
2.1	<i>Аналіз економічної діяльності підприємства Карпати Ліс;</i>	13.12.2025	
2.2	<i>Аналіз ділянок під лісозаготівлю в українській частині</i>	17.12.2025	
	<i>Карпат;</i>		
3.1	<i>Розробка методики вибору схеми транспортно-технологічного процесу міжнародних перевезень деревини;</i>	20.12.2025	
4.1	<i>Охорона праці при заготівлі лісоматеріалів;</i>	22.12.2025	
4.2	<i>Розрахунок безпечної зони при валці дерев</i>	23.12.2025	

Студент _____
(підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра Автомобілів

Освітній рівень Магістр

Напрямок підготовки _____

(шифр і назва)

Спеціальність 275.03 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри О.П. Цьонь

«29» листопада 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Стороцуку Дмитру Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Підвищення ефективності перевезення лісоматеріалів у міжнародному
сполученні (комплексна тема).

керівник проекту (роботи)

Дзюра Володимир Олексійович, д.т.н., проф.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від « » листопада 2025 року № 4/7-971

2. Термін подання студентом проекту (роботи)

20 грудня 2025 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи)

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1.9 Транскордонні автомобільні перевезення деревини; 1.10 Вибір моделі транспортування; 1.11 Вибір
типу транспортних засобів; 1.12 Вибір схеми транспортування; 1.13 Розміщення транзитно-
перевалочних терміналів і урахування розташування лісосік; 1.14 Урахування та обґрунтування
параметрів функціонування прикордонних пунктів пропуску; 1.15 Визначення маршрутів та
формування транспортних планів; 1.16 Фактори, що впливають на процес міжнародних перевезень
лісоматеріалів; 1.17 Висновки. Постановка мети і завдань дослідження;

2.3 Процес транспортування деревини автомобільним транспортом закордонному споживачеві;

2.4 Обробка і аналіз зібраної інформації; 3.2 Математична модель оптимізації функціонування
логістичної системи міжнародних перевезень деревини; 4.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях при
заготівлі лісу; 4.4 Оцінювання ризиків пожеж при заготівлі лісоматеріалів

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Слайди графічного матеріалу 11-20

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Охорона праці</i>	<i>Сенчишин В.С., доцент</i>		
<i>Безпека в надзвичайних</i>			
<i>Ситуаціях</i>	<i>Стручок В.С., ст. викладач</i>		

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.9	<i>Транскордонні автомобільні перевезення деревини;</i>	17.11.2025	
1.10	<i>Вибір моделі транспортування;</i>	20.11.2025	
1.11	<i>Вибір типу транспортних засобів;</i>	25.11.2025	
1.12	<i>Вибір схеми транспортування;</i>	28.11.2025	
1.13	<i>Розміщення транзитно- перевалочних терміналів і</i>	01.12.2025	
	<i>урахування розташування лісосік;</i>		
1.14	<i>Урахування та обґрунтування параметрів</i>	03.12.2025	
	<i>функціонування прикордонних пунктів пропуску;</i>		
1.15	<i>Визначення маршрутів та формування транспортних</i>	05.12.2025	
	<i>планів;</i>		
1.16	<i>Фактори, що впливають на процес міжнародних перевезень</i>	10.12.2025	
	<i>лісоматеріалів;</i>		
1.17	<i>Висновки. Постановка мети і завдань дослідження;</i>	13.12.2025	
2.3	<i>Процес транспортування деревини автомобільним</i>	17.12.2025	
	<i>транспортном закордонному споживачеві;</i>		
2.4	<i>Обробка і аналіз зібраної інформації;</i>	20.12.2025	
3.2	<i>Математична модель оптимізації функціонування</i>	21.12.2025	
	<i>логістичної системи міжнародних перевезень деревини;</i>		
4.3	<i>Безпека в надзвичайних ситуаціях при заготівлі лісу;</i>	22.12.2025	
4.4	<i>Оцінювання ризиків пожеж при заготівлі лісоматеріалів</i>	23.12.2025	

Студент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	8
ВСТУП	10
1 ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ	
1.1 Загальні відомості про транспортний процес	13
1.2 Транспорт як галузь матеріального виробництва	15
1.3 Особливості перевезення лісоматеріалів транспортними засобами України	17
1.4 Аналіз транспортних засобів для перевезення лісоматеріалів та його класифікація	23
1.5 Види транспорту для перевезення деревини	28
1.6 Основні транспортні пункти	31
1.7 Транскордонні перевезення вантажів. Загальні поняття	34
1.8 Транскордонні перевезення деревини з Західної України	39
1.9 Транскордонні автомобільні перевезення деревини	43
1.10 Вибір моделі транспортування	48
1.11 Вибір типу транспортних засобів	50
1.12 Вибір схеми транспортування	51
1.13 Розміщення транзитно-перевалочних терміналів і урахування розташування лісосік	52
1.14 Урахування та обґрунтування параметрів функціонування прикордонних пунктів пропуску	55
1.15 Визначення маршрутів та формування транспортних планів	56
1.16 Фактори, що впливають на процес міжнародних перевезень лісоматеріалів	58
1.17 Висновки. Постановка мети і завдань дослідження	59

2	АНАЛІТИКО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ	
2.1	Аналіз економічної діяльності підприємства Карпати Ліс	61
2.2	Аналіз ділянок під лісозаготівлю в українській частині Карпат	66
2.3	Процес транспортування деревини автомобільним транспортом закордонному споживачеві	71
2.4	Обробка і аналіз зібраної інформації	78
3	ПРОЕКТНО-РЕКОМЕНДАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ	
3.1	Розробка методики вибору схеми транспортно-технологічного процесу міжнародних перевезень деревини	85
3.1.1	Загальні положення побудови логістичних систем міжнародних перевезень деревини	85
3.1.2.	Теоретико-множинне представлення логістичної системи	85
3.1.3.	Цілі та критерії функціонування системи	86
3.1.4.	Формалізація потоків у логістичній системі	87
3.1.5.	Математична модель взаємодії елементів системи	88
3.1.6.	Теоретико-множинна модель управління логістичною системою	88
3.1.7.	Теоретико-множинна оптимізація транспортних потоків	89
3.2	Математична модель оптимізації функціонування логістичної системи міжнародних перевезень деревини	90
4	ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	
4.1	Охорона праці при заготівлі лісоматеріалів	95
4.2	Розрахунок безпечної зони при валці дерев	99
4.3	Безпека в надзвичайних ситуаціях при заготівлі лісу	103
4.4	Оцінювання ризиків пожеж при заготівлі лісоматеріалів	107
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	110
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	

АНОТАЦІЯ

Магістерська робота присвячена комплексному дослідженню процесів організації, моделювання та оптимізації міжнародних автомобільних перевезень лісоматеріалів із території Західної України до закордонних споживачів. У роботі розглянуто теоретичні основи транспортного процесу, визначено місце транспорту в системі матеріального виробництва, а також проведено детальний аналіз особливостей перевезення деревини різними видами транспорту в умовах українського ринку.

У першому (теоретичному) розділі подано систематизований огляд сучасних транспортних технологій, охарактеризовано транспортні засоби, що застосовуються для перевезення лісоматеріалів, проведено їх класифікацію та наведено принципи вибору оптимальних моделей транспортування. Особливу увагу приділено транскордонним перевезенням деревини, логістиці міжнародних транспортних потоків, розміщенню терміналів та прикордонних пунктів пропуску, а також обґрунтуванню параметрів функціонування транспортної системи при експорті деревини.

У другому (аналітико-дослідницькому) розділі виконано аналіз економічної діяльності підприємства «КарпатЛіс», яке здійснює заготівлю та транспортування деревини у Карпатському регіоні. Проведено оцінку лісозаготівельних ділянок, транспортних маршрутів та логістичних схем доставки деревини закордонним партнерам. На основі зібраних даних здійснено аналітичну обробку інформації щодо ефективності транспортних процесів і визначено основні чинники, що впливають на вартість і швидкість перевезень.

У третьому (проектно-рекомендаційному) розділі розроблено методику вибору схеми транспортно-технологічного процесу міжнародних перевезень деревини, що базується на теоретико-множинному підході до моделювання логістичних систем. Створено математичну модель оптимізації функціонування системи, яка враховує взаємодію її елементів, потоки матеріальних і інформаційних ресурсів, а також критерії мінімізації витрат і часу доставки.

Запропонована модель дозволяє підвищити ефективність міжнародних перевезень шляхом раціоналізації маршрутів, зменшення логістичних витрат і поліпшення управління транспортними потоками.

У четвертому розділі розглянуто питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях під час заготівлі лісоматеріалів. Проведено розрахунок безпечної зони при валці дерев, описано організаційні та технічні заходи щодо зниження ризиків травматизму і запобігання лісовим пожежам.

У результаті проведеного дослідження сформовано цілісну систему теоретичних і практичних рекомендацій щодо удосконалення транспортно-логістичних процесів міжнародних перевезень деревини з урахуванням економічних, екологічних та безпекових аспектів.

Ключові слова: міжнародні перевезення, деревина, логістична система, автомобільний транспорт, оптимізація, теоретико-множинна модель, Карпати, транскордонна логістика, охорона праці, безпека.

ВСТУП

Основною операцією, що виконується в процесі експорту, є транспортування, від вартості якого безпосередньо залежить економічна ефективність зовнішньоекономічної діяльності. Отже, зменшення транспортних витрат сприятиме зниженню вартості міжнародних перевезень деревини, що, у свою чергу, забезпечить суттєву економію коштів, особливо актуальну в умовах сучасної економічної нестабільності. Це має особливе значення для малих підприємств, розташованих у прикордонних регіонах, які здійснюють експорт лісоматеріалів автомобільним транспортом.

Міжнародні автомобільні перевезення деревини є складним і фінансово витратним процесом. Хоча за своєю суттю вони подібні до внутрішніх перевезень, існує низка суттєвих відмінностей, які зумовлюють появу додаткових витрат. Насамперед це необхідність перетину державного кордону через спеціалізовані митні контрольно-пропускні пункти. На цих ділянках часто виникають вимушені простой через черги, пов'язані з проведенням митного огляду, перевірок вантажу та документів, що збільшує загальний час транспортування.

Другою особливістю є велика кількість супровідних документів, необхідних як для вантажу, так і для транспортного засобу. Для успішного проходження митних процедур експортер повинен задекларувати перевезену деревину, підтвердити її відповідність фітосанітарним нормам, забезпечити наявність документів, що засвідчують технічну справність транспортного засобу, а також підтвердити право водія на перетин державного кордону (особливо за наявності візового режиму). Підготовка повного пакета таких документів вимагає додаткових фінансових витрат і залучення кваліфікованих спеціалістів.

Ще однією вагомою проблемою для експортерів є дотримання митних вимог держав-імпортерів. Показовим прикладом є обмеження, встановлені

угодою між Україною та Фінляндією, згідно з якими максимальна дозволена повна маса лісовозного автомобіля, що перетинає фінський кордон, не повинна перевищувати 40 тонн, а обсяг деревини - 27 м³. Такі нормативні обмеження призводять до того, що транспортні засоби змушені рухатися до іноземних споживачів недовантаженими на 40–50 %, що значно знижує економічну ефективність перевезень та збільшує собівартість експорту.

Окрім наведених вище відмінностей, існує ще низка проблем, що також суттєво впливають на ефективність міжнародних перевезень деревини. Однією з ключових є відсутність єдиної методології планування та оперативного прийняття рішень у сфері такого виду перевезень. Невеликі лісозаготівельні підприємства під час планування виробничої діяльності фактично залишаються без централізованої підтримки та змушені покладатися лише на власний досвід і внутрішні напрацювання при виборі виробничих потужностей, визначенні маршрутів вивезення, складанні транспортних схем та планів.

Крім того, більшість підприємств не здійснюють систематичного моніторингу й оптимізації процесу експорту деревини. Основна причина цього полягає у високій трудомісткості та вартості проведення подібних досліджень, що робить їх економічно не вигідними, особливо для малих експортерів лісоматеріалів. У результаті транспортно-логістичні рішення часто приймаються інтуїтивно, без належного аналізу економічної доцільності, що призводить до збільшення витрат і зниження загальної ефективності перевезень.

Отже, для підвищення ефективності міжнародного транспортування деревини необхідно провести комплексне дослідження цього процесу. Слід детально проаналізувати можливі схеми перевезень із урахуванням максимальної кількості факторів - економічних, технічних, логістичних та екологічних - і визначити ті варіанти, які забезпечують найкращі результати за співвідношенням «витрати–ефективність». На основі цього доцільно розробити практичні рекомендації щодо вибору оптимальної схеми транспортування залежно від конкретних умов перевезення. Іншими словами, необхідно створити науково обґрунтовану методику підтримки прийняття управлінських рішень для

вибору найбільш ефективного транспортно-технологічного процесу експорту деревини.

1 ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Загальні відомості про транспортний процес

Міжнародні перевезення ділової деревини є окремим випадком внутрішніх перевезень, тому при їх аналізі доцільно враховувати наукові дослідження, присвячені саме цій тематиці.

Процес транспортування базується на принципах логістичної теорії. Логістика - це науково-практичний напрям діяльності, спрямований на інтеграцію управління процесами руху матеріальних, інформаційних, фінансових, трудових і правових потоків у межах економічних систем. Вона забезпечує узгоджене функціонування всіх елементів виробничо-транспортного ланцюга, що особливо важливо для експорту лісоматеріалів.

У сфері перевезень деревини використовується поняття «логістика лісозаготівель», яке передбачає застосування комплексного логістичного підходу. Такий підхід розглядається як один із найефективніших способів інтеграції різноманітних інструментів управління, планування та прийняття рішень, що дозволяє оптимізувати транспортно-технологічні процеси, скоротити витрати та підвищити ефективність міжнародних перевезень деревини.

Під час стратегічного планування, тобто довгострокового (на період від 5 до 100 років і більше), здійснюється вибір технологій лісозаготівлі, які визначають типи та характеристики машин, розміри лісосік, способи їх розробки, вимоги до дорожньої інфраструктури, місць навантаження, систем вимірювання та обліку, а також максимальні відстані транспортування деревини. Стратегічне планування включає прогнозування економічних, екологічних і соціальних наслідків прийнятих рішень. На цьому етапі проводиться оцінка довгострокових ефектів від реалізації запланованих заходів, зокрема впливу на природні ресурси, стан лісових екосистем і стійкість економічної діяльності підприємства.

Тактичне (середньострокове) планування є проміжною ланкою між стратегічним та оперативним рівнями і охоплює період 5–10 років. У сфері

лісового господарства цей етап характеризується переходом від загальних концепцій до практичної реалізації. На тактичному рівні всі рішення приймаються з урахуванням просторової структури виробництва - взаємного розташування лісових ділянок, складів, терміналів, споживачів, а також транспортних шляхів, які їх з'єднують.

Тактичне планування включає визначення виробничих підрозділів, розподіл ресурсів, встановлення маршрутів і способів доставки (автомобільним, водним або залізничним транспортом), а також розрахунок часу виробничого циклу, обсягів партій та систем контролю й обліку. Важливими складовими є врахування сезонних особливостей роботи (наприклад, доступність лісових доріг у зимовий чи літній період), планування технічного обслуговування машин, визначення періодів заготівлі та транспортування, а також формування бюджету підприємства.

Як правило, лісозаготівельні підприємства складають річний бюджет, виходячи з результатів тактичного планування - тобто з обсягів запланованої продукції, визначених видів деревини, напрямів експорту та внутрішнього збуту. Тактичне планування має узгоджуватися зі стратегічними директивами підприємства, забезпечуючи поступову реалізацію його довгострокових цілей.

У сучасних умовах цифровізації економіки тактичне планування дедалі частіше здійснюється з використанням геоінформаційних систем (ГІС), систем управління логістикою (LMS) та автоматизованих платформ прогнозування транспортних потоків. Це дозволяє більш точно розраховувати маршрути, оптимізувати використання техніки, знижувати витрати на паливо та скорочувати час доставки деревини до кінцевого споживача. Таким чином, ефективне поєднання стратегічного бачення та тактичного управління є ключовою умовою сталого розвитку лісозаготівельних і транспортних підприємств.

1.2 Транспорт як галузь матеріального виробництва

Транспорт є специфічною галуззю матеріального та суспільного виробництва, основною функцією якої є забезпечення переміщення вантажів і пасажирів. У структурі матеріального виробництва транспорт посідає четверте місце, поступаючись видобувній і переробній промисловості, а також сільському господарству. Разом із тим, транспорт виступає невід'ємним елементом виробничого процесу, оскільки забезпечує безперервність матеріальних зв'язків між окремими його ланками.

У системі суспільного виробництва транспорт належить до сфери матеріальних послуг. Під терміном «транспорт» розуміють сукупність технічних засобів і споруд, призначених для здійснення перевезень. До його складу входять транспортні засоби, шляхи сполучення (автомобільні, залізничні, водні, повітряні тощо), вантажно-розвантажувальні механізми (крани, грейфери, підйомники), склади, а також інженерні споруди й технічні системи, що забезпечують узгоджену роботу всіх елементів транспортної інфраструктури.

За функціональним призначенням транспорт поділяють на транспорт загального користування та промисловий транспорт. Транспорт загального користування охоплює міжвідомчі транспортні системи, основними завданнями яких є перевезення вантажів загального призначення та пасажирів. Організацію таких перевезень здійснюють транспортні підприємства, що перебувають у підпорядкуванні Міністерства транспорту.

Промисловий транспорт та його роль у виробничому процесі

Промисловий транспорт - це складова частина виробничої інфраструктури промислових підприємств, що забезпечує переміщення вантажів у межах виробничого процесу та зв'язок підприємства з транспортом загального користування.

Основними завданнями промислового транспорту є:

- забезпечення перевезення сировини, напівфабрикатів і готової продукції в процесі виробництва;

- організація транспортних зв'язків підприємства з зовнішніми транспортними мережами (залізничними, автомобільними, водними тощо).

Промисловий транспорт поділяється на внутрішній і зовнішній.

Внутрішній промисловий транспорт

До внутрішнього транспорту належать операції з переміщення вантажів у межах території підприємства.

Зокрема, розрізняють:

- внутрішньоцехові перевезення, які охоплюють транспортування деталей, вузлів та заготовок між робочими місцями або ділянками, розташованими в межах одного цеху. Такі операції є невід'ємною складовою технологічного процесу виробництва;

- міжцехові перевезення, що передбачають транспортування сировини, напівфабрикатів або готової продукції між різними цехами та складами одного підприємства. На відміну від внутрішньоцехових, міжцехові перевезення зазвичай не є частиною безпосереднього технологічного процесу, а виконують допоміжну функцію.

Зовнішній промисловий транспорт

До зовнішнього промислового транспорту належать операції, пов'язані з перевезенням вантажів за межами підприємства. До них належать:

- вивезення готової продукції з підприємства до пунктів передачі на транспорт загального користування або безпосередньо споживачам;

- доставка на підприємство сировини, напівфабрикатів, палива, мастильних матеріалів, обладнання та інших ресурсів, необхідних для підтримання безперервності виробничого процесу.

Транспортні засоби – це технічні пристрої, призначені для переміщення вантажів, пасажирів, а також різноманітного обладнання.

Залежно від середовища пересування розрізняють чотири основні види транспорту:

- повітряний транспорт,
- сухопутний транспорт,

- водний транспорт,
- спеціальний транспорт (рис. 1.1).

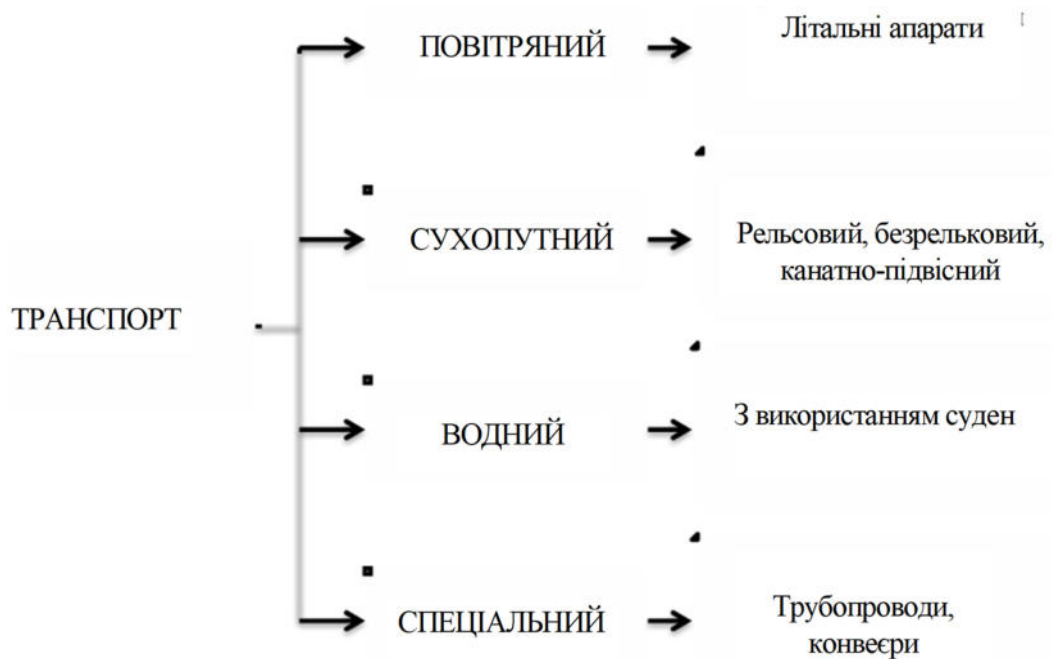


Рисунок 1.1 – Види транспорту, що використовуються при транспортуванні лісоматеріалів

1.3 Особливості перевезення лісоматеріалів транспортними засобами України.

Лісоматеріали - це одна з ключових складових лісогосподарської та деревообробної галузей України. Перевезення таких матеріалів відіграє важливу роль як у внутрішній логістиці (від лісозаготівлі до обробки чи складування), так і у зовнішній торгівлі (експорт/імпорт). У сучасних умовах України, особливо враховуючи вплив воєнного стану, логістика перевезення лісоматеріалів набуває ще більшого значення. Цей реферат має на меті охарактеризувати стан перевезення лісоматеріалів в Україні, показати динаміку обсягів, провести порівняння за роками, вказати основні проблеми та перспективи.

Перевезення лісоматеріалів охоплює транспортування круглих та оброблених лісоматеріалів, пиломатеріалів, а також продукції деревообробки.

До перевезення можна віднести як внутрішні переміщення (від точки заготівлі до складу, обробного підприємства), так і зовнішні - експорт чи постачання на зовнішній ринок.

У логістичному ланцюжку цієї галузі можна виділити такі стадії: заготівля лісу → перевезення в межах підприємства → транспортування до місця первинної обробки/складування → внутрішній ринок або експорт.

Перевезення лісоматеріалів має свої специфічні характеристики: великі обсяги маси і об'єму, часто великі відстані, необхідність спеціального транспорту (автомобілі, залізничні вагонні платформи, морські порти) та відповідних умов зберігання/вантаження. Наприклад, при експорті деревини з України близько 97 % здійснюється автомобільним транспортом.

За даними Державне агентство лісових ресурсів України (Держлісагентство), є такі показники реалізації лісоматеріалів у період 2019–2024 рр.:

Таблиця 1.1 – Динаміка обсягів перевезення та реалізації в Україні

Рік	Обсяг реалізованих лісоматеріалів, млн м³	Вартість реалізації (без ПДВ), млн грн	Середня ціна / м³, грн
2019	13,0	11 445,3	881
2020	12,9	10 980,1	850
2021	12,7	17 924,1	1 412
2022	10,9	18 921,8	1 740
2023	11,9	20 542,2	1 720
2024	12,7	22 996,5	1 810

Аналіз таблиці:

Обсяг реалізації лісоматеріалів у 2019 р. становив близько 13,0 млн м³.

У 2020 р. - 12,9 млн м³, тобто майже без змін порівняно з 2019 р.

У 2021 р. - 12,7 млн м³, зниження в порівнянні з 2019 р.

У 2022 р. - 10,9 млн м³, помітне зниження обсягу, що можна пов'язати з початком повномасштабної війни.

У 2023 р. - 11,9 млн м³, невелике зростання у порівнянні з 2022 р.

У 2024 р. - 12,7 млн м³, тобто повернення до рівня, близького до 2019–2021 рр.

Щодо середньої ціни за кубічний метр: видно, що вона суттєво зросла у 2021 р. (до 1 412 грн), у 2022 р. - до 1 740 грн, дещо стабілізувалася у 2023 р. (1 720 грн), а у 2024 р. - 1 810 грн. Це свідчить про підвищення вартості одиниці продукції, незважаючи на коливання обсягів.

За даними митної статистики, за січень-червень 2025 року з України експортовано 1,42 млн тонн деревини та виробів з неї - це на 6 % більше, ніж за відповідний період 2024 р. (1,34 млн тонн). (Скільки-скільки?) При цьому виручка від експорту становила 671,8 млн доларів США - на 13 % більше, ніж аналогічного періоду 2024 р. (593,9 млн дол.). (Скільки-скільки?) Окрім того, у I кварталі 2025 р. реалізовано 2,45 млн м³ лісоматеріалів на суму 5,86 млрд грн, що на 11 % менше у обсягах порівняно з I кварталом 2024 р., але виручка зросла на 12 %.

У звіті також зазначено, що за перший рік повномасштабної війни обсяги заготівлі круглих лісоматеріалів впали на 9,5 % у 2022 р.

Про власне перевезення лісоматеріалів (внутрішні переміщення, транзит, експорт через порти чи залізницею) є такі дані:

Згідно з дослідженням, вантажі лісу, що перевалювалися через українські порти, скоротилися з 848,7 тис. тонн у 2015 р. до 418,96 тис. тонн у 2017 р.

Перевезення залізницею: з 5,2 млн тонн (2015 р.) до 3,7 млн тонн (2017 р.).

У 2025 р. при експорті деревини близько 97 % здійснюється автомобільним транспортом.

Аналіз показує, що обсяги реалізації лісоматеріалів на внутрішньому ринку зменшувалися у 2020–2022 рр.: з 13,0 млн м³ у 2019 р. до 10,9 млн м³ у 2022 р., тобто зниження приблизно на 16 %. Проте у 2023–2024 рр. обсяги почали зростати і 2024 р. досягли 12,7 млн м³, що майже повернуло до рівня 2019 р.

Водночас ціна за кубічний метр виросла значно: у 2019 р. - 881 грн, у 2024 р. - 1 810 грн, тобто майже вдвічі. Це може пояснюватися периферійними чинниками: інфляція, підвищення витрат на логістику, скорочення пропозиції, зміни у якості/структурі лісопродукції.

У експорті також видно позитивну динаміку: зростання обсягу на 6 % у 2025 р. порівняно з 2024 р., та зростання виручки на 13 %. Це свідчить про зростання попиту або ціни на українську деревину на зовнішньому ринку.

Війна значно вплинула на лісогосподарську галузь та перевезення лісоматеріалів: вже у 2022 р. зафіксовано падіння заготівлі на 9,5 %. Також перевалка через порти та залізничне перевезення зменшилися (див. дані за 2015–2017 рр.). Це означає, що логістичні ланцюги, особливо експортні, зазнавали серйозного навантаження або перебоїв.

Попри це, зростання експорту у 2025 р. свідчить про адаптацію галузі: використання автомобільного транспорту (97 % експортних вантажів) замість більш традиційних залізничних або морських. Це підкреслює важливість дорожньої інфраструктури, а також потенційні логістичні ризики (довші маршрути, вища собівартість, залежність від стану доріг/безпеки).

Як зазначено у дослідженнях, марки перевезень лісоматеріалів можна розділити за трьома групами: круглий ліс, пиломатеріали, вироби з деревини.

Круглі лісоматеріали складають найбільшу частку перевезень. Це означає, що логістика перевезення стовбурів дерев чи заготовок менш оброблених - має найбільші обсяги.

Оскільки переважна частина експорту здійснюється автотранспортом, це створює потребу у якісних дорожніх, вантажних платформах, навантажувальних механізмах, складуванні. Логістичні витрати, ризики (наприклад, безпека перевезень, стан доріг, воєнний ризик) - стають суттєвими компонентами собівартості.

Воєнні дії та безпека перевезень. З-поміж негативних тенденцій - зменшення заготівлі і перевезень через бойові дії, пошкоджену інфраструктуру, логістичні перебої.

Логістична інфраструктура. Обмежені можливості портів, залізничних шляхів чи їхнє недостатнє використання. Наприклад, зменшення залізничних перевезень і перевалки через порт.

Контроль походження та законність лісоматеріалів. Відсутність сталого моніторингу, проблема незаконних рубок, потреба у сертифікації.

Коливання обсягів та ціни. При зниженні обсягів усе складніше оптимізувати логістику, витрати на транспортування можуть зростати.

Залежність від автотранспорту в експорті. Хоча це чинник адаптації, але перевезення автомобілем на великі відстані часто дорожче, менш ефективне за інші види транспорту; ризики пошкодження/затримки більші.

Екологічні та економічні виклики. Застарілі ліси, погіршений санітарний стан, обмежена переробка, конкуренція з імпортом чи нелегальною продукцією.

Зростання ціни на українську деревину на зовнішньому ринку свідчить про потенціал експорту.

Відновлення логістичних ланцюгів після завершення військових дій може створити новий поштовх для збільшення обсягів.

Поліпшення внутрішньої логістичної інфраструктури (дороги, залізниця, порти) та модернізація транспортних засобів дадуть змогу знизити собівартість перевезення лісоматеріалів.

Розвиток деревообробки ближче до джерела сировини дозволить скоротити ланцюжок транспортування круглої деревини, підвищити додану вартість всередині держави.

Оптимізація транспортних маршрутів: зменшення порожніх пробігів, використання мультимодальних маршрутів (комбінування автомобільного, залізничного, водного транспорту) там, де це можливо.

Інвестування в логістику: оновлення автопарків, залізнична спеціалізована платформа для лісовозів, крани/маніпулятори для навантаження.

Забезпечення законності та сертифікації: введення систем відстеження лісоматеріалів (наприклад, «Ліс у смартфоні»), сертифікат походження, електронні аукціони. (Інтерфакс-Україна)

Стратегічне планування: розробка та впровадження Закону України «Про ринок деревини», який унормує перевезення, експорт, внутрішній ринок.

Розширення переробки «у вас»: скорочення транспортування круглої деревини на далекі відстані, створення переробних підприємств ближче до лісозаготівлі, що зменшить транспортні витрати і підвищить додану вартість.

Перевезення лісоматеріалів в Україні - це складний, але стратегічно важливий процес, який впливає на ефективність лісового господарства, деревообробної промисловості і зовнішньоекономічну діяльність держави. Динаміка показників свідчить про наступне: хоча обсяги реалізації в останні роки зазнали зниження (особливо в умовах війни), але останні дані показують повернення обсягів на рівень довоєнних років. Ціна на кубометр зросла суттєво. Експорт також демонструє позитивну динаміку.

Логістика перевезень лісоматеріалів стикається з низкою викликів: недостатня інфраструктура, залежність від автотранспорту, безпекові ризики, проблема легальності деревини. Але існують й можливості: зростаючий зовнішній попит, модернізація транспортної складової, розвиток внутрішньої переробки.

Для подальшого ефективного функціонування ринку лісоматеріалів в Україні рекомендується увага до оптимізації перевезень, модернізації логістики, та державного регулювання галузі перевезення й експорту. У результаті можна очікувати збільшення обсягів транспортування, скорочення витрат на логістику, підвищення конкурентоспроможності української деревини і продукції з неї.

1.4 Аналіз транспортних засобів для перевезення лісоматеріалів та його класифікація

Рухомий склад автомобільного транспорту поділяється на автомобілі, автомобілі-тягачі та причеми.

Різноманітність номенклатури вантажів, що перевозяться, а також потреба у підвищенні продуктивності, прохідності, економічності, безпеки та довговічності транспортних засобів зумовлюють необхідність їх спеціалізації за функціональним призначенням.

Залежно від призначення автомобілі поділяють на:

- транспортні, які використовуються для перевезення вантажів і пасажирів;
- спеціальні, що застосовуються для виконання конкретних виробничих або технічних робіт (наприклад, автокрани, автопідіймачі, автонавантажувачі тощо).

Класифікація вантажних автомобілів за максимальною спорядженою масою:

За технічними параметрами вантажні автомобілі поділяються на такі класи:

- легкий клас - автомобілі вантажопідйомністю до 1 т;
- середньотоннажний клас - від 1,5 до 6 т;
- важкий клас - від 6 до 16 т;
- надважкий клас - понад 16 т.

Зазначена класифікація відповідає системі, що використовується на території України.

Класифікація вантажних автомобілів у країнах Європейського Союзу

У державах ЄС прийнято іншу систему поділу вантажного автотранспорту – за максимальною масою автомобіля:

- особливо малої вантажопідйомності – до 1 т;
- малої вантажопідйомності – від 1 до 2 т;
- середньої вантажопідйомності – від 2 до 5 т;

- великої вантажопідйомності – понад 5 т;

Особливо великої вантажопідйомності – вище граничних значень, установлених дорожніми габаритами та ваговими обмеженнями для транспортних засобів.

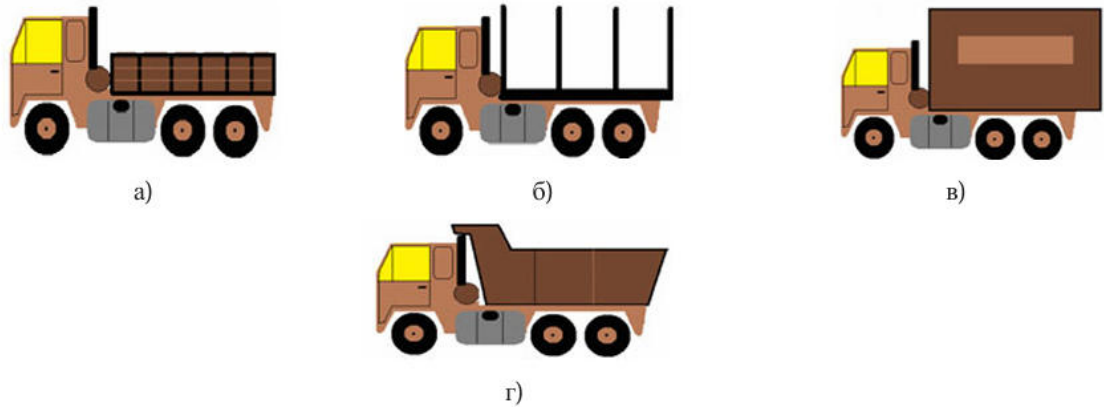


Рисунок 1.2 – Приклади кузовів вантажних автомобілів:

- а) відкрита вантажна платформа з бортами б) кузов-платформа з підготовкою під тент
в) фургон г) самосвал

Вантажні автомобілі є основним засобом перевезення більшості видів промислової та сільськогосподарської продукції, у тому числі й лісоматеріалів. Від конструктивних особливостей кузова безпосередньо залежать функціональні можливості транспортного засобу, його спеціалізація, економічні показники перевезень та ефективність експлуатації.

Кузов автомобіля виконує основну функцію з розміщення, закріплення та перевезення вантажу. Тип кузова визначає спосіб завантаження і розвантаження, можливість механізації цих процесів, а також рівень захищеності вантажу від атмосферного впливу. Відповідно до функціонального призначення кузова вантажні автомобілі поділяються на дві основні групи:

Автомобілі загального призначення - це транспортні засоби, що мають відкриту вантажну платформу з бортами. Такі автомобілі використовуються для перевезення широкого спектра вантажів, які не потребують спеціальних умов транспортування. Найбільш поширеними представниками цього типу є автомобілі марок ЗІЛ, КамАЗ, МАЗ, ГАЗ, MAN, DAF тощо (рисунок 6).

Відкриті платформи прості за конструкцією, що забезпечує зручність завантаження, у тому числі з використанням навантажувачів, кранів або іншого підйимального обладнання. Вони мають складані або відкидні борти, що спрощує маніпуляції з вантажем. Недоліком цього типу є відсутність захисту вантажу від опадів і механічних пошкоджень, тому використання таких автомобілів обмежується переважно перевезенням вантажів, стійких до зовнішніх умов.

Автомобілі спеціального призначення - це транспортні засоби, конструкція яких адаптована до перевезення певних категорій вантажів. Їхні кузови мають специфічну форму або додаткове обладнання, яке дозволяє забезпечити безпеку та ефективність транспортування. До таких автомобілів належать:

- фургони, що застосовуються для перевезення вантажів, які потребують закритого кузова (продукти харчування, меблі, обладнання, побутова техніка тощо);

- автомобілі-цистерни, призначені для транспортування рідких або сипких вантажів (нафта, бензин, молоко, вода, зерно тощо);

- автомобілі-самоскиди, обладнані кузовом, який може нахилитися для швидкого вивантаження сипких або гравійних матеріалів (пісок, щебінь, ґрунт, лісова тріска тощо);

- автомобілі з кузовом-платформою, оснащеною спеціальними пристроями для транспортування конкретних видів вантажів - наприклад, платформи з кониками (рисунок 7), які використовуються для перевезення круглих лісоматеріалів (колод, балок, необроблених стовбурів).

Такі платформи мають вертикальні опори (коніки), що запобігають зміщенню колод під час руху. У деяких конструкціях передбачено додаткові стяжні пристрої, ланцюги або троси для фіксації вантажу. Завдяки цьому забезпечується безпечне перевезення навіть на складних ділянках доріг або пересіченій місцевості.

Залежно від типу кузова, конструктивних особливостей і умов експлуатації, різні види автомобілів мають певну спеціалізацію:

Автомобілі загального призначення застосовуються в більшості галузей народного господарства, особливо там, де необхідна універсальність. Вони використовуються для перевезення короткомірної деревини, пиломатеріалів, деревного вугілля, будівельних матеріалів тощо.

Фургони використовуються рідше у лісовій промисловості, проте можуть служити для транспортування інструментів, комплектуючих або готової продукції деревообробних підприємств.

Самоскиди мають велике значення у процесі транспортування лісової сировини у вигляді тріски, кори, тирси, відходів деревообробки. Їх головною перевагою є можливість швидкого вивантаження без застосування додаткової техніки.

Автомобілі з платформами з кониками - це спеціалізований вид транспортних засобів, який має найбільше значення для лісотransпортної галузі. Такі автомобілі здатні перевозити великогабаритні круглі колоди довжиною до 12 метрів. У поєднанні з напівпричепами вони забезпечують високу продуктивність перевезень і дозволяють здійснювати транспортування лісу на великі відстані.

Для підвищення ефективності використання такого транспорту важливо правильно розподіляти масу вантажу, не перевищуючи допустимі навантаження на осі та забезпечуючи стійкість автомобіля під час руху.

Усі типи кузовів вантажних автомобілів повинні відповідати вимогам Правил дорожнього руху України, а також стандартам безпеки транспортування вантажів (зокрема, ДСТУ 4278:2006, ДСТУ EN 12642:2017).

При перевезенні лісоматеріалів автомобілями з відкритими платформами або кониками необхідно дотримуватися таких вимог:

- забезпечення надійного кріплення вантажу металевими ланцюгами або тросами;
- використання дерев'яних або металевих упорів для запобігання зміщенню колод;
- рівномірний розподіл ваги по всій довжині платформи;

- недопущення перевищення допустимої висоти та ширини вантажу, визначених законодавством;
- регулярний технічний огляд стану кузова, коників, гальмівної системи та шин.

Виконання цих вимог забезпечує безпечне транспортування лісових вантажів, зменшує ризик аварійних ситуацій, підвищує довговічність транспортних засобів і дозволяє уникнути пошкодження перевезених матеріалів.

Вибір типу кузова має суттєвий вплив на економічну ефективність перевезень.

Автомобілі загального призначення є більш дешевими у виробництві та обслуговуванні, але мають обмеження щодо специфічних вантажів.

Спеціальні кузови потребують більших капіталовкладень, однак забезпечують зменшення витрат часу на завантаження та розвантаження, зниження втрат вантажу, а також підвищення безпеки транспортування.

Для лісотransпортних підприємств використання спеціалізованих платформ із кониками є економічно доцільним, адже такі автомобілі забезпечують високу продуктивність і оптимальне використання вантажопідйомності.

Згідно з дослідженнями Державного університету інфраструктури та технологій (ДУІТ), застосування спеціалізованих лісовозних автомобілів дозволяє скоротити собівартість перевезень круглих лісоматеріалів на 10–15 % порівняно з використанням універсального автотранспорту.

Класифікація вантажних автомобілів за типом кузова є важливою складовою при виборі транспортних засобів для перевезення лісоматеріалів. Автомобілі загального призначення характеризуються універсальністю, проте не завжди забезпечують необхідну безпеку та ефективність транспортування. У свою чергу, спеціалізовані автомобілі - фургони, цистерни, самоскиди, лісовози - забезпечують вищу продуктивність і зручність експлуатації.

Для лісової промисловості найбільш оптимальними є автомобілі з кузовом-платформою, обладнаною кониками, що дозволяє ефективно здійснювати

перевезення круглих лісоматеріалів. Надалі підвищення ефективності таких перевезень пов'язане з удосконаленням конструкції кузовів, механізацією завантажувально-розвантажувальних процесів і впровадженням нових технологічних рішень у галузі транспортної логістики.

1.5 Види транспорту для перевезення деревини

Процес транспортування деревини умовно поділяють на три основні етапи:

Початковий етап – транспортування деревини в межах лісосіки (ділянки вирубки), де зрубані дерева, хлисти та сортименти переміщують до місць тимчасового зберігання або завантаження на лісовозний транспорт.

Проміжний етап – доставка хлистів і сортиментів лісовозними дорогами або водними шляхами до нижніх складів чи лісоперевалочних баз.

Кінцевий етап – перевезення лісоматеріалів безпосередньо споживачам автомобільним, залізничним або водним транспортом.

Для транспортування деревини застосовують наземний та водний види транспорту, причому для кожного етапу використовуються свої спеціалізовані транспортні засоби.

На початковому етапі працюють машини, призначені для переміщення деревини по лісосіках – форвардери, трелювальні трактори та інша техніка.

На проміжному етапі використовують лісовозні автомобілі - тягачі, сідельні тягачі з причепами або розпусками. Крім того, на цьому етапі може застосовуватись водний транспорт, зокрема сплав деревини в плотах.

На кінцевому етапі використовують різноманітні транспортні засоби: автомобільні (тягачі з причепами або напівпричепами), залізничні потяги, а також судна і баржі.

Залежно від виду транспорту та використовуваних засобів, виділяють три основні способи транспортування деревини:

- перевезення автомобільним транспортом;
- перевезення залізничним транспортом;

- перевезення водним транспортом.

Перевезення деревини автомобільним транспортом

Перевезення деревини автомобільним транспортом є окремим випадком загального автомобільного перевезення вантажів, тому воно регулюється тими ж законами та правилами. Основним вантажем при цьому виступає деревина.

Для транспортування використовують лісовозні автопоїзди, що складаються з:

- тягача (тягового засобу) - автомобіля з власною силовою установкою;
- причепа (причіпного складу) - транспортного засобу без двигуна, який з'єднується з тягачем.

Зазвичай тягач призначений для буксирування причепа, однак іноді використовуються автомобілі-тягачі, здатні не лише буксирувати, а й самостійно перевозити вантаж.

Під час транспортування деревини застосовують такі види колісних причіпних засобів:

Причеп – візок із двома або трьома осями на пневматичних шинах, який несе весь вантаж на собі та буксирується тягачем. Для перевезення деревини він обладнаний спеціальними коніковими пристроями, що фіксують колоди під час руху.

Напівпричеп – транспортний засіб із однією-трьома осями, який несе лише частину вантажу, інша частина передається на сидельно-зчіпний пристрій тягача.

Причіп-розпуск – візок з однією або двома осями, який також несе частину вантажу, а решта навантаження припадає на автомобіль.

Існує чотири основні схеми лісовозних автопоїздів (див. рисунок 8):

- автомобіль-тягач із причепом;
- автомобіль-тягач із напівпричепом (сідельний тягач);
- автомобіль-тягач із причепом-розпуском;
- автомобіль-тягач із трьома причепами-розпусками.

Кожен тип автопоїзда має своє призначення:

Тягач із причепом застосовується для перевезення короткомірних сортиментів;

Сідельний тягач із напівпричепом – для транспортування хлестів і довгомірної деревини;

Причеп-розпуск може змінювати довжину залежно від розміру колод і найчастіше використовується для вивезення хлестів;

Автопоїзд із трьома причепами-розпусками зустрічається рідко, проте дозволяє перевозити майже удвічі більший обсяг деревини завдяки додатковим причепам.

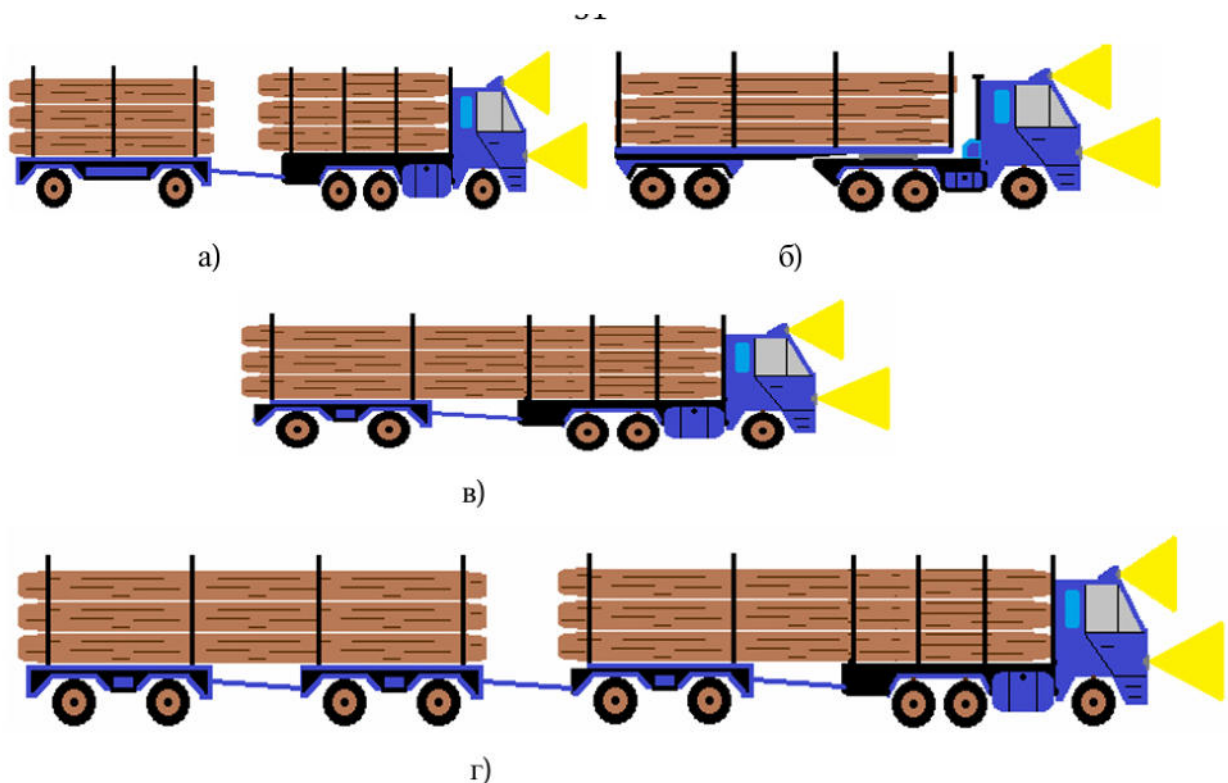


Рисунок 1.3 – Варіанти лісовозних автомобілів: а) автомобіль-тягач із причепом; б) сідельний тягач із напівпричепом; в) автомобіль-тягач із причепом-ропуском; г) автомобіль-тягач із трьома причепами-ропусками.

Лісовозні автомобілі використовуються як на спеціалізованих лісовозних дорогах, так і на дорогах загального користування. Автомобільні лісовозні дороги – це спеціальні транспортні шляхи, призначені для вивезення деревини з лісосік автомобільним транспортом у вигляді круглих сортиментів, хлестів або цілих дерев до місць складування чи первинної переробки.

За терміном експлуатації лісові дороги поділяють на постійні (магістралі та відгалуження) і тимчасові (так звані «вуса»). Магістралі забезпечують сполучення лісосіки з нижніми складами деревини, тоді як відгалуження обслуговують певну лісосировинну базу протягом декількох років. Тимчасові лісовозні шляхи - «вуса» - відходять від магістралей і призначені для освоєння окремих ділянок вирубки.

Для транспортування деревини по лісовозних дорогах застосовують усі типи автомобілів, зображені на рисунку 8. Для перевезення по дорогах загального користування зазвичай використовують тягачі з причепами або сідельні тягачі з напівпричепами, рідше - тягачі з роспусками.

Попри те, що автомобільний транспорт є найпоширенішим засобом перевезення деревини, його застосування має певні обмеження. Зокрема:

Будівництво лісової дороги не завжди можливе або економічно доцільне, тому в окремих випадках доводиться використовувати альтернативні види транспорту (залізничний, водний, канатний тощо).

Автомобільний транспорт є менш ефективним для далеких перевезень через високу витрату палива і відносно невеликі обсяги вантажу, які він може перевозити. Тому такі перевезення здебільшого здійснюються на невеликі відстані - до 100–150 км.

Таким чином, використання лісовозних автомобілів залишається найоптимальнішим рішенням для коротких маршрутів у межах лісових господарств, де важливими є маневровість, оперативність і гнучкість логістики.

1.6 Основні транспортні пункти

Зазвичай шлях транспортування деревини починається безпосередньо на лісосіці (ділянці вирубки), звідки заготовлену деревину доставляють на лісові склади. Ці склади призначені для тимчасового зберігання, первинної обробки та часткової переробки деревини.

Залежно від їхнього призначення, лісові склади поділяють на перевалочні – призначені лише для перевантаження лісоматеріалів з одного виду транспорту на інший, та перевалочно-роздільні – де, крім перевантаження, виконуються також роботи з первинної чи часткової обробки деревини.

Перебування деревини на складах супроводжується великою кількістю вантажно-транспортних операцій.

Виділяють такі типи лісових складів залежно від місця їх розташування:

Нижні лісові склади – можуть бути як перевалочними, так і перевалочно-роздільними. Використовуються для тимчасового зберігання, обробки та перевантаження деревини (хлестів і сортиментів) на інші види транспорту. Деревину доставляють сюди лісовозними дорогами автомобільним транспортом.

Лісоперевалочні бази – переважно перевалочно-роздільного типу. Призначені для тимчасового зберігання, обробки та перевантаження деревини, яка постачається водним шляхом (сплавом).

Лісові порти – також є перевалочно-роздільними пунктами. Вони використовуються для тимчасового зберігання деревини, часткової обробки круглих сортиментів та перевантаження деревини й пиломатеріалів на морські судна. Сировина надходить до портів залізницею або водним транспортом.

Лісові склади споживачів – належать до перевалочно-роздільних. Вони призначені для тимчасового зберігання, обробки та подальшої передачі деревини (хлестів і сортиментів) безпосередньо у виробництво. Постачання здійснюється залізничним, автомобільним або водним транспортом. У деяких випадках такі склади можуть одночасно виконувати функції нижніх складів підприємств.

Класифікація лісових складів

За іншою класифікацією лісові склади поділяють на верхні, проміжні (термінали) та нижні.

Верхні лісові склади розташовуються безпосередньо біля лісосіки, поруч із лісовозною дорогою. Вони призначені для тимчасового зберігання та перевантаження хлестів і сортиментів на лісовозний автомобільний транспорт, який доставляє деревину з ділянки.

Проміжні склади (термінали) розміщуються також уздовж лісовозних доріг і слугують місцем тимчасового зберігання хлестів та сортиментів.

Нижні склади зазвичай розташовані в місцях, де лісовозна дорога з'єднується з транспортними шляхами загального користування. Вони використовуються для тимчасового зберігання, обробки та подальшої передачі лісоматеріалів на інші види транспорту.

Залежно від того, до якого виду транспортних шляхів примикає склад, нижні склади поділяють на:

прирейкові – біля залізниць,
автодорожні – біля автомобільних шляхів,
прибережні (берегові) – біля водних шляхів.

Виходячи з цієї класифікації, можна розподілити лісові склади за типом транспорту, який доставляє деревину:

Верхній склад – деревина надходить трелювальним транспортом (форвардерами або трелювальними тракторами) і перевантажується на лісовозні автомобілі.

Нижній склад – деревина доставляється лісовозним автомобільним транспортом і далі перевантажується на інші види транспорту.

Лісоперевалочні бази – деревину сюди доставляють сплавом (водним шляхом), після чого вона перевантажується на інші транспортні засоби.

Транзитно-перевалочні термінали – універсальні пункти, куди деревина може надходити будь-яким видом транспорту та звідки безпосередньо постачається на виробництво.

Далі деревину зі складів різними видами транспорту доставляють безпосередньо на підприємства, де відбувається її подальша обробка, або на транзитно-перевалочні термінали споживачів, де здійснюється зберігання та подальший розподіл деревини між підприємствами.

Останнім часом практика використання таких терміналів набула широкого поширення. Прикладом є фінсько-шведська компанія Stora Enso, яка застосовує транзитно-перевалочні термінали для зберігання та перерозподілу деревини.

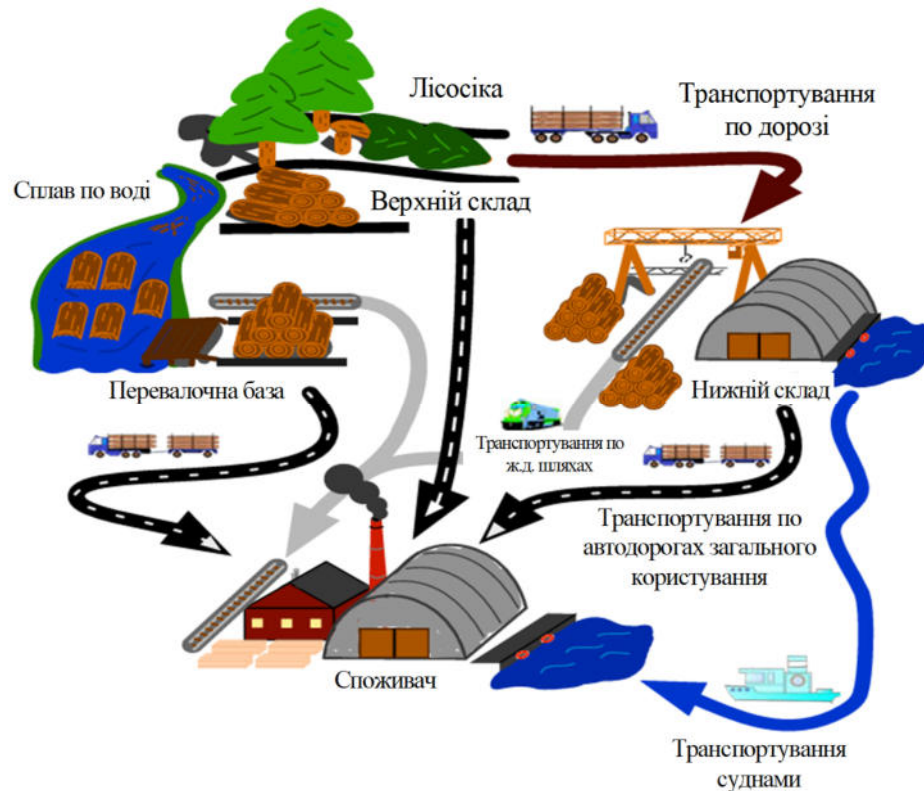


Рисунок 1.4 – Схема шляху доставки деревини «лісосіка – споживач»

На рисунку 1.4 у загальному вигляді подано схему транспортування деревини від лісосіки до споживача. Варто зазначити, що споживачем може бути як деревообробне підприємство, так і проміжний склад цього підприємства.

Крім того, слід зауважити, що з поширенням сортиментної технології лісозаготівлі сортименти все частіше доставляються безпосередньо з лісосіки до споживача, переважно автомобільним транспортом.

1.7 Транскордонні перевезення вантажів. Загальні поняття

Транскордонні (міждержавні) перевезення - це процес переміщення вантажів або пасажирів між територіями двох чи більше держав. Їхня основна відмінність від внутрішніх перевезень полягає у необхідності перетину державного кордону, що передбачає виконання комплексу митних, прикордонних і контрольних процедур.

Перетин кордону наземним транспортом здійснюється виключно через спеціально обладнані прикордонно-пропускні пункти (ППП), які є зонами

митного контролю. Для водного та повітряного транспорту діють окремі регламенти, що передбачають обов'язкове завчасне інформування митних органів іншої держави про факт або намір перетину кордону судном чи повітряним кораблем.

Процедури перетину державного кордону залежать від міжнародних угод і внутрішніх нормативних актів, які регулюють порядок переміщення товарів і транспортних засобів. Такі правила закріплюються у відповідних митних кодексах країн. Наприклад, Митний кодекс Митного союзу (редакція від 08.05.2015 р., додаток до Договору про Митний кодекс Митного союзу, ухвалений рішенням Міждержавної ради ЄврАзЕС від 27.11.2009 №17) - є основним нормативно-правовим документом, який регламентує порядок переміщення товарів через митні кордони країн, що входять до цього об'єднання.

Якщо ж здійснюється транспортування вантажу, до країн Європейського Союзу, то перевізник має дотримуватись положень, встановлених Митним кодексом Європейського Союзу. Цей документ визначає порядок митного оформлення, умови транзиту, вимоги до документів, а також правила контролю за переміщенням товарів між країнами-членами ЄС і третіми державами.

Таким чином, транскордонні перевезення - це складний логістичний процес, який поєднує транспортні операції з правовими та адміністративними процедурами, спрямованими на забезпечення законності, безпеки та прозорості міжнародної торгівлі.

Митний контроль є одним із ключових інструментів реалізації митної політики держави. Це система організаційно-правових заходів, які здійснюють митні органи з метою забезпечення дотримання усіма учасниками зовнішньоекономічної діяльності вимог і норм митного законодавства.

Головною метою митного контролю є перевірка законності та правильності операцій, що проводяться учасниками митних правовідносин у сфері зовнішньої торгівлі, а також виявлення і запобігання порушенням митних правил. Контроль охоплює як перевірку документів, так і фактичне обстеження товарів, транспортних засобів, багажу чи поштових відправлень.

Основні види митного контролю можна класифікувати за кількома ознаками:

- За формою контролю розрізняють документальний митний контроль, який полягає у перевірці відповідності поданих документів вимогам законодавства, та фактичний контроль, що передбачає огляд, оглядові роботи або повний догляд вантажів і транспортних засобів.

- За предметом контролю виокремлюють митний контроль товарів і митний контроль транспортних засобів, що використовуються для їх перевезення.

- За напрямом руху товарів здійснюється контроль під час ввезення (імпорту) та вивезення (експорту) продукції через державний кордон.

- За видом транспорту митний контроль може проводитись стосовно залізничного, повітряного, автомобільного, морського чи річкового транспорту.

- За ступенем участі митних органів різних держав розрізняють односторонній, двосторонній і спільний митний контроль.

- Односторонній контроль проводиться митними органами лише однієї держави.

- Двосторонній контроль здійснюється обома сторонами, але кожна проводить процедури окремо.

- Спільний контроль передбачає одночасне проведення перевірки митними органами обох суміжних держав у межах одного пункту пропуску, що дає змогу скоротити час оформлення і підвищити ефективність процедур.

Отже, митний контроль є невід’ємною складовою системи державного регулювання зовнішньоекономічної діяльності, спрямованою на захист економічних інтересів держави, забезпечення безпеки та дотримання міжнародних зобов’язань у сфері торгівлі.

Основними заходами митного контролю є комплекс дій, спрямованих на забезпечення законності переміщення товарів і транспортних засобів через державний кордон, а також на виявлення можливих порушень митних правил.

Перевірка документів і відомостей, необхідних для митних цілей. Це передбачає аналіз транспортних, торговельних та супровідних документів, що стосуються товарів і транспортних засобів, які переміщуються через митний кордон. Метою є визначення відповідності оформлення документів встановленим вимогам і нормам. Перелік таких документів та порядок їх подання при в'їзді чи виїзді з території держави визначається митними органами.

Митний огляд.

Це зовнішній візуальний огляд товарів, транспортних засобів, багажу, фізичних осіб, вантажних контейнерів, митних пломб і печаток, який проводиться без розкриття упаковки, демонтажу чи порушення цілісності об'єктів. Такий огляд здійснюється, як правило, у присутності власників товарів або їх представників, однак у зоні митного контролю їх присутність не є обов'язковою. Основна мета митного огляду – виявлення заборонених або прихованих вантажів, перевищення встановлених норм перевезення, а також осіб, яким заборонено в'їзд на територію іншої держави.

Митний догляд.

Це більш детальна форма контролю, яка передбачає відкриття упаковки товарів, вантажних відсіків транспортних засобів, контейнерів чи інших сховищ із можливим порушенням пломб і засобів ідентифікації. Під час цього можуть проводитися демонтаж або часткове розбирання об'єктів. Зазвичай митний догляд здійснюється після подання митної декларації, однак у виняткових випадках він може проводитися до її оформлення - наприклад, для ідентифікації товарів або за наявності інформації про можливе порушення митного законодавства.

Транскордонні перевезення можуть здійснюватися наземним, водним або повітряним транспортом. Для кожного виду транспорту існують власні правила і процедури перетину кордону, основою яких є митний контроль.

Перетин кордону сухопутним транспортом (автомобілем або поїздом) відбувається через спеціальні прикордонно-пропускні пункти, де здійснюється митний контроль. Він може бути одностороннім, двостороннім або спільним.

Для автомобільного транспорту це дорожні пункти пропуску, а для залізничного - прикордонні станції, контрольні пости або ділянки між станцією і державним кордоном. Наприклад, у міжнародному автомобільному пункті пропуску «Вяртсиля» на кордоні з Фінляндією здійснюється двосторонній митний контроль.

У деяких випадках митний контроль може проводитися в місцях доставки товарів, якщо це передбачено законодавством. Початком митного контролю вважається момент в'їзду транспортного засобу до зони митного контролю, а його завершенням - момент виїзду або завершення перевірки у пункті призначення.

Під час транскордонних автомобільних перевезень митному контролю підлягають як транспортні засоби, так і вантаж. Метою перевірки транспорту є виявлення спеціально обладнаних схованок для приховування товарів, запобігання використанню транспортних засобів у цілях, не пов'язаних із міжнародними перевезеннями, а також перевірка їхньої технічної придатності для перевезення вантажів під митним контролем. Крім того, транспортні засоби перевіряються на відповідність нормам щодо максимально дозволених габаритів і ваги автопоїзда. Наприклад, для в'їзду до Фінляндії максимальна довжина сідельного тягача з напівпричепом не повинна перевищувати 16,5 м, а загальна маса - 38 тонн. Якщо виявлено перевищення цих параметрів, автомобіль не допускається на територію іншої держави.

Контроль товарів проводиться для виявлення і запобігання спробам провезення заборонених предметів, перевищення встановлених кількісних норм або приховування вантажів від митного нагляду.

Під час митного контролю залізничного транспорту перевіряються перевезені вантажі, транспортні засоби, пасажирів та їхня ручна поклажа. Локомотиви та рухомий склад оформлюються у митному відношенні як транспортні засоби лише на прикордонних залізничних станціях, де здійснюється повний митний огляд.

Таким чином, митний контроль при транскордонних перевезеннях є багаторівневою системою заходів, спрямованою на забезпечення законності переміщення товарів, транспортних засобів і пасажирів через державний кордон, а також на захист економічних і безпекових інтересів держави.

1.8 Транскордонні перевезення деревини з Західної України

У сучасних умовах розвиток міжнародних логістичних ланцюгів із перевезення деревини набуває особливого значення для України, зокрема для її західного регіону, що має багатий лісовий ресурс і зручне географічне положення щодо сусідніх країн ЄС. У цьому розділі розглядаються специфіка, масштаб, проблеми та перспективи транскордонних перевезень деревини з Західної України – як із точки зору збирання, транспортування та експорту, так і з огляду на регуляторні, логістичні та екологічні виклики.

Лісові масиви на заході України займають значну частину території регіону: простори Карпат, Полісся, передгір'я та приміські зони забезпечують ресурсну базу для деревообробки та експорту. За даними аналітичних досліджень, загальний обсяг запасів деревини в Україні оцінюється приблизно у 2,3 млрд м³, із середнім річним приростом близько 35 млн м³. (UkraineInvest) Західний регіон особливо вирізняється концентрацією лісових ресурсів: прикладом є регіони Волині, Рівненщини, Львівщини та Закарпаття. У межах публікацій зазначено, що саме Волинь і Рівненщина в одному з інтервалів реалізували продажі деревини через біржу в обсязі 723 тис. м³ за два тижні (весна 2025 р.) на суму близько 3 млрд грн.

Таким чином, Західна Україна має потенціал як за ресурсною базою, так і за логістичним положенням (суміжність із країнами ЄС) для активної участі у транскордонних перевезеннях деревини.

Хоча статистика по саме Західному регіону виділена не завжди окремо, дані по Україні в цілому дають орієнтири щодо масштабів. Наприклад, за перші

п'ять місяців 2025 р. загальні експортні обсяги деревини та продукції з неї досягли 1,42 млн тонн (вартість ~ USD 671,8 млн).

Також у 2024 р. продукція деревообробної галузі (дерево, папір, поліграфія) України виробила обсяги на рівні UAH 130,8 млрд, що становило $\approx$ 3,6 % усіх промислових випусків країни. Експорт виробів деревообробки перевищив USD 1,4 млрд. (UkraineInvest)

За даними FAOSTAT/Timber-Trade Portal: в Україні у 2015 р. виробництво колод становило понад 8,2 млн м³, з яких близько 36,5 % експортували. (Timber Trade Portal)

Ці показники підтверджують, що Україна є значущим гравцем на ринку деревини та продукції з неї. Західний регіон, з огляду на вихід до ЄС, має потенціал для транскордонного експорту лісоматеріалів саме в напрямку Польщі, Словаччини, Угорщини, Румунії тощо.

Логістика транскордонного перевезення деревини: маршрути, транспорт, особливості

Транскордонні перевезення деревини можуть здійснюватись автомобільним, залізничним чи комбінованим транспортом. Для Західної України характерні такі маршрути:

- автомобільні перевезення: переважно на невеликі відстані, до прикордонних пунктів пропуску до країн ЄС. Це дає змогу швидко доставити деревину чи продукцію деревини, особливо у випадках, коли залізнична інфраструктура обмежена або небажана через нормативно-логістичні бар'єри.

- залізничні перевезення: дали змогу охоплювати великі обсяги вантажу до країн-сусідів. Дороги Західної України включають гілки, які сполучають із кордонами з Польщею, Словаччиною, Угорщиною, Румунією.

- у випадку України також має місце водний транспорт, але для Західного регіону він менш актуальний – переважно це північно-західний чи дніпровський напрям.

Особливості транскордонного перевезення деревини:

- необхідність проходження митного та прикордонного контролю, що створює часові та адміністративні затримки;
- перевезення через державний кордон часто передбачає оформлення великої кількості супровідних документів (сертифікати походження, фітосанітарні сертифікати, митні декларації, дозволи тощо);
- використання транспортних засобів, що відповідають вимогам суміжних країн (габарити, маса, технічний стан), а також дотримання екологічних та сертифікаційних норм (наприклад, відповідність вимогам EU Deforestation Regulation (EUDR) для імпорту до ЄС).
- потреба у забезпеченні прослідковуваності ланцюгів постачання (chain of custody), особливо коли експортується лісоматеріал або виробництво продукції деревини для ЄС-ринку.

Таблиця допомагає оцінити масштаби та динаміку експорту, але слід зазначити, що даних, поділених виключно по Західній Україні та маршрутах транскордонних перевезень, поки що недостатньо в публічному доступі.

Таблиця 1.2 – Узагальнені дані щодо експорту деревини та продукції деревообробки в Україні, що можуть служити орієнтиром для західного регіону:

Показник	Значення	Джерело
Експорт деревини і продукції з неї за перші 5 міс. 2025 р.	1,42 млн тонн / USD 671,8 млн	(open4business.com.ua)
Обсяг виробництва дерево-, паперової та поліграфічної продукції 2024 р.	UAH 130,8 млрд (~3,6 % промвиробництва)	(UkraineInvest)
Частка експорту деревообробки 2024 р.	> USD 1,4 млрд	(UkraineInvest)
Продаж необробленої деревини (за 2 тижні весни 2025) у Волинській/Рівненській областях	723 тис. м³ / UAH 3 млрд	(GTInvest)

При здійсненні транскордонних перевезень деревини з Західної України постають низка викликів:

– Нормативно-правові обмеження. Наприклад, заборона на експорт необроблених колод (HS код 4403) діє в Україні певний час і періодично продовжується.

– Бар'єри на кордоні: перевірки, складні процедури сертифікації (особливо для ринків ЄС), необхідність відповідності правилам EUDR та іншим екологічним нормам.

– Логістичні та інфраструктурні обмеження: недостатня пропускна спроможність пунктів пропуску, нестача спеціалізованих транспортних засобів, обмеження ваги чи габаритів, що може вплинути на ефективність перевезень.

– Ризик нелегального вирубування та експорту. У статтях зазначається, що митні органи України виявляють схеми неправомірного вивозу деревини. (open4business.com.ua)

– Військовий стан та супутні ризики: лісові масиви у деяких зонах можуть бути тимчасово недоступні (мінні поля, військові дії), що обмежує ресурсну базу.

Зважаючи на ресурсний потенціал Західної України, присутність експортно-орієнтованих підприємств деревообробної галузі та географічну близькість до ЄС, транскордонні перевезення деревини мають значні перспективи. Конкретні напрями розвитку можуть включати:

– підвищення доданої вартості: замість експорту необробленої деревини - розвиток обробки і продукції з деревини (пиломатеріали, фанера, меблі) з експортом до країн ЄС;

– удосконалення логістики: розвиток інфраструктури пунктів пропуску, спеціалізованого транспорту, спрощення процедур митного оформлення, оптимізація маршрутів до країн-йорданірових торгових партнерів;

– сертифікація та відповідність міжнародним стандартам: наприклад, сертифікати походження, ланцюги постачання, екологічні критерії, які відкривають ринки ЄС;

– кооперація з країнами-сусідами: спільні ланцюги постачання, угоди про митний контроль, спільні пункти перетину кордону, що можуть скоротити час і витрати.

1.9 Транскордонні автомобільні перевезення деревини

Для експорту деревини на невеликі відстані (до 100 км) найчастіше застосовується автомобільний транспорт. При порівняно малих обсягах перевезень цей спосіб є більш гнучким і економічно доцільним, ніж залізничні перевезення, оскільки забезпечує оперативну доставку вантажу та не потребує складної інфраструктури.

Існують дві основні логістичні схеми транскордонного автомобільного перевезення деревини - двохетапна схема вивезення та схема прямого експорту. Обидва підходи можуть застосовуватись не лише для зовнішніх перевезень, але й для постачання деревини внутрішнім споживачам.

Двохетапна схема перевезення є найпоширенішою і передбачає доставку деревини у два послідовні етапи. На першому етапі здійснюється вивезення лісоматеріалів безпосередньо з лісосік на проміжні перевалочні або транзитні термінали. Для цього використовують спеціалізовані автопоїзди-лісовози, здебільшого типу «тягач + причіп», що забезпечують транспортування сортиментів із високим коефіцієнтом завантаження.

На другому етапі деревина з перевалочних терміналів доставляється місцевим споживачам або на експорт. Для міжнародних перевезень зазвичай застосовують сідельні тягачі з напівпричепами. Варто зазначити, що під час експорту лісоматеріали нерідко транспортуються з неповним завантаженням (приблизно 50 %), що зумовлено обмеженнями, встановленими іншими державами щодо максимально допустимої ваги чи об'єму перевезення. Наприклад, за двосторонньою угодою між Україною та Фінляндією, повна маса лісовозного автомобіля не може перевищувати 40 т, а обсяг перевезеної деревини обмежений 23–28 м³.

Також у межах цієї схеми передбачена можливість самовивозу деревини місцевими підприємствами або споживачами безпосередньо з лісосіки, що підвищує гнучкість постачання.

Переваги двохетапної схеми перевезень:

- Комбінування видів транспорту. Завдяки розташуванню терміналів поблизу залізничних колій створюються умови для поєднання автомобільних і залізничних перевезень. Таким чином, доставка на короткі відстані здійснюється автотранспортом, а на далекі - залізницею.
- Наявність запасів на перевалочних базах. Це підвищує надійність логістичного процесу, зменшує ризик перебоїв у постачанні та дозволяє оперативно реагувати на зміни попиту.
- Спрощене документальне оформлення. Завдяки централізації вантажопотоків у межах терміналу зменшується кількість окремих митних чи супровідних процедур.
- Використання економічного транспорту. Сідельні тягачі з напівпричепами мають кращі техніко-економічні показники, нижчу витрату палива та більшу придатність до міждержавних перевезень.
- Оптимізація управління перевезеннями. Поділ процесу на два етапи дає змогу ефективніше планувати маршрути, контролювати логістичні операції та рівномірно розподіляти транспортні ресурси.

Таким чином, транскордонні автомобільні перевезення деревини забезпечують гнучку, адаптивну систему логістики, особливо в регіонах із розвиненою мережею лісових доріг та прикордонних переходів. Двохетапна схема дозволяє ефективно поєднати локальні та міжнародні перевезення, знизити транспортні витрати й підвищити стабільність постачання як на внутрішній, так і на зовнішній ринок.

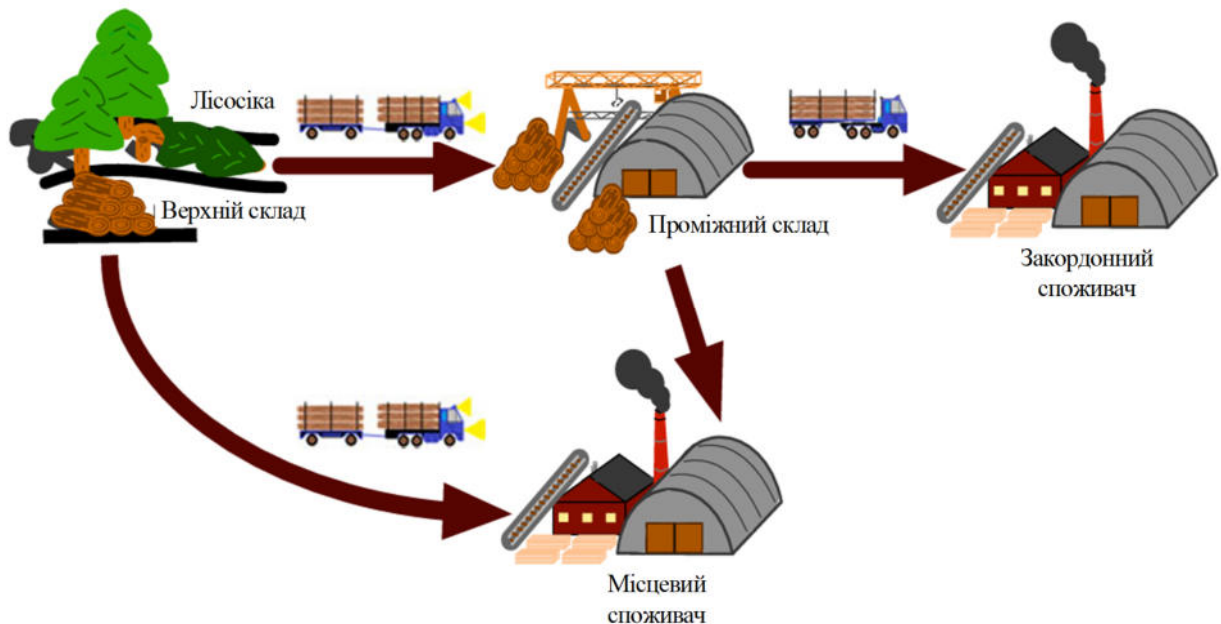


Рисунок 1.5 – Схема двоетапного вивезення деревини

Недоліком такої логістичної моделі є підвищені витрати, пов'язані з виконанням навантажувально-розвантажувальних робіт, транспортуванням та зберіганням деревини. Цей підхід широко використовується практично у всіх прикордонних регіонах України.

Альтернативний варіант організації перевезень деревини – так звана «пряма» схема. Її сутність полягає у доставці лісоматеріалів безпосередньо з місця заготівлі до кінцевого споживача за один етап, без проміжних складів або перевантажувальних пунктів, із застосуванням автомобілів-тягачів з причепами.

Організаційно такий підхід є складнішим, ніж двоетапна схема, однак ключовою його перевагою є значне скорочення витрат на тимчасове зберігання, транспортні операції та навантаження-розвантаження деревини, що підвищує загальну ефективність логістичного процесу.

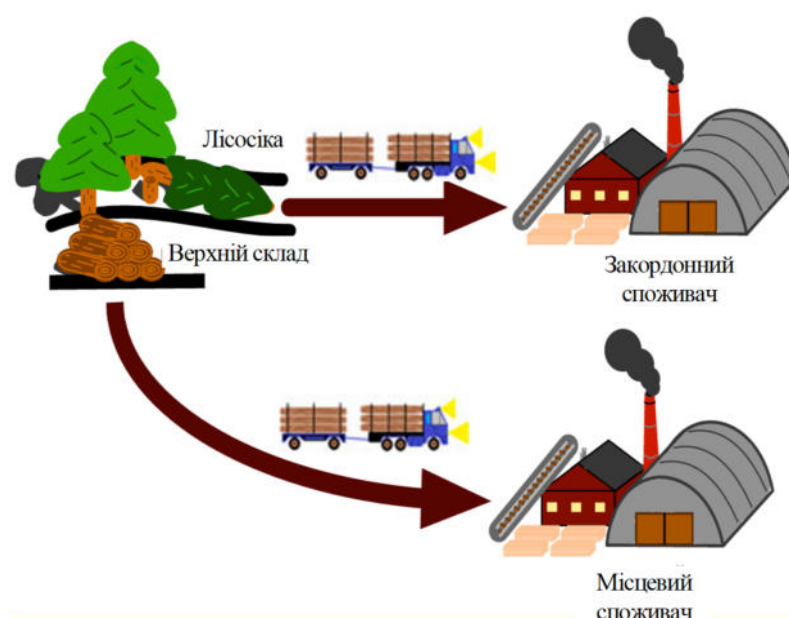


Рисунок 1.6 – Схема «прямої» вивезення деревини

Дана схема не набула широкого поширення при вивезенні круглого ліси експорту. Вона використовується в основному при вивезенні паливної тріски безпосередньо з ділянок споживачеві.

Удосконалення міжнародних перевезень деревини є нагальною потребою в умовах сучасної економічної кризи. Це особливо важливо для невеликих лісозаготівельних підприємств, які здійснюють експорт ділової деревини переважно автомобільним транспортом. Високі витрати на перевезення та організаційні процеси суттєво зменшують чистий прибуток і знижують привабливість такого виду діяльності.

Міжнародне транспортування лісоматеріалів автомобілями є складним і фінансово затратним процесом. Хоча воно має певну схожість із внутрішніми перевезеннями, існує низка специфічних особливостей, які зумовлюють додаткові витрати. По-перше, обов'язковим є перетин державного кордону через митні пункти пропуску, що супроводжується вимушеними простоями під час очікування огляду, перевірки документів та проходження митного контролю.

По-друге, необхідність оформлення значної кількості супровідних документів як на вантаж, так і на транспортний засіб. Для успішного проходження митних процедур потрібно задекларувати деревину, підтвердити її

відповідність фітосанітарним вимогам, засвідчити технічний стан та безпечність транспортного засобу, а також забезпечити наявність необхідних документів у водія (зокрема, візи, якщо вона передбачена умовами перетину кордону). Підготовка повного пакета таких документів потребує залучення додаткових ресурсів і фахівців.

Ще однією суттєвою проблемою є виконання митних вимог держав-імпортерів. Наприклад, відповідно до міждержавних угод, максимальна дозволена повна маса лісовозного автомобіля, який перетинає фінський кордон, не може перевищувати 40 тон, а обсяг деревини – 27 м³. У результаті транспортні засоби змушені рухатися із завантаженням, нижчим за номінальне, на 40–50 %, що призводить до зниження ефективності перевезень.

Крім зазначених труднощів, існує й інша проблема: відсутність єдиної методології планування та оперативного управління міжнародними перевезеннями деревини. Невеликі лісозаготівельні підприємства здебільшого планують діяльність самостійно, спираючись на власний досвід, що ускладнює вибір оптимальних логістичних рішень, маршрутів та транспортних схем. Також, як правило, відсутній систематичний моніторинг та оптимізація логістичних процесів через значну трудомісткість та високу вартість досліджень, що є нерентабельним для малих експортерів.

Отже, для підвищення ефективності міжнародного транспортування деревини необхідно детально дослідити логістичний процес, оцінити можливі варіанти його організації з урахуванням максимальної кількості факторів, визначити найбільш економічно обґрунтовані рішення і розробити рекомендації щодо вибору оптимальної моделі транспортування залежно від умов. Такий підхід фактично означає оптимізацію міжнародних перевезень деревини і передбачає виконання таких завдань:

- вибір моделі транспортування та виду (видів) транспорту;
- визначення типів транспортних засобів;
- вибір транспортної схеми;

- вибір місць розташування перевалочно-транзитних пунктів та урахування розміщення лісосік;
- аналіз і обґрунтування режиму роботи пунктів пропуску через державний кордон;
- формування маршрутів і транспортних планів;
- обґрунтування необхідних транспортних потужностей;

Така системна робота сприятиме раціоналізації логістики та підвищенню конкурентоспроможності підприємств на міжнародному ринку деревини.

1.10 Вибір моделі транспортування

Вибір моделі транспортування та типу транспортних засобів є складним і багатофакторним завданням, від вирішення якого залежить мінімізація витрат і підвищення ефективності доставки деревини іноземним та внутрішнім споживачам. Правильно обрана логістична схема дозволяє оптимізувати використання ресурсів, скоротити транспортні витрати й забезпечити своєчасність поставок. Практика доводить, що єдиної універсальної методики визначення оптимальної моделі транспортування та видів рухомого складу не існує, тому підприємства часто стикаються з ризиком невиправданого збільшення витрат через недостатньо раціональний вибір логістичної стратегії.

У сфері перевезень деревини виділяють дві основні моделі транспортування: уні- та мультимодальну. Унімодальна схема передбачає використання лише одного виду транспорту та є доцільною тоді, коли немає потреби комбінувати різні транспортні рішення. Якщо існує кілька можливих варіантів, необхідно проводити техніко-економічне обґрунтування, порівнюючи експлуатаційні, організаційні та транспортні витрати.

Мультимодальні перевезення є більш гнучкими та ефективними за умов змінного рельєфу, складної логістичної інфраструктури або значних відстаней. Наприклад, для відстаней до 100 км оптимальним є використання автотягачів-лісовозів, тоді як при більших відстанях економічно вигіднішим стає

залізничний транспорт. Вибір конкретного виду рухомого складу залежить від особливостей логістичного ланцюга, інтенсивності перевезень і необхідності зниження загальних витрат.

Додатково при визначенні оптимальної моделі транспортування слід враховувати:

- рівень розвитку транспортної інфраструктури регіону (наявність лісових доріг, залізничних під'їзних колій, логістичних вузлів);
- можливість доступу до альтернативних видів транспорту для конкретних лісосік і проміжних складів;
- відстань до споживачів і характер вантажопотоків;
- собівартість доставки, тимчасового зберігання та перевантажувальних операцій;
- сезонні обмеження (стан дорожнього покриття в осінньо-весняний період, робота лісових доріг узимку);
- екологічні вимоги та обмеження щодо руху вагового транспорту.

Ключові аспекти для українського ринку перевезення деревини:

- значна частина лісових ресурсів зосереджена у Карпатському регіоні, що вимагає адаптації транспорту до гірського рельєфу;
- обмеженість залізничної інфраструктури у гірських районах та переорієнтація вантажопотоків через західний кордон після 2022 року;
- підвищена увага до контролю перевезень деревини в контексті боротьби з незаконними рубками, що вимагає цифровізації логістики (електронні лісорубні квитки, система е-ТТН-Ліс);
- зростання ролі міжнародних перевезень деревини до країн ЄС, де діють жорсткіші екологічні та транспортні норми;
- важливість оптимізації маршрутів у зв'язку з воєнними ризиками, руйнуванням інфраструктури та зміною логістичних коридорів.

Таким чином, вибір найбільш раціональної транспортної моделі в Україні має ґрунтуватися не лише на економічних розрахунках, а й на урахуванні специфічних географічних, нормативних та інфраструктурних умов ринку, що

забезпечить конкурентоспроможність українських експортерів деревини на міжнародному рівні.

1.11 Вибір типу транспортних засобів

Під типом транспортного засобу розуміють його марку, модель та конструктивні особливості. Правильний вибір техніки суттєво впливає на рівень експлуатаційних витрат під час перевезення вантажів. Чим економічніше транспортний засіб і чим краще він адаптований до конкретних умов перевезення, тим нижчими є витрати на транспортування. Це особливо актуально для автомобільних перевезень лісопродукції в Україні, де транспортні операції часто здійснюються в складних дорожніх та кліматичних умовах, включно з бездоріжжям у лісових масивах та сезонними обмеженнями руху.

На практиці більшість українських лісогосподарських і логістичних підприємств використовують техніку, що вже є в наявності, не завжди проводячи попередню техніко-економічну оцінку ефективності її застосування. Впровадження спеціальних заходів щодо визначення оптимальних моделей транспортних засобів зустрічається рідко через значні витрати на проведення таких досліджень, а також відсутність уніфікованої методики оцінювання.

Під час вибору транспортного засобу необхідно враховувати його технічні параметри, такі як вантажопідйомність, об'єм вантажного відсіку, тип шасі, а також функціональні характеристики - економічність двигуна, рівень прохідності, можливість роботи на лісових дорогах, відповідність екологічним нормам, простоту технічного обслуговування та доступність запчастин в Україні. Раціональний підхід до вибору транспортних засобів дозволяє підвищити ефективність перевезень, забезпечити безпеку операцій та мінімізувати фінансові витрати підприємства.

1.12 Вибір схеми транспортування

Автомобільні перевезення деревини, включно з міжнародними постачаннями, можуть здійснюватися за двома основними схемами: двоетапною та одноетапною.

За двоетапної схеми лісопродукція доставляється з лісосіки до проміжного майданчика або транзитно-перевалочного термінала, де відбувається її накопичення та перевалка, а вже потім - транспортування кінцевому споживачу або на експорт. Такий підхід супроводжується підвищеними витратами через більшу кількість рейсів, потребу в зберіганні деревини, додаткові операції навантаження та розвантаження, а також витрати на обслуговування складської інфраструктури.

Водночас ця схема забезпечує низку переваг: можливість мультимодальних перевезень (авто–залізниця–порт), застосування різних типів транспортних засобів, створення страхового запасу деревини на складі та гнучкість логістичних рішень. Це особливо актуально для України, де значні обсяги лісопродукції експортуються до країн ЄС, а також використовуються портові маршрути, зокрема термінали в Одесі, Чорноморську, Ізмаїлі та Рені.

За одноетапної схеми деревина доставляється безпосередньо з лісосіки до споживача. Такий варіант вирізняється мінімальними логістичними витратами та відсутністю витрат на зберігання. Водночас він потребує чіткої організації транспортного процесу, синхронізації роботи заготівельних і транспортних підрозділів, є унімодальним і менш гнучким щодо маршрутизації.

Обґрунтування вибору схеми транспортування має базуватися на порівнянні її економічної ефективності в заданих умовах: рельєф місцевості, якість доріг, віддаленість від переробних підприємств та митних пунктів, наявність логістичної інфраструктури. З огляду на складність аналізу доцільним є застосування спеціалізованого програмного забезпечення, зокрема ГІС-систем, логістичних оптимізаторів та цифрових моделей транспортних потоків.

1.13 Розміщення транзитно-перевалочних терміналів і урахування розташування лісосік

Завдання оптимального розміщення логістичних терміналів є ключовим для мультимодальних перевезень та двоетапних схем доставки. Від правильного вибору місця розташування перевалочного вузла залежать загальні витрати на перевезення, продуктивність логістичного ланцюга та якість деревини при доставці.

Під час планування необхідно враховувати:

- можливість використання різних видів транспорту (авто, залізниця, річкові та морські порти)
- транспортно-доступну зону лісосік, що забезпечуватимуть термінал
- мінімізацію сумарної довжини маршрутів доставки деревини
- доступ до дорожньої інфраструктури (українські реалії: лісові дороги, сезонне розмокання ґрунтів, обмеження руху великовантажного транспорту весною)
- близькість до споживачів, у т.ч. закордонних, та можливість організації кільцевих маршрутів

У випадку одноетапної доставки планування базується на оптимальному розподілі деревини з різних лісосік між споживачами. Правильний вибір лісосік дозволяє мінімізувати транспортні витрати та уникнути перевищення навантаження на певні ділянки дорожньої мережі, що актуально для західних регіонів України та Карпатського регіону.

Процес планування включає:

- визначення лісосік із найбільш вигідним транспортним доступом
- співставлення обсягів заготівлі з контрактними зобов'язаннями
- створення узгодженого плану постачання без ризику перерв у виробництві або експортних відвантаженнях
- аналіз альтернативних ринків збуту (внутрішні деревообробні підприємства, іноземні покупці у Польщі, Румунії, Словаччині та ін.)

При цьому свобода управлінських рішень обмежується правилами лісогосподарської політики: лісосіки повинні освоюватися рівномірно, згідно з лісовпорядними планами та з дотриманням контролю Державного агентства лісових ресурсів України.

Таблиця 1.3 – Порівняльна характеристика схем транспортування деревини

Параметр	Одноетапна схема (“з лісосіки - споживачу”)	Двоетапна схема (з перевалочним терміналом)
Логістичні витрати	Мінімальні, немає складських витрат	Вищі через додаткові операції та склад
Гнучкість маршрутизації	Обмежена, унімодальна	Висока, можливість мультимодальних маршрутів
Ризики затримок	Високі у разі погодних/дорожніх обмежень	Знижені за рахунок страхового запасу
Організаційна складність	Вища синхронізація транспорту й заготівлі	Вища інфраструктурна складність
Доцільність для експорту	Помірна - залежить від близькості до кордону	Максимальна - оптимально для портів і залізниці
Актуальність для України	Ефективна для місцевих деревообробних заводів у Карпатах, Поліссі	Оптимальна для експорту через порти Одеського регіону, Рені, Ізмаїл, а також через кордони з ЄС

Приклад розрахунку транспортних витрат для порівняння схем

Умова: доставка 1 000 м³ деревини на 120 км.

Вихідні дані (умовні для навчального прикладу):

собівартість 1 км роботи лісовоза - 55 грн

середня вантажомісткість - 25 м³

витрати на перевантаження і склад - 65 грн/м³

Одноетапна схема:

кількість рейсів = $1000 / 25 = 40$

вартість транспортування = $120 \text{ км} \times 55 \text{ грн} \times 40 = 264\,000 \text{ грн}$

Двоетапна схема (80 км до термінала + 60 км залізницею на еквівалент 1000 м³):

авто: $80 \text{ км} \times 55 \text{ грн} \times 40 = 176\,000 \text{ грн}$

залізниця: умовно $420 \text{ грн/м}^3 = 420\,000 \text{ грн}$

склад + перевантаження = $1000 \times 65 = 65\,000 \text{ грн}$

загальні витрати = $176\,000 + 420\,000 + 65\,000 = 661\,000 \text{ грн}$

При короткій логістиці вигідна одноетапна схема. Двоетапна – доцільна при експорті на далекі відстані та необхідності мультимодальних перевезень.

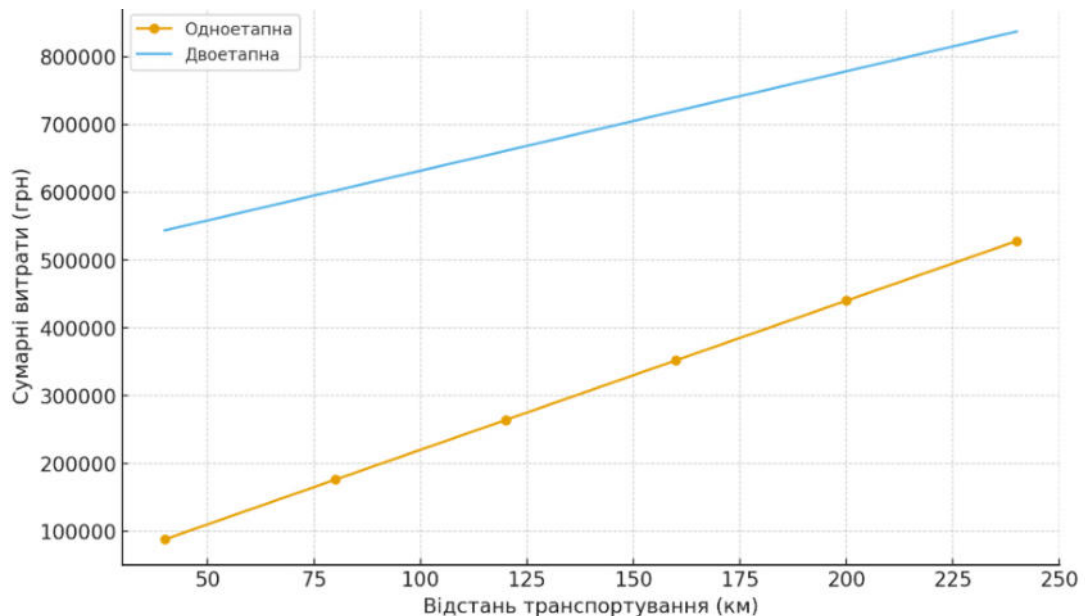


Рисунок 1.7 – Порівняння витрат логістичних схем

Оптимізація логістичних рішень у сфері транспортування лісоматеріалів має визначальний вплив на економічну ефективність лісопромислових підприємств та експортних операцій. В умовах України вибір між одноетапною та двоетапною схемами повинен базуватися на:

- географічній віддаленості лісосік від споживача та кордонів
- наявності придатної дорожньої та залізничної інфраструктури

- сезонних обмеженнях на рух лісовозів (весняне розмокання ґрунтів, вагові обмеження)
- перспективі мультимодальних маршрутів
- вимогах безперервності поставок і контрактних зобов'язаннях

Застосування геоінформаційних систем, методів транспортного моделювання, а також комплексних цифрових систем управління логістичними ланцюгами дозволяє здійснювати математично обґрунтований вибір оптимальної схеми перевезення та розміщення проміжних логістичних вузлів.

1.14 Урахування та обґрунтування параметрів функціонування прикордонних пунктів пропуску

Важливою особливістю міжнародних автомобільних перевезень лісопродукції є необхідність перетину державного кордону через офіційні пункти пропуску. На таких пунктах транспортні засоби та вантажі проходять митний і прикордонний контроль, який потребує значного часу. В українських реаліях тривалість оформлення лісовозів на пунктах пропуску з Європейським Союзом (наприклад, «Ягодин–Дорогуськ», «Рава-Руська–Гребенне», «Ужгород–Вишне Немецьке») може коливатись від 20–30 хвилин до кількох годин - залежно від інтенсивності руху, черг та режиму роботи служб.

Часові втрати, пов'язані з простоєм на кордоні, безпосередньо впливають на витрати підприємства, що займається міжнародними перевезеннями деревини. Щоб мінімізувати ці втрати, необхідно проаналізувати роботу пунктів пропуску: їхню пропускну здатність, пікові та низькі періоди завантаження, графік роботи, можливість попереднього електронного декларування вантажу та використання систем електронної черги (наприклад, eCherha).

Отримана інформація дає змогу обрати оптимальний пункт пропуску та визначити найбільш сприятливий час перетину кордону, що забезпечить скорочення затримок і підвищення ефективності логістичного процесу. Ці дані мають бути інтегровані до загального транспортного плану міжнародних

перевезень, дозволяючи формувати маршрут і розклад руху так, щоб максимально знизити ризик черг і пов'язаних із ними фінансових втрат.

1.15 Визначення маршрутів та формування транспортних планів

Процес вибору маршрутів ґрунтується на принципах логістики та полягає у визначенні оптимального шляху перевезення, який забезпечує мінімальні транспортні витрати. Це особливо важливо для автомобільних перевезень деревини, що здійснюються як в межах України, так і в міжнародному сполученні.

Маршрут транспортування - це відстань та напрямок руху транспортного засобу від місця завантаження деревини (лісосіки, складу, терміналу) до місця її розвантаження (лісопереробного підприємства, порту, залізничної станції, споживача в країнах ЄС).

Для зниження витрат на перевезення необхідно мінімізувати довжину маршруту та враховувати швидкісні режими, стан автомобільних доріг, наявність ділянок із ремонтом покриття, пропускну здатність прикордонних переходів, а також альтернативні варіанти об'їзду в разі аварійних ситуацій, блокування доріг чи пікових навантажень на транспортну інфраструктуру. Чим коротший та якісніший шлях, тим швидше виконується рейс і тим нижчими є транспортні витрати.

У практиці міжнародних перевезень лісоматеріалів трапляються випадки значного холостого пробігу транспортних засобів, що свідчить про неефективне використання автопарку та збільшує витрати підприємства. Щоб мінімізувати втрати, необхідно формувати оптимізовані транспортні плани - набір змінних завдань для кожного автомобіля із визначенням місць завантаження, розвантаження, типу деревини або лісопродукції, графіка руху та допоміжної логістичної інформації.

Одним із базових прикладів транспортного плану є кільцевий маршрут, який дозволяє уникати порожніх пробігів і забезпечує стабільне завантаження

автотранспорту. В українських умовах така схема може застосовуватися, наприклад, при перевезенні деревини із лісових господарств Львівської, Волинської або Закарпатської областей до залізничних терміналів та пунктів пропуску з Польщею та Словаччиною, а далі - до деревообробних підприємств ЄС.

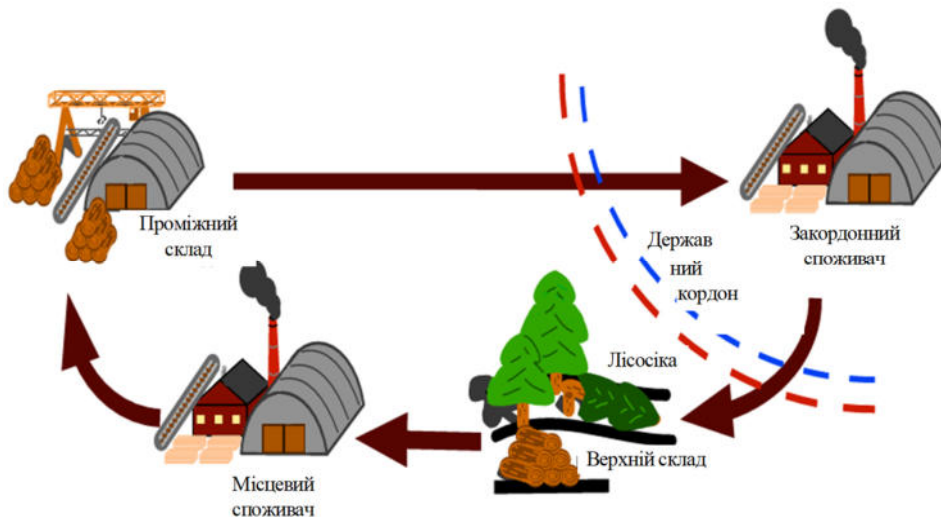


Рисунок 1.8 – Схема перевезення лісоматеріалів за кордон

Відповідно до цієї схеми деревина доставляється іноземному споживачеві з проміжного складу (терміналу), а на зворотному шляху лісовоз завантажує деревину на лісосіці, розташованій уздовж маршруту. Далі транспортний засіб може виконати доставку місцевому переробнику, що також знаходиться на маршруті прямування до проміжного складу. Така логістична побудова дає змогу максимально ефективно використовувати автотранспорт на всіх етапах міжнародного маршруту та значно скоротити холостий пробіг.

Подібна схема особливо актуальна для українських умов, коли деревина переміщується, наприклад, із Карпатського регіону до прикордонних терміналів у Волинській або Львівській областях (наприклад, Ковель, Чоп, Львів), а далі - до переробних підприємств Польщі, Словаччини чи Румунії. На зворотному шляху лісовоз може завантажувати деревину у лісгоспах Закарпаття, Буковини або Галичини та доставляти її до місцевих деревообробних комбінатів чи складів для подальшого експорту.

Вибір маршруту та транспортного плану для міжнародних перевезень деревини має базуватися на економічній доцільності. З усіх можливих варіантів логістичних схем потрібно обрати ті, що забезпечують найменші витрати, мінімізують порожній пробіг, скорочують час доставки та забезпечують стабільну роботу транспортних засобів.

1.16 Фактори, що впливають на процес міжнародних перевезень лісоматеріалів

Комплексне вирішення завдань оптимізації виробничих процесів у сфері міжнародних перевезень деревини здатне суттєво підвищити ефективність такого виду діяльності. Проте цей процес потребує ґрунтового математичного апарату та значних ресурсів. Тому необхідно сформувати гнучку методику, яка об'єднуватиме комплекс методів і інструментів, здатних розв'язувати наведені вище завдання з урахуванням максимально можливої кількості факторів, що впливають на логістичний процес. До таких факторів належать:

- відстань транспортування;
- відстань від місця дислокації транспортних засобів до точки завантаження;
- час, необхідний для завантаження та розвантаження;
- час простою під час проходження кордону;
- час у дорозі;
- холостий пробіг;
- швидкісні режими та технічний стан автомобільних доріг;
- кількість задіяних транспортних засобів;
- технічний стан транспортних засобів;
- продуктивність транспортних засобів;
- типи застосовуваних транспортних засобів;
- графік роботи терміналів, пунктів пропуску, підприємств-споживачів;

- пропускна здатність терміналів, пунктів пропуску та споживачів;
- рівномірність вивезення деревини;
- періоди обмеження руху великовагового транспорту;
- людський фактор.

1.17 Висновки. Постановка мети і завдань дослідження

На підставі проведеного аналізу можна зробити такі узагальнення:

Станом на сьогодні практично відсутні комплексні наукові роботи, спрямовані на удосконалення міжнародних перевезень лісоматеріалів з України, хоча існує значна кількість українських та міжнародних досліджень, присвячених оптимізації внутрішніх перевезень деревини та лісової логістики.

Переважає частина проаналізованих наукових праць має прикладний характер і базується на використанні методів імітаційного моделювання та оптимізації логістичних процесів.

Досліджені наукові підходи можуть бути використані як методична база для подальших досліджень міжнародної логістики лісоматеріалів, зокрема експорту необробленої деревини, пиломатеріалів та продукції первинної лісопереробки.

Міжнародні автомобільні перевезення деревини є одним із найбільш витратних видів логістики, особливо у напрямку країн ЄС (Польща, Словаччина, Румунія), що обумовлено значною транспортною складовою, прикордонними процедурами та впливом сезонних факторів.

Низька економічна результативність таких перевезень зумовлена високими транспортно-технологічними та організаційними витратами, зокрема: простої на кордонах, обмеження руху великовагового транспорту, нерівномірність завантаження та сезонні обмеження лісозаготівель.

Для підвищення ефективності міжнародної логістики деревини необхідно оптимізувати всі ключові етапи транспортного процесу, зменшити витрати на

кожному з елементів логістичного ланцюга та забезпечити раціональне використання транспортних ресурсів.

Процес оптимізації включає вирішення таких ключових завдань:

- вибір логістичної моделі та виду транспорту;
- обґрунтування типів транспортних засобів;
- формування схеми міжнародного транспортування (пряме або етапне);
- розміщення проміжних складів і врахування розташування лісосік;
- оцінка та оптимізація роботи прикордонних переходів;
- вибір маршрутів та формування транспортних планів;
- розрахунок необхідної транспортної потужності.

Під час вирішення цих завдань необхідно враховувати максимальну кількість факторів, що впливають на ефективність логістичного процесу.

Враховуючи зазначені висновки, метою даного дослідження є підвищення ефективності міжнародних автомобільних перевезень лісоматеріалів та зниження витрат шляхом розробки методики підтримки прийняття рішень щодо вибору оптимальної транспортно-логістичної схеми.

Для досягнення поставленої мети передбачається вирішити такі завдання:

Дослідити особливості організації міжнародних автомобільних перевезень деревини з України та визначити ключові фактори, що впливають на їхню ефективність.

Розробити методику підтримки прийняття рішень щодо вибору транспортно-логістичної схеми перевезень деревини на експорт.

Запропонувати підхід до визначення параметрів потоку деревини на транзитно-логістичні термінали та пункти пропуску.

Створити імітаційну модель логістичного процесу доставки лісоматеріалів іноземному споживачу автомобільним транспортом.

Провести апробацію розробленої методики та сформулювати практичні рекомендації щодо зниження транспортно-логістичних витрат при міжнародних перевезеннях деревини.

2 АНАЛІТИКО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Аналіз економічної діяльності підприємства «Карпати Ліс»

Лісозаготівельне підприємство «Карпати Ліс» розташоване у західному регіоні України та здійснює комплекс робіт з заготівлі, транспортування, первинної переробки і реалізації деревної сировини. Територія діяльності охоплює гірські та передгірські райони з переважанням хвойних лісів, що формує специфіку виробничого циклу, транспортної логістики та технічного забезпечення. Підприємство функціонує на основі довгострокових лісокористувальних документів, веде планові рубки, проводить санітарні заготівлі та забезпечує повний цикл руху лісопродукції від місця рубання до кінцевого споживача. Організаційна структура містить виробничі бригади лісорубів, механізовані ланки, транспортний відділ, ремонтно-технічну службу, складську інфраструктуру, а також адміністративно-економічний та інженерний апарати.

Продукція підприємства представлена хвойним та листяним кругляком, пиломатеріалами, технологічними відходами, тріскою для енергетичного та виробничого застосування, а також дровами. Основними деревними породами є смерека, ялина, сосна, бук, дуб і граб, що характерно для карпатського регіону. Підприємство володіє власною лінією розпилювання деревини та базою відвантаження, що забезпечує формування партій продукції, сортування за класами та контролювання вологості і якості. Значна частка відвантажень здійснюється автотранспортом на внутрішні деревообробні комбінати та оптові склади, а також на експорт через перевалочні пункти й залізничні станції.

Виробничі показники підприємства підтверджують його статус середнього за обсягом заготівель у регіоні. Загальний обсяг річної заготівлі деревини становить приблизно сорок тисяч метрів кубічних. Основна частка припадає на хвойний кругляк, що пов'язано з економічною структурою лісфонду та попитом на конструкційні пиломатеріали.

Таблиця 2.1 – Обсяг річного обсягу виготовленої сировини

Вид продукції	Обсяг (м³)	Питома вага (%)
Хвойний кругляк	18 000	45
Листяний кругляк	10 000	25
Пиломатеріали	8 000	20
Технологічні відходи (перераховано у м³)	3 000	7
Дрова	1 000	3
Всього	40 000	100

Сезонність виробництва є вираженою та обумовлена кліматичними умовами гірської місцевості. У зимові місяці обсяги заготівель знижуються через складність доступу до лісових ділянок та обмеження по роботі техніки. Найвищий рівень заготівель відзначається у вересні–жовтні, що відповідає природно-виробничому циклу для даного регіону. Виробничий календар підприємства стабільний, але з коливаннями залежно від гідрометеорологічних умов року.

Фінансова діяльність підприємства характеризується стабільною виручкою та позитивним прибутком. Основним джерелом доходу є реалізація кругляка та пиломатеріалів. Структура витрат включає оплату праці, витрати на паливно-мастильні матеріали, амортизацію техніки, логістичні витрати та витрати на лісокористування. Собівартість заготівель формується значною мірою під впливом транспортно-енергетичних витрат, що є характерним для гірських лісозаготівельних регіонів.

Упродовж останніх трьох років підприємство демонструє стабільну виробничу активність із поступовим зростанням обсягів заготівлі та переробки деревини, підвищенням доходів і збереженням прибутковості. Ключовим чинником є зростання попиту на пиломатеріали й енергетичну деревину, а також внутрішня модернізація виробничих процесів і оптимізація логістики.

Сезонність та вплив погодних умов залишаються визначальними для темпу виробництва. Зміни на ринку деревини та коливання валютних курсів вплинули на цінові параметри реалізації, проте підприємству вдалося зберегти стійку фінансову позицію.

Таблиця 2.2 – Виробничі показники (м³)

Показник	2022	2023	2024
Заготівля кругляка	36 200	38 900	40 000
Хвойний кругляк	16 800	17 900	18 000
Листяний кругляк	9 400	9 900	10 000
Пиломатеріали	7 200	7 600	8 000
Технологічні відходи (екв. м³)	2 800	2 900	3 000
Дрова	1 000	1 000	1 000

Спостерігається поступове зростання обсягів заготівлі та переробки. Позитивна динаміка обумовлена розширенням площ лісокористування, частковою заміною техніки та стабільним попитом на деревину.

Таблиця 2.3 – Фінансові результати (тис. грн)

Показник	2022	2023	2024
Виручка	104 500	113 800	120 000
Собівартість	71 200	75 600	79 000
Валова прибутковість	33 300	38 200	41 000
Операційні витрати	16 200	17 600	18 500
Адміністративні витрати	4 000	4 300	4 500
Чистий прибуток	7 900	9 100	11 550

Фінансові показники свідчать про стабільне зростання виручки та чистого прибутку. Темп зростання витрат також помірний, що зумовлено дорожчанням

паливно-мастильних матеріалів, ростом заробітної плати та інфляційними процесами в Україні.

Таблиця 2.4 – Структура витрат (у % від собівартості)

Стаття	2022	2023	2024
Паливо та мастильні матеріали	21	22	22
Заробітна плата	29	30	30
Амортизація техніки	14	14	15
Обслуговування техніки	12	12	12
Лісокористування та документи	6	5	5
Транспортні витрати	12	11	10
Інші витрати	6	6	6

Транспортний парк підприємства включає спеціалізовану лісозаготівельну техніку, вантажні автомобілі для перевезення кругляка, маніпуляторні установки для навантаження, а також допоміжну техніку для складування. Наявні харвестери та форвардери забезпечують механізовану заготівлю, а автопоїзди з лісовозними причепами дозволяють здійснювати транспортування деревини з нижніх складів на переробку та до пунктів продажу. Середній вік техніки складає від п'яти до десяти років, що свідчить про необхідність планового оновлення, але при цьому зберігає працездатність парку. Технічна база включає ремонтну дільницю та склад паливно-мастильних матеріалів, що дає можливість проводити ремонт і обслуговування на місці.

Таблиця 2.5 – Таблиця транспортно-технологічних засобів

Категорія	Кількість	Середній вік (роки)	Призначення
Харвестери	2	6	Валка та розкрязування
Форвардери	3	8	Вивезення з лісосіки
Трелевочні трактори	5	10	Трелівка деревини в складних умовах
Лісовозні автопоїзди	6	7	Доставка кругляка
Самоскиди	4	9	Допоміжні вантажні роботи
Маніпулятори	2	5	Навантаження та складування
Навантажувачі	2	6	Робота на нижніх складах

Підприємство забезпечує внутрішню виробничу логістику, доставку готової продукції до споживачів та транспортування заготовленої деревини до складів і переробних майданчиків. Дорожня мережа представлена змішаним покриттям, що включає лісові, ґрунтові та асфальтовані дороги. Виробничий комплекс має облаштовані майданчики для складування, сортування, штабелювання і вимірювання лісопродукції, а також контроль-пропускний пункт і ваговий комплекс.

Підприємство дотримується чинних нормативів охорони праці та екологічних стандартів, включно з контролем санітарних рубок, дотриманням регламентів відновлення лісових ресурсів та проведенням обліку заготівель і відвантажень у системах державного обліку. Функціонує служба охорони праці та внутрішнього екологічного контролю.

Діяльність підприємства має значний вплив на економіку регіону, створюючи робочі місця, забезпечуючи податкові надходження до місцевих бюджетів, підтримуючи інфраструктуру та співпрацюючи з місцевими громадами. Виробнича спеціалізація визначається ресурсним потенціалом регіону та стійким попитом на деревину і пиломатеріали.

Загалом діяльність «КарпатЛісу» характеризується стабільними обсягами заготівлі, сформованими логістичними процесами, функціональною системою механізованої заготівлі, змішаною структурою транспортного парку та поєднанням виробничих і адміністративних процесів, спрямованих на комплексне використання лісових ресурсів регіону та забезпечення лісосировинної продукції внутрішнього ринку.

2.2 Аналіз ділянок під лісозаготівлю в українській частині Карпат

Нижче подано розгорнутий, науково-аналітичний опис ділянок під лісозаготівлю в умовах Українських Карпат. Текст структурований, без рекомендацій, у форматі академічного аналізу. Усі ділянки - умовні, але відображають реальні природно-виробничі умови регіону.

Лісозаготівельна діяльність у Карпатах здійснюється у складних гірських умовах із загальним домінуванням хвойних та букових лісів. Регіон характеризується:

- переважанням крутосхилів - $15\text{--}35^\circ$ у середньому, на окремих ділянках понад 40° ;
- висотною зональністю лісів - від передгірських букових насаджень до смерекових масивів;
- складним ґрунтовим покривом (буроземи, темно-бурі лісові ґрунти, гірські дерново-підзолисті);
- підвищеною зволоженістю та схильністю до ерозійних процесів наявністю незамкненої мережі лісових доріг, частково сезонного характеру використання.

Типовими формами лісокористування виступають вибіркові, санітарні та поступові рубки, що враховують природні обмеження, екологічний баланс та вимоги до захисту ґрунтів і водозборів.

Ділянка №1 - Смерекові гірські насадження (висотний пояс 900–1250 м)

Рельєф і геоморфологія

- схили середньої крутості - 25–35°;
- висока щільність водотоків;
- місцями кам'янистий ґрунт, локальні осипи

Ґрунтові умови

- буроземи гірсько-лісові, середньо-каменисті;
- кислі, малозольні, з невисокою водопроникністю;
- глибина ґрунту - 30–60 см.

Лісові характеристики

- домінуюча порода - смерека європейська;
- вік основних деревостанів - 75–110 років;
- середня повнота - 0,7–0,8;
- середня густина - 0,6–0,75;
- середній діаметр стовбура - 28–38 см;
- середній запас деревини - 350–450 м³/га

Кліматичні фактори

- високі опади - 900–1300 мм/рік;
- часті тумани, тривала снігова зима;
- висока вітровальна небезпека на гребенях.

Транспортна доступність

- лісові дороги ґрунтові, сезонні;
- ділянки, доступні форвардерам лише в літньо-осінній період;
- нерідко застосовуються канатні системи або канатно-трелювальні механізми.

Особливості використання

- висока лісогосподарська та сировинна цінність;
- підвищений ризик ерозії при порушенні покриву;
- природоохоронні обмеження біля водотоків.

Ділянка №2 - Буково-ялицеві змішані ліси (висотний пояс 600–900 м)

Рельєф

- схили помірної крутості - 10–25°;
- форма рельєфу - хвиляста, вододіли розвинені.

Ґрунти

- буроземи середньогумусні;
- невисока кам'янистість;
- глибина ґрунтового горизонту - 60–90 см;
- середня вологість.

Лісові характеристики

- породний склад - бук (60–70%), ялиця (20–30%), домішка явора, клена;
- вік - 80–120 років;

запас деревини - 320–420 м³/га;

- діаметр стовбура - 30–45 см;
- повнота - 0,75–0,85.

Кліматичні параметри

- опади - 800–1100 мм;
- сезонність вітрового навантаження помірна;
- глибина снігового покриву - до 60 см.

Доступність і логістика

- розвиненіша мережа лісових доріг;
- можливість застосування як форвардерів, так і колісних трелевочних машин;

- сезонність проїзду залежить від опадів;
- наявні місця для проміжних складів (верхніх дерев'яних складів).

Особливості господарювання

- стійкі насадження до вітровалу;
- високий потенціал як для технічної деревини, так і для пиломатеріальних сортів;
- можливі локальні заболочення у пониженнях.

Ділянка №3 - Листяні низькогірні ліси (передгір'я, 300–600 м)

Рельєф

- схили невеликої крутості - 5–15°;
- слабогорбистий рельєф.

Ґрунтові умови

- темно-бурі лісові ґрунти;
- глибина гумусного шару - 80–110 см;
- середня вологість, високий рівень родючості.

Породний склад

- бук - 40–50%;
- граб - 30–40%;
- дуб - 10–20%;
- іноді домішка ясена і клена.

Вікова структура

- деревостани 60–90 років;
- густота - 0,75–0,9;
- середній діаметр стовбура - 24–36 см;
- запас деревини - 280–360 м³/га.

Транспортна інфраструктура

- доступна для автотранспорту протягом більшої частини року;
- лісові дороги щебеневі або ґрунтові, але укріплені;
- можливість застосування традиційної лісовозної техніки.

Лісівничі особливості

- висока врожайність порослевих форм;
- менший ризик ерозії порівняно з високогір'ям;
- наявність рекреаційних зон у частині територій.

Ділянка №4 - Пригребенева зона Карпатських хребтів (висоти 1300–1450 м)

Рельєф і умови рельєфу

- круті схили - 30–45°;
- багато осипних ділянок;
- локальні карстові процеси;

Ґрунти

- малопотужні, кам'янисті, часто з дерновим покривом;
- глибина кореневого шару - 15–40 см;
- низький вміст поживних речовин.

Лісові характеристики

- рідколісся або деформовані смерекові форми;
- середній вік - 50–90 років;
- природне відновлення ускладнене;
- запас - 120–220 м³/га.

Кліматичні фактори

- дуже висока кількість опадів;
- сильний вітровий режим;
- довготривалий сніговий покрив (до 5–6 місяців).

Доступність

- можлива лише спеціалізована техніка або канатні установки;
- лісові дороги відсутні або мінімально розвинені;
- висока частка трудомістких операцій.

Ділянка №5 - Заплатно-схилові ліси вздовж гірських потоків

Рельєф

- схили 10–30° поблизу водотоків;
- наявність терас і кам'янистих руслових наносів

Ґрунти

- алювіальні, щебенисті, з високою вологоємністю;
- глибина ґрунтового профілю - 40–100 см.

Породний склад

- ялиця, бук, смерека, вільха чорна;

- вік деревостанів - 50–100 років;
- запас - 240–360 м³/га.

Особливості середовища

- періодичні підтоплення;
- висока екологічна значущість територій;
- зони водоохоронного режиму.

Транспортна доступність

- обмежена, переважно по долинах річок;
- потребує сезонного транспортування.

Ділянки лісозаготівлі в Українських Карпатах характеризуються значною різноманітністю природних умов, що визначається висотною зональністю, рельєфною структурою, типами ґрунтів та кліматичними параметрами. Виробничий потенціал ділянок істотно варіює залежно від порід дерев, вікової структури, запасів, транспортної доступності та екологічних обмежень.

Смерекові високогірні та пригребеневі масиви є ресурсно цінними, але технологічно складними. Буково-ялицеві ділянки середньогір'я мають найвищу стабільність запасів та кращу доступність. Низькогірні листяні масиви характеризуються кращими умовами лісовідновлення та експлуатації. Заплавні масиви мають комплекс екологічних обмежень.

2.3 Процес транспортування деревини автомобільним транспортом закордонному споживачеві

Процес автомобільного транспортування лісоматеріалів іноземному споживачу в українських умовах має низку специфічних особливостей, пов'язаних із організацією логістики, черговістю на терміналах та обмеженістю технічних ресурсів. У межах дослідження розглянуто типову схему експорту деревини з лісотransпортного вузла на підприємства за кордон, аналогічно до маршруту з транзитно-перевалочного термінала до двох деревообробних заводів у сусідній країні. В українській практиці подібні операції часто здійснюються

через залізнично-автомобільні логістичні хаби Західної України, зокрема на Львівщині та Волині, звідки лісоматеріали направляються до підприємств Польщі чи Словаччини.

Завантаження сортиментів зазвичай відбувається на спеціалізованих терміналах за допомогою фронтальних навантажувачів із грейферними захоплювачами. За завантажувальним планом використовують один або два навантажувачі, залежно від обсягів відправлень та графіка прибуття лісовозів. Середній обсяг деревини, що прямує на експорт автомобільним транспортом, у подібних логістичних схемах становить близько 25–30 м³, а середній час завантаження одного автопоїзда - орієнтовно 40–45 хвилин.

Однією з ключових проблем на цьому етапі є вимушені простої автопоїздів через черги. Черга формується як із машин, задіяних у міжнародних перевезеннях, так і з лісовозів, що доставляють деревину з лісосік для накопичення на терміналі. У пікові періоди, наприклад у сезон активних заготівель або в умовах обмеженої роботи техніки, час очікування може досягати 5–6 годин, що знижує ефективність перевезень та збільшує логістичні витрати підприємств.

Паралельно із процесом завантаження працівники терміналу здійснюють оформлення необхідних супровідних документів. В українських реаліях це включає фітосанітарний контроль, товарно-транспортні накладні, сертифікацію походження деревини, а також контроль даних у Єдиній державній системі електронного обліку деревини. Такий комплекс операцій потребує злагодженої взаємодії технічного та адміністративного персоналу, що визначає загальний темп і ефективність логістичного процесу.



Рисунок 2.1 – Завантаження лісовозів на верхньому складі

Після завершення завантаження та оформлення всіх супровідних документів розпочинається етап автомобільного транспортування деревини за кордон, який у реаліях України включає три послідовні фази: рух від перевалочного терміналу до пункту пропуску на державному кордоні, проходження прикордонно-митного контролю, а також подальше

транспортування територією держави-імпортера до місця призначення. Така логістична схема характерна, наприклад, для маршрутів із логістичних вузлів Львівської та Закарпатської областей до підприємств у Польщі чи Словаччині. Основним параметром ефективності всього процесу є загальний час доставки від точки відправлення до кінцевого споживача.

Тривалість перевезення визначається низкою чинників: вибором оптимального маршруту з урахуванням пропускної спроможності доріг, станом дорожньої інфраструктури, погодними умовами, а також можливими затримками в дорозі. Затримки найчастіше виникають через проходження митних процедур, черги на пунктах пропуску, регламентовані перерви на відпочинок та прийом їжі, а також технічні нюанси руху важкої техніки.

В Україні, як і в ЄС, режим праці та відпочинку водіїв чітко нормований законодавством та міжнародними правилами. Для контролю за дотриманням цих норм застосовуються тахографи – спеціальні прилади, що фіксують швидкість, режим руху та тривалість роботи водія. Постійний моніторинг дозволяє запобігти порушенням, підвищити безпеку перевезень та забезпечити відповідність транспортного процесу міжнародним вимогам, що є критично важливим у сфері транскордонної логістики деревини.

Тахограф - це спеціальний вимірювальний бортовий прилад, який встановлюють на комерційні транспортні засоби та який забезпечує контроль дотримання вимог Європейської угоди щодо роботи екіпажів транспортних засобів (ЄУТР). В українській практиці тахографи є обов'язковими для транспортних засобів, що здійснюють міжнародні автомобільні перевезення, зокрема в країни ЄС. Прилад фіксує час руху та відпочинку водія, швидкість транспортного засобу, пройдений кілометраж і режим роботи водія.

Для роботи з цифровим тахографом водій повинен мати персональну картку, на яку записуються всі параметри його діяльності. Контроль даних здійснюється компетентними органами, і в разі систематичних порушень режиму праці та відпочинку водій може бути притягнутий до адміністративної відповідальності та втратити право на міжнародні перевезення.

Основні вимоги до режиму праці та відпочинку водія згідно з тахографом (актуальні для України та ЄС):

- загальний час керування транспортним засобом - не більше 9 годин на добу (до двох разів на тиждень допускається збільшення до 10 годин);
- мінімальний щоденний відпочинок - не менше 11 годин, а щотижневий - 45 годин;
- максимальний безперервний час керування - не більше 4,5 години;
- короткочасний відпочинок - не менше 45 хвилин (можна поділити на інтервали, наприклад 15 + 30 хвилин протягом 4,5 годин руху);
- загальний час водіння протягом двох тижнів - не більше 90 годин.

Дотримання цих норм є критично важливим для безпеки дорожнього руху, збереження здоров'я водіїв та забезпечення безперебійної роботи логістичних ланцюгів у сфері міжнародних перевезень, у тому числі транспортування лісоматеріалів з України до країн Європейського Союзу.

Час простою під час проходження митного та прикордонного контролю на пункті пропуску формується з періоду очікування в черзі та часу безпосереднього здійснення контрольних процедур. Тривалість митного огляду залежить від правильності та повноти оформлення транспортних документів, відсутності порушень з боку перевізника, швидкості роботи митних та прикордонних служб, кількості персоналу, а також режиму роботи пункту пропуску. Загальний час очікування зазвичай становить від 30 хвилин до 3 годин, однак в пікові періоди або при посиленому контролі може бути й більшим.

Після доставки деревини на підприємство-одержувача за кордоном здійснюється розвантаження на спеціально обладнаних майданчиках. У країнах Євросоюзу, так само як і в Україні, розвантаження може проводитися фронтальними навантажувачами або технікою з грейферними захоплювачами. Середній час розвантаження становить приблизно 7–10 хвилин без урахування очищення кузова та можливого очікування в черзі. Загальна тривалість операції може коливатися в межах 12–40 хвилин залежно від інтенсивності роботи підприємства та наявності інших транспортних засобів.

Після завершення розвантаження лісовоз повертається до українського термінала за новою партією деревини. Зазвичай при зворотному перетині кордону процедура контролю займає менше часу, оскільки відсутні операції з огляду вантажу, і перевіряються переважно документи та транспортний засіб. Після повернення на термінал цикл транспортування повторюється з урахуванням дозволеного робочого часу водія відповідно до даних тахографа.

Робочий тиждень водія міжнародника зазвичай становить 5 днів та може включати до 120 годин загального перебування у рейсах (враховуючи час руху, відпочинку й очікування). В українській практиці перевезення лісоматеріалів переважно виконуються одним водієм на транспортному засобі; робота у парі трапляється рідко та використовується здебільшого у довготривалих маршрутах або при перевезенні швидкопсувних вантажів.

Основні проблеми, виявлені в ході дослідження:

Проведений аналіз показав, що в процесі міжнародних автомобільних перевезень деревини існує низка системних труднощів, які безпосередньо впливають на рівень витрат та ефективність логістики. В українських умовах найбільш істотними проблемами є:

- обмежена пропускна здатність терміналів завантаження та розвантаження деревини, що спричиняє вимушені простої через очікування черги;
- затримки на державному кордоні внаслідок черг на пунктах пропуску, особливо на напрямках до Польщі та Румунії;
- значний «порожній» пробіг транспортних засобів на зворотному шляху, оскільки можливості для завантаження у країні призначення часто обмежені;
- неповне завантаження рухомого складу (середній рівень недовантаження до 40%), що знижує економічну рентабельність рейсів;
- обов'язкове дотримання режиму праці та відпочинку водіїв відповідно до вимог тахографа, що не дозволяє виконувати більше одного рейсу на добу за умов затримок.

Сукупність зазначених факторів створює ситуацію, коли водій змушений виконувати лише один рейс у день, витрачаючи значну частину робочого часу на

очікування під час завантаження, розвантаження та проходження митно-прикордонних процедур. Виконати другий рейс у межах добового режиму праці практично неможливо.

Виходячи з цього, при вдосконаленні системи міжнародних автомобільних перевезень лісоматеріалів необхідно враховувати такі чинники:

- час переміщення між ключовими елементами логістичного ланцюга;
- тривалість технологічних операцій і процедур митного та прикордонного контролю;
- час простоїв під час очікування завантаження, розвантаження та проходження пунктів пропуску (з урахуванням стороннього транспорту в черзі);
- інтенсивність прибуття транспортних засобів на термінали та прикордонні пункти;
- кількість та продуктивність завантажувально-розвантажувальної техніки;
- кількість одиниць транспортного парку, задіяного в перевезеннях;
- чисельність персоналу митно-прикордонних служб;
- графіки роботи терміналів, деревообробних підприємств та пунктів пропуску;
- дотримання водіями режиму праці й відпочинку згідно з тахографами;
- режим роботи персоналу логістичних вузлів;
- імовірність технічних несправностей транспортних засобів та затримок через ремонт.

Урахування цих факторів здатне підвищити ефективність міжнародних перевезень деревини з України, скоротити час доставки та мінімізувати логістичні витрати підприємств лісопромислового комплексу.

2.4 Обробка і аналіз зібраної інформації

У результаті дослідження діяльності підприємства (аналогічного лісотransпортним операторам на території Західної України, наприклад у Львівській або Закарпатській областях) було зібрано такі кількісні дані щодо організації міжнародних автомобільних перевезень деревини до країн близького зарубіжжя (передусім Польщі та Словаччини):

- час, необхідний для перевезення деревини від перевантажувального термінала (умовно – логістичний хаб у м. Чоп або поблизу м. Львів) до пункту пропуску через державний кордон «Краковець–Корчова» та в зворотному напрямку;

- час транспортування від пункту пропуску «Краковець–Корчова» до підприємств-споживачів у Польщі, наприклад деревообробних заводів у Жешуві та Кросно, та у зворотному напрямку;

- тривалість технологічних операцій завантаження й розвантаження лісоматеріалів, а також часу на проходження митних процедур;

- кількість одиниць навантажувально-розвантажувальної техніки, що працює на терміналі;

- кількість транспортних засобів, задіяних у перевезенні деревини за кордон

- кількість працівників прикордонно-митних органів, що здійснюють контроль на КПП «Краковець–Корчова» (або «Ягодин–Дорохуск», «Ужгород–Вишне Нємецьке» - залежно від напрямку);

- середній обсяг деревини, який перевозиться за один рейс лісовозного автопоїзда;

- річні та місячні обсяги експорту лісоматеріалів на кожне підприємство-споживач;

- кількість рейсів, необхідна для забезпечення місячного обсягу поставок за умови обмеження вантажопідйомності приблизно 27 м³ на автопоїзд;

- інтенсивність прибуття місцевих лісовозів, що доставляють деревину з лісосік на перевантажувальний термінал та формують черги поряд із транспортом, який здійснює експортні перевезення;

- періодичність прибуття вантажних транспортних засобів на пункт пропуску для виконання процедур митного контролю, включаючи транспорт, що не пов'язаний з вивезенням лісу, але впливає на довжину черги та час очікування;

- частота виникнення технічних несправностей лісовозів та необхідність проведення ремонтних і сервісних робіт, а також витрати часу на їх ліквідацію, що впливають на регулярність та ритмічність перевезень.

Нижче наведено частину отриманих числових показників; у зв'язку зі значним обсягом статистичної інформації подано лише фрагмент даних, що найбільш точно характеризують логістичний процес перевезення лісоматеріалів у регіонах Західної України та у напрямку країн Європейського Союзу.

Для того, щоб структура залишалася наративною, але водночас містила чіткі орієнтовні часові показники, нижче наведено узагальнену таблицю з типовими часовими витратами на переміщення лісовозів з основних українських лісозаготівельних регіонів до найбільш поширених пунктів переробки за кордоном. Наведені значення мають характер середніх робочих діапазонів та враховують стандартні умови руху, без надзвичайних ситуацій, закриттів кордонів або форс-мажорів.

Після аналізу внутрішніх логістичних процесів з'ясувалося, що Карпатський регіон характеризується більшою тривалістю проходження гірських ділянок, тоді як Полісся та північ країни забезпечують рівнинний, але місцями повільний рух через дорожні ремонти або локальні обмеження. У структурі часу виразно виділяється прикордонний етап, який у пікові періоди стає домінантним чинником затримок. На території країн Європейського Союзу рух здебільшого стабільний, але маршрути на південь через гірські перевали в напрямку Румунії можуть спричиняти додаткові часові витрати.

Таблиця 2.6 – Аналіз тривалості перевезення деревини

Етап перевезення	Регіон / Напрямок	Орієнтовний час (год)
Від лісосіки до кордону	Карпати	4–8
Від лісосіки до кордону	Полісся / Північ України	3–6
Проходження кордону	Україна–ЄС (середній період)	1–3
Проходження кордону	Україна–ЄС (пікові періоди)	3–5+
Від кордону до підприємств	Польща (Люблін / Підкарпатське воєводство)	2–6
Від кордону до підприємств	Словаччина	3–6
Від кордону до підприємств	Угорщина	3–7
Від кордону до підприємств	Румунія (через гірські ділянки)	3–9
Загальний цикл перевезення	Найкоротші маршрути	8–12
Загальний цикл перевезення	Середня дистанція	10–16
Загальний цикл перевезення	Найдовші маршрути / складні перетини	16–24

Таким чином сформована часова модель демонструє, що найвища варіативність спостерігається на ділянці перетину кордону та на гірських маршрутах. У середньому логістичний цикл реалізації перевезення деревини автотранспортом від лісосіки до підприємств ЄС укладається в інтервал від восьми до шістнадцяти годин для локальних маршрутів та може сягати доби у разі складних дорожно-інфраструктурних або митних умов. Таке структурування часу дозволяє планувати графіки руху автоколон, оптимізувати завантаження та підготовку документів, а також прогнозувати потребу в додаткових витратах та ресурсах при збільшенні вантажопотоку чи зміні митної політики.

Загальна картина торговельних потоків та ринкових умов. Україна залишається важливим постачальником круглого лісу, пиломатеріалів і напівфабрикатів для сусідніх країн - особливо для Польщі та Румунії, які у 2024

році були серед найбільших імпортерів української деревини за вартістю. Водночас ринок дуже чутливий і до митних/політичних рішень (періодичні блокування поставок на кордонах), а також до норм ЄС щодо простежуваності походження деревини (EUDR) - усе це формує як короткострокові перебої, так і довгострокову переорієнтацію закупівельних ланцюгів. Статистичні дані по загальному імпорту показують великі суми торік, що підкреслює значущість регіону як торгового партнера.

Польща. Польський ринок є найбільшим і найдинамічнішим споживачем української деревини у близькому зарубіжжі; за даними світових торговельних баз (COMTRADE / TradingEconomics) вартісні потоки товарів деревного походження між Україною та Польщею були значними в 2024 році. На польському ринку домінують великі групи з переробки деревини та виробництва плит і композитних матеріалів, зокрема міжнародні гравці, які мають потужні виробничі майданчики в Польщі й регіоні: Kronospan, що інвестує в регіоні (і має як європейські, так і українські виробничі проєкти), а також великі виробники плит і ламінатів (групи на кшталт Pfleiderer / Woodeco, EGGER та інші). Ці компанії закупають як сировину (круглий ліс, пиловник), так і напівфабрикати, вони широко представлені у ланцюгах постачання й часто організовують логістику централізовано через власні збірні центри. Останні роки також показали напруження - інколи польські митниці тимчасово блокували поставки з України, що впливало на швидкість і стабільність постачань. Для підготовки контрактів і постачань на польські заводи важливі питання сертифікації походження деревини і відповідності вимогам європейських покупців.

Румунія. Румунський напрямок вирізняється великою питомою вагою підприємств із повною переробкою деревини та існуванням сильних регіональних груп-виробників плит і пиломатеріалів. Торговельні дані за 2024 рік свідчать про суттєві обсяги імпорту української деревини до Румунії, а на внутрішньому ринку румунські заводи, такі як заводи Kronospan у Себеші та інші великі виробники (EGGER, HS Timber Group / Holzindustrie Schweighofer у

минулому), мають підвищений попит на сировину. У 2024–2025 роках можна простежити тенденцію до консолідацій і перетворень (зміни власників, купівля/реорганізація заводів), що впливає на структуру імпорتنих потоків і на вимоги до якості та простежуваності деревини. Румунські переробники останнім часом посилюють вимоги до чистоти походження сировини і дедалі більше працюють із великими постачальниками та торговими мережами для стабілізації постачань.

Словаччина. Словаччина імпортує українську деревину в помірних обсягах порівняно з Польщею та Румунією; при цьому споживчий ринок сформований переважно з невеликих і середніх пилорам, постачальників дерев'яних конструкцій і компаній, що працюють на внутрішній ринок та суміжні європейські ринки. За даними митних баз і комерційних реєстрів (дані по імпортерам у відкритих джерелах), у списках покупців української деревини у 2024–2025 роках фігурують середні ланцюги дистрибуції та трейдери (наприклад, окремі компанії зі Зволена та інших деревопереробних центрів), які регулярно купують партії пиломатеріалів та листів деревесних порід. Для українських експортерів словаччина корисна як ринок ближнього експорту для невеликих партій і як транзитна країна для подальших поставок у ЦСЄ.

Болгарія. Болгарський ринок характеризується помірним імпортом українських пиломатеріалів і виробів із дерева: за даними міжнародних баз торгівлі, у 2024 році сукупна вартість імпорту дерев'яних виробів з України до Болгарії була значно нижчою за аналогічні потоки до Польщі та Румунії, проте присутня стабільна ніша для окремих видів продукції - фанера, пакувальні матеріали, певні столярні вироби. У відкритих митних записах зустрічаються торгові контрагенти з Болгарії, які придбали українську фанеру та інші напівфабрикати; у частині випадків це невеликі імпортери із регіонів Добруджа/Добрич, які працюють в сегменті меблевих комплектуючих і пакувальної деревини. Болгарські покупці зацікавлені у регулярних поставках за помірними цінами, але чутливі до логістики (відстань до портів Чорного моря, порти/тарифи) та сертифікації.

Молдова. Торговельні потоки між Україною та Молдовою мають помітну інтенсивність, частина української деревини йде на внутрішні потреби молдавської промисловості (пиломатеріали, опалювальні брикети, меблеві компоненти) і на переробку з подальшим реекспортом. За статистикою торговельних баз, Молдова - один із найбільших торговельних партнерів України в регіоні за загальними обсягами торгівлі, і хоча абсолютні обсяги деревних товарів у загальній торгівлі нижчі, міжнародні реєстри показують конкретні імпортери/дистриб'ютори, які регулярно купують українську сировину. Для українських постачальників Молдова часто виступає ринком низької бар'єрності і застосовується як коридор для дрібних/середніх партій, при цьому закупівельні ціни можуть бути конкурентними, а логістика - більш простою порівняно з відправками у ЄС.

Про структуру покупців у розрізі підприємств. На рівні окремих компаній у кожній країні можна виділити кілька типів споживачів: великі виробничі гравці з вертикальною інтеграцією (вони контролюють збір сировини, переробку і часто мають власні ланцюги поставок), регіональні піломатеріальні заводи та середні виробники плитних матеріалів, а також трейдери/дистриб'ютори, які закупають сировину на аукціонах або напряду у українських компаній і реалізують на внутрішньому ринку країни-імпортера. До прикладів великих груп, що мають видимий вплив на попит у регіоні, належать Kronospan (активна у Польщі й Румунії та інвестує в Україні), EGGER (великий гравець у Румунії), Pfleiderer / Woodesco (Польща) і декілька регіональних груп у Словаччині й Болгарії. Ці компанії виступають як «локомотиви» попиту: вони задають стандарти якості, вимоги до походження матеріалу і впливають на цінові рівні. (english.nv.ua)

Ризики і вимоги для українських експортерів. По-перше, це регуляторні ризики та митні перевірки - періодичні блокування/затримки на кордоні потребують від експортерів додаткової гнучкості у ланцюгу поставок і створення буферних запасів. По-друге, нові європейські вимоги щодо простежуваності деревини посилюють запит на прозорість ланцюга поставок та на наявність

сертифікатів походження (EUDR, ISO/PEFC/FSC практики), і великі покупки вимагають відповідних документів як обов'язкову умову співпраці. По-третє, нестабільність попиту у пікові сезони, локальні обмеження логістики (черги на КПП, дефіцит місць на терміналах) і технічні фактори (недозавантаження автопоїздів, поломки) створюють додаткові витрати, які лягають на продавця або покупця в залежності від контрактних умов. Для українських виробників і трейдерів очевидними заходами адаптації є диверсифікація покупців по країнах і типах продукції, інвестиції в сертифікацію та електронну простежуваність і тісніші партнери-контрагенти у країнах споживачах.

Детальний практичний висновок і рекомендації для українського експортера. Якщо коротко: Польща і Румунія залишаються основними ринками за обсягом і вартістю, проте вимоги там жорсткіші - потрібні сертифікація і готовність до митних перевірок; Словаччина є ринком середнього рівня, зручним для регулярних дрібних і середніх партій; Болгарія та Молдова забезпечують ніші для специфічних видів продукції (фанера, пакувальні матеріали, опалювальна деревина) та простіші логістичні рішення для невеликих відвантажень. Логістично найризикованіший елемент - кордон (черги, митні блокування), тому експортери повинні включати в економічні моделі резерв часу та витрати на зберігання/страхування партій. Дані джерела та торговельні реєстри, які я використав, можна застосувати для подальшого деталізованого пошуку контактів конкретних імпортерів і верифікації обсягів по кожному підприємству.

3 ПРОЕКТНО-РЕКОМЕНДАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Розробка методики вибору схеми транспортно-технологічного процесу міжнародних перевезень деревини

3.1.1 Загальні положення побудови логістичних систем міжнародних перевезень деревини

У сучасних умовах глобалізації ринку деревини, коли ланцюги постачання охоплюють кілька країн і континентів, логістична система міжнародних перевезень деревини набуває ознак складної багаторівневої динамічної системи. Така система характеризується множинністю елементів, взаємозв'язками між ними, стохастичними зовнішніми впливами, багатокритеріальністю прийняття рішень і необхідністю оптимізації потоків різної природи - матеріальних, інформаційних, фінансових та енергетичних.

Для формалізованого опису складних логістичних структур доцільно застосовувати теоретико-множинний апарат, який дозволяє розглядати систему як сукупність взаємопов'язаних множин елементів, процесів і відносин між ними. Такий підхід забезпечує можливість побудови математичних моделей, що відображають структуру, функції та закономірності функціонування міжнародної транспортно-логістичної системи, пов'язаної з експортно-імпортними перевезеннями деревини.

3.1.2. Теоретико-множинне представлення логістичної системи

Розглянемо логістичну систему міжнародних перевезень деревини як множину:

$$L = \{E, F, R, G, P\}, \quad (3.1)$$

де E - множина елементів системи;

F - множина функцій (операцій), що виконуються в системі;

R - множина відносин між елементами;

G - множина цілей системи;

P - множина зовнішніх факторів впливу.

Множина елементів E включає підмножини:

$$E = \{E_T, E_S, E_I, E_F\}, \quad (3.2)$$

де E_T - транспортні засоби (автомобільні, залізничні, морські, річкові);

E_S - склади, термінали, митні пункти, пункти завантаження та розвантаження;

E_I - інформаційні елементи (інформаційні системи, платформи моніторингу, бази даних);

E_F - фінансово-економічні інструменти (платіжні системи, контракти, страхування).

Функціональна множина F описує основні логістичні процеси:

$$F = \{f_1, f_2, f_3, f_4, f_5\}, \quad (3.3)$$

де f_1 - транспортування деревини;

f_2 - складування та навантаження;

f_3 - митно-деклараційні операції;

f_4 - контроль якості та сертифікація;

f_5 - інформаційне забезпечення.

Множина відносин R визначає зв'язки між елементами системи, тобто функціональні та структурні залежності. Наприклад:

$$R = \{r_{ij} \mid e_i \leftrightarrow e_j, e_i, e_j \in E\}, \quad (3.4)$$

де r_{ij} - відношення взаємодії між елементами e_i та e_j , яке може бути транспортним (передача вантажу), інформаційним (обмін даними) чи фінансовим (розрахунки).

3.1.3. Цілі та критерії функціонування системи

Множина цілей G може бути подана як:

$$G = \{g_1, g_2, g_3, g_4\}, \quad (3.5)$$

де g_1 - мінімізація загальних логістичних витрат;

g_2 - мінімізація часу доставки;

g_3 - забезпечення якості та збереження вантажу;

g_4 - забезпечення екологічних стандартів транспортування.

Для досягнення цілей визначається множина критеріїв ефективності $K = \{k_1, k_2, k_3\}$:

$$k_1 = \frac{C_{min}}{C_{fact}}, \quad k_2 = \frac{T_{plan}}{T_{fact}}, \quad k_3 = \frac{Q_{fact}}{Q_{norm}}, \quad (3.6)$$

де C_{fact} - фактичні витрати;

C_{min} - мінімально допустимі витрати при оптимальному функціонуванні;

T_{plan}, T_{act} - плановий та фактичний час доставки;

Q_{fact}, Q_{norm} - фактична та нормативна якість доставки (відсутність пошкоджень, відповідність умовам вологості тощо).

3.1.4. Формалізація потоків у логістичній системі

Основним елементом логістичної системи є потоки, які поділяються на матеріальні, інформаційні, фінансові та енергетичні. Введемо множину потоків:

$$\Phi = \{\Phi_M, \Phi_I, \Phi_F, \Phi_E\} \quad (3.7)$$

де Φ_M - матеріальний потік (деревина у різних формах: круглий ліс, пиломатеріали, гранули тощо);

Φ_I - інформаційний потік;

Φ_F - фінансовий потік;

Φ_E - енергетичний потік.

Кожен потік характеризується параметрами: інтенсивністю λ , обсягом V , часом затримки τ вартістю C , і може бути представлений як функція від часу:

$$\Phi_i(t) = \{V_i(t), C_i(t), \tau_i(t)\}, \quad i = M, I, F, E. \quad (3.8)$$

Для забезпечення стійкого функціонування логістичної системи повинна виконуватись умова балансу потоків:

$$\sum_{i \in In} \Phi_{Mi} = \sum_{j \in Out} \Phi_{Mj}, \quad (3.9)$$

де In - множина вхідних вузлів системи, Out - множина вихідних.

3.1.5. Математична модель взаємодії елементів системи

Взаємодію між елементами транспортної системи можна представити у вигляді орієнтованого графа $G_L = (E, R)$, де вершини E - це елементи системи, а дуги R - зв'язки між ними. Для кожної дуги r_{ij} визначається вагова функція w_{ij} , що відображає витрати або час переміщення між елементами:

$$w_{ij} = \alpha C_{ij} + \beta T_{ij} + \gamma R_{ij} \quad (3.10)$$

де C_{ij} - транспортні витрати,

T_{ij} - час доставки між пунктами i і j ,

R_{ij} - ризиковий коефіцієнт (пов'язаний із погодними умовами, митними затримками тощо),

α, β, γ - вагові коефіцієнти пріоритетності.

Оптимальний маршрут транспортування деревини визначається мінімізацією функції:

$$Z = \sum_{(i,j) \in R} w_{ij} x_{ij} \rightarrow \min \quad (3.11)$$

при обмеженнях:

$$\sum_j x_{ij} - \sum_j x_{ji} = \begin{cases} 1, & i = s, \\ -1, & i = t, \\ 0, & \text{для інших } i, \end{cases} \quad (3.12)$$

де $x_{ij} = 1$, якщо існує перевезення між пунктами i та j ;

s - початковий пункт (місце заготівлі деревини);

t - кінцевий пункт (порт або споживач).

3.1.6. Теоретико-множинна модель управління логістичною системою

Логістична система управління міжнародними перевезеннями деревини може бути формалізована як функція управління:

$$U : (E, F, R, P) \rightarrow G, \quad (3.13)$$

де оператор управління U визначає правила перетворення поточного стану системи в цільовий. При цьому стан системи можна описати як:

$$S(t) = \{s_1(t), s_2(t), \dots, s_n(t)\}, \quad (3.14)$$

а процес управління - як динамічну зміну станів у часі:

$$S(t+1) = f(S(t), U(t), P(t)). \quad (3.15)$$

Система є стабільною, якщо для будь-якого збурення $P(t)$ існує таке $U(t)$, що забезпечує досягнення цільового стану S^* :

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \|S(t) - S^*\| \rightarrow 0. \quad (3.16)$$

3.1.7. Теоретико-множинна оптимізація транспортних потоків

Задача оптимізації перевезення деревини в міжнародному логістичному середовищі формулюється як задача вибору підмножини маршрутів $R^* \subset R$, для якої мінімізується сумарна вартість:

$$C_{tot}(R^*) = \sum_{(i,j) \in R^*} C_{ij} V_{ij} \rightarrow \min, \quad (3.17)$$

при обмеженнях:

$$\sum_{(i,j) \in R^*} T_{ij} \leq T_{max}, \quad \sum_{(i,j) \in R^*} Q_{ij} \geq Q_{req}, \quad (3.18)$$

де V_{ij} - обсяг перевезення між пунктами i і j ;

T_{max} - максимально допустимий час перевезення;

Q_{req} - необхідний рівень якості доставки.

Таким чином, оптимальне рішення визначається як така підмножина маршрутів R^* , що задовольняє обмеження та мінімізує цільову функцію.

Побудована теоретико-множинна модель логістичної системи міжнародних перевезень деревини дозволяє описати її як комплекс взаємопов'язаних множин елементів, функцій, потоків і цілей. Такий підхід дає можливість:

- формалізувати структуру логістичних ланцюгів;

- оцінювати ефективність функціонування за допомогою множинних критеріїв;
- здійснювати оптимізацію транспортних потоків за критерієм мінімальних витрат і часу;
- уніфікувати опис систем різних рівнів - від локальних логістичних центрів до міжнародних транспортних коридорів.

У подальших дослідженнях дана модель може бути використана для розроблення алгоритмів оптимізації маршрутів, планування поставок деревини, прогнозування завантаженості транспортних мереж і підвищення ефективності міжнародної логістики лісопродукції.

3.2 Математична модель оптимізації функціонування логістичної системи міжнародних перевезень деревини

Оптимізація функціонування логістичної системи міжнародних перевезень деревини базується на пошуку такого розподілу потоків вантажів і ресурсів між елементами системи, який забезпечує досягнення цільових показників при мінімальних витратах ресурсів і часу.

Для побудови моделі введемо такі множини:

$E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$ - множина логістичних елементів (вузлів системи: пункти заготівлі, склади, порти, прикордонні переходи, споживачі);

$R = r_{ij}$ - множина зв'язків між елементами системи (маршрути перевезень);

$\Phi_M = \Phi_{ij}$ - множина матеріальних потоків деревини між вузлами;

$\Phi_F = \Phi_{ij}$ - множина фінансових потоків, пов'язаних із перевезеннями.

Кожний зв'язок r_{ij} характеризується транспортними параметрами:

- відстань d_{ij} ,
- вартість перевезення одиниці вантажу c_{ij} ,
- час транспортування t_{ij} ,
- пропускна здатність q_{ij}^{max} .

Метою є мінімізація сумарних витрат на перевезення всієї партії деревини з множини пунктів відправлення S до множини пунктів призначення T .

Математична модель може бути сформульована у вигляді задачі лінійного програмування:

$$\begin{aligned} \text{Мінімізувати} \quad & Z = \sum_{i \in S} \sum_{j \in T} c_{ij} \cdot x_{ij}, \\ \text{за обмежень:} \quad & \sum_{j \in T} x_{ij} = a_i, \quad \forall i \in S, \\ & \sum_{i \in S} x_{ij} = b_j, \quad \forall j \in T, \\ & x_{ij} \leq q_{ij}^{max}, \quad x_{ij} \geq 0, \end{aligned} \quad (3.20)$$

де x_{ij} - обсяг перевезення деревини з пункту i у пункт j ;

a_i - обсяг деревини, доступний для відправлення з пункту i ;

b_j - попит пункту призначення j .

Цільова функція Z відображає сумарні логістичні витрати, включаючи транспортні, митні, екологічні та часові компоненти.

У міжнародних перевезеннях деревини важливу роль відіграє часовий фактор, який може бути врахований через включення до моделі змінної часу доставки T_{ij} . Тоді загальна функція оптимізації набуває вигляду:

$$Z = \sum_{i,j} (\alpha c_{ij} + \beta t_{ij}) \cdot x_{ij} \rightarrow \min, \quad (3.21)$$

де α і β - вагові коефіцієнти, що визначають пріоритетність вартості чи часу.

Якщо пріоритетом є швидкість доставки (наприклад, для експорту пиломатеріалів, що мають обмежений строк зберігання), то $\beta > \alpha$. Якщо ж важливіше мінімізувати фінансові витрати - $\alpha > \beta$.

У міжнародній логістиці деревини велике значення мають ризики, пов'язані з погодними умовами, станом доріг, прикордонними затримками, або політичними чинниками. Тому введемо коефіцієнт ризику r_{ij} , який відображає імовірність успішного проходження маршруту без затримок.

Тоді очікувані приведені витрати можна подати як:

$$Z = \sum_{i,j} \frac{(\alpha c_{ij} + \beta t_{ij})}{r_{ij}} \cdot x_{ij} \rightarrow \min. \quad (3.22)$$

Чим менший коефіцієнт r_{ij} , тим більша ефективна «вартість» маршруту, що знижує його пріоритетність при виборі.

Логістична система повинна одночасно забезпечувати мінімальні витрати, короткий час доставки, високий рівень екологічності та безпеки. У цьому випадку формулюється багатокритеріальна задача:

$$\begin{cases} Z_1 = \sum_{i,j} c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min, \\ Z_2 = \sum_{i,j} t_{ij} x_{ij} \rightarrow \min, \\ Z_3 = \sum_{i,j} e_{ij} x_{ij} \rightarrow \min, \end{cases} \quad (3.23)$$

де e_{ij} - показник екологічного впливу (наприклад, викиди CO₂, енергоспоживання).

Загальна оптимізаційна функція може бути побудована як згортка часткових критеріїв за методом вагових коефіцієнтів:

$$Z = \lambda_1 Z_1 + \lambda_2 Z_2 + \lambda_3 Z_3 \rightarrow \min, \quad (3.24)$$

де λ_i - ваги, що відображають пріоритети системи (наприклад, $\lambda_1 = 0.5$, $\lambda_2 = 0.3$, $\lambda_3 = 0.2$).

У реальних умовах міжнародні перевезення деревини відбуваються у динамічному середовищі, коли змінюються тарифи, умови перетину кордону, наявність транспортних засобів тощо. Тому доцільно описати систему за допомогою диференціальних рівнянь:

$$\frac{dx_{ij}(t)}{dt} = f_{ij}(x_{ij}(t), u_{ij}(t), p_{ij}(t)), \quad (3.25)$$

де $x_{ij}(t)$ - поточний обсяг потоку на маршруті $i-j$;

$u_{ij}(t)$ - керуючий вплив (зміна маршруту, збільшення автопарку тощо);

$p_{ij}(t)$ - зовнішні параметри (митні правила, погодні умови, зміни тарифів).

Стан системи в цілому описується вектором потоків:

$$X(t) = [x_{ij}(t)], \quad \frac{dX}{dt} = F(X, U, P), \quad (3.26)$$

де F - оператор еволюції системи.

Метою управління є пошук такого керування $U(t)$, що забезпечує мінімум функціоналу витрат на інтервалі часу $[0, T]$:

$$J = \int_0^T Z(X(t), U(t)) dt \rightarrow \min. \quad (3.27)$$

Це дозволяє застосовувати методи оптимального керування (наприклад, принцип максимуму Понтрягіна або метод Лагранжа).

Теоретико-множинна модель може бути реалізована у вигляді обчислювального алгоритму, який включає такі основні етапи:

Ідентифікація множини вузлів E та маршрутів R .

Формування матриці витрат $C = [c_{ij}]$ та часу $T = [t_{ij}]$.

Розрахунок ризикових коефіцієнтів r_{ij} .

Побудова узагальненої цільової функції Z .

Розв'язання оптимізаційної задачі методами симплексу, цілочисельного або динамічного програмування.

Перевірка отриманого рішення на стійкість при зміні зовнішніх параметрів.

У комп'ютерній реалізації модель може бути інтегрована в логістичну інформаційну систему (LIS) або систему підтримки прийняття рішень (DSS), що дозволить у реальному часі адаптувати маршрути перевезень до поточної ситуації на ринку чи на митних переходах.

Розроблена математична модель оптимізації функціонування логістичної системи міжнародних перевезень деревини дозволяє формалізовано описати взаємодію потоків, маршрутів і ресурсів у межах теоретико-множинного підходу.

Її основні переваги полягають у:

- можливості уніфікації різних типів логістичних потоків (матеріальних, фінансових, інформаційних);
- адаптивності до динамічних змін середовища;
- здатності враховувати часові, екологічні та ризикові фактори;
- придатності до алгоритмічної реалізації в інформаційних системах управління.

В подальших дослідженнях ця модель може стати основою для створення інтелектуальної системи підтримки рішень у сфері міжнародної логістики

деревини, що забезпечуватиме автоматичний вибір оптимальних маршрутів на базі штучного інтелекту, прогнозування затримок і моделювання сценаріїв роботи транспортної мережі.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Охорона праці при заготівлі лісоматеріалів

Охорона праці у лісозаготівельній та транспортній діяльності є одним із найважливіших напрямів організації виробництва, що має на меті забезпечення безпеки працівників, збереження їхнього життя і здоров'я, попередження виробничого травматизму, аварій та пожеж. Особливість робіт, пов'язаних із заготівлею та транспортуванням деревини, полягає у високому рівні небезпеки, складних природних умовах, застосуванні потужної техніки, роботі на відкритих ділянках і в лісових масивах, де вплив природних факторів (рельєф, погода, нестабільність ґрунту, падіння дерев тощо) значно підвищує ризики для працівників.

Виробничий процес заготівлі деревини складається з низки етапів: валки дерев, очищення їх від гілок, трелювання, розкрязування, сортування та первинного складування. На кожному з цих етапів існують специфічні небезпеки, що потребують дотримання технологічної дисципліни та застосування системи профілактичних заходів.

Працівники, допущені до лісозаготівельних робіт, повинні пройти навчання з охорони праці, інструктаж з безпечних методів роботи, медичний огляд та перевірку знань. Роботи можуть виконуватись лише під керівництвом відповідальної особи, яка має відповідну кваліфікацію.

Під час валки дерев необхідно дотримуватись безпечної відстані між лісорубами - не менше 50 м у лісі та 70 м на відкритих площах. Напрямок валки має бути визначений з урахуванням рельєфу місцевості, розташування доріг, ліній електропередач, будівель, а також напрямку вітру. Перед початком валки обов'язково очищується робоче місце, визначаються шляхи відходу.

Валку дерев слід здійснювати механізованими засобами (лісосічними машинами, харвестерами) у разі можливості, оскільки це значно знижує ризик травмування. У випадку ручної валки бензомоторними пилами працівник

повинен користуватись засобами індивідуального захисту: захисним шоломом з візором, навушниками, антивібраційними рукавицями, спеціальним взуттям із металевим носком та антивібраційними вставками.

Особливу увагу приділяють безпеці під час очищення стовбура від гілок. Забороняється проводити це з боку падіння дерева або стоячи на зрубі. Роботи виконують з протилежного боку, дотримуючись безпечної дистанції від колег.

Трелювання - один із найнебезпечніших етапів заготівлі, що передбачає переміщення деревини від місця валки до проміжного складу або лісової дороги. Для цього застосовують трактори-трелювальники, канатні установки або спеціалізовані лісові машини.

Перед початком робіт механізатор повинен перевірити справність гальм, гідравлічної системи, зчіпних пристроїв, канатів і лебідок. Рух техніки дозволяється лише визначеними трелювальними волоками, які мають бути очищені від пнів, каменів і гілок. Забороняється перебування людей на шляху руху техніки або біля натягнутих канатів, оскільки обрив канату може призвести до тяжких травм.

При роботі на схилах понад 15° особливо важливо контролювати стійкість техніки. Не допускається рух із перевищенням безпечної швидкості, транспортування деревини по слизьких ділянках без протиковзких пристроїв.

Під час роботи трелювальників організовується чіткий зв'язок між оператором машини та працівниками на ділянці (радіозв'язок або звукові сигнали).

На лісосіках, де відбувається розкряжування і сортування деревини, встановлюються зони безпеки. Під час розпилювання забороняється перебування осіб ближче ніж за 10 м від пилки, а під час роботи стрічкових або дискових пил - ближче ніж за 5 м.

Місце розкряжування повинно бути рівним, без каменів і сторонніх предметів. Усі працівники зобов'язані використовувати захисні окуляри, каски, рукавиці, захисні штани з антирозривною тканиною.

На проміжних і верхніх складах деревини велике значення має правильне укладання штабелів. Висота штабеля не повинна перевищувати 1,5 м при ручному укладанні та 3 м - при механізованому. Між штабелями залишають проходи шириною не менше 1 м для безпечного пересування працівників.

Транспортування деревини автомобільним або залізничним транспортом вимагає дотримання правил безпечного навантаження, кріплення та розвантаження. Перед виїздом у рейс водій повинен перевірити технічний стан автомобіля, справність гальм, рульового управління, системи освітлення, гідравліки та фіксаторів вантажу.

Навантаження деревини здійснюється механізовано - за допомогою гідроманіпуляторів або кранів. Роботи виконуються під керівництвом відповідального працівника. Перебування людей у зоні дії стріли крана під час підйому або опускання вантажу заборонено.

Під час кріплення колод на транспортному засобі використовують металеві ланцюги, сталеві троси або спеціальні стрічкові стяжки, що мають маркування та сертифікат міцності. Забороняється використання канатів із пошкодженнями, надривами чи іржею.

Рух транспортних засобів із деревиною здійснюється за встановленими маршрутами з урахуванням вантажопідйомності доріг, мостів та погодних умов. Водії повинні дотримуватись обмеження швидкості, особливо на поворотах, спусках та підйомах. У зимовий період транспорт має бути оснащений ланцюгами протиковзання.

Особливу увагу слід приділяти роботі при розвантаженні деревини на нижніх складах або лісопереробних підприємствах. Перед початком розвантаження територія очищується, забороняється перебування сторонніх осіб у небезпечній зоні. При перевертанні колод необхідно використовувати гаки, ломики або спеціальні штовхачі, не допускаючи контакту руками з нестійкими штабелями.

Працівники лісозаготівельних і транспортних підрозділів зобов'язані користуватись сертифікованими засобами індивідуального захисту (ЗІЗ), що

відповідають умовам виконання робіт. Комплект ЗІЗ включає каску, захисні окуляри, рукавиці, сигнальний жилет, антивібраційні черевики, навушники або протишумні вкладиші. Для робіт із бензопилами обов'язкові штани з антирозрізним прошарком, які попереджають травмування при зіткненні з ланцюгом пилки.

Профілактика травматизму передбачає регулярне проведення інструктажів, технічних оглядів обладнання, а також створення безпечних умов праці відповідно до вимог НПАОП 02.0-1.02-05 “Правила охорони праці для лісового господарства”.

Під час виконання лісозаготівельних робіт існує ризик виникнення пожежі внаслідок іскроутворення, роботи двигунів внутрішнього згоряння, необережного поводження з вогнем. На кожній ділянці повинні бути передбачені засоби пожежогасіння: вогнегасники, лопати, ємності з водою, мінералізовані смуги.

Роботи з обслуговування та заправки техніки проводяться в спеціально відведених місцях на відстані не менше 50 м від лісових масивів. Забороняється зберігати паливо, мастильні матеріали безпосередньо на лісосіці.

Важливим напрямом є дотримання екологічних вимог: недопущення забруднення ґрунту паливом і мастилами, утилізація відходів і тари відповідно до екологічних норм, запобігання пошкодженню молодняку та підросту.

Для ефективного управління безпекою праці на підприємствах лісової галузі впроваджується система управління охороною праці (СУОП), що базується на стандартах ISO 45001. Основними її складовими є аналіз ризиків, планування профілактичних заходів, моніторинг виробничих процесів, проведення аудитів і постійне вдосконалення умов праці.

Кожен працівник повинен бути поінформований про свої права і обов'язки у сфері охорони праці, а керівництво зобов'язане забезпечити належний контроль за виконанням вимог техніки безпеки, своєчасне навчання, медичні огляди та надання спецодягу.

Охорона праці при заготівлі та транспортуванні лісоматеріалів - це багаторівнева система заходів, що поєднує технічні, організаційні, санітарно-гігієнічні, протипожежні та екологічні аспекти. Її ефективність визначається не лише наявністю нормативної бази, але й культурою безпеки працівників, які усвідомлюють ризики та дотримуються правил. Впровадження сучасних механізованих технологій, постійне навчання персоналу та контроль технічного стану обладнання є запорукою зниження травматизму, підвищення продуктивності праці та збереження природного середовища.

4.2. Розрахунок безпечної зони при валці дерев

Під час валки дерева формується небезпечна зона, радіус якої залежить від висоти дерева h та коефіцієнта запасу k , що враховує похибки напрямку падіння, нерівність рельєфу й можливість відскоку.

Радіус безпечної зони визначається за формулою:

$$R = k \cdot h \quad (4.1)$$

де R - радіус небезпечної зони, м;

h - висота дерева, м;

k - коефіцієнт запасу безпеки (приймається в межах 1,3–1,5).

Наприклад, для дерева висотою 25 м при $k = 1,4$:

$$R = 1,4 \times 25 = 35 \text{ м.}$$

Отже, робітники повинні знаходитись не ближче ніж за 35 м від напрямку валки, що гарантує уникнення травм при падінні дерева.

Умови стійкості техніки при трелюванні на схилах

Робота тракторів і трелювальних машин на похилих ділянках вимагає перевірки коефіцієнта стійкості техніки, який визначається співвідношенням моментів сил тяжіння та перекидання:

$$K_c = \frac{M_t}{M_p} \quad (4.2)$$

де $M_t = G \cdot b/2$) - момент сили тяжіння де G - вага машини, b - ширина колії,

$M_p = G \cdot h_c \cdot \tan \alpha$ - момент сили, що перекидає де h_c - висота центра ваги, α - кут нахилу схилу.

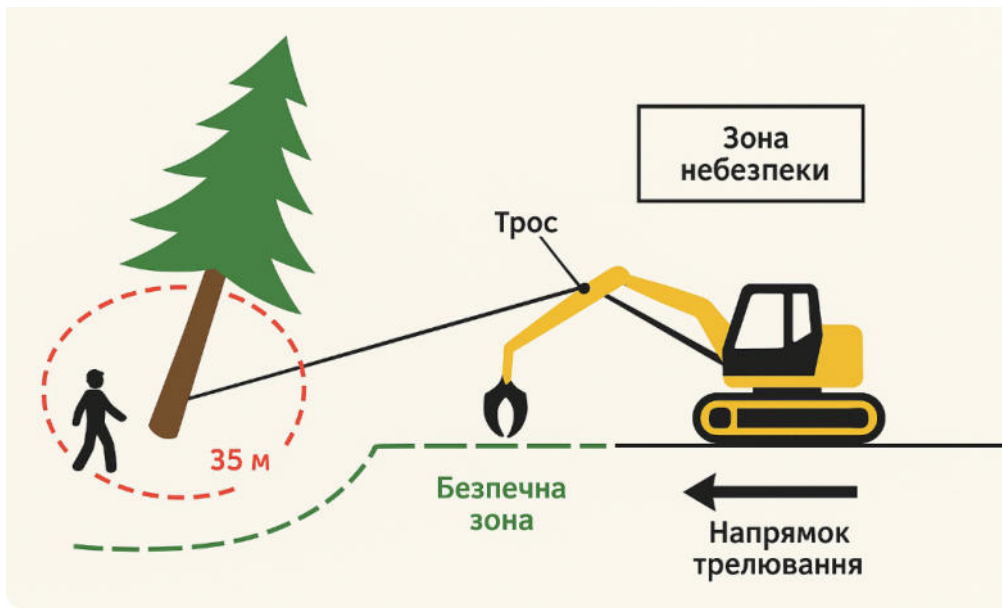


Рисунок 4.1. Схема безпечної заготівлі лісоматеріалів

Умова безпечної роботи:

$$K_c > 1,25$$

Якщо K_c наближається до 1, машина працює на межі стійкості, тому рух по такому схилу заборонено.

Для прикладу:

$$b = 2,2 \text{ м}, h_c = 1,0 \text{ м}, \alpha = 15^\circ.$$

Тоді:

$$K_c = \frac{b}{2h_c \tan \alpha} = \frac{2,2}{2 \times 1,0 \times 0,2679} = 4,1 > 1,25$$

Отже, робота на схилі 15° безпечна.

Розрахунок мінімальної безпечної відстані між технічними засобами

Під час трелювання або навантаження деревини на складі мінімальна безпечна відстань між одиницями техніки визначається за формулою:

$$L_{min} = V \cdot t_r + 0,5V^2/(g \cdot f) \quad (4.3)$$

де V - швидкість руху техніки, м/с;

t_r - час реакції оператора (0,7–1,2 с);

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

f - коефіцієнт зчеплення коліс із ґрунтом (0,35–0,5).

Припустимо, що швидкість руху 5 м/с (18 км/год), $t_r = 1$ с, $f = 0,4$.

$$L_{min} = 5 \times 1 + 0,5 \times 25 / (9,81 \times 0,4) = 5 + 3,2 = 8,2 \text{ м}$$

Таким чином, між машинами необхідно забезпечити мінімум 8 метрів для уникнення зіткнень.

Розрахунок безпечного навантаження на стропи при транспортуванні колод.

Під час підйому деревини кранами або гідроманіпуляторами важливо визначити максимально допустиме навантаження на строп.

$$P_{стр} = \frac{G}{n \cdot \cos \beta} \quad (4.4)$$

де G - маса колоди, Н;

n - кількість стропів;

β - кут між вітками стропа та вертикаллю.

Для колоди масою $G = 5000$ Н, $n = 2$, $\beta = 30^\circ$:

$$P_{стр} = \frac{5000}{2 \times \cos 30^\circ} = \frac{5000}{1,732} = 2886 \text{ Н}$$

Це значення повинно бути менше від паспортного допустимого навантаження стропа (для канату діаметром 8 мм воно становить приблизно 5000 Н), тобто робота безпечна.

Оцінка ризику травматизму при роботі з бензопилою

Імовірність виникнення травми можна оцінити як добуток частоти потенційної події f , тяжкості наслідків s і коефіцієнта впливу людського фактора k_h :

$$R = f \cdot s \cdot k_h \quad (4.5)$$

де f - кількість потенційно небезпечних ситуацій за зміну;

s - умовна оцінка тяжкості (1–10);

k_h - коефіцієнт дисципліни працівника (0,5–1,5).

Якщо, наприклад, працівник створює 0,2 небезпечні ситуації за зміну $f = 0,2$, тяжкість оцінюється як 7, а дисципліна низька $k_h = 1,3$, то:

$$R = 0,2 \times 7 \times 1,3 = 1,82$$

Якщо гранично допустимий рівень ризику $R_{don} = 1,0$, то результат свідчить про підвищену небезпеку, що потребує посилення інструктажу або автоматизації процесу.

Розрахунок допустимого рівня шуму та вібрацій

Робота бензопил, трелювальних тракторів і вантажної техніки супроводжується шумом і вібраціями, що впливають на організм оператора. Еквівалентний рівень шуму визначається за формулою:

$$L_{eq} = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{T} \int_0^T 10^{L(t)/10} dt \right) \quad (4.6)$$

де $L(t)$ - миттєве значення рівня шуму, дБА;

T - час вимірювання, с.

Допустимий рівень шуму для робіт у лісі становить не більше 85 дБА (згідно з ДСН 3.3.6.037-99). Якщо фактичний рівень перевищує норму, працівники повинні використовувати протишумні навушники або вкладки, що знижують тиск звукової хвилі не менше ніж на 20 дБА.

Розрахунок температурних умов та енергетичних витрат працівників

Під час тривалих лісозаготівельних робіт на відкритому повітрі температура навколишнього середовища впливає на працездатність працівників. Оптимальний тепловий баланс описується рівнянням:

$$Q_{\text{вир}} = Q_{\text{втр}} \quad (4.7)$$

де $Q_{\text{вир}} = M \cdot t$ - енергія, що виробляється організмом (M - потужність м'язової роботи, t - час),

$Q_{\text{втр}} = Q_{\text{конв}} + Q_{\text{радіац}} + Q_{\text{випар}}$ - втрати тепла конвекцією, випромінюванням і випаровуванням.

При порушенні цього балансу настає переохолодження або перегрів, що також розглядається як небезпечний виробничий фактор.

Науково обґрунтовані розрахунки показують, що система охорони праці у лісозаготівельних і транспортних процесах має базуватись не лише на нормативних вимогах, а й на аналітичному контролі фізичних параметрів безпеки. Застосування формул для визначення зон небезпеки, коефіцієнтів

стійкості машин, оптимальних відстаней і навантажень дозволяє створювати інженерну систему управління ризиками на підприємствах лісової галузі.

Впровадження сучасних систем моніторингу, сенсорного контролю положення техніки, електронних журналів інструктажів і датчиків навантаження сприяє подальшому зниженню рівня травматизму, підвищенню продуктивності праці та формуванню безпечного виробничого середовища.

4.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях при заготівлі лісу

Організація заготівлі лісоматеріалів є складним технологічним процесом, який включає валку дерев, їх трелювання, транспортування та первинну обробку. Всі ці етапи відбуваються у природному середовищі, яке характеризується високою мінливістю погодних умов, складністю рельєфу та наявністю природних ризиків. Одним із найважливіших аспектів забезпечення ефективності і сталості лісозаготівельного виробництва є безпека працівників і зменшення ймовірності виникнення надзвичайних ситуацій природного або техногенного характеру. У цьому контексті особливе значення мають заходи протипожежної безпеки, оскільки лісові пожежі становлять серйозну загрозу не лише для лісового господарства, але й для навколишнього середовища та життя людей.

Характеристика потенційних надзвичайних ситуацій у лісозаготівельній діяльності.

У процесі заготівлі лісоматеріалів існує низка потенційних джерел небезпеки, що можуть призвести до надзвичайних ситуацій. До природних належать лісові пожежі, буреломи, паводки, зсуви ґрунтів, шкідливі метеорологічні явища (бурі, грози, сильні вітри). До техногенних - аварії лісозаготівельної техніки, витoki пального та мастильних матеріалів, пошкодження гідравлічних систем, ураження електричним струмом, вибухи двигунів внутрішнього згорання тощо.

Серед усіх видів надзвичайних ситуацій на лісозаготівельних підприємствах найбільш небезпечними є пожежі. Вони можуть виникати як унаслідок природних причин (високі температури, блискавки, посуха), так і в результаті людської діяльності - необережного поводження з вогнем, несправності машин, використання відкритого полум'я, паління в заборонених місцях або недотримання техніки безпеки при експлуатації двигунів і паливних систем.

Причини виникнення пожеж у лісозаготівельній галузі.

Основними причинами виникнення пожеж у лісових масивах, де проводяться заготівельні роботи, є:

- іскроутворення під час роботи бензопил, трелювальних тракторів, лісовозів;
- витік палива або мастила з техніки на розігріті елементи двигуна;
- спалювання відходів лісозаготівлі (гілля, кори, трісок) без дотримання правил безпеки;
- залишення недопалків, сірників, відкритого полум'я поблизу лісу;
- розведення вогнищ у період підвищеної пожежної небезпеки;
- блискавки, які підпалюють суху траву або дерева.

Під час інтенсивних заготівель у спекотну пору року ризик загоряння різко зростає, оскільки у процесі валки дерев, збирання гілля та переміщення деревини утворюється значна кількість сухих залишків - горючого матеріалу, який може швидко поширювати вогонь.

Організаційні заходи безпеки під час лісозаготівель

Для попередження виникнення надзвичайних ситуацій на підприємствах лісового господарства має бути розроблена і впроваджена система протипожежних та аварійно-рятувальних заходів. Вона включає:

- створення планів локалізації та ліквідації аварій (ПЛАС);
- інструктаж і навчання працівників правилам пожежної безпеки та діям у разі виникнення пожежі;

- оснащення лісозаготівельних ділянок засобами пожежогасіння (вогнегасники, ємності з водою, пісок, брезентові покривала);
- регулярний технічний огляд двигунів, паливних систем і гідравліки техніки;
- визначення безпечних місць для стоянки машин і заправки паливом;
- створення мінералізованих смуг навколо ділянок заготівлі для запобігання поширенню вогню;
- організацію пожежних постів у місцях інтенсивних робіт.

Особлива увага приділяється розробці інструкцій дій персоналу під час виникнення пожежі. Працівники повинні знати місцезнаходження засобів зв'язку, вогнегасників, напрямки евакуації і порядок оповіщення місцевих служб ДСНС.

Технічні аспекти безпеки та гасіння пожеж.

Сучасні лісозаготівельні підприємства використовують спеціальні технічні засоби для боротьби з пожежами. Це пересувні пожежні установки, мотопомпи, трактори з плугами для створення протипожежних розривів, а також дрони для моніторингу стану лісових масивів.

Для оперативного гасіння невеликих осередків займання застосовують ранцеві вогнегасники, водомети, ручні лопати та багри. У разі великих лісових пожеж задіюються пожежні автомобілі підвищеної прохідності, літаки-амфібії (типу Ан-32П), вертольоти з водозливними пристроями.

Під час роботи в зоні загоряння техніка має бути обладнана іскрогасниками, захисними щитками та вогнестійкими кабелями. Забороняється проводити лісозаготівельні роботи при сильному вітрі, коли існує ризик перекидання полум'я.

У разі розповсюдження вогню на великій площі організовується локалізація пожежі шляхом створення мінералізованих смуг, знищення дерев і чагарників у напрямку руху полум'я, прокладання захисних траншей.

5. Безпека персоналу під час надзвичайних ситуацій

Безпека працівників у надзвичайних ситуаціях передбачає не лише технічну готовність, а й психологічну стійкість, знання алгоритмів дій і наявність засобів індивідуального захисту. У кожного працівника повинна бути аптечка, засоби зв'язку, сигнальний жилет, каска, рукавиці, респіратор і термостійкий одяг.

У разі пожежі персонал має діяти злагоджено:

- негайно повідомити керівника робіт і службу порятунку;
- відключити двигуни техніки, перекрити паливні магістралі;
- евакуюватися в безпечну зону, протилежну напрямку вітру;
- за можливості локалізувати займання первинними засобами.

Велике значення має наявність системи зв'язку між бригадами та диспетчером, що забезпечує швидке реагування на надзвичайну ситуацію.

Оцінка ризиків і профілактика надзвичайних ситуацій

Для підвищення рівня безпеки лісозаготівельного процесу проводиться ідентифікація небезпечних факторів та оцінка ризиків за ймовірністю їх виникнення і можливими наслідками. Результати аналізу використовуються для розробки профілактичних заходів, таких як підвищення рівня механізації робіт, дистанційне керування технікою, впровадження систем моніторингу пожежної небезпеки (наприклад, автоматизованих систем раннього виявлення диму через камери і датчики).

Профілактика також передбачає регулярне очищення лісосік від горючих відходів, створення протипожежних розривів між ділянками, обмеження в'їзду сторонніх осіб та транспорту в пожежонебезпечний період.

Безпека в надзвичайних ситуаціях при заготівлі лісоматеріалів є ключовою складовою раціонального ведення лісового господарства. Ефективна система протипожежного захисту ґрунтується на комплексі організаційних, технічних і профілактичних заходів, що забезпечують своєчасне попередження, виявлення і ліквідацію пожеж. Сучасні технології моніторингу, автоматизація процесів і підготовка персоналу дозволяють суттєво знизити ризики для людей і природи. Таким чином, упровадження інтегрованої системи безпеки на лісозаготівельних

підприємствах є не лише вимогою законодавства, але й запорукою екологічної стабільності, економічної ефективності та збереження природних ресурсів України.

4.4 Оцінювання ризиків пожеж при заготівлі лісоматеріалів

Оцінювання ризиків пожеж у зоні заготівлі лісоматеріалів має починатися з кількісного моделювання можливого розвитку вогню. Для практичного інженерного аналізу можна застосувати спрощену емпіричну модель швидкості поширення полум'я R , яка корелює швидкість руху фронту полум'я зі швидкістю вітру U та вологістю палива M . У цьому дослідженні прийнято базову формулу $R = a \cdot U^b \cdot \exp^{-c \cdot M}$, де a , b , c - емпіричні коефіцієнти, що калібруються під локальні умови. Така модель дозволяє швидко оцінити порядок величини R і провести подальші розрахунки без глибокого чисельного моделювання. У прикладі, де вітер 5 м/с і вологість 15 %, модель дає $R \approx 0.146$ м/с (значення наведено в таблиці), що відповідає руху полум'я приблизно 0.146 метрів за секунду.

Пожежна інтенсивність фронту I визначається як добуток теплоти згоряння палива H , його маси на одиницю поверхні w і швидкості розповсюдження фронту R : $I = H \cdot w \cdot R$ (кДж/м/с). Для деревини тепло згоряння H можна приймати близько 18 000 кДж/кг; у типових ділянках запас палива w часто знаходиться в межах кількох кг/м² - у нашому прикладі взято $w = 3$ кг/м². Ця величина I є критичною: по-перше, вона дозволяє оцінити зусилля, необхідні для фізичної локалізації вогню, по-друге, на її основі визначають геометрію полум'я і потреби в ресурсах. Зокрема, для розуміння загрози для людей корисно оцінити довжину полум'я L за емпіричною формулою Байрама $L = 0.0775 \cdot I^{2/3}$. У прикладі довжина полум'я виявилася порядку кількох метрів, що визначає зони термального опромінення і безпечні відстані від фронту.

Розрахунок потреби у воді для безпосереднього гасіння може бути виконаний енергетичним балансом: енергія, що виділяється на одиницю фронту, має бути погашена шляхом випаровування води. У спрощеній моделі витрата

води на метр фронту q обчислюється як $q = I/(\lambda \cdot \eta)$, де λ - теплота випаровування води (≈ 2257 кДж/кг), η - ефективність використання енергії гасіння (враховує неідеальність переносу тепла, у прикладі $\eta = 0.6$). Результат дає витрату у кг/с на метр фронту, що практично збігається з літрами на секунду на метр фронту. Для фронту завдовжки 100 метрів у нашому прикладі виявляється потреба у кількох сотнях літрів на секунду сумарно, тобто для такого фронту може знадобитися кілька насосних установок по 10 L/s кожна (точна кількість наведена в таблиці).

Один із ключових показників безпеки персоналу - час евакуації. Якщо працівники знаходяться на відстані D від безпечної зони, критичний час евакуації t_{evasu} можна оцінити простим співвідношенням $t = D/R$. При значенні $R \approx 0.146$ м/с для дистанції 200 м час евакуації складе близько 22.8 хвилин. Ця проста оцінка підкреслює важливість заблаговременного виявлення пожежі та організації ближчих до місць робіт безпечних укриттів чи евакуаційних коридорів, оскільки фактичні умови (швидкість вітру, рельєф, наявність перепон) можуть значно змінювати ефективну швидкість поширення полум'я.

У практичному проєктуванні протипожежних заходів ці формули слід використовувати як інструмент попередньої оцінки і планування ресурсів. Вони дають змогу визначити мінімальну продуктивність насосів, необхідну довжину мінералізованих смуг для гасіння, орієнтовні відстані евакуації та часові інтервали для оповіщення. Для остаточних рішень необхідно прив'язати параметри до місцевих польових даних: виміряних запасів палива (т/га), середнього профілю вологості по сезону, топографії ділянок і реальної прохідності техніки. Також слід враховувати додаткові фактори, такі як можливість блискавкового підпалювання, наявність скупчень горючих відходів поруч із робочими майданчиками, і людський фактор (швидкість оповіщення і час реакції бригади).

Із погляду практичної безпеки, розрахунки показують: навіть за помірних вхідних умов потрібні заздалегідь підготовлені ресурси і чіткі маршрути евакуації. Тому при підготовці лісозаготівельних ділянок слід проєктувати і утримувати мінералізовані смуги шириною, що перевищує очікувану довжину

полум'я плюс запас на випадок швидкого зміни вітру; забезпечувати мінімальну відстань до безпечних зон, яка дозволяє евакуюватися не пізніше, ніж за час, визначений розрахунком $t = D/R$; мати достатню кількість насосів і резервуарів з водою, щоб забезпечити необхідну витрату на метр фронту; а також регулярно проводити навчальні тренування персоналу з відпрацювання оповіщення й евакуації.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В результаті виконання магістерської роботи проведено комплексне дослідження теоретичних, аналітичних і практичних аспектів проектування технології перевезення деревини із Західної України до країн Європейського Союзу, зокрема до Австрії. Робота поєднує наукові підходи логістичного моделювання з практичним аналізом транспортних процесів лісопромислового комплексу.

У теоретичному розділі систематизовано сучасні підходи до організації транспортного процесу та визначено місце транспорту у структурі матеріального виробництва. Розкрито особливості перевезення лісоматеріалів в Україні, проведено класифікацію транспортних засобів і розглянуто чинники, що впливають на ефективність логістичних операцій. Обґрунтовано вибір моделей транспортування, схем перевезень, місць розташування терміналів і прикордонних пунктів пропуску.

В аналітико-дослідницькому розділі здійснено детальний аналіз діяльності підприємства «Карпати Ліс», що займається заготівлею та експортом деревини. Виявлено основні проблеми у сфері транспортування — значні витрати на логістику, сезонні обмеження руху, нестабільність пропускної здатності пунктів пропуску, а також недостатній рівень цифровізації транспортного планування. Проведено оцінку транспортних маршрутів і ефективності існуючих схем доставки, що дозволило визначити напрями вдосконалення логістичних процесів.

У проектно-рекомендаційному розділі розроблено методику вибору оптимальної схеми транспортно-технологічного процесу міжнародних перевезень деревини. Запропоновано теоретико-множинну модель логістичної системи, яка описує взаємодію елементів транспортної мережі, інформаційних потоків, складів і терміналів. На основі цієї моделі побудовано математичну модель оптимізації функціонування логістичної системи, що дозволяє мінімізувати загальні витрати і час доставки за рахунок раціоналізації маршрутів

і узгодження роботи транспортних засобів. Отримані результати підтверджують доцільність використання методів логістичного моделювання та цифрових інструментів для підвищення ефективності експорту лісоматеріалів.

У розділі з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях розроблено практичні рекомендації з організації безпечної роботи при заготівлі деревини, розраховано безпечні зони під час валки дерев і оцінено ризики пожеж. Особлива увага приділена створенню системи запобігання надзвичайним ситуаціям та підвищенню рівня підготовки персоналу.

Проведене дослідження дозволило:

- сформулювати науково обґрунтовані підходи до проектування транспортно-логістичних систем для міжнародних перевезень деревини;
- обґрунтувати вибір оптимальних транспортних засобів і маршрутів перевезення;
- визначити фактори, що найбільше впливають на ефективність експорту деревини;
- розробити модель управління логістичною системою, придатну для практичного використання на підприємствах лісового комплексу України.

Результати магістерської роботи мають як теоретичне, так і прикладне значення. Вони можуть бути використані для вдосконалення логістичних процесів на підприємствах ліспромислової галузі, планування транскордонних перевезень та розробки цифрових інструментів управління транспортними потоками у сфері експорту деревини.

Ключові результати дослідження: підвищення ефективності логістики деревини за рахунок оптимізації маршрутів, мінімізації витрат і скорочення часу перевезення; підвищення рівня безпеки робіт у лісозаготівельній галузі; створення методичної бази для подальших досліджень транспортної логістики у міжнародному контексті.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Булич Артем Вікторович. Визначення показників ефективності маршруту при перевезенні лісоматеріалів : кваліфікаційна робота бакалавра. Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2024. Режим доступу: <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/46302>
2. Олійничук Роман, Канюка Віталій. Розслідування незаконної порубки або незаконного перевезення, зберігання, збуту лісу та його експертне забезпечення // Актуальні проблеми правознавства. 2024. Режим доступу: <https://appj.wunu.edu.ua/index.php/appj/article/view/1343>
3. Ломотько Марина Дмитрівна. Формування ланцюга постачання вантажів у контейнерах на основі «зеленої» логістики // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. 2024. Номер 1 (28). Режим доступу: <https://jiks.kart.edu.ua/article/view/276347>
4. Pandur Zoran, Gajsek Matevz, Poje Andrej, Krč Janez. Energy efficiency of timber transport by trucks on hilly forest roads // Forestist. 2021. Volume 72. Number 1. Pages 20–28. Режим доступу: https://forestist.org/Content/files/sayilar/445/FRSTST_20210012_nlm_new_indd.pdf
5. Palander Tapio. Outsourcing issues of wood supply chain management in the forest industry // Forest Science. 2022. Volume 68. Issue 5–6. Pages 521–532. DOI: <https://doi.org/10.1093/forsci/fxac029>
6. Kaulen Andreas, Stopfer Lukas, Lippert Klaus, Pürrfürst Thomas. Systematics of forestry technology for tracing the timber supply chain // Forests. 2023. Volume 14. Number 9. Article 1718. DOI: <https://doi.org/10.3390/f14091718>
7. Mensah Prince, Rojas Oscar, Nakijama Kenshi, Hossain Mohammad, Pradhan Biswajeet. The global supply chain of wood products: A literature review // Forests. 2025. Volume 16. Number 7. Article 1036. Режим доступу: <https://www.mdpi.com/1999-4907/16/7/1036>
8. Stoilov Stanimir, Dimitrov Georgi, Iliev Ilia, Radkov Rumen. Performance evaluation of long-distance road transport in wood supply chain // Forests.

2025. Volume 16. Number 5. Article 781. Режим доступу:
<https://www.mdpi.com/1999-4907/16/5/781>
9. He Zhi, Xu Hongming, Liu Chang, Li Jian, Wei Xiaodong. A systematic review on technologies and Industry 4.0 in the forest supply chain // Logistics. 2021. Volume 5. Article 88. Режим доступу:
<https://www.econstor.eu/bitstream/10419/310211/1/1789957788.pdf>
10. Palander Tapio, Pekkola Milla, Häyrynen Liisa, Kärhä Kalle. Forest supply chains during digitalization // Sustainable Production and Consumption. 2024. Режим доступу: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40725-024-00218-4>
11. Kogler Christoph, Rauch Paul. Discrete-event simulation of multimodal and unimodal transportation in the wood supply chain // Silva Fennica. 2018. Volume 52. Issue 4. Article 9984. DOI: <https://doi.org/10.14214/sf.9984>
12. Kogler Christoph, Gronalt Manfred, Rauch Paul. Planning methods and decision support systems in vehicle routing problems for timber transportation – a review // Simulation Notes Europe (SNE). 2022. Volume 34. Issue 2. Режим доступу:
https://www.sne-journal.org/fileadmin/user_upload_sne/SNE_Issues_OA/SNE_34_2/articles/sne.34.2.10681.tn.OA.pdf
13. Sazonets Oleksii. Optimization of transportation costs in woodworking industry in Ukraine // Scientific and Technical Journal. 2020. Режим доступу:
<https://st.umsf.in.ua/index.php/journal/article/view/59>
14. Лаврухін Олександр Володимирович. Вантажні перевезення на залізничному транспорті : підручник. Харків : Український державний університет залізничного транспорту, 2015. Режим доступу:
<https://lib.kart.edu.ua/bitstream/123456789/2372/1/Підручник.pdf>
15. Кривещенко Віктор. Міжнародні перевезення в системі логістичної діяльності підприємств: виклики в умовах війни // Економіка та суспільство. 2024. Режим доступу:
<https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/4402>

16. Безсмертна Олена Вікторівна, Мороз Олександр Олександрович, Білоконь Тетяна Миколаївна. Логістика : навчальний посібник. Вінниця : Вінницький національний технічний університет, 2018. Режим доступу: <https://dspace.nuft.edu.ua/bitstreams/ae371a9d-40fe-497f-944b-9afba063cd8c/download>
17. Верховна Рада України. Закон України «Про внесення змін до Закону щодо порядку видачі сертифікатів про походження лісоматеріалів» від 09 квітня 2015 року № 325-VIII. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/go/325-19>
18. Gupta Saurabh, Adhikari Sudip, Hlali Akram. A review of sustainable practices in road freight transport // arXiv preprint. 2024. Режим доступу: <https://arxiv.org/abs/2403.19848>
19. Datta Debarun, Muthiah Sivakumar, Simeone James, Meadows Andrew, Ramakrishnan Naren. Scrutinizing shipment records to thwart illegal timber trade // arXiv preprint. 2022. Режим доступу: <https://arxiv.org/abs/2208.00493>