

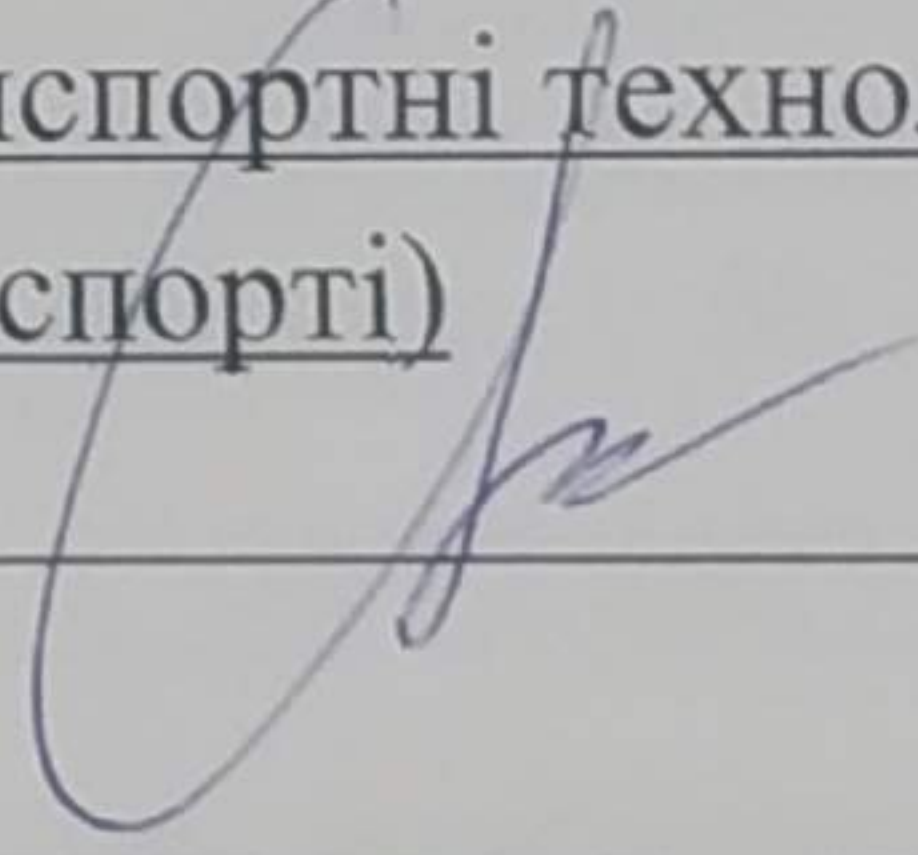
Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

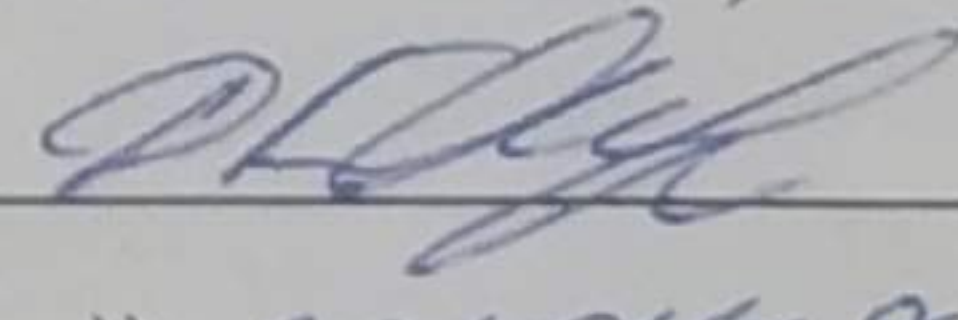
на тему:

«Вдосконалення процесу перевезення деревини на базі товариства з обмеженою відповідальністю «Столярний світ» місто Вінниця»

Виконав: студент 2-го курсу, групи 1ТТ-22м спеціальності 275 – Транспортні технології (за видами), спеціалізація 275.03 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

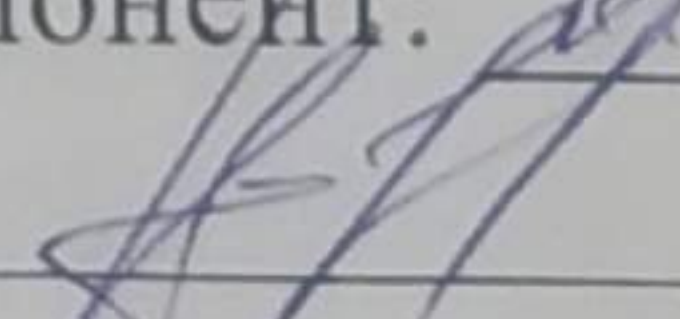

Саблук О.М.

Керівник: к.т.н., ст. викладач каф. АТМ


Борисюк Д.В.

«5» грудня 2023 р.

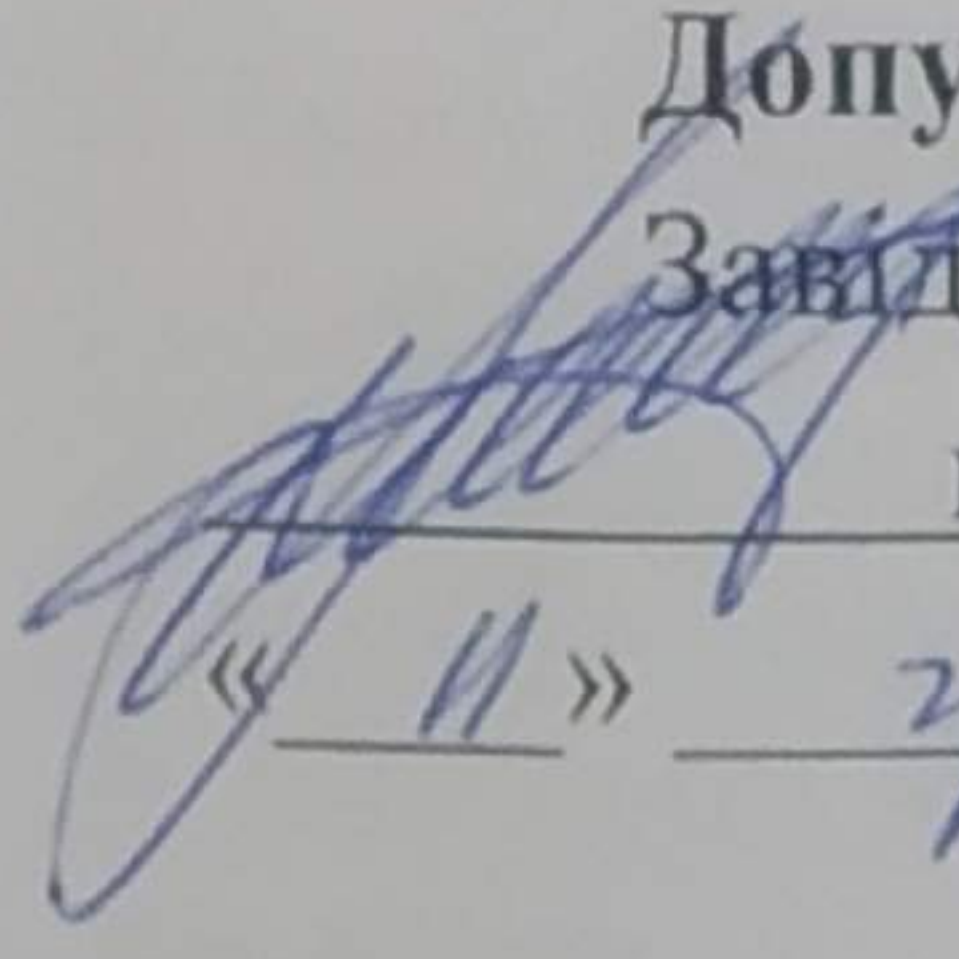
Опонент: к.т.н., доц. каф. ТАМ


Піончук О.В.

«8» грудня 2023 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри АТМ


к.т.н., доц. Цимбал С.В.

«11» грудня 2023 р.

Вінниця ВНТУ – 2023 рік

2023/12/20 15:17

Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

Рівень вищої освіти II-й (магістерський)
Галузь знань – 27 – Транспорт
Спеціальність 275 – Транспортні технології (за видами)
Спеціалізація 275.03 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті)
Освітньо-професійна програма – Транспортні технології на автомобільному транспорті

ЗАТВЕРДЖУЮ
завідувач кафедри АТМ
к.т.н., доцент Цимбал С.В.

«19» 12 2023 року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Саблуку Олексію Миколайовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Вдосконалення процесу перевезення деревини на базі товариства з обмеженою відповідальністю «Столярний світ» місто Вінниця, керівник роботи Борисюк Дмитро Вікторович, к.т.н., затверджені наказом ВНТУ від «18» вересня 2023 року № 247.
2. Строк подання студентом роботи: 04.12.2023 р.
3. Вихідні дані до роботи: Вимоги до конструкції та експлуатації автотранспортних засобів (діючі міжнародні, державні, галузеві стандарти та технічні умови заводів-виробників автомобільної техніки); законодавство України в галузі безпеки руху, охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях; структура автопарку України; район експлуатації автомобілів – Україна; досліджувані моделі АТЗ – товариства з обмеженою відповідальністю «Столярний світ» місто Вінниця; об'єкт дослідження – особливості транспортно-технологічних процесів міжнародних перевезень деревини автомобільним транспортом; похибка прогнозування досліджуваних показників не більше – 10%.
4. Зміст текстової частини:
 1. Дослідження процесу перевезення деревини на базі ТОВ «Столярний світ» (м. Вінниця)
 2. Дослідження транспортно-технологічних процесів міжнародних перевезень деревини автомобільним транспортом
 3. Методика вибору схеми транспортно-технологічного процесу міжнародних перевезень деревини
 4. Визначення ефективності методики вибору схем транспортно-технологічного процесу перевезень деревини
 5. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

2023/12/20 15:17

5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

1-2. Тема, мета та завдання дослідження

3. Загальна характеристика ТОВ «Столярний світ»

4. Схема шляху доставки деревини «Ділянка-споживач»

5. Варіанти лісовозних автомобілів

6. Схема двоетапного вивезення деревини

7. Схема «прямого» вивезення деревини

8-9. Дані для моделювання

10. Методика підтримки прийняття рішень щодо обґрунтування вибору схеми транспортно-технологічного процесу міжнародних перевезень деревини

11. Діаграма процесу

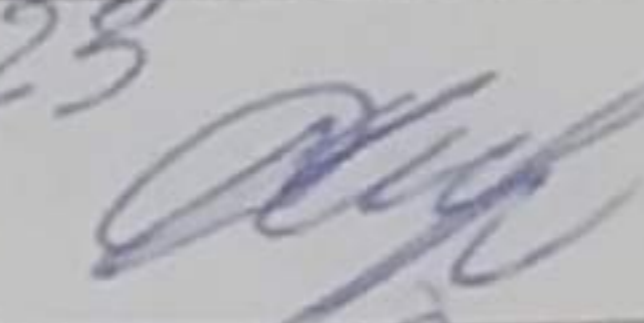
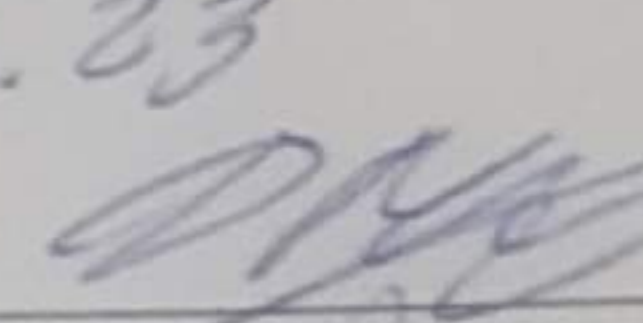
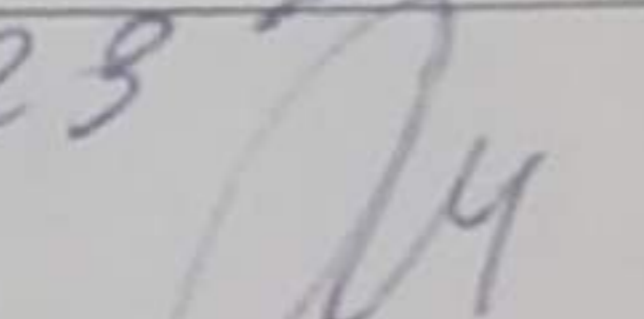
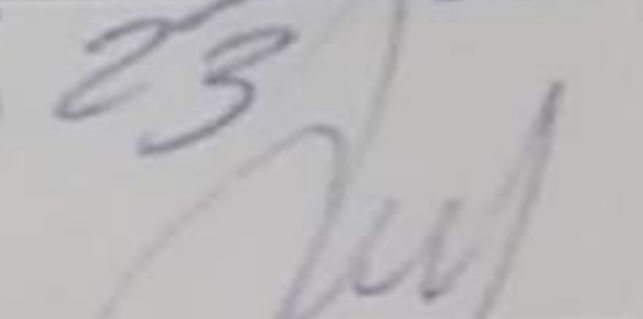
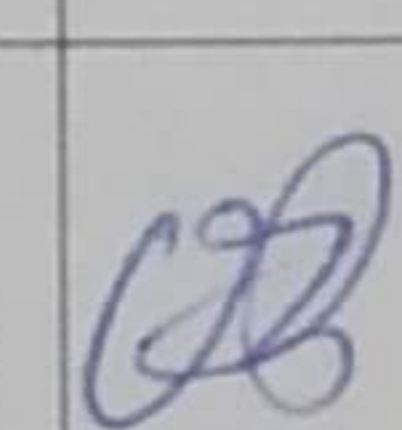
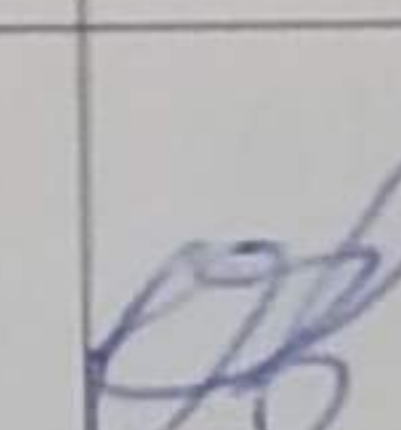
12. Діалогові вікна програмного забезпечення

13. План дослідження

14. Результати моделювання

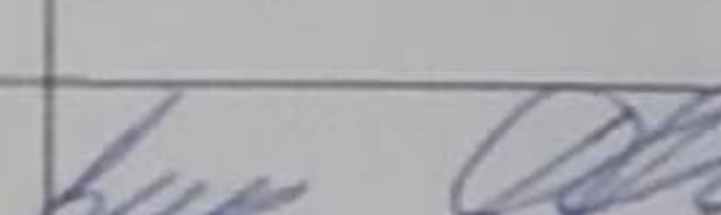
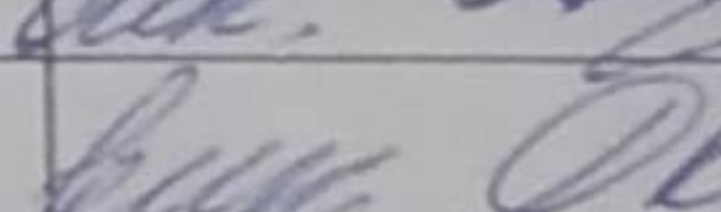
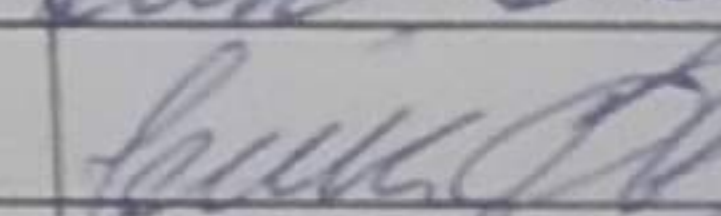
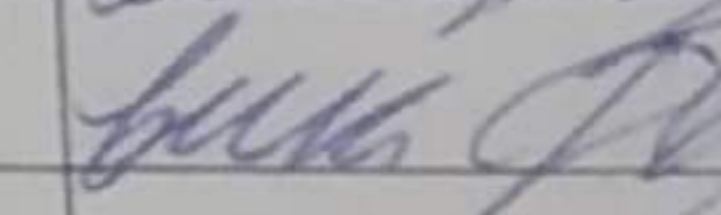
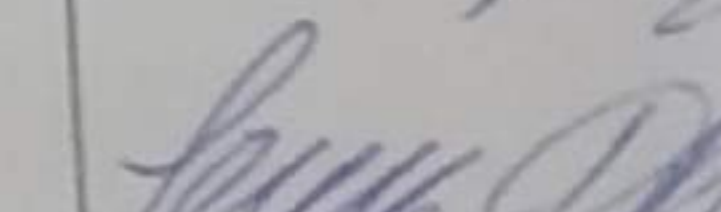
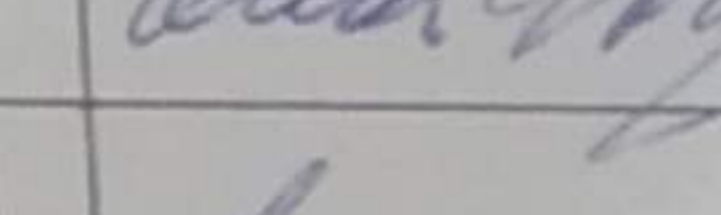
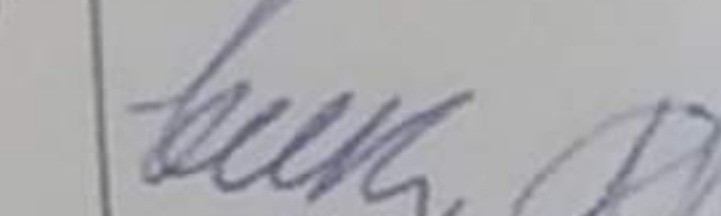
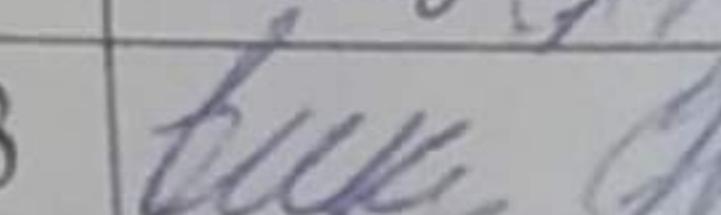
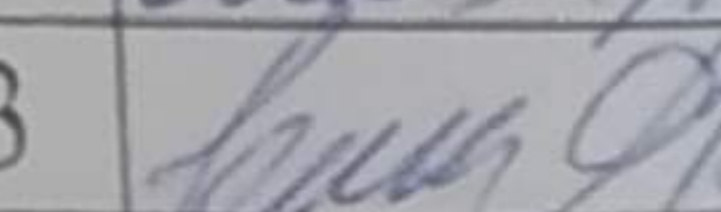
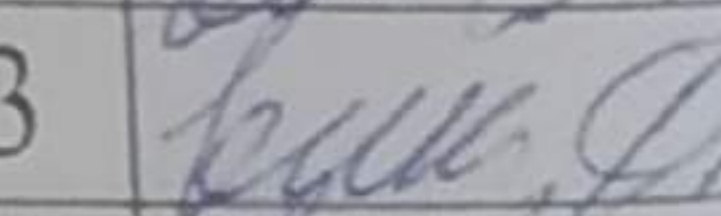
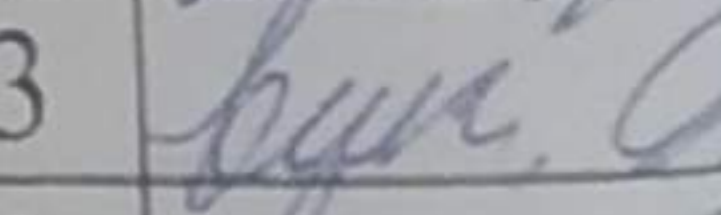
15-17. Висновок

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

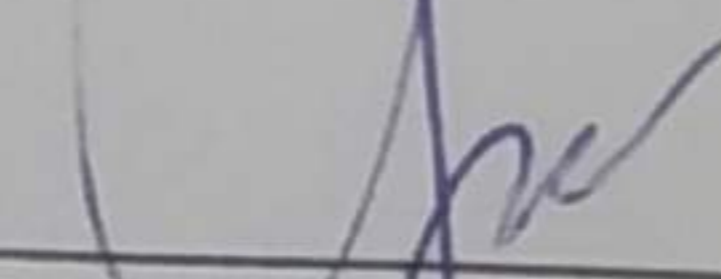
Розділ/підрозділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розв'язання основної задачі	Кужель В.П., доцент кафедри АТМ	19.09.23 	05.12.23 
Визначення ефективності запропонованих рішень	Макарова Т.В., доцент кафедри АТМ	20.09.23 	20.11.23 
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Березюк О.В., професор кафедри БЖДПБ		

7. Дата видачі завдання «19» вересня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

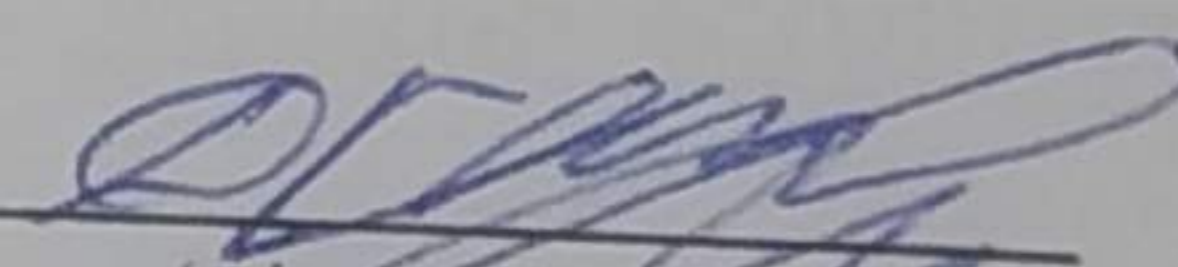
№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вивчення об'єкту та предмету дослідження	19.09-02.10.2023	вик. 
2	Аналіз відомих рішень, постановка задач	19.09-02.10.2023	вик. 
3	Обґрунтування методів досліджень	19.09-02.10.2023	вик. 
4	Розв'язання поставлених задач	03.10-20.11.2023	вик. 
5	Формування висновків по роботі, наукової новизни, практичної цінності результатів	21.11-29.11.2023	вик. 
6	Виконання розділу/підрозділу «Визначення ефективності запропонованих рішень»	07.11-27.11.2023	вик. 
7	Виконання розділу «Економічна частина»	07.11-27.11.2023	вик. 
8	Нормоконтроль МКР	30.11-04.12.2023	вик. 
9	Попередній захист МКР	05.12-07.12.2023	вик. 
10	Рецензування МКР	08.12-11.12.2023	вик. 
11	Захист МКР	12.12-22.12.2023	вик. 

Студент


(підпис)

Саблук О.М.

Керівник роботи


(підпис)

Борисюк Д.В.

2023/12/20 15:17

АНОТАЦІЯ

УДК 622.6

Саблук О. М. Вдосконалення процесу перевезення деревини на базі товариства з обмеженою відповідальністю «Столярний світ» місто Вінниця. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 275 – Транспортні технології (за видами), спеціалізація 275.03 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті), освітня програма – Транспортні технології: на автомобільному транспорті. Вінниця: ВНТУ, 2023. 164 с.

У розділі 1 представлено загальну характеристику товариства з обмеженою відповідальністю «Столярний світ». Подано огляд та аналіз існуючих наукових досліджень у сфері міжнародних перевезень деревини. Розглядається процес

У розділі 2 наведено результати досліджень діяльності підприємства у сфері міжнародних перевезень деревини, його проблеми та особливості експорту деревини.

У розділі 3 наводиться формальний та функціональний опис логістичної системи міжнародних перевезень деревини як динамічної територіально-розподільної системи.

У розділі 4 наводиться апробація методики для підтримки прийняття рішень щодо обґрунтування вибору схеми транспортно-технологічного процесу міжнародних перевезень деревини. В розділі 5 розроблено технічні рішення щодо техніки безпеки, виробничої санітарії та пожежної безпеки.

Графічна частина складається з 18 слайдів.

Ключові слова: автомобіль, перевезення, деревина, алгоритм, транспортно-технологічний процес, вибір схеми, розподіл, прибуток.

ABSTRACT

UDC 622.6

Sabluk O. M. In-depth process of transporting wood on the basis of a partnership with interconnected responsibility "Carpentry World" in the city of Vinnytsia. Master's qualification in specialization 275 – Transport technologies (by types), specialization 275.03 – Transport technologies (in automobile transport), educational program – Transport technologies in automobiles More transport. Vinnytsia: VNTU, 2023. 164 p.

Section 1 presents the fundamental characteristics of the partnership with the interconnected subspecialty "Carpentry World". A review and analysis of important scientific research in the field of international transportation of villages is provided. The

Section 2 provides results of monitoring the activities of enterprises in the field of process of international transportation of trees, its problems and peculiarities is examined. wood export.

Section 3 provides a formal and functional description of the logistics system of international transportation of the village as a dynamic territorially distributed system.

Section 4 is testing the methodology to support the decision-making process for choosing schemes for the transport and technological process of international transportation of wood.

In the department of defense and safety in emergency situations, technical solutions are divided into safety equipment, military sanitation and fire safety.

The graphic part consists of 18 slides.

Key words: car, transportation, wood, algorithm, transport and technological process, choice of schemes, division, profit.

Зміст

Вступ	10
Розділ 1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ДЕРЕВИНИ НА БАЗІ ТОВ «СТОЛЯРНИЙ СВІТ» (М. ВІННИЦЯ)	14
1.1 Діяльність і розташування ТОВ «Столярний світ»	14
1.2 Рухомий склад ТОВ «Столярний світ»	15
1.3 Огляд наукових досліджень у галузі вдосконалення міжнародних перевезень деревини	17
1.4 Транспорт лісу	22
1.4.1. Основні транспортні пункти	23
1.4.2 Види транспорту лісу	26
1.5 Транскордонні вантажоперевезення.	31
1.6 Транскордонні перевезення деревини рухомим складом ТОВ «Столярний світ»	34
1.7 Проблема вдосконалення транскордонних перевезень лісоматеріалів	37
1.7.1 Вибір моделі транспортування та виду використовуваного транспорту	39
1.7.2 Вибір типу транспортних засобів	40
1.7.3 Вибір схеми транспортування	40
1.7.4 Розташування транзитно-перевалочних терміналів та врахування розташування ділянок	41
1.7.5 Урахування та обґрунтування параметрів функціонування прикордонних переходів	42
1.7.6 Визначення маршрутів та синтез транспортних планів	42
1.7.7 Обґрунтування виробничих потужностей на перевезеннях деревини	44

1.7.8 Фактори, що впливають на процес міжнародних перевезень лісоматеріалів	44
Розділ 2 ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ДЕРЕВИНИ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ	46
2.1 Дослідження діяльності лісозаготівельного підприємства	46
2.2 Обробка та аналіз зібраної інформації	52
Розділ 3 МЕТОДИКА ВИБОРУ СХЕМИ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ДЕРЕВИНИ	61
3.1 Теоретико-множинна модель логістичної системи міжнародних перевезень деревини	61
3.2 Методика вибору схеми транспортно-технологічного процесу міжнародних перевезень деревини	65
3.3 Блок вихідних даних	67
3.4 Методика визначення параметрів розподілу надходження обсягів продукції на транзитні-перевалочні термінали у часі	68
3.4.1 Вихідні дані	69
3.4.2 Структура інструменту та принцип роботи	71
3.5 Імітаційна модель міжнародних перевезень деревини автомобільним транспортом	74
3.5.1 Обґрунтування методу	74
3.5.2 Вимоги, що пред'являються до імітаційної моделі	75
3.5.3 Очікувані результати моделювання	76
3.5.4 Інструмент для виконання імітаційного моделювання	76
3.5.5 Опис моделі, що розробляється	78
3.5.6 Анімація моделі	80

3.5.7 Діаграма процесу	82
3.6 Обробка отриманих результатів	92
Розділ 4 ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДИКИ ВИБОРУ СХЕМ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ДЕРЕВИНИ	93
4.1 Визначення періодичності надходження обсягів деревини на транзитно-перевалочний термінал	93
4.1.1 Результати	97
4.2 Перевірка працездатності імітаційної моделі міжнародних перевезень деревини	99
4.2.1 План та результати експерименту	99
4.2.2 Параметри та результати першої схеми	100
4.2.3 Параметри та результати другої схеми	109
4.2.4 Параметри та результати третьої схеми	113
4.2.5 Визначення ефективності запропонованих рішень	117
4.3 Розрахунок транспортних витрат	122
Розділ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	126
5.1 Технічні рішення з виробничої санітарії та гігієни праці	127
5.1.1 Мікроклімат та склад повітря робочої зони	127
5.1.2 Виробниче освітлення	128
5.1.3 Виробничі віброакустичні коливання	130
5.1.4 Виробничі випромінювання	131
5.2 Технічні рішення з безпеки при проведенні вдосконалення процесу перевезення деревини на базі товариства з обмеженою відповідальністю «Столярний світ»	131
5.2.1 Безпека щодо організації робочих місць	131

5.2.2 Електробезпека	132
5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях	133
ВИСНОВОК	136
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	139
Додаток А (обов'язковий). ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	144
Додаток Б (обов'язковий). ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ	163

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Україна є одним із головних експортерів круглого лісу. Річний обсяг експорту круглого лісу за першу половину 2021 року становив 13,8 млн. куб. м., що еквівалентно 668 млн. доларів США. Частка експорту круглого лісу становить 28% від загального обсягу лісоматеріалів, що експортуються.

Основною операцією, що виконується в процесі експорту є транспортування, від вартості якого залежить економічна ефективність цього виду діяльності. Таким чином, зниження транспортних витрат сприятиме зменшенню вартості міжнародних перевезень деревини, що призведе до значної економії коштів, актуальної в умовах поточної економічної кризи. Це особливо важливо для малих підприємств, що працюють у прикордонних зонах, які здійснюють експорт лісу автомобільним транспортом.

Міжнародні перевезення деревини автомобільним транспортом – це складний та економічно витратний процес. Цей вид перевезень схожий з місцевими перевезеннями деревини, однак, є суттєві відмінності, через які виникають додаткові витрати. По-перше, необхідність перетину кордону держав через спеціальні митні контрольно-пропускні пункти. Тут виникають вимушені простой, пов'язані з часом очікування в черзі на проведення процесу митного огляду, а також часом, що витрачається на сам процес. По-друге, наявність великої кількості супровідних документів як для вантажу, так і для транспортування. Для успішного проходження процедур митного контролю необхідно задекларувати вантаж, що перевозиться, підтвердити його відповідність фітосанітарним нормам, підтвердити безпеку та справність транспортного засобу, а також право водія на перетин міждержавного кордону (за наявності візового режиму). Для підготовки такого пакету документів потрібно залучення додаткових коштів та спеціалістів.

Ще однією істотною відмінністю і великою проблемою для експортерів є необхідність виконання митних вимог держав-імпортерів.

Крім перелічених відмінностей існує низка інших проблем, що також впливають на ефективність міжнародних перевезень деревини. Однією з них є відсутність єдиної методології планування та оперативного прийняття рішень у галузі

цього типу перевезень. Малі підприємства-лісозаготівельники у процесі планування виробництва, по суті, надані самі собі та змушені керуватися власними напрацюваннями та досвідом при виборі виробничих потужностей, різних схем, варіантів вивезення та генерації транспортних планів. Крім того, підприємствами не проводяться заходи щодо моніторингу та оптимізації виробничого процесу експорту деревини. Це пов'язано із значною трудомісткістю і собівартістю досліджень, що нерентабельно, особливо для малих підприємств-експортерів деревини.

Таким чином, для підвищення ефективності міжнародних перевезень деревини необхідно провести детальне дослідження процесу, і вивчити можливі схеми здійснення транспортування з урахуванням найбільшої кількості факторів, виявити найбільш економічно ефективні схеми і на основі цього дати рекомендації щодо використання тієї чи іншої схеми транспортування залежно від тих чи інших умов. Іншими словами, необхідно розробити методiku підтримки прийняття рішень щодо обґрунтування вибору схеми транспортно-технологічного процесу.

Мета роботи - підвищення ефективності міжнародних перевезень деревини автомобільним транспортом та зниження відповідних витрат шляхом розроблення методики підтримки прийняття рішень щодо обґрунтування вибору схеми транспортно-технологічного процесу.

Завдання дослідження:

- 1) Виявлення особливостей транспортно-технологічних процесів міжнародних перевезень деревини автомобільним транспортом; визначення ключових факторів, що визначають їх ефективність;
- 2) Розробка методики підтримки прийняття рішень щодо обґрунтування вибору схеми транспортно-технологічного процесу міжнародних перевезень деревини;
- 3) Розробка методики визначення параметрів потоку надходження експортної деревини на транзитно-перевалочні термінали;
- 4) Створення імітаційної моделі процесу транспортування деревини закордонному споживачеві автомобільним транспортом;
- 5) Розробка рекомендацій щодо зменшення транспортно-технологічних

витрат, пов'язаних із здійсненням процесу міжнародних перевезень деревини.

Методи дослідження: методи системного аналізу, імітаційного моделювання, статистичного аналізу результатів експерименту, методи пасивного експерименту, інформаційних технологій. Під час розробки імітаційної моделі використовувався інструмент імітаційного моделювання AnyLogic 7 PLE.

Новизна роботи:

1) Розроблено методику підтримки прийняття рішень щодо обґрунтування вибору схеми транспортно-технологічного процесу міжнародних перевезень деревини, що відрізняється урахуванням найбільшої кількості факторів, що впливають на ефективність даного процесу, а також використанням імітаційної моделі процесу міжнародних перевезень деревини автомобільним транспортом;

2) Розроблено методику визначення параметрів потоку надходження експортної деревини на транзитно-перевалочні термінали, що базується на імітаційному моделюванні та відрізняється детальним обліком просторового розміщення джерел сировини (ділянок) та їх характеристик, характеристик виробничих потужностей на заготівлі та транспортуванні деревини, а також можливостями оптимізації заготівельних та транспортних планів;

3) Розроблено імітаційну модель процесу міжнародних перевезень деревини автомобільним транспортом, що відрізняється детальним обліком параметрів нестационарного потоку деревини, що надходить на транзитно-перевалочні термінали, кількістю та характеристиками задіяного складського та підйомно-транспортного обладнання, основних транспортних машин (лісовозних автопоїздів), контрольно-пропускних пунктів, а також їх завантаженістю, режимами роботи та характеристикою складів споживачів, режимом праці та відпочинку персоналу, простоями, пов'язаними з ремонтом та технічним обслуговуванням обладнання тощо;

4) За допомогою розробленої методики проведено детальне дослідження процесу міжнародних перевезень автомобільним транспортом, розроблено перелік рекомендацій для підвищення його ефективності.

Теоретична значимість роботи полягає в:

- обґрунтуванні необхідності врахування особливостей міжнародних

перевезень деревини автомобільним транспортом при здійсненні вибору схеми транспортно-технологічного процесу;

- визначенні ключових факторів, що визначають ефективність даного типу перевезень.

Практична значимість роботи полягає в наступному: розроблені методики та моделі дозволяють у практичній діяльності лісозаготівельних та лісотransпортних підприємств здійснювати обґрунтований вибір схеми транспортно-технологічного процесу міжнародних перевезень деревини, параметрів та характеристик застосовуваних засобів з метою зниження відповідних витрат.

Апробація результатів. Основні положення роботи доповідалися на міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2024)» у Вінницькому національному технічному університеті (м. Вінниця).

Публікації. Основні положення роботи представлені на сайті міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2024)»: Д.В. Борисюк, О.М. Саблук. Модель логістичної системи міжнародних перевезень деревини. *Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2024)»* [Електронний ресурс]. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2024/paper/viewFile/19653/16279>

Структура дипломної роботи. Дана дипломна робота складається з вступу, п'яти розділів, висновків, додатків та списку використаних джерел.

Розділ 1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ДЕРЕВИНИ НА БАЗІ ТОВ «СТОЛЯРНИЙ СВІТ» (М. ВІННИЦЯ)

1.1 Діяльність і розташування ТОВ «Столярний світ»

Товариство з обмеженою відповідальністю «Столярний світ» зареєстровано 01.04.2019 р. за юридичною адресою – Вінницька обл., м. Вінниця, вулиця Айвазовського, 8 (рис. 1.1).

Товариство з обмеженою відповідальністю «Столярний світ» розташоване за 6 км від залізничної станції «Вінниця вантажна» та за 1,5 км від автошляху міжнародного значення «М21» (Виступовичі — Житомир — Могилів-Подільський — кордон із Молдовою), що проходить територією Житомирської та Вінницької областей і є частиною європейського маршруту «Е583» (ділянка Могилів-Подільський — Житомир).

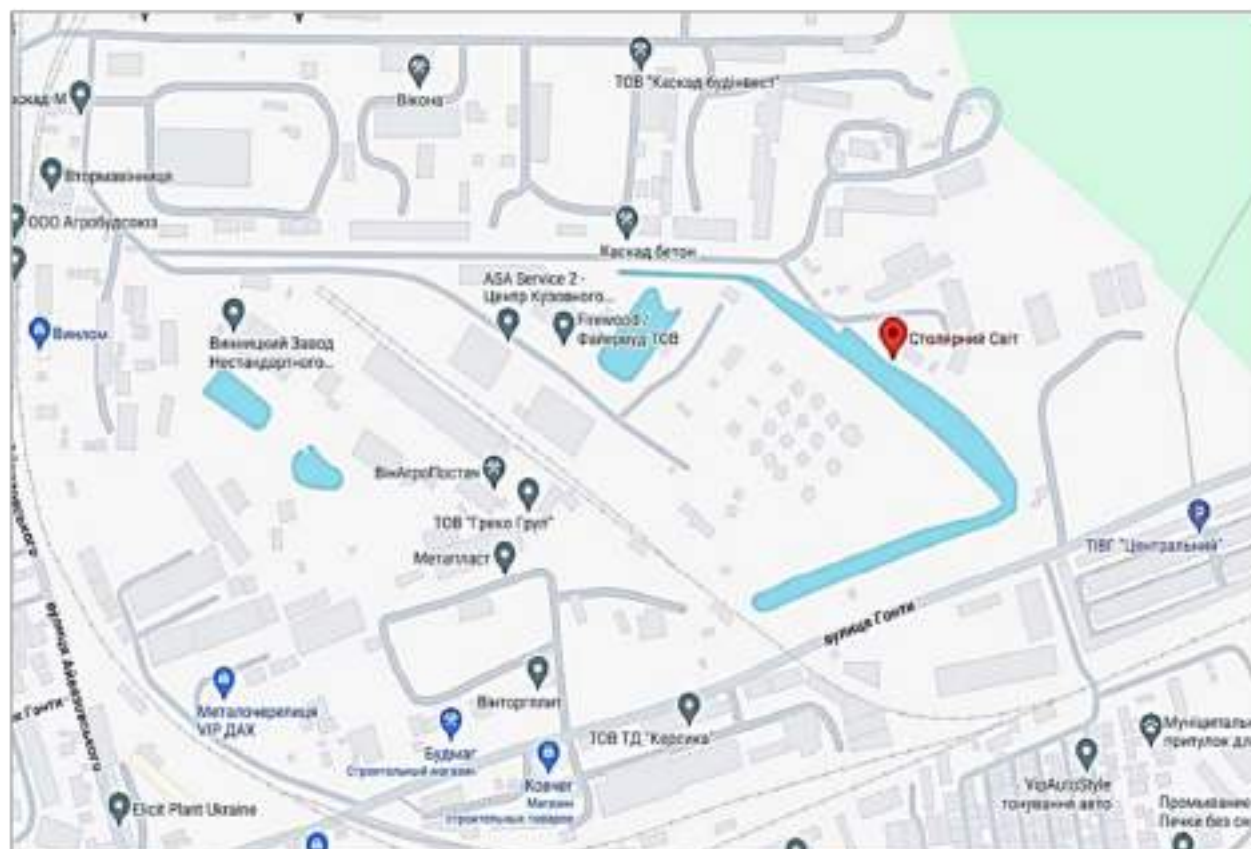


Рисунок 1.1 – Розташування ТОВ «Столярний світ»

Види діяльності ТОВ «Столярний світ»:

- 16.10 Лісопильне та стругальне виробництво;
- 02.20 Лісозаготівлі;
- 16.23 Виробництво інших дерев'яних будівельних конструкцій і столярних виробів;
- 23.70 Різання, оброблення та оздоблення декоративного та будівельного каменю;
- 25.62 Механічне оброблення металевих виробів;
- 41.20 Будівництво житлових і нежитлових будівель;
- 46.49 Оптова торгівля іншими товарами господарського призначення;
- 47.19 Інші види роздрібної торгівлі в неспеціалізованих магазинах;
- 49.31 Пасажирський наземний транспорт міського та приміського сполучення;
- 49.41 Вантажний автомобільний транспорт.

1.2 Рухомий склад ТОВ «Столярний світ»

Рухомий склад — транспортні одиниці автомобільного, залізничного, метротранспорту, трамвая, тролейбуси.

Рухомий склад поділяється за родом роботи на: пасажирський, вантажний та спеціального призначення.

Залізничний рухомий склад поділяється на тяговий, тобто локомотиви (паровози, електровози, тепловози), моторвагонний рухомий склад, самохідний склад спеціального призначення, несамохідний рухомий склад (вагони).

Виробництвом рухомого складу для залізниць займаються підприємства транспортного машинобудування локомотивобудівні заводи, вагонобудівні заводи, заводи, що виробляють автомотриси та іншу самохідну техніку.

До автомобільного рухомого складу належать легкові та вантажні автомобілі, автобуси, автомобільні причепи, автомобілі спеціального призначення (наприклад по-

жежні). Автомобільний рухомий склад характеризується кількістю осей, у тому числі ведучих, вантажністю, потужністю двигуна, пасажиромісткістю.

Рухомий склад ТОВ «Столярний світ» представлено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Рухомий склад ТОВ «Столярний світ»

Назва	Кількість
Трактори:	
Агромаш-30СШ	1
МТЗ-82.1	3
Причепи і напівпричепи:	
Причеп тракторний 2ПТС-4	2
Причеп з манипулятором ОНИАР 12Т	2
Напівпричеп KRONE Profi Liner	3
Напівпричеп Schmitz S01 053041	3
Вантажні автомобілі:	
КамАЗ-43118	2
VOLVO FH 540	4
VOLVO FH 520	2
КамАЗ-65117	2
КамАЗ-5460	2
MAN TGL 12.180	2
МАЗ-5340А5	2
IVECO Trakker AD380T38H	2
Scania S730 V8	2
Легкові автомобілі:	
Mitsubishi Pajero	1
Subaru Forester	1
Мікротобуси:	
Volkswagen LT35	2
Mercedes-Benz Sprinter 318cdi	2
Спеціальні автомобілі:	
КамАЗ-43253 (автовишка)	1
ГАЗ-33106 (бензовоз)	2
МАЗ-6312-КС-55713 (автокран)	1

1.3 Огляд наукових досліджень у галузі вдосконалення міжнародних перевезень деревини

Міжнародні перевезення ділової деревини є окремим випадком місцевих перевезень, у зв'язку з цим варто звернути увагу на роботи, присвячені даній темі.

Процес транспортування будується з теорії логістики. Логістика – науковий та практичний напрямок діяльності з інтеграції управління процесами руху, сукупності матеріальних, інформаційних, фінансових, трудових та правових потоків в економічних системах [15]. У разі організації перевезень деревини застосовується термін «логістика лісозаготівель» і так званий логістичний підхід як один з найбільш ефективних способів інтеграції багатьох окремих інструментів підтримки прийняття управлінських рішень. Детально питання теорії та оптимізації лісової логістики розглянуто у працях Салмінена Е.О, Яшина А.В, Стороженко С.С., Герасимова Ю.Ю., Катарова В.К., Соколова А.П., Сюнева В.С. та ін. Тема імітаційного моделювання логістичних систем розкрита у працях Толуєва Ю.І., Замановської Т.П., Антонова А.В., Волкова В.Н., Денисова А.А., Вентцеля Є.С., Гайдеса В.А.

У роботах [6], [8] розглядаються особливості лісозаготівельного виробництва як логістичної системи, визначаються завдання, які вирішуються на різних рівнях управління лісозаготівельним виробництвом, розкриваються особливості основного матеріального потоку лісозаготівельного підприємства.

При стратегічному плануванні – довгостроковому плануванні (5-100 років і більше) проводиться вибір застосовуваної технології лісозаготівлі, який визначає типи машин, що використовуються, розміри ділянок, технологію їх розробки, вимоги до дорожньої мережі та вантажних майданчиків, систем вимірювання та обліку, максимальних відстаней вивезення. Стратегічне планування включає довгострокове прогнозування економічних, екологічних та соціальних наслідків обраного курсу дій, виконується оцінка наслідків запланованих заходів.

Тактичне (або середньострокове) планування – перехідний рівень між стратегічним та оперативним плануванням (5-10 років). При вирішенні лісогосподарських

завдань перехід від стратегічного планування до тактичного рівня можна охарактеризувати тим, що на тактичному рівні всі рішення приймаються вже з повним урахуванням поточної просторової структури виробництва (взаємного розташування у просторі лісових ділянок, терміналів, споживачів, а також транспортної мережі, що їх зв'язує). На тактичному рівні визначаються виробничі підрозділи, ресурси, споживачі, способи доставки (автомобільний, водний, залізничний транспорт) тощо, оцінюються час виробничого циклу, розміри партії та методи обліку та контролю. Важливими завданнями тактичного планування також є облік сезонності виконуваних робіт (транспортна доступність доріг у різні періоди року, зимові та літні лісозаготівлі) та планування бюджету лісозаготівельного підприємства. Підприємства, зазвичай, планують річний бюджет, виходячи з визначених на тактичному рівні видах продукції та його річних обсягах. Тактичне планування має відповідати директивам, ухваленим на стратегічному рівні.

Оперативне (короткострокове) планування – планування, яке безпосередньо передуює виконанню логістичних операцій і має однозначно та повністю визначати їх зміст. Ефективність оперативного планування безпосередньо залежить від швидкості надходження та якості інформації про стан усіх об'єктів та суб'єктів виробничого процесу. Важливими завданнями короткострокового планування є: пошук споживачів всіх видів продукції (деревина, відходи, пні); організація перевезень, а саме визначення змінних завдань для окремих транспортних одиниць з оптимізацією маршрутів руху, що використовуються між ділянками, споживачами, терміналами гаражами і т.д.

Основний матеріальний потік логістичної системи лісозаготівельного підприємства полягає у русі деревини. Він бере свій початок на лісовій ділянці з деревини на корені та закінчується постачанням готової продукції споживачам. Характер матеріального потоку залежить від обраної технології, застосовуваних систем машин та організаційних підходів. У випадку над основним матеріальним потоком у лісозаготівельному підприємстві виконуються такі логістичні функції: зберігання, транспортування, переробка. Кожна з цих логістичних функцій включає кілька логістичних операцій, склад яких також залежить від застосовуваних технологій і систем машин.

У роботі [5] розкрито актуальність пошуку нових рішень у сфері логістики лісозаготівель та описано спеціальну геоінформаційну систему підтримки прийняття рішень для оптимізації транспортних планів та логістики заготовленої деревини. У зв'язку з тим, що логістичні підходи до транспортування сортamentів ще недостатньо розвинені, а програмні інструменти, розроблені в країнах з багатим досвідом застосування сортamentного підходу не завжди застосовні в умовах України, авторами була створена система для планування та аналізу транспортування сортamentів на рівні лісозаготівельного підприємства.

Така система, на думку авторів, має надати лісозаготівельним компаніям всебічну інформацію про виграші та обмеження, пов'язані із застосуванням різних варіантів транспортування сортamentів. Структура програми представлена в роботі [5].

Ця система була створена в середовищі MapInfo з використанням мов програмування MapBasic та C++, а також Microsoft Excel для формування звітів. Варто зауважити, що цей інструмент був створений для роботи в умовах внутрішніх перевезень деревини (всередині країни, регіону) та не враховував можливості міжнародних перевезень.

Надалі ця система була включена до складного комплексу комп'ютерних інструментів Logistic 7.0 [9]. Даний комплекс здатний сприяти прийняттю рішень при виконанні наступних задач:

- 1) Задача розвитку лісової дорожньої мережі;
- 2) Задача планування заготівлі ділової деревини;
- 3) Задача організації процесів транспортування ділової деревини;
- 4) Задача визначення доступних для енергетичного використання обсягів деревної біомаси;
- 5) Задача впровадження технологій виробництва палива.

Даний інструмент включає блоки оптимізації та імітаційного моделювання, які використовуються для вирішення поставлених завдань. В результаті роботи даного інструменту, на виході, користувач отримує всебічну інформацію про виграші та обмеження, пов'язані із застосуванням різних варіантів технічних, технологічних та організаційних рішень на стратегічному, тактичному та оперативному рівнях.

У роботах [16] та [18] представлені результати використання цього інструменту в умовах міжнародних автомобільних перевезень деревини.

Авторами даних робіт було зроблено доопрацювання комп'ютерного інструменту Logistic 7.0, зокрема було додано блок імітації перетину міждержавного кордону. Для апробації роботи даної системи були використані два сценарії: сценарій двоетапного вивезення закордонним споживачам та сценарій, де вивезення проводилося в один етап. В результаті було отримано техніко-економічні показники для двох сценаріїв, а їх порівняння показало, що сценарій вивезення в один етап є більш економічно ефективним, ніж двоетапний.

Надзвичайно значущі роботи вчених в галузі оптимізації логістики лісозаготівельних підприємств Салмінена Е.О, Яшина А.В, Стороженко С.С. та ін. У їх роботах наведено аналіз особливостей функціонування транспортно-технологічного процесу лісозаготівельного підприємства, розроблено логістико-математичні моделі оптимізації транспортних потоків, розроблено алгоритми оптимального планування та управління транспортними вантажопотоками на підприємстві в умовах багатоваріантності споживачів, використання різних типів транспортних засобів, наявності вантажних пунктів та з урахуванням сезонності вантажоперевезень. Описано та апробовано створену інтегровану діалогову систему планування та управління транспортними вантажопотоками. При вирішенні поставлених у роботі завдань автори використовували різні аналітичні методи лінійної та нелінійної оптимізації, методи теорії двоїстості, методи календарного планування, математичної статистики та прийняття рішень.

У роботах таких вчених, як Толуєв Ю.І. та Замановська Т.П. розкривається сутність та основні принципи імітаційного моделювання логістичних мереж, процесів та матеріальних потоків, описуються різні інструменти, що використовуються для моделювання [5], [7].

Особливо примітна праця [6], де Толуєв Ю.І. розкрив поняття логістичної мережі та, згідно з його класифікацією, логістичні мережі можуть бути внутрішніми (мережі логістики промислового чи логістичного підприємства) та зовнішніми (мережі зовнішньої логістики підприємства, або мережі поставок) (рис. 1.2).

Для побудови логістичних систем автор пропонує метод імітаційного моделювання, оскільки імітаційні моделі, будучи похідним кількісних моделей дозволяють оцінювати більшу частину показників продуктивності у вигляді часових рядів, а не у вигляді констант, що відображає динаміку процесів, що розвиваються в реальних системах.

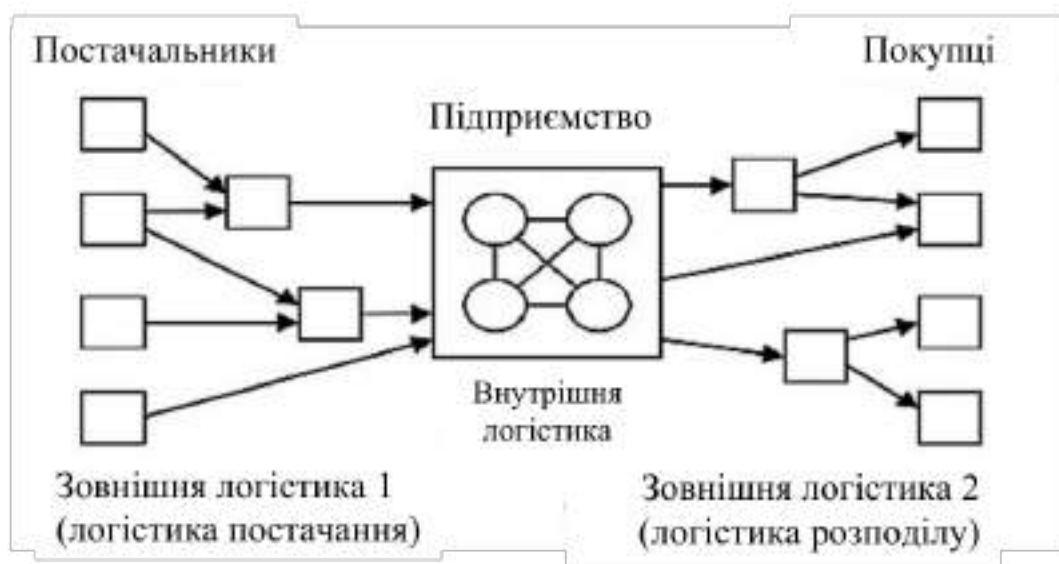


Рисунок 1.2 – Внутрішня та зовнішня логістика підприємства

Автор даної роботи наводить приклад використання імітаційних моделей для побудови концептуальних моделей логістичних систем, орієнтованих на вивчення матеріальних потоків у логістичних мережах і пропонує використовувати наступну методику, що включає принципи побудови часткових моделей:

- моделей структури системи обробки матеріальних потоків;
- моделей асортименту та кількості вантажів у потоках;
- моделей просторової вкладеності вантажів, носіїв вантажу, транспортних засобів та стаціонарних сховищ вантажу;
- часових моделей вхідних потоків системи;
- моделей визначення тривалості технологічних операцій;
- моделей маршрутизації динамічних об'єктів (транспортних засобів, носіїв вантажу та самих вантажів);
- моделей об'єднання та поділу динамічних об'єктів;
- моделей стратегій обробки черг очікування;

- моделей стратегій управління запасами;
- моделей процесів розподілу ресурсів та диспетчеризації.

Примітна робота вчених університету Йоенсуу Tuomo Nurminen та Jaakko Heinonen [7]. Тут описується дослідження, проведене з метою визначення витрат часу на різні етапи транспортування деревини з ділянок до споживачів Фінляндії. Основним завданням вчених у цьому дослідженні було створення моделі часових витрат для типових перевезень деревини біля Фінляндії і статистична обробка отриманих даних. Дослідження охоплювало загальний час роботи водіїв, який був поділений на етапи.

Дослідження проводилося протягом місяця. Для восьми автомобілів, задіяних на різних транспортних операціях, збиралися хронометричні дані щодо кожного етапу їхньої роботи. Після збору даних було зроблено їх аналіз та розроблено моделі, що описують витрати часу для окремих етапів роботи та для загального часу вивезення. Отримані моделі та результати, на думку авторів, є багатообіцяючим інструментом для підтримки планування та оптимізації транспортних маршрутів.

Питаннями системного аналізу та дослідження операцій займалися такі вчені, як Антонов А.В., Волкова В.Н., Денисов А.А., Вентцель Є.С., Гайдес В.А.

У роботах [3], [5], [6], [24] авторами розкривається сутність імітаційного моделювання, його місце у науково-дослідних процесах сучасності, а також наводяться приклади використання різних комп'ютерних інструментів імітаційного моделювання для логістичних мереж. Наприклад, у роботі [2] наводиться докладний опис різних сучасних систем імітаційного моделювання та наводяться їх основні характеристики, у роботах [5] та [16] описуються приклади використання таких систем імітаційного моделювання, як GPSS WORLD та AnyLogic відповідно.

1.4 Транспорт лісу

Лісовий транспорт є невід'ємною частиною лісозаготівельного виробництва. Транспорт охоплює всю лісову галузь, весь процес заготівлі деревини, починаючи з ділянки та закінчуючи споживачем.

Транспорт лісу – це частина технологічного процесу лісозаготівельного виробництва, в якому переміщують лісові вантажі з використанням різних транспортних засобів. У технологічному циклі лісопромислового виробництва транспорт є сполучною ланкою, що забезпечує безперервність виробництва та збуту продукції.

1.4.1 Основні транспортні пункти

Як правило, транспортний шлях деревини починається на ділянці (лісосіці), звідки зрубаний ліс переміщують на лісові склади, призначені для тимчасового зберігання, первинної обробки та часткової переробки деревини. Залежно від призначення складів їх ділять на перевалочні склади, призначені виключно для перевантаження лісоматеріалів з одного виду транспорту на інший, та перевалочно-обробні склади, на яких, крім перевантаження, ведуться роботи з первинної та часткової обробки лісу. Перебування деревини на складах супроводжується великою кількістю підйомно-транспортних операцій.

Виділяють такі типи лісових складів, за місцем розташування:

- **Нижні лісові склади**, які можуть бути як перевалочними, так і перевалочно-розробними. Призначені для тимчасового зберігання, обробки та перевантаження деревини (хлестів та сортаментів) на інші види транспорту. Деревина поставляється на нижні склади лісовозними дорогами лісовозним автомобільним транспортом;

- **Лісоперевалочні бази**, які, переважно, є перевалочно-обробними. Призначені для тимчасового зберігання, обробки та перевантаження деревини (хлестів та сортаментів) на інші види транспорту. Деревина поставляється на лісоперевалочні бази водним шляхом (сплавом);

- **Лісові порти**, які є перевалочно-обробними призначені для тимчасового зберігання деревини, часткової обробки круглих сортаментів та перевантаження круглих сортаментів та пиломатеріалів на морські судна. Деревина поставляється в лісові порти залізницями загального користування та водними шляхами;

- **Лісові склади споживачів**, які є перевалочно-обробними. Призначені для тим-

часового зберігання, обробки та передачі деревини (хлестів та сортаментів) безпосередньо у виробництво. Деревина поставляється на склади споживачів залізницями загального користування, автомобільним та водним транспортом. Також лісові склади споживачів можуть бути нижніми складами підприємств.

Згідно з іншою класифікацією, лісові склади можуть бути верхніми, проміжними (терміналами) та нижніми. Верхні лісові склади розташовуються на лісосіці біля лісовозної дороги та призначені для тимчасового зберігання та перевантаження хлестів та сортаментів на лісовозний автомобільний транспорт із ділянки. Термінали розташовуються біля лісовозної дороги та призначені для зберігання хлестів та сортаментів. Нижні склади розміщуються в пункті примикання лісовозної дороги до шляхів загального користування та призначені для тимчасового зберігання, обробки та передачі лісоматеріалів на інші види транспорту загального користування. Нижні склади, залежно від примикання до загального користування, ділять на прирельсові, автодорожні та берегові.

Виходячи з даних класифікацій, спробуємо класифікувати лісові склади за видом транспорту, що доставляє деревину на склад:

- 1) **Верхній склад**, куди деревина доставляється трелювальним транспортом (форвардери, трелювальні трактори) та перевантажується на лісовозний автотранспорт;
- 2) **Нижній склад**, куди деревина доставляється лісовозним автотранспортом лісовозними дорогами і перевантажується на інші види транспорту.
- 3) **Лісоперевалочні бази**, куди деревина доставляється сплавом та перевантажується на інші види транспорту;
- 4) **Транзитно-перевалочні термінали**, куди деревина доставляється всіма видами транспорту та поставляється на виробництво.

Далі, зі складів, різними транспортними шляхами ліс доставляється безпосередньо на підприємства, де відбувається його подальша обробка, або на транзитно-перевалочні термінали споживачів, на яких відбувається зберігання та подальший розподіл лісу на підприємствах (рис. 1.3). Практика таких складів набула широкого поши-

рення останнім часом. Прикладом є фінсько-шведська компанія «Stora Enso», яка використовує транзитно-перевалочні термінали для зберігання та перерозподілу деревини.

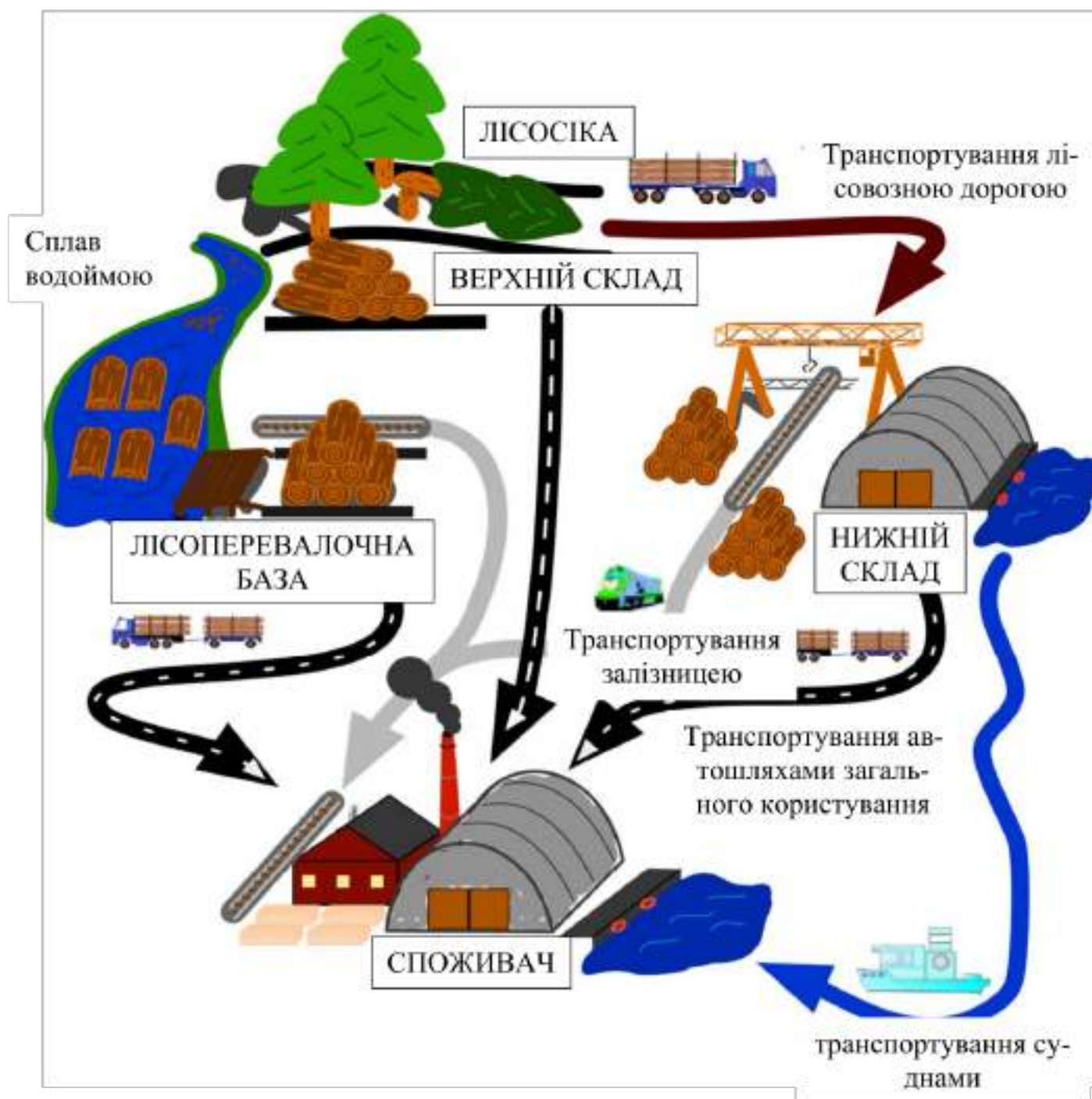


Рисунок 1.3 – Схема шляху доставки деревини «Ділянка-споживач»

На рис. 1.3 показаний шлях доставки деревини з ділянки до споживача. Слід зазначити, що споживач може бути представлений як деревопереробним підприємством, так і проміжним складом підприємства.

На додаток до даної схеми варто зауважити, що з поширенням сортаментної технології лісозаготівлі, і сортаменти стали вивозити з лісосіки безпосередньо споживачеві, переважно автотранспортом.

1.4.2 Види транспорту лісу

Транспортування деревини можна умовно розділити на три етапи: початковий етап – транспортування лісу в межах ділянки (лісосіки), де зрубані дерева, хлисти та сортаменти переміщують на місця тимчасового складування та подальшого навантаження на лісовозний транспорт; проміжний етап – де хлисти та сортаменти доставляють лісовозними дорогами або водними шляхами до нижніх складів та лісоперевалочних баз; кінцевий етап – лісоматеріали доставляють споживачеві автомобільними, залізничними та водними шляхами.

Для транспортування деревини використовують наземний та водний види транспорту. Для кожного етапу транспортування використовують свої специфічні транспортні засоби. На початковому етапі використовуються машини для транспортування лісосіками, такі як форвардери, трелювальні трактори та ін. На проміжному етапі використовуються автомобілі для лісовозних доріг. Як правило це автомобілі-тягачі, сідельні тягачі з причепами, причепами розпусками та ін. Крім того на проміжному етапі використовуються водні види транспорту, такі як сплав у плотах. Для кінцевого виду транспортування використовують різноманітні транспортні засоби: автомобільний транспорт, що представлений тягачами та сідельними тягачами з причепами та напівпричепами, залізничні поїзди, а також кораблі та баржі.

Виходячи з використовуваного виду транспорту, а також використовуваних транспортних засобів можна виділити три основні способи транспортування лісоматеріалів: транспортування деревини автомобільним транспортом, транспортування деревини залізничним транспортом та транспортування деревини водним транспортом.

Транспортування деревини автомобільним транспортом. Даний спосіб транспортування є окремим випадком транспортувань автомобільним транспортом, тому

регламентується тими самими законами та правилами. Основним вантажем, що перевозиться, є деревина. В якості транспортних засобів використовують лісовозні автопоїзди, що складаються з тягача (тягового складу) – транспортного засобу, оснащеного силовою установкою, та причепа (причіпного складу) – транспортного засобу, без силових установок. Тягачі призначені лише для буксирування причіпного складу, проте часто використовуються й автомобілі-тягачі, здатні буксирувати та самостійно перевозити вантажі. На вивезенні деревини застосовують такі види колісного причіпного складу:

- Причіп – віз із двома або трьома осями, що має пневматичні шини і несе весь вантаж на собі. Причіп буксирується автомобілем-тягачом. Для перевезення деревини причіп оснащується спеціальним кониковим пристроєм, який утримує деревину в процесі транспортування.

- Напівпричіп – віз, що має від однієї до трьох осей і несе на собі лише частину навантаження. Інша частина навантаження передається на спеціальний опорнопричіпний пристрій – сідло, що розташоване на автомобілі.

- Причіп-розпуск – віз, що має одну або дві осі і несе на собі частину навантаження, інша частина якої передається на автомобіль.

Існує чотири схеми лісовозних автопоїздів: автомобіль-тягач із причепом, автомобіль – тягач із напівпричепом (сідельний тягач), автомобіль-тягач із причепом-розпуском та автомобіль тягач із трьома причепами розпусками (рис. 1.4).

Тягачі із причепом використовуються для вивезення короткомірних сортаментів. Сідельні тягачі з напівпричепом призначені для вивезення хлестів та довгомірних сортаментів. Причіп розпуск може бути подовжений залежно від вимог до довжини деревини, що перевозиться. Тягачі, оснащені таким причепом найчастіше, використовуються для перевезення хлестів. Автомобіль-тягач з трьома причепами розпусками зустрічається рідко і здатний за раз перевозити вдвічі більшу кількість деревини завдяки двом додатковим причепам-розпускам.

Лісовозні автомобілі пересуваються лісовозними дорогами, а також дорогами загального користування. Автомобільні лісовозні дороги – спеціальний вид доріг, призначений для вивезення автомобільним транспортом із лісосік лісу у вигляді круглих

сортаментів, хлестів або дерев до місць складування та переробки. Лісові дороги прийнято ділити за терміном експлуатації на постійні (магістралі та гілки) та тимчасові (вуси). Магістралі пов'язують лісосіку з нижніми складами, гілки – відгалуження від магістралі, що обслуговують лісосировинну базу протягом кількох років. Вуса – тимчасові лісовозні шляхи, відгалуження від магістралі, призначені для освоєння лісосік.

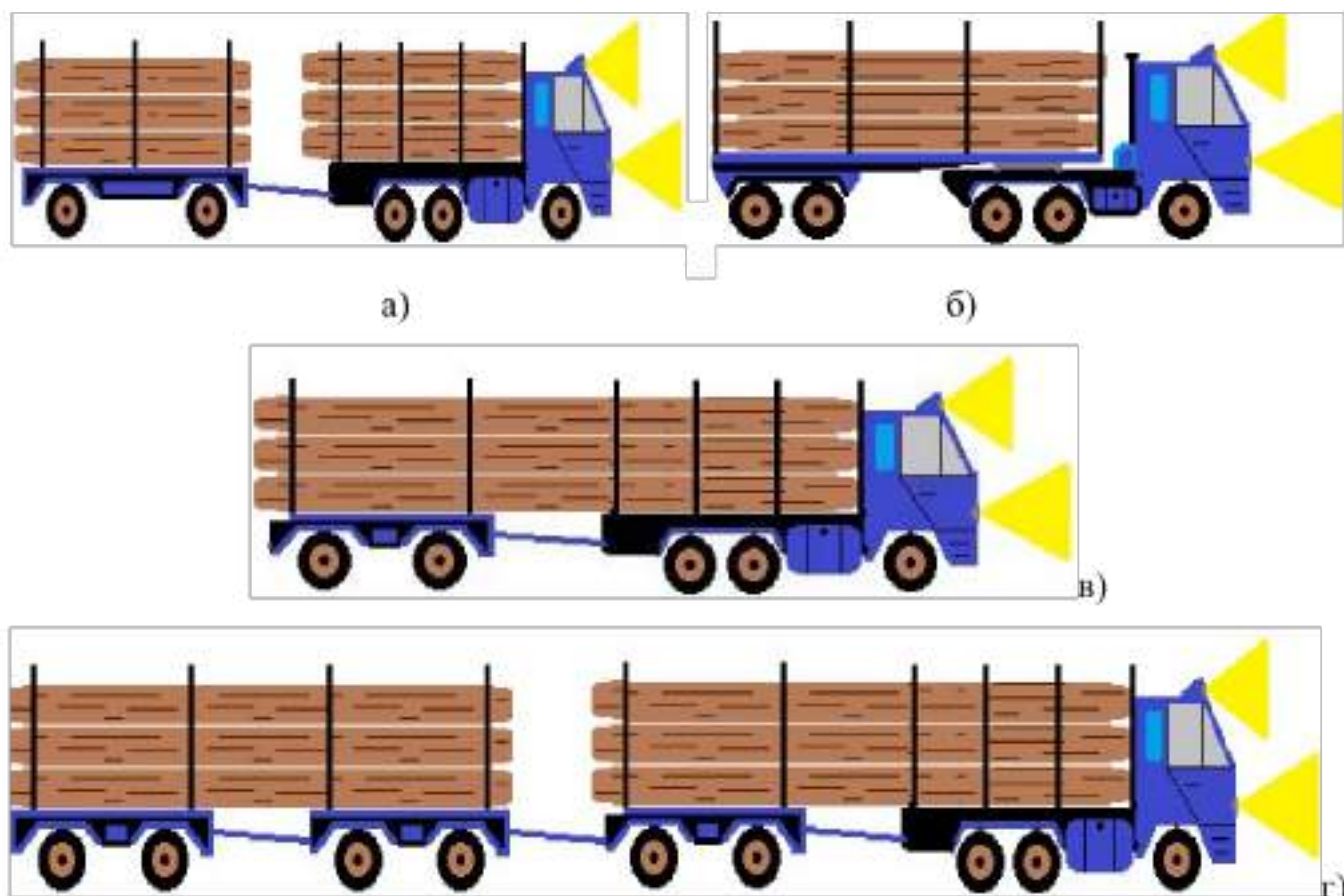


Рисунок 1.4 – Варіанти лісовозних автомобілів: а) автомобіль тягач із причепом; б) сідельний тягач із напівпричепом; в) автомобіль-тягач із причепом розпуском; г) автомобіль тягач із трьома причепами розпусками

Для транспортування деревини лісовозними дорогами використовують усі варіанти автомобілів, представлених на рис. 2.3. Для перевезень по автошляхах загального користування, переважно, використовують тягачі з причепом і сідельні тягачі, рідше тягач з розпуском.

Незважаючи на те, що автотранспортні перевезення деревини є найбільш використовуваними, існує ряд обмежень, що знижує область їх застосування, а саме:

- 1) Створення лісової дороги не завжди можливе або не вигідне в тих чи інших умовах, тому використовуються альтернативні способи транспортування.
- 2) Автомобілі – не найвигідніший вид транспорту при перевезеннях на далекі відстані. Це пов'язано з великими витратами на ПММ і паливо, а також малими обсягами деревини, що перевозиться. У зв'язку з цим автомобільні перевезення застосовують на невеликих відстанях – до 100...150 км.

Транспортування деревини залізничним транспортом. Перевезення лісу залізничним транспортом є окремим випадком загальних перевезень залізничним транспортом, що широко застосовується нині. Рухомий склад представлений у вигляді тягового складу (локомотива) та причіпного складу (вагонів). Для транспортування лісоматеріалів використовують напіввагони та платформи, обладнані кониками (рис. 1.5).

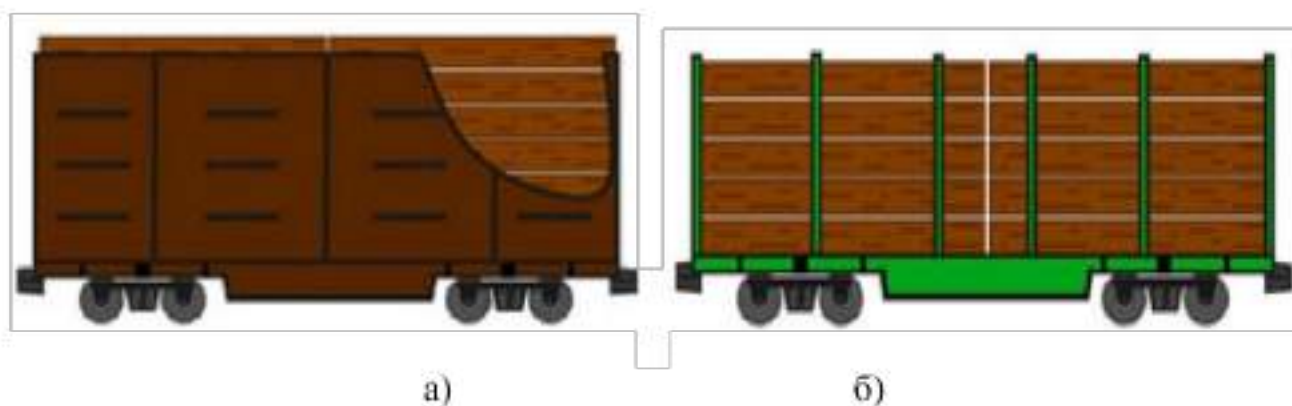


Рисунок 1.5 – Вагони для транспортування лісу: а) напіввагон; б) вагон-платформа

Використання цього способу транспортування лісоматеріалів має на увазі наявність залізничних колій, оснащених спеціальними конструкціями та пристроями для навантаження лісоматеріалів, а також розвантаження.

Залізничні перевезення лісоматеріалів нерентабельно використовувати на малих відстанях у зв'язку зі значною вартістю. При роботі на далеких відстанях даний вид перевезень вкрай вигідний, що пов'язано з великими обсягами, що транспортуються.

Варто також зауважити, що залізничні перевезення складніше організувати, у зв'язку із завантаженістю залізничних колій та чітким розкладом руху поїздів.

Транспортування деревини водним транспортом. Транспортування деревини водним транспортом є окремим випадком загальних перевезень водним транспортом, крім випадку транспортування деревини без суден (сплавом). Транспортування деревини сплавом проводиться у разі неможливості або нерентабельності перевезень деревини іншими способами з місця вирубування до так званих лісоперевалочних баз. Виділяють такі види лісосплаву:

- молевий, у якому ліс транспортується вниз за течією несудноплавної річки у вигляді незв'язаних між собою сортаментів круглого лісу;
- кошельний, при якому ліс транспортується акваторіями озер і річок з недостатньою течією у вигляді незв'язаних між собою сортаментів, обнесених плавучим огородженням, так званим оплотником;
- у з'єднувальних одиницях, при якому згуртовані в пучки сортаменти (об'ємом 5-30 куб. м.) транспортується несудноплавними річками;
- плотовий, при якому сформовані плоти з сортаментів або хлестів транспортують буксирувальними суднами.

Транспортування деревини суднами застосовується для транспортування круглого лісу, пиломатеріалів, будівельних матеріалів деревного походження тощо. Для перевезення даних вантажів використовуються суховантажні судна, які загалом поділяють на самохідні та несамохідні. Перевезення самохідними судами найпоширеніші. Для таких перевезень використовують суховантажні теплоходи із місткістю трюмів понад 3000 куб. м. Для перевезень несамохідними суднами використовують суховантажні судна «коритоподібного» типу та баржі – майданчики, що рухаються буксирувальним катером. Місткість таких суден коливається від 1800 до 4500 куб. м.

Цей вид транспортування деревини, як і водний транспорт загалом, економічний, у зв'язку з великими обсягами перевезення. Однак, його застосування обмежується наявністю акваторій та необхідної інфраструктури (портів, причалів, пристаней).

1.5 Транскордонні вантажоперевезення.

Транскордонні (міждержавні) перевезення – процес транспортування вантажів чи громадян між державами. Основною відмінністю від звичайних вантажних чи пасажирських перевезень є необхідність перетину кордону держав. Перехід кордону сухопутним транспортом здійснюється у спеціальних прикордонних контрольно-пропускних пунктах (КПП) – зонах митного контролю. Для водного та повітряного транскордонного сполучення передбачено інший порядок, який полягає у низці заходів щодо поінформування митних служб іншої держави про перехід чи намір перейти кордон водним чи повітряним судном. Процес переходу кордону залежить від прийнятих державами норм і угод, які закріплені в митних кодексах країн.

Митний контроль – один із засобів реалізації митної політики тієї чи іншої держави, що є сукупністю заходів, що здійснюються митними органами з метою забезпечення дотримання учасниками митно-правових відносин, вимог та норм митного законодавства. Основною метою митного контролю є проведення різноманітних перевірок, з метою визначення відповідності проведених учасниками митно-правових відносин операцій та дій у сфері митної справи вимогам та нормам митного законодавства, а також виявлення порушень митних правил.

Основні види митного контролю:

- Залежно від тієї чи іншої форми контролю виділяють документальний митний контроль (перевірка документів) та фактичний контроль (огляд, обстеження);
- Залежно від предмета контролю: митний контроль товарів та транспортних засобів;
- Залежно від напрямку руху товарів: контроль товарів, що ввозяться і вивозяться;
- Залежно від виду транспортних засобів: контроль залізничного транспорту, повітряних суден, автомобільного транспорту та ін;
- Залежно від ступеня участі у здійсненні митного контролю митних органів певних держав: односторонній, двосторонній та сумісний митний контроль. При од-

носторонньому – контроль проводиться тільки однією державою, при двосторонньому - в обох державах, але окремо. При спільному контролі контроль проводиться органами обох держав, що межують, разом і одночасно.

Основними заходами митного контролю є:

1. **Перевірка документів та відомостей**, що необхідні для митних цілей – вивчення документів (транспортних, торгових та ін.) на переміщення через митний кордон товарів та транспортних засобів, визначеними у відповідності їх оформлення встановленим правилам;

2. **Митний огляд** – зовнішній візуальний огляд товарів, у тому числі транспортних засобів, багажу, фізичних осіб, вантажних ємностей, митних пломб, печаток та інших засобів ідентифікації, що здійснюється без розкриття транспортних засобів, упаковки товарів, демонтажу та порушення цілісності обстежуваних об'єктів та їх частин іншими способами. Митний огляд транспортних засобів та товарів проводиться у присутності осіб, які мають повноваження щодо товарів та транспортних засобів, та їх представників, однак, у зоні митного контролю участь таких осіб не обов'язкова. Митний контроль здійснюється з метою виявлення провозу заборонених вантажів, перевищення норм за кількістю вантажів, що перевозяться, виявлення осіб, яким заборонено в'їзд на територію іншої держави тощо;

3. **Митне обстеження** – дії посадових осіб митних органів, пов'язані з розкриттям упаковки товарів або вантажного приміщення транспортного засобу або ємностей, контейнерів та інших місць, де знаходяться або можуть знаходитися товари, з порушенням накладених на них митних пломб або інших засобів ідентифікації, розбиранням, демонтажем або порушенням цілісності обстежуваних об'єктів та його елементів іншими методами. Митне обстеження проводиться після ухвалення митної декларації на товари. До подання митної декларації митне обстеження може проводитися з метою ідентифікації товарів для митних цілей або за наявності інформації про порушення митного законодавства з метою перевірки цієї інформації.

Транскордонні перевезення можуть бути сухопутними, водними та повітряними (авіаперевезення). Для кожного з перелічених видів транспорту існують свої особливості при перетині кордону, пов'язані переважно з проведенням процедури митного

контролю. Розглянемо докладно процес перетину кордону сухопутним транспортом.

Процес перетину кордону сухопутним транспортним засобом (поїзд чи автомобіль) полягає у перетині кордону держав через спеціальний прикордонний контрольно-пропускний пункт, митний контроль на якому може здійснюватися в односторонньому, двосторонньому порядку або окремо. Для автомобілів це пункти пропуску на шосейних переходах, для залізничного транспорту – прикордонні залізничні станції, прикордонні контрольні пости, перегони між державним кордоном та прикордонною залізничною станцією та ін. Крім того, у деяких випадках митний контроль товарів може проводитись у місцях доставки товарів. Початком митного контролю вважається момент в'їзду транспортного засобу до зони митного контролю, а виїзд – моментом закінчення. В інших випадках митний контроль закінчується у місцях доставки товарів.

При транскордонних перевезеннях вантажів автотранспортом до митного контролю підлягають транспорт і товари. Контроль транспорту здійснюється з метою виявлення та припинення використання транспортних засобів, спеціально обладнаних для приховування товарів від митного контролю, недопущення переміщення транспортних засобів через митний кордон для інших цілей, крім міжнародних перевезень пасажирів та офіційних вантажів, а також для перевірки транспортних засобів на відповідність технічним вимогам для доставки вантажів під митним контролем. При в'їзді до іншої держави вантажні транспортні засоби перевіряються на відповідність нормам за максимально дозволеними габаритами та вагою автопоїзда. Наприклад, для проїзду до Фінляндії максимально дозволена довжина сідельного тягача зі зчепленим напівпричепом не повинна перевищувати 16,5 м, а загальна вага 38 тонн. У разі виявлення порушення цих норм під час проведення митного контролю автомобіль не допускається на територію іншої держави.

Контроль товарів проводиться для виявлення та припинення спроб провезення заборонених товарів, перевищення максимально допустимої кількості товарів, що перевозяться, та ін.

При митному контролі залізничних складів проводиться контроль транспортних засобів, вантажів, фізичних осіб, ручної поклажі пасажирів. Локомотиви та рухомий

склад оформляються у митному відношенні як транспортні засоби лише на прикордонних залізничних станціях.

1.6 Транскордонні перевезення деревини рухомим складом ТОВ «Столярний світ»

Транскордонні перевезення деревини є окремим випадком транскордонних перевезень, а також окремим випадком перевезень деревини. Основним вантажем, що перевозиться, є лісоматеріали (сортаменти, пиломатеріали та інше). У даній роботі буде розглянуто транспортування ділової деревини, представленої сортаментами.

Міжнародні перевезення деревини є особливим випадком, оскільки є більш витратними, ніж внутрішні. Це пов'язано з необхідністю виконання низки додаткових робіт із забезпечення цих перевезень, що зв'язано з оформленням великої кількості супровідних документів, виконанням митних і прикордонних процедур.

Транскордонні перевезення деревини здійснюються залізничним, водним та автомобільним транспортом.

Вивезення деревини водним транспортом є актуальним для сходу Росії, де деревина експортується водними шляхами до Китаю, Японії та інших країн з Далекого сходу та зі Східного Сибіру з використанням річкових поромних переправ (Амур та Уссурі), а також морськими шляхами.

Експорт деревини з використанням залізничного транспорту проводиться практично з усієї території України до країн Європейського союзу, а також на далекий схід.

Транскордонні перевезення автомобільним транспортом застосовуються на малих відстанях та здійснюються для експорту у прикордонних районах.

Для експорту деревини на малі відстані (до 100 км.) використовують автомобільний транспорт. При невеликих обсягах вивезення цей спосіб транспортування є більш економічним та гнучким порівняно з перевезеннями залізничним транспортом.

Існує дві важливі схеми транскордонних автомобільних перевезень: схема двоетапного вивезення деревини на експорт і схема прямого вивезення. Варто зауважити,

що ці схеми також включають вивезення деревини внутрішнім споживачам.

Схема двоетапного вивезення застосовується повсюдно і полягає у вивезенні лісоматеріалів у два етапи (рис. 1.6). На першому етапі вивезення проводиться з ділянок на транзитно-перевалочні термінали, при цьому використовуються спеціалізовані автопоїзди-сортаментовози, найчастіше схеми автомобіль-тягач із причепом. На другому етапі деревина з терміналів поставляється місцевим споживачам та на експорт. При цьому, зокрема, для експорту деревини використовують сідельні тягачі з напівпричепом, які найчастіше йдуть недовантаженими приблизно на 50%, що може бути пов'язане з обмеженнями інших держав. Наприклад, згідно з обмеженнями, встановленими договором між Україною і Молдовою, максимально допустима споряджена маса лісовозного автомобіля не повинна перевищувати 40 т, а обсяг круглого лісу, що вивозиться – 23...28 куб. м. Варто також зауважити, що ця схема передбачає самовивезення деревини безпосередньо з ділянки місцевими споживачами.

Дана схема доставки має такі переваги:

- 1) Поєднання автомобільних та залізничних перевезень, оскільки термінали найчастіше знаходяться біля залізничних колій. У результаті відвантаження лісу зі складу на перевезення на далекі відстані здійснюється залізничним транспортом, а на близькі – автомобільним.
- 2) Наявність запасів на транзитно-перевалочних терміналах робить схему надійною, оскільки знижений ризик порушення термінів постачання через брак деревини.
- 3) Спрощене оформлення документів.
- 4) Використання більш економічних автомобілів для транскордонних перевезень (сідельних тягачів).
- 5) Спрощується завдання з планування та управління транспортуванням за рахунок її декомпозиції на дві послідовні, які вирішуються окремо.

Недоліком даної схеми є підвищені витрати на вантажно-розвантажувальні роботи, транспортування та зберігання деревини. Ця схема застосовується майже повсюдно у прикордонних районах України.

Друга схема доставки деревини – "пряма". Суть цієї схеми полягає у доставці

деревини споживачеві безпосередньо з ділянки в один етап, при цьому використовуються автомобілі-тягачі з причепом (рис. 1.7).

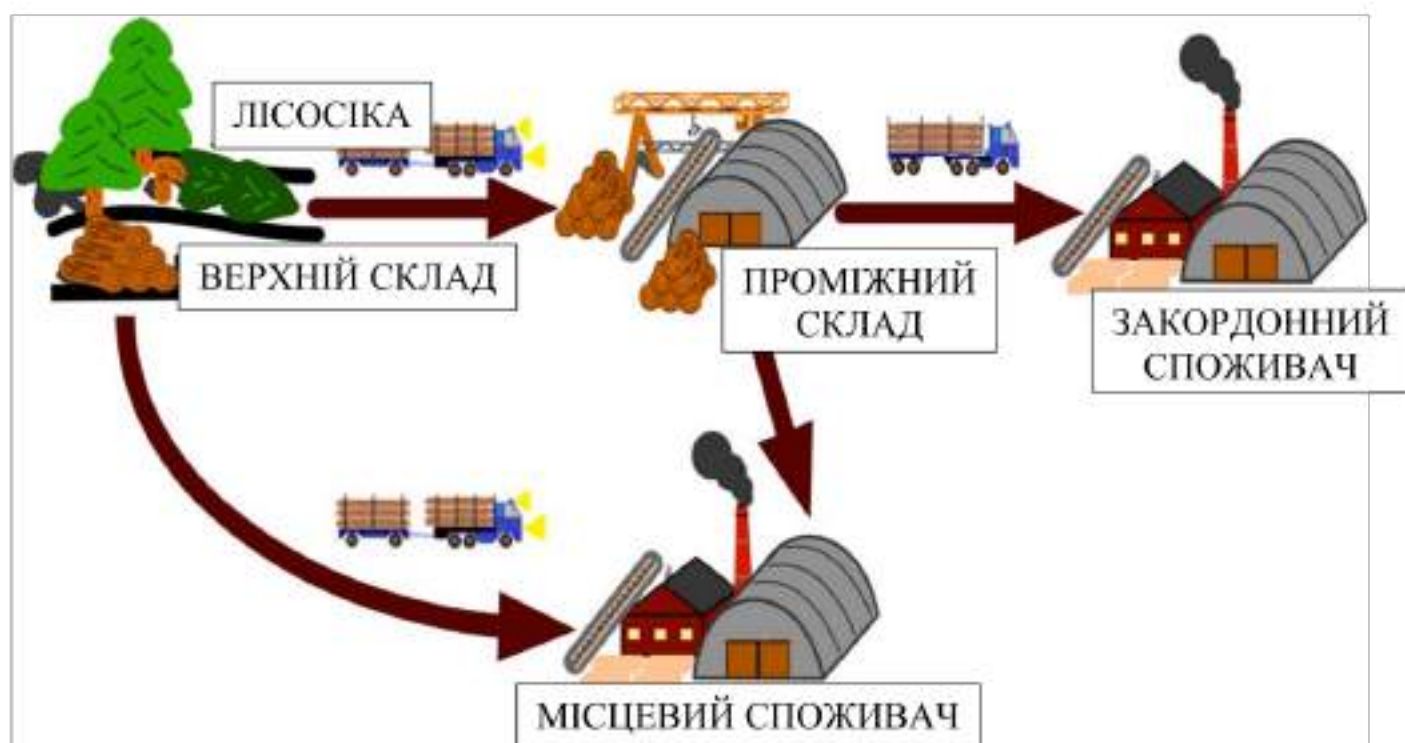


Рисунок 1.6 – Схема двоетапного вивезення деревини

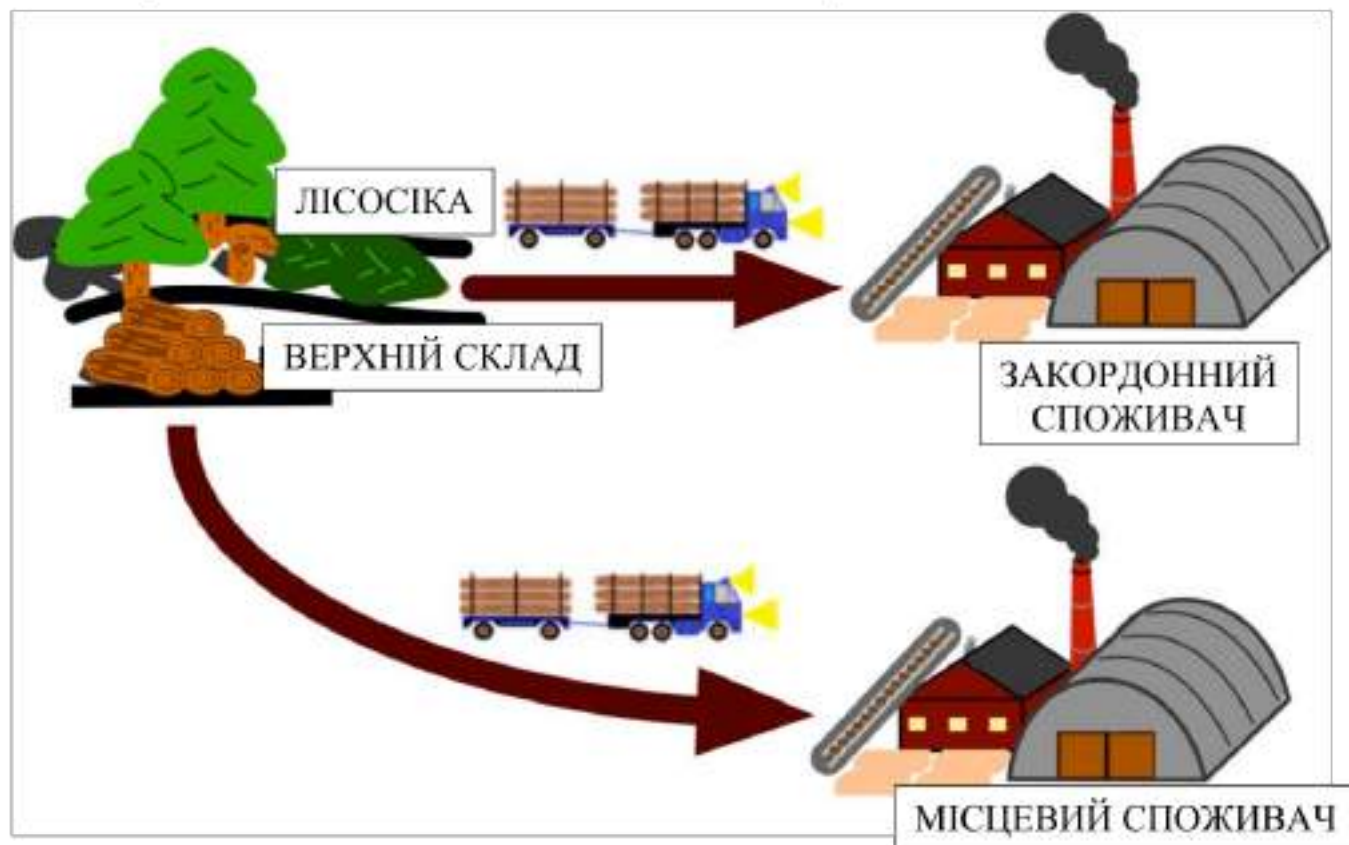


Рисунок 1.7 – Схема «прямого» вивезення деревини

Дана схема, з організаційної точки зору, набагато складніша за двоетапну. Основною перевагою «прямої» схеми є суттєве зниження витрат на зберігання, транспортування та вантажно-розвантажувальні операції.

Ця схема не набула широкого поширення при вивезенні круглого лісу на експорт. Вона використовується в основному при вивезенні паливної тріски безпосередньо з ділянок споживачу. Проте дослідження, проведені Національним університетом біо-ресурсів та природокористування України у 2013 році, показали, що ця схема застосовна при вивезенні круглого лісу на експорт, і це несе значні економічні вигоди.

1.7 Проблема вдосконалення транскордонних перевезень лісоматеріалів

Удосконалення міжнародних перевезень деревини – необхідність у умовах нинішньої економічної кризи. Насамперед це важливо для невеликих підприємств-лісозаготівельників, які займаються експортом ділової деревини переважно за допомогою автомобільного транспорту. Високі транспортні та організаційні витрати даного виду діяльності значно скорочують чистий прибуток та знижують його популярність.

Міжнародні перевезення деревини автомобільним транспортом – є складний та економічно витратний процес. Цей вид перевезень схожий на місцеві перевезеннями деревини, однак, є суттєві відмінності, через які і з'являються додаткові витрати. По-перше, необхідність перетину кордони держав через спеціальні митні контрольно-пропускні пункти. Тут виникають вимушені простой, пов'язані з часом очікування у черзі на проведення процесу митного огляду та обстеження, а також часом, що витрачається на сам процес. По-друге, наявність великої кількості супровідних документів як для вантажу, так і для засобу транспортування. Для успішного проходження процедур митного контролю необхідно задекларувати вантаж, що перевозиться, підтвердити його відповідність фітосанітарним нормам, підтвердити безпеку та справність транспортного засобу, а також право водія на перетин міждержавного кордону (за наявності візового режиму). Для оформлення такого пакету документів потрібне залучення додаткових коштів та спеціалістів.

Ще однією істотною відмінністю, і великою проблемою для експортерів є необ-

хідність виконання митних вимог держав-імпортерів. Яскравим прикладом є обмеження, встановлені договором між Росією та Фінляндією, за якими максимально допустима споряджена маса лісовозного автомобіля, що перетинає кордон Фінляндії, не повинна перевищувати 40 т, а обсяг круглого лісу, що вивозиться – 27 куб. м. Такі обмеження призводять до того, що автомобілі йдуть до закордонних споживачам недовантаженими на 40...50%.

Крім перелічених відмінностей існує низка інших проблем, що також впливають на ефективність міжнародних перевезень деревини. Однією з них є відсутність єдиної методології планування та оперативного прийняття рішень у галузі цього типу перевезень. Малі підприємства-лісозаготівельники у процесі планування виробництва, по суті, надають самі собі послуги та змушені керуватися власними напрацюваннями та досвідом при виборі виробничих потужностей, різних схем та варіантів вивезення та генерацій транспортних планів. Крім того, підприємствами не проводяться заходи щодо моніторингу та оптимізації виробничого процесу експорту деревини. Це пов'язано із значною трудомісткістю та собівартістю досліджень, що є не вигідним, особливо для невеликих експортерів деревини.

Таким чином, для підвищення ефективності міжнародних перевезень деревини необхідно провести детальне дослідження процесу, вивчити можливі варіанти здійснення транспортування з урахуванням найбільшого числа факторів, виявити найбільш економічно ефективні варіанти і на основі цього дати рекомендації щодо використання того чи іншого варіанту транспортування залежно від тих чи інших умов. Цей процес, по суті, є оптимізацією міжнародних перевезень деревини і полягає в вирішенні наступних завдань [6]:

- 1) Вибір моделі транспортування та визначення виду (видів) транспорту;
- 2) Вибір типів транспортних засобів;
- 3) Вибір схеми транспортування;
- 4) Розміщення транзитно-перевалочних терміналів та врахування розташування ділянок;
- 5) Врахування та обґрунтування параметрів функціонування прикордонних переходів;

- 6) Визначення маршрутів та синтез транспортних планів;
- 7) Обґрунтування потужностей на перевезеннях.

1.7.1 Вибір моделі транспортування та виду використовуваного транспорту

Вибір моделі транспортування та вибір виду транспорту – це комплексне завдання, оптимальне рішення якого дозволить скоротити транспортні витрати за рахунок вибору найбільш ефективного в умовах виду транспортування деревини закордонному споживачеві. Як показує практика, єдиної методики для вибору та обґрунтування моделі транспортування та видів транспортних засобів не існує, у зв'язку з чим підприємства схильні до ризику збільшення вартості перевезень внаслідок недостатньо ефективного вибору способу транспортування.

Існує дві принципові моделі транспортування – унімодальна та мультимодальна. При унімодальному транспортуванні використовується один вид транспорту. Така модель використовується за відсутності необхідності використання кількох видів транспорту. При можливості кількох альтернативних видів транспортування вибір необхідно обґрунтувати, виходячи з найменших транспортних, експлуатаційних та організаційних витрат.

Мультимодальні перевезення є більш гнучкими і дозволяють отримувати вигоду при використанні декількох альтернативних видів транспортування для різних умов. Наприклад, споживачі, що знаходяться на відстані до 100 км обслуговуються лісовозними автопоїздами, понад 100 км – залізничним транспортом. Вибір виду транспорту для даної моделі необхідно обґрунтувати, виходячи з доцільності його використання для різних ситуацій, а також найменших витрат.

При вирішенні цього завдання необхідно враховувати транспортні можливості регіону, можливість використання різних видів транспорту для задіяних ділянок та проміжних складів, відстані до споживачів, вартість перевезень, зберігання та перевалки для того чи іншого виду транспорту.

1.7.2 Вибір типу транспортних засобів

Під типом транспортних засобів маються на увазі марка, модель, конструктивні особливості транспорту. Від вибору типу того чи іншого транспортного засобу залежить експлуатаційні витрати на перевезення. Відповідно, чим економічніший транспортний засіб, чим краще він пристосований до тих чи інших умов перевезень, тим менші транспортні витрати. Це питання актуальне для автомобільних перевезень деревини. Як показує практика, підприємства використовують транспортні засоби, які є в наявності. Заходи, що дозволяють виявити найефективніші типи транспортних засобів, не проводяться. Це пов'язано з високими витратами проведення таких заходів, відсутністю єдиного алгоритму і методології їх проведення.

При вирішенні цього завдання необхідно враховувати технічні характеристики транспортних засобів (вантажопідйомність, місткість та ін), а також функціональні властивості (економічність, прохідність тощо).

1.7.3 Вибір схеми транспортування

Міжнародні перевезення деревини автомобільним транспортом можуть здійснюватися за двома принциповими схемами: двоетапною та в один етап. При двоетапній схемі ліс з ділянки поставляється на місце тимчасового зберігання, транзитно-перевалочний термінал і далі споживачеві. Тут виникають підвищені транспортні витрати, пов'язані з необхідністю більшої кількості рейсів, а також витрати на зберігання та вантажно-розвантажувальні операції усередині складів. Позитивною якістю даної схеми є можливість мультимодальних перевезень, використання різних типів транспортних засобів під час унімодальних перевезень, а також наявність страхового запасу деревини на проміжному складі.

При перевезенні в один етап ліс поставляється споживачеві безпосередньо з ділянки. Дана схема примітна низькими транспортними витратами та відсутністю складських витрат, проте ускладнена організаційно та унімодально.

Вибір схеми транспортування необхідно обґрунтувати, виходячи з її економічної

ефективності в заданих умовах. Для цього необхідно порівняти кілька різних схем транспортування для тих самих умов і виявити найбільш ефективну. Цей процес дуже трудомісткий, і потребує спеціального комп'ютерного інструменту.

1.7.4 Розташування транзитно-перевалочних терміналів та врахування розташування ділянок

Завдання оптимального розташування терміналів є актуальним у разі мультимодальних перевезень, а також при використанні двоетапної схеми транспортування деревини автомобільним транспортом. Від правильного розташування транзитно-перевалочних терміналів залежать витрати на транспортування деревини та її якість.

При вирішенні цього завдання необхідно враховувати:

1) Можливості використання різних типів транспортних засобів та застосування мультимодальних перевезень;

2) Зони охоплення ділянок, які обслуговують транзитно-перевалочний термінал (облік потенційних постачальників деревини на термінал). Термінал необхідно розташувати так, щоб сумарна відстань доставки лісоматеріалів з усіх ділянок була мінімальною;

3) Зони охоплення місцевих споживачів (для здійснення кільцевих маршрутів).

Урахування місць розташування ділянок є актуальним для схеми транспортування деревини в один етап і необхідне для створення оптимального транспортного плану вивезення деревини закордонному споживачеві. Від правильного вибору ділянок, що обслуговують споживачів, залежать витрати на транспортування, а також його якість.

Розв'язання цього завдання передбачає:

1) Вибір ділянок, що знаходяться у максимально вигідних транспортних умовах по відношенню до споживача, тобто ділянок, при перевезенні з яких транспортні витрати будуть мінімальними;

2) Зіставлення планового обсягу, встановленого контрактом на поставку деревини, що дозволить виключити перебої в поставках, пов'язані з дефіцитом, а також

створити оптимальний план транспортування лісу закордонним споживачам;

3) Врахування зони охоплення альтернативних та потенційних споживачів, у тому числі й закордонних. Це дозволить розширити можливості ділянки у плані обслуговування кількох споживачів.

Варто зауважити, що для задачі вибору ділянок, діапазон ухвалення рішень обмежений. Це пов'язано з тим, що лісосировинна база лісозаготівельного підприємства має освоюватися рівномірно, а відвід ділянок узгоджується з відповідним органом управління лісовим господарством.

1.7.5 Урахування та обґрунтування параметрів функціонування прикордонних переходів

Характерною особливістю міжнародних перевезень є необхідність перетину кордону держав через спеціальні контрольно-пропускні пункти (КПП). На КПП транспортні засоби та вантажі піддаються митному огляду, який займає певний проміжок часу. Як показує практика, час проходження лісовозним автопоїздом контролю може займати від 15 хвилин до кількох годин, залежно від завантаженості пропускного пункту.

Втрати часу під час проходження кордону вважаються простоем і впливають на витрати, пов'язані з міжнародними перевезеннями деревини. Для мінімізації таких втрат необхідно провести дослідження роботи прикордонних КПП: врахувати їхню пропускну спроможність, періоди максимальної та мінімальної завантаженості, розклад роботи. Виходячи з отриманих даних необхідно вибрати найбільш вигідний КПП, через який здійснюватиметься транспортування, а також час перетину, при якому він буде мінімально завантажений. Отримані дані необхідно використовувати з метою внесення коригувань до транспортного плану міжнародних перевезень деревини.

1.7.6 Визначення маршрутів та синтез транспортних планів

Завдання визначення маршрутів базується на теорії логістики і полягає у виборі

оптимального маршруту проходження, при якому будуть мінімальні транспортні витрати. Це питання особливо важливе для автомобільного транспорту. Під маршрутом прямування передбачається довжина шляху, який пройде транспортний засіб від точки навантаження до точки вивантаження.

Для того, щоб знизити витрати на пройдений транспортним засобом шлях необхідно мінімізувати відстань вивезення, у випадку з наземним транспортом врахувати швидкісні режими доріг, їх стан, а також альтернативні шляхи прямування у зв'язку з виникненням запланованих або позаштатних ситуацій, що блокують рух дорогами. Чим коротший шлях і якісніше дорожнє покриття, тим менше часу буде витрачено на один рейс транспортного засобу, а значить будуть нижчі транспортні витрати.

У процесі перевезення деревини закордонному споживачеві виникають ситуації, коли транспортні засоби роблять занадто великий холостий хід, що говорить про неповне використання виробничих потужностей і збільшує відповідні витрати. Для мінімізації таких витрат необхідно генерувати спеціальні транспортні плани, що полягають у сукупності всіх змінних завдань для кожного автомобіля із зазначенням місць завантаження, розвантаження, типу лісоматеріалів, що перевозяться, та іншої інформації.

Елементарним прикладом транспортного плану може бути схема кільцевого маршруту, наведена на рис. 1.8.

Згідно з цією схемою ліс транспортується закордонному споживачеві з проміжного складу, потім, по дорозі назад лісовоз завантажує деревину на ділянці по шляху прямування і відвідує місцевого споживача, який так само знаходиться по дорозі до проміжного складу. Така схема дозволяє задіяти лісовий транспорт на всіх етапах міжнародних перевезень та суттєво зменшити «холостий хід».

Вибір маршруту та транспортного плану для міжнародних перевезень деревини необхідно обґрунтувати, виходячи з їхньої економічної ефективності. Іншими словами, із сукупності маршрутів та транспортних планів необхідно вибрати найбільш ефективний.

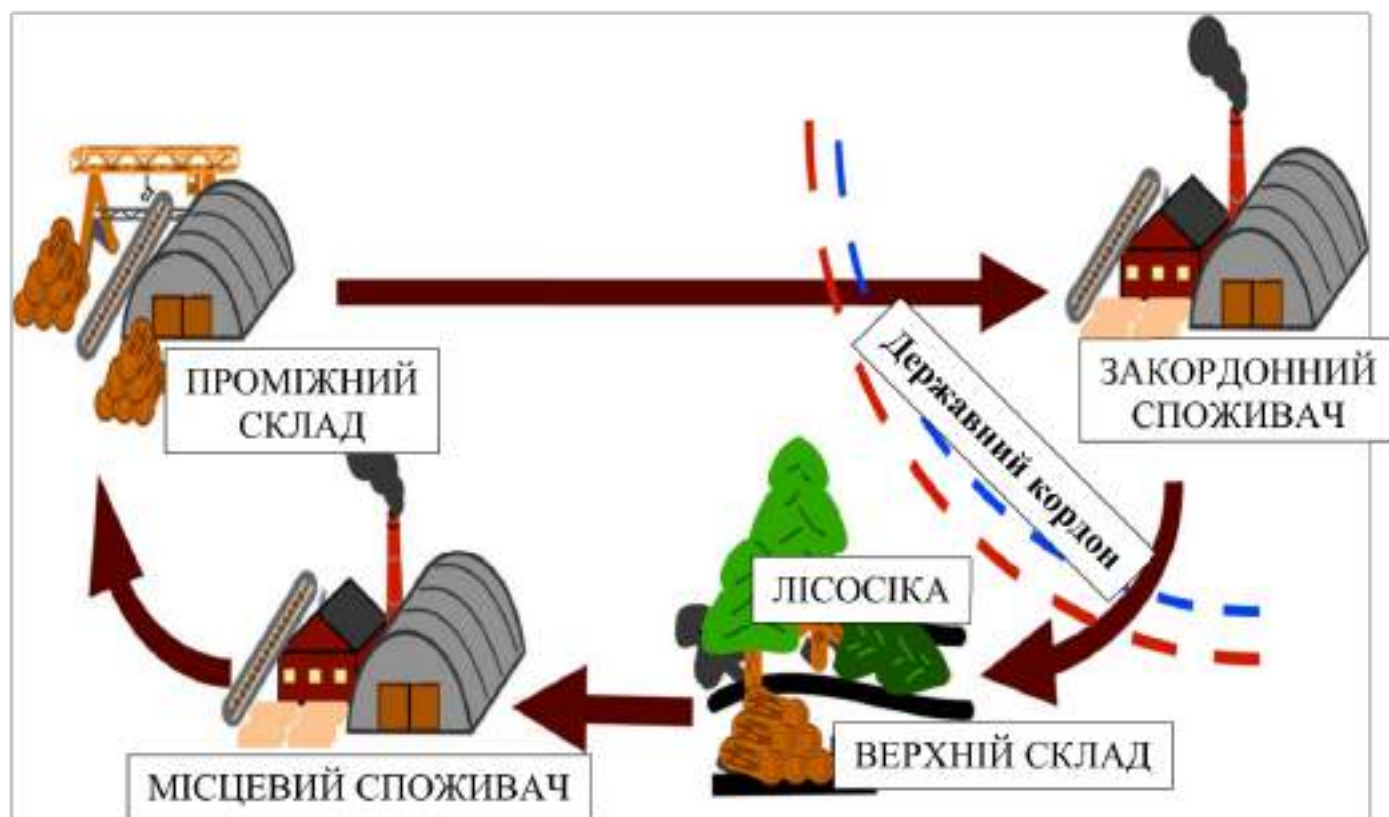


Рисунок 1.8 – Схема кільцевого маршруту

1.7.7 Обґрунтування виробничих потужностей на перевезеннях деревини

Дана задача полягає у виборі та обґрунтуванні кількості транспортних засобів, задіяних у транспортуванні деревини з урахуванням їх технічних та експлуатаційних характеристик. Оптимальним рішенням завдання є той випадок, у якому мінімальна кількість транспортних засобів забезпечуватиме плановий обсяг вивезення за заданий проміжок часу.

1.7.8 Фактори, що впливають на процес міжнародних перевезень лісоматеріалів

Вирішення всіх завдань оптимізації виробничих процесів міжнародних перевезень деревини в комплексі може суттєво підвищити ефективність даного типу перевезень, однак такий процес вимагає наявності серйозної математичної бази і є дуже ресурсозатратним. У зв'язку з цим, необхідно створити гнучку методику, що включає

сукупність методів і інструментів, здатних об'єднати і вирішити всі вищезазначені завдання з урахуванням найбільшої кількості можливих факторів, що впливають на цей процес. До таких факторів належать:

- 1) Відстань вивезення;
- 2) Відстань від пункту розміщення транспортних засобів до пункту навантаження
- 3) Час, що витрачається на розвантаження та відвантаження;
- 4) Час, який витрачається на простій на кордоні;
- 5) Час в дорозі;
- 6) Холостий пробіг;
- 7) Швидкісні режими доріг;
- 8) Кількість задіяних транспортних засобів;
- 9) Технічний стан транспортних засобів;
- 10) Продуктивність транспортних засобів;
- 11) Типи транспортних засобів, що використовуються;
- 12) Режими роботи терміналів, прикордонних КПП, споживачів;
- 13) Пропускні спроможності терміналів, прикордонних КПП та споживачів;
- 14) Рівномірність вивезення деревини;
- 15) Періоди закриття доріг для великовантажного транспорту;
- 16) Людський чинник.

Розділ 2 ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ДЕРЕВИНИ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ

У пункті 1.7 попереднього розділу було розглянуто основні проблеми міжнародних перевезень деревини та поставлено завдання даного дослідження, одним з яких є виявлення особливостей транспортно-технологічних процесів міжнародних перевезень деревини автомобільним транспортом, визначення ключових факторів, що визначають їх ефективність. У рамках цього завдання необхідно провести дослідження діяльності лісозаготівельного підприємства в галузі міжнародних перевезень деревини, ретельно вивчити всі етапи процесу організації та транспортування лісу, визначити основні проблеми, що впливають на цей вид перевезень.

2.1 Дослідження діяльності лісозаготівельного підприємства

В результаті дослідження діяльності підприємства було проведено роботу з отримання основних відомостей про підприємство, споживачів та підрядників, організацію вантажоперевезень та використовуваних технічних засобів обліку та моніторингу процесу транспортування, а також про розмір та технічний стан автомобільного парку, задіяного на вивезенні продукції. Було використано такі методи дослідження, як опитування персоналу підприємства та підрядників, спостереження за їх роботою, а також аналіз документів, запропонованих до ознайомлення на цих підприємствах.

Було проведено дослідження безпосередньо процесу транспортування деревини закордонним споживачам. У ході роботи було отримано дані про витрати часу на різні технологічні операції та простой у процесі транспортування, дані про параметри функціонування прикордонного контрольно-пропускного пункту (КПП).

Організація експорту. Транспортування деревини закордонним споживачем здійснюється переважно автомобільним транспортом за двоетапною схемою. Вивезення проводиться на основі договорів підряду з місцевими транспортними компаніями.

З лісосіку деревина вивозиться автомобілями-тягачами із причепом на транзитно-перевалочні термінали. З терміналів ліс доставляється закордонним споживачам автомобільним та залізничним транспортом. Для експорту в якості автомобільного транспорту використовують сідельні тягачі з напівпричепами.

Кожен автомобіль оснащений системою GPS, яка дозволяє фіксувати його місце розташування в просторі, витрату палива, швидкість руху в режимі реального часу. Для цього підприємство-лісозаготівець використовує спеціальне програмне забезпечення для моніторингу роботи лісовозних автомобілів BoatWatch 2.

Для проходження процедур митного контролю перевізник повинен мати при собі низку супровідних документів, до яких входять:

- 1) Документи, що засвідчують право водія перетинати кордони іноземної держави (закордонний паспорт, віза);
- 2) Документи, що засвідчують право водія займатись міжнародними перевезеннями (ліцензія);
- 3) Документи на транспортний засіб («зелена карта», документ про реєстрацію, документ, що засвідчує технічну справність автомобіля);
- 4) Документи, на вантаж, що перевозиться – деревину (митна декларація, супровідний документ на перевезення деревини (включає протокол із вимірами вантажу, що перевозиться), довіреність на право перевезення вантажів, фітосанітарний сертифікат).

Параметри функціонування прикордонних контрольно-пропускних пунктів. Робота прикордонних контрольно-пропускних пунктів (КПП) безпосередньо впливає на формування транспортних витрат, які виникають в результаті вимушених простоїв під час проведення процедур митного контролю. У зв'язку з цим необхідно досліджувати параметри функціонування даних пунктів, такі як режим роботи, пропускну здатність, періоди найбільшого і найменшого навантаження, різні характерні особливості функціонування.

Процес транспортування деревини автомобільним транспортом закордонному споживачеві. У процесі дослідження було вивчено схему транспортування де-

ревини з транзитно-перевалочного терміналу двом молдовським споживачам – заводам «Ujmaharju» та «Imatra».

Навантаження сортamentів здійснюється на транзитно-перевалочному терміналі (рис. 2.1) за допомогою навантажувача з грейферним захватом. Залежно від плану, використовується від одного до двох навантажувачів. Середній обсяг вивезення на експорт – 27 куб. м. Середній час завантаження одного лісовозного автопоїзда складає 40 хвилин. Основною проблемою на даному етапі є вимушений простій вантажних автопоїздів через очікування в черзі (рис. 2.2). Варто зауважити, що черга формується не лише з лісовозних автопоїздів, що задіяні на експорті, а й з лісовозів, які здійснюють місцеві перевезення деревини з ділянок на термінал. За найгіршого сценарію (черга до 10 транспортних одиниць, останнє місце в черзі, один працюючий навантажувач) час простою може досягати 5...6 годин. Паралельно із завантаженням, персоналом терміналу здійснюється підготовка необхідних супровідних документів.



Рисунок 2.1 – Завантаження на терміналі



Рисунок 2.2 – Черга на навантаження

Після навантаження та отримання необхідних документів починається процес транспортування, що складається з трьох послідовних етапів: транспортування від терміналу до прикордонного КПП територією України, процесу проходження прикордонного КПП та транспортування від прикордонного КПП до споживача біля Молдови. Цей процес характеризується часом проходження шляху від одного пункту до іншого.

Час проходження шляху залежить від вибраного маршруту, стану дорожньої мережі, погодних та кліматичних умов, а також витрат на простої. Простої виникають у зв'язку з витратами часу на проходження процедур митного контролю, відпочинок та прийом їжі. Час роботи та відпочинок регламентовані, для перевірки дотримання цих вимог ведеться постійний моніторинг роботи транспортного засобу, а також водія. Для моніторингу застосовуються спеціальні прилади – тахографи.

Тахограф – спеціальний бортовий вимірювальний пристрій, що встановлюється на комерційному транспорті, який забезпечує виконання вимог, які встановлюються

Європейською угодою транспортних засобів. Даний прилад призначений для реєстрації часу, швидкості руху автомобіля, кілометражу, порядку роботи (періоду відпочинку та праці) водіїв. Наявність даного приладу на автотранспорті, що здійснює перевезення, обов'язкове, а водії повинні мати спеціальну іменну карту, на яку заноситься інформація з тахографа. У разі, якщо під час перевірки картки (щомісяця) будуть зафіксовані порушення, водій буде позбавлений ліцензії та не зможе здійснювати перевезення.

Режим роботи водія далекобійника з тахографу:

- 1) Загальний час керування транспортним засобом – не більше 9 годин на добу, двічі на тиждень можна збільшити час у дорозі до 10 годин;
- 2) Час відпочинку не менше 11 години на добу, 45 годин на тиждень;
- 3) Час у дорозі без перерви – трохи більше 4.5 годин;
- 4) Час короткочасного відпочинку – не менше 45 хвилин (може використовуватись окремо по 15 хвилин протягом 4.5 годин);
- 5) Загальний час у дорозі за 2 тижні не повинен перевищувати 90 годин.

Час простою під час проходження процедур митного контролю на прикордонному КПП формується з часу очікування у черзі проведення контролю та часу проведення контролю. Час проведення процедури митного контролю залежить від якості оформлення супровідних документів, наявності порушень з боку перевізника, швидкості роботи співробітників митниці, їх числа, а також режиму роботи КПП. Загальний час простою може становити від 30 хвилин до 3 годин.

Після завершення транспортування проводиться розвантаження сортаментів на спеціальних розвантажувальних майданчиках біля молдовських заводів споживачів. Розвантаження може проводитись як фронтальними навантажувачами, так і навантажувачами з грейферним захватом. Середній час розвантаження складає 7 хвилин без урахування операцій з очищення кузова та очікування у черзі. Загальний час розвантаження може змінюватись від 12 до 40 хвилин залежно від розміру черги.

Після завершення розвантажувальних операцій лісовозні автопоїзди вирушають за новою партією деревини назад на термінал. У цьому випадку процедура митного контролю витрачає менше часу, оскільки відсутні заходи щодо огляду та дослідження

вантажу. Після прибуття на термінал, цикл транспортування починається заново (при врахуванні доступного часу роботи водія з тахографу).

Робочий тиждень водія складає 5 днів або 120 годин. Випадків роботи водіїв у парі не зафіксовано (водій працює один за зміну).

Основні проблеми, виявлені в результаті дослідження:

Проведене дослідження показало, що в процесі міжнародних перевезень деревини існує низка проблем, вирішення яких може вплинути на формування витрат на цей вид перевезень:

- 1) Наявність вузьких місць у пунктах навантаження та розвантаження деревини, що викликають простої у зв'язку з очікуванням у чергах на навантаження та розвантаження;
- 2) Наявність вузьких місць у прикордонному контрольно-пропускному пункті, що викликають простої у зв'язку з очікуванням у черзі;
- 3) Великий холостий пробіг транспортних засобів на зворотному шляху (від закордонного споживача);
- 4) Не повне використання виробничих потужностей (транспорт йде недовантаженим на 40%);
- 5) Необхідність суворого дотримання режиму роботи згідно з тахографом.

У сукупності всі перераховані вище проблеми викликають таку ситуацію, коли водій змушений здійснювати в день тільки один рейс, втрачаючи дорогоцінний час у вимушених простоях. Зробити другий рейс йому просто не дозволить режим роботи.

З вищесказаного можна дійти висновку у тому, які чинники необхідно враховувати у процесі вдосконалення міжнародних перевезень деревини автомобільним транспортом:

- 1) Час, що витрачається на подолання шляху між основними учасниками процесу міжнародних перевезень деревини;
- 2) Час, що витрачається на технологічні операції та на процес проходження процедур митного контролю;
- 3) Час, що витрачається на простої при очікуванні навантаження, розванта-

ження та проходження КПП (з урахуванням включення сторонніх транспортних засобів до черги);

- 4) Періодичність прибуття сторонніх транспортних засобів на пункти навантаження, розвантаження та митного огляду;
- 5) Кількість одиниць вантажно-розвантажувальної техніки;
- 6) Кількість одиниць транспортної техніки;
- 7) Кількість одиниць персоналу, який здійснює контроль на КПП;
- 8) Режими роботи терміналів, споживачів та прикордонних КПП;
- 9) Режим роботи водія згідно з тахографом;
- 10) Режим роботи та відпочинку персоналу;
- 11) Можливість виникнення поломок та відмов у роботі транспортних засобів.

2.2 Обробка та аналіз зібраної інформації

В результаті дослідження діяльності підприємства було зібрано наступну кількісну інформацію:

- 1) Час, що витрачається на шлях від транзитно-перевалочного терміналу «Криштофовка» до КПП багатостороннього автомобільного пункту пропуску «Бронниця-Унгурь» і назад (таблиця 2.1);
- 2) Час, що витрачається на шлях від КПП багатостороннього автомобільного пункту пропуску «Бронниця-Унгурь» до споживачів (заводів «Ujmaharju» та «Imatra») і назад (таблиця 2.2);
- 3) Час, що витрачається на технологічні операції завантаження, розвантаження та проведення процедур митного контролю (таблиця 2.3);
- 4) Кількість одиниць техніки, задіяної на технологічних операціях навантаження та розвантаження (таблиця 2.4);
- 5) Кількість одиниць техніки, яка задіяна на вивезенні деревини закордонним споживачам (таблиця 2.4);

- 6) Кількість одиниць персоналу, який здійснює контроль на КПП багатостороннього автомобільного пункту пропуску «Бронниця-Унгурь» (таблиця 2.4);
- 7) Середній обсяг лісоматеріалів, що перевозиться за один рейс (таблиця 2.5);
- 8) Перевезений за рік/місяць обсяг деревини на кожен із заводів-споживачів, що розглядаються (таблиця 2.6);
- 9) Кількість рейсів, які необхідно здійснити, щоб перевезти місячний обсяг деревини, з урахуванням обмеження на перевезення 27 куб. м (таблиця 2.6);
- 10) Періодичність прибуття лісовозних автопоїздів, які здійснюють місцеві перевезення деревини, на термінал «Криштофовка». Даний параметр необхідний для того, щоб включити в модель лісовози, які приходять для розвантаження на термінал і разом з автомобілями, що здійснюють експорт деревини, створюють чергу на терміналі. Включення даного параметра необхідне для більш точної імітації реальних умов процесу вивезення;
- 11) Періодичність прибуття вантажних транспортних засобів на КПП багатостороннього автомобільного пункту пропуску «Бронниця-Унгурь» для здійснення процедур митного контролю. Даний параметр необхідний для того, щоб включити в модель вантажні транспортні засоби, які приходять на прикордонний КПП для здійснення процедур митного контролю та разом з автомобілями, що здійснюють експорт деревини, створюють чергу на митниці. Включення даного параметра необхідне для більш точної імітації реальних умов процесу вивезення;
- 12) Періодичність відмов лісовозних автопоїздів. Даний параметр необхідний для того, щоб промоделювати ситуації, в яких транспортні засоби втрачають свою працездатність у зв'язку з виникненням різних відмов, а також необхідністю проведення технічного ремонту та технічного обслуговування. Крім періодичності для даного параметра, так само задаються витрати часу на проведення ремонту та обслуговування. Включення даного параметра необхідне більш точної імітації реальних умов процесу вивезення.

Нижче наведено чисельні значення отриманих у результаті дослідження даних. У зв'язку з великою кількістю числових даних наведено лише їхню частину.

Таблиця 2.1 - Приклад даних: час, що витрачається на шлях від транзитно-перевалочного терміналу «Криштофовка» до КПП багатостороннього автомобільного пункту пропуску «Бронниця-Унгузь» і назад

№ рейсу	Час, який витрачається на шлях до КПП багатостороннього автомобільного пункту пропуску «Бронниця-Унгузь», хв	Час, що витрачається на шлях до терміналу «Криштофовка», хв
1	22,1	15,3
2	21,8	15
3	17,8	15
4	18,2	15,1
5	18,3	15,1
6	17,3	15

Відповідно до таблиці 2.1, середній час, що витрачається:

- від терміналу від транзитно-перевалочного терміналу «Криштофовка» до КПП багатостороннього автомобільного пункту пропуску «Бронниця-Унгузь» - 19,25 хв.;
- від КПП багатостороннього автомобільного пункту пропуску «Бронниця-Унгузь» до терміналу «Криштофовка» - 15,08 хв.

Таблиця 2.2 - Приклад даних: час, що витрачається на шлях від КПП багатостороннього автомобільного пункту пропуску «Бронниця-Унгузь» до споживачів (заводів «Ujmaharju» та «Imatra») і назад

№ рейсу	Час, що витрачається до заводу «Ujmaharju», хв	Час, що витрачається від заводу «Ujmaharju», хв	Час, що витрачається до заводу «Imatra», хв	Час, що витрачається від заводу «Imatra», хв
1	95	88,1	133,5	141,4
2	113,8	90,1	146,7	130,1
3	103	91,9	153	159,8

Згідно з таблицею 2.2, середній час, що витрачається:

- від КПП багатостороннього автомобільного пункту пропуску «Бронниця-Унгузь» до заводу «Ujmaharju» - 103,93 хв.;
- від заводу «Ujmaharju» до КПП багатостороннього автомобільного пункту пропуску «Бронниця-Унгузь» - 90,00 хв.;

- від КПП багатостороннього автомобільного пункту пропуску «Бронниця-Унгурь» до заводу «Imatra» - 144,4 хв.;

- від заводу «Imatra» до КПП багатостороннього автомобільного пункту пропуску «Бронниця-Унгурь» - 147,76 хв.

Таблиця 2.3 - Приклад даних: час, що витрачається на технологічні операції завантаження, розвантаження та проведення процедур митного контролю

№ рейсу	Витрати на навантаження, хв	Витрати на розвантаження, хв	Витрати на митні операції (до Молдови), хв	Витрати на митні операції (з Молдови), хв
1	35,1	3,54	18	17,8
2	30,6	3,1	25,8	20,6
3	42,9	2,2	26,5	19,4
4	28,8	4	36,4	17,3
5	28,7	3,7	25,4	18,5
6	42,12	3,6	30,9	28,1

Згідно з таблицею 2.3, середній час, що витрачається:

- на навантаження – 34,7 хв.;
- на розвантаження – 3,3 хв.;
- на митні операції до Молдови – 27,1 хв.;
- на митні операції з Молдови – 20,2 хв.

Таблиця 2.4 - Кількість одиниць техніки та персоналу на період дослідження

Кількість навантажувачів на терміналі «Криштофовка»	Кількість навантажувачів на заводі «Ujmaharju»	Кількість навантажувачів на заводі «Imatra»	КПП багатостороннього автомобільного пункту пропуску «Бронниця-Унгурь»
2	2	2	2

Обсяг вивезення отримуємо виходячи з накладних про відвантаження з терміналу «Криштофовка» за 2022 рік. Розглянемо перевезений обсяг лише одним підрядником.

Таблиця 2.5 - Обсяг вивезення

Середньорейсовий обсяг, куб. м	Обсяг, перевезений на завод "Imatra" за рік, куб. м	Обсяг, перевезений на завод "Ujmaharju" за рік, куб. м
27,5	94482,47	35748,89

Таблиця 2.6 - Місячний обсяг перевезених лісоматеріалів

Місяць	Щомісячний обсяг вивезення на завод "Imatra", куб. м.	Щомісячний обсяг вивезення на завод "Ujmaharju", куб. м.	Загальний щомісячний обсяг вивезення, куб. м.	Кількості рейсів до заводу "Imatra"	Кількість рейсів до заводу "Ujmaharju"	Загальна кількість рейсів
Січень	4420,54	5273,77	9694,31	161	192	353
Лютий	8598,35	1925,73	10524,08	313	70	383
Березень	8850,16	5056,99	13907,15	322	184	506
Квітень	12454,35	3289,05	15743,4	453	120	572
Травень	6686,69	1943,14	8629,83	243	71	314
Червень	10295,52	2690,19	12985,71	374	98	472
Липень	9323,83	3975,24	13299,07	339	145	484
Серпень	9217,60	4012,55	13230,15	335	146	481
Вересень	2660,03	2588,08	5248,11	97	94	191
Жовтень	8215,28	2138,56	10353,84	299	78	377
Листопад	4031,05	1104,03	5135,08	147	40	187
Грудень	9729,07	1751,56	11480,63	354	64	417
Загальна кількість рейсів				3436	1300	4736

Відповідно до таблиці 2.6 можна дійти висновку про нерівномірності вивезення протягом року. Відсоткове співвідношення обсягів вивезення деревини споживачам представлено на рис. 2.3.

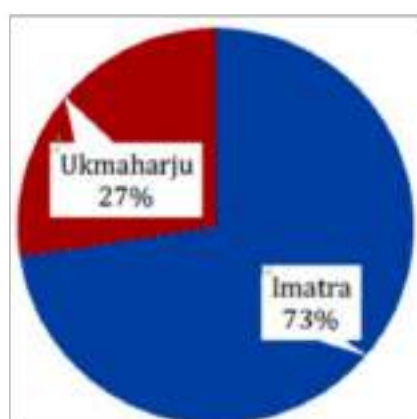


Рисунок 2.3 - Відсоткове співвідношення обсягів вивезення деревини споживачам

Час між прибуттями лісовозних автопоїздів на транзитно-перевалочний термінал «Криштофовка» отримуємо в результаті статистичної обробки даних обліку надходження обсягів деревини на транзитно-перевалочний термінал. І тому необхідно визначити закон, яким відбувається розподіл випадкових величин часу прибуття. Генеральну сукупність часу прибуття отримуємо з накладних за прийманням на термінал «Криштофовка» за один місяць.

Розіб'ємо генеральну сукупність на вибірки та підрахуємо вибіркоче середнє та частоту виникнення для кожної вибірки, згідно з застосованою методикою [23] (таблиця 2.7).

Таблиця 2.7 – Вибіркове середнє та частота

Вибіркове середнє	Частота
39,05	234
77,1	68
115,15	35
153,2	20
191,25	8
229,3	4
267,35	8
305,4	2
343,45	1
381,5	1
419,55	3
457,6	4
495,65	2
533,7	1
571,75	2
609,8	0
647,85	0
685,9	2
723,95	2

Грунтуючись на даних таблиці 2.7, побудуємо гістограму часу прибуття лісовозів (рис. 2.4).

Виходячи з отриманої гістограми можна припустити, що дана вибірка відповідає гіпотезі про експоненційний закон розподілу. Необхідно провести перевірку на відповідність цієї гіпотезі.

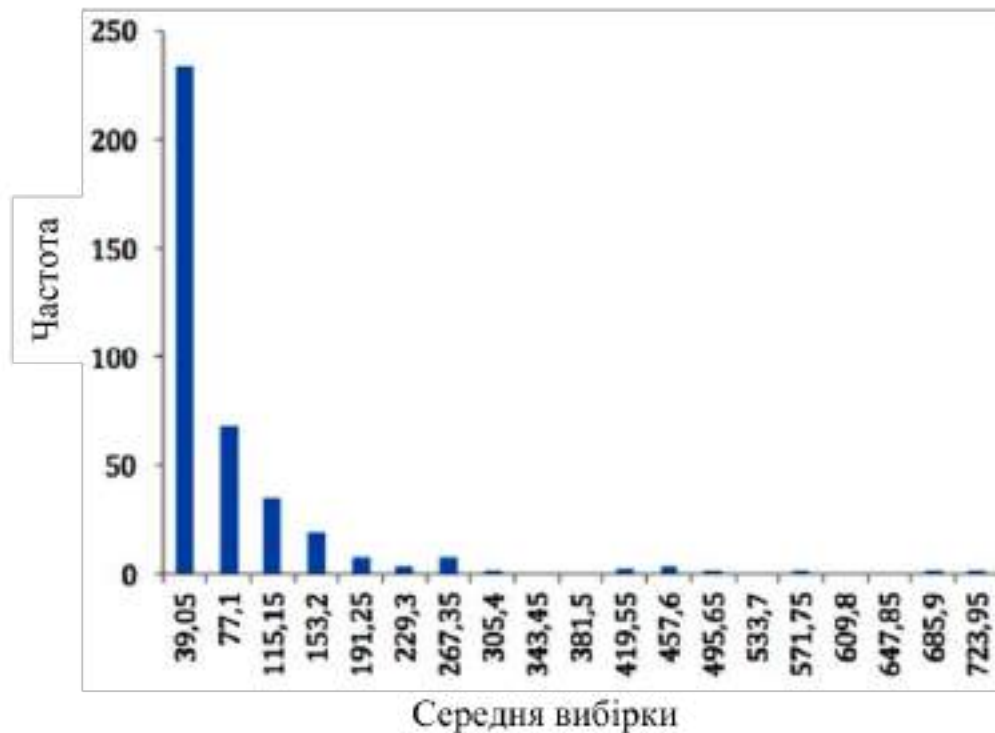


Рисунок 2.4 - Гістограма часу прибуття лісовозів

Знайдемо математичне очікування x та середньоквадратичне відхилення s :

$$x = 90,703; \quad s = 109,259.$$

Перевірка гіпотези про експонентний закон розподілу:

В результаті розрахунків було визначено, що вихідна гістограма найкраще апроксимується кривою показового закону зі значенням показника $\lambda = 0,0239$:

1. Приймаємо величину параметра експоненційного розподілу: $\lambda = 0,0239$.
2. Число ступенів свободи: $r = 17$.
3. Довірча ймовірність: $\gamma = 0,95$.
4. Критерій χ^2 Пірсона при гіпотезі експоненційного закону розподілу часу прибуття:

- гвантіль χ^2 розподілу дорівнює $X = 27,578$;

- рначення критерію Пірсона: $\chi = 10,848$.

Порівняння обчисленого значення критерію $\chi = 10,848$ та значення квантиля $X = 27,578$ показує, що обчислене значення менше. Це дозволяє зробити висновок про те, що гіпотеза експоненційного закону розподілу часу прибуття може бути прийнята з

вірогідністю 0,95.

Періодичність прибуття вантажних транспортних засобів на КПП багатостороннього автомобільного пункту пропуску «Бронниця-Унгурь» для здійснення процедур митного контролю отримуємо з даних про обсяги вантажного трафіку за кожен місяць через пункт митного контролю (таблиця 2.8).

Користуючись раніше запропонованою методикою, приймемо гіпотезу про експоненційний закон розподілу часу між прибуттями та наведемо параметр λ для кожного місяця.

Таблиця 2.8 - Інтенсивність прибуття на КПП багатостороннього автомобільного пункту пропуску «Бронниця-Унгурь»

Місяць	Обсяг трафіку (у Молдову)	Обсяг трафіку (в Україну)	Середній час між прибуттями (у Молдову), хв	Середній час між прибуттями (в Україну), хв	Інтенсивність прибуття вантажівок на митницю (λ_1)	Інтенсивність прибуття вантажівок на митницю (λ_2)
Січень	2656	2385	16,8	18,7	0,0595	0,0534
Лютий	2764	2695	15,1	15,5	0,0662	0,0645
Березень	3254	2935	13,7	15,2	0,0730	0,0658
Квітень	2602	2300	16,6	18,8	0,0602	0,0532
Травень	2600	2620	17,2	17,0	0,0581	0,0587
Червень	3016	3163	14,3	13,7	0,0699	0,0732
Липень	3042	3050	14,7	14,6	0,0680	0,0683
Серпень	3127	3079	14,3	14,5	0,0699	0,0690
Вересень	3319	3310	13,0	13,1	0,0769	0,0766
Жовтень	3126	3045	14,3	14,7	0,0699	0,0682
Листопад	3637	3555	11,9	12,2	0,0840	0,0823
Грудень	3339	3246	13,4	13,8	0,0746	0,0727

Дані про обсяги трафіку представлені з урахуванням поправки на кількість автобусів, яка становить 0,5% від загальної кількості автомобілів, що реєструються під

час переходу кордону та поправки на кількість рейсів лісовозів, що належать до підприємства, задіяних у процесі міжнародних перевезень деревини. Такі поправки необхідні у зв'язку з тим, що у джерелі [27] наведено загальні дані трафіку для вантажних автомобілів та автобусів, а перевірка автобусів здійснюється окремо від вантажних автомобілів в іншій зоні КПП. Кількість рейсів, здійснених лісовозними автопоїздами, буде окремо врахована при моделюванні.

Отже, λ_1 та λ_2 – параметри експоненціального розподілу для середнього часу між прибуттями до Молдови та України відповідно.

Періодичність відмов лісовозних автопоїздів отримаємо зі статистики поломок для підприємства. Згідно з отриманими даними, на місяць на капітальний ремонт постає 1 лісовозний тягач. Час ремонту варіюється від 8 до 24 годин, залежно від характеру відмови. Періодичність технічного обслуговування становить 30 000 км для заміни мастила та 80 000 км для заміни шин.

Розділ 3 МЕТОДИКА ВИБОРУ СХЕМИ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ДЕРЕВИНИ

3.1 Теоретико-множинна модель логістичної системи міжнародних перевезень деревини

У 1 та 2 розділі цієї роботи наведено аналіз логістичної системи міжнародних перевезень деревини. На підставі цього аналізу збудуємо теоретико-множинну модель логістичної системи міжнародних перевезень деревини.

Процес транспортування протікає в часі, отже хронологія T функціонування логістичної системи описується дискретною безліччю моментів часу, кожен елемент $t \in T$ якого описується [2]:

$$t = \langle \text{хвилина, година, день, місяць, рік} \rangle. \quad (3.1)$$

Діяльність з транспортування деревини за кордон здійснюється на території декількох держав і істотно залежить від її транспортної структури. У зв'язку з цим, наступним елементом системи є карта K , яка описує дорожню мережу, що об'єднує всі об'єкти господарювання (транзитно-перевалочні термінали, склади споживачів, гаражі, прикордонні контрольно-пропускні пункти та ін.), що задіяні у процесі міжнародних перевезень деревини.

Позначимо через M_1 – безліч впливів на матеріальний потік з його переміщенням (навантаження, розвантаження, транспортування, митний огляд та ін.). Безліч M_2 – обліковий склад ресурсів, що використовуються для просування матеріального потоку (навантажувачі, лісовозні автопоїзди).

Тоді спеціалізацію ресурсів можна визначити бінарним відношенням виду:

$$R_1 \subseteq M_1 \times M_2. \quad (3.2)$$

Позначимо через безліч M_3 ще один вид ресурсів – персонал організаційно-

управлінського складу, який здійснює управління процесом транспортування, прийом, розподіл та видачу замовлень на транспортування продукції. Позначимо через M_4 – комплекси ресурсів (комплекси навантажувачів, бригада працівників митної служби та ін).

Тоді розподіл ресурсів за бригадами описуватиметься відношенням:

$$R_1 \subseteq M_1 \times M_2 \times M_4. \quad (3.3)$$

Безліч M_5 описує сукупність різних станів процесу експлуатації ресурсів і складається з наступних підмножин:

$$M_5 = \{M_{51}, M_{52}\}, \quad (3.4)$$

де M_{51} – ресурси у робочому стані;

M_{52} – ресурси у неробочому стані.

Тоді поточний стан ресурсів опишемо відношенням виду:

$$R_3 \subseteq T \times M_5 \times M_2. \quad (3.5)$$

Позначимо через M_6 – кількість бригад співробітників, які здійснюють вирішення завдань з управління логістичною системою міжнародних перевезень деревини (M_{61} – логістичний відділ, M_{62} – відділ маркетингу, M_{63} – фахівці з приймання та ін). Тоді

$$M_6 = \{M_{61}, M_{62}, \dots, M_{6n}\}. \quad (3.6)$$

Тоді розподіл співробітників за підрозділами:

$$R_4 \subseteq M_3 \times M_6. \quad (3.7)$$

Організаційна структура логістичної системи описується орієнтованим графом, який можна представити відношенням виду:

$$R_5 \subseteq M_6 \times M_6. \quad (3.8)$$

За допомогою введених вище множин $M_{i,j} = \overline{1,6}$ та відношень $R_i = \overline{1,6}$ проводиться формальний опис структури логістичної системи.

Наступним рівнем опису будь-якої складної системи є формальне уявлення її функціонування, тобто побудова функціонального опису системи, для побудови якого використовуватимемо класичний підхід, пов'язаний із поняттями «вхідні дії», «стан системи», «вихідні дії або реакції системи».

Вхідними на логістичну систему є замовлення від споживачів. Кожне таке замовлення V описуватимемо його адресною частиною V_{adr} і номенклатурою поставки V_{nom} , тобто:

$$V = \langle V_{adr}, V_{nom} \rangle. \quad (3.9)$$

Позначимо через V^t безліч замовлень, що надходять до системи в момент часу $t \in T$. Першим етапом їхньої обробки є встановлення впливів, необхідних для виконання замовлення. Таку відповідність описуватимемо відношенням:

$$Q_1^t \subseteq V^t \times M_1. \quad (3.10)$$

Якщо використовувати подання цього відношення у вигляді бінарної матриці, то:

$$q_{1,ij}^{(t)} = \begin{cases} 1, & \text{якщо замовлення } V^i \text{ вимагає виконання } j \text{ - го виду впливу;} \\ 0, & \text{в протилежному випадку.} \end{cases} \quad (3.11)$$

де $i = \overline{1, [V^t]}$, $j = \overline{1, [M_1]}$.

Потреба виконання кожної логістичної операції, необхідної для виконання всіх поточних замовлень в момент часу $t \in T$, може бути обчислена як:

$$p_j^t = \sum_{i=1}^{V^t} q_{1,ij}^t, \quad (3.12)$$

де $j = \overline{1, [M_1]}$.

Обслуговування замовлень, що надійшли в момент часу $t \in T$ здійснюється діючими комплексами ресурсів, кожен з яких в цей момент часу може знаходитися в одному зі станів множини

$$S = \{S_1, S_2\}, \quad (3.13)$$

де S_1 – комплекси ресурсів зайняті;

S_2 – комплекси ресурсів вільні.

Розподіл комплексів за станами в кожний момент часу t описуватимемо відношенням виду:

$$Q_2^t \subseteq T \times M_4 \times S. \quad (3.14)$$

Для представлення цього відношення може бути використана бінарна матриця виду:

$$q_{2,kr}^{(t)} = \begin{cases} 1, & \text{якщо в момент часу } t \text{ деякий комплекс знаходиться в } r \text{ – стані;} \\ 0, & \text{в протилежному випадку.} \end{cases} \quad (3.15)$$

де $t \in T$, $k = \overline{1, [M_4]}$, $r = \overline{1, [S]}$.

З урахуванням матричного представлення відношення безлічі вільних у момент часу t комплексів може бути визначено як:

$$M_4^t = \{a_4 \in M_4 | q_{2,k_2}^2 = 1, k = \overline{1, [M_4]}\}, \quad (3.16)$$

де a_4 – елемент множини M_4 .

Розподіл діючих комплексів для замовлень, що надійшли, представимо відношенням виду:

$$Q_3^t \subseteq V^t \times M_4^t \times K, t \in T. \quad (3.17)$$

Таким чином формальний опис логістичної системи міжнародних перевезень деревини (ЛСМПД) як динамічної територіально розподіленої системи є моделлю виду:

$$\text{ЛСМПД} = \{T, K, M_1, M_2, \dots, M_5, M_6, V^t, S, R_1, R_2, \dots, R_5, Q_1^t, Q_2^t, Q_3^t\}. \quad (3.18)$$

3.2 Методика вибору схеми транспортно-технологічного процесу міжнародних перевезень деревини

Для досягнення мети цього дослідження необхідно розробити методику підтримки прийняття рішень щодо обґрунтування вибору схеми транспортно-технологічного процесу міжнародних перевезень деревини. Дана методика включає сукупність методів та інструментів, спрямованих на вирішення наступних конкретних завдань:

- 1) Вибір моделі транспортування та визначення виду (видів) транспорту;
- 2) Вибір типів транспортних засобів;
- 3) Вибір схеми транспортування;
- 4) Врахування та обґрунтування параметрів функціонування прикордонних переходів;
- 5) Обґрунтування потужностей на перевезеннях.

Методика підтримки прийняття рішень щодо обґрунтування вибору схеми транспортно-технологічного процесу міжнародних перевезень деревини складається з наступних блоків (рис. 3.1): блок вихідних даних, блок статистичної обробки вихідних даних, блок визначення параметрів потоку надходження експортної деревини на транзитно-перевалочні термінали, блок імітаційної моделі процесу міжнародних перевезень деревини автомобільним транспортом; блок обробки та порівняння отриманих

результатів. На виході запропонована методика дозволяє визначити найефективнішу схему транспортування деревини закордонним споживачам.



Рисунок 3.1 - Методика підтримки прийняття рішень щодо обґрунтування вибору схеми транспортно-технологічного процесу міжнародних перевезень деревини

3.3 Блок вихідних даних

Блок вихідних даних включає в себе збір та обробку наступних даних:

- 1) Дані про лісосировинну базу. Включають кількість ділянок, їх характеристики (потенційний обсяг заготівлі, породний склад, вид рубки та ін), а також просторове розташування;
- 2) Дані про застосовувані технології. Включають у собі відомості про застосовувані технології заготівлі, транспортування та ін;
- 3) Дані про виробничі потужності. Включають кількість, види і характеристики машин, що використовуються на заготівлі, транспортуванні та інших технологічних операціях;
- 4) Дані про споживачів. Включають кількість споживачів, їх просторове розташування і характеристики (плановий обсяг поставок, і номенклатура);
- 5) Дорожня мережа – просторова модель дорожньої мережі, що враховує швидкісні режими різних ділянок доріг та об'єднує усі об'єкти господарювання;
- 6) Параметри функціонування прикордонних КПП. Включають у себе просторове розташування, технологію митних процедур (порядок проведення, особливості) та характеристики (пропускна спроможність та режим роботи);
- 7) Дані хронометрування – витрати часу на проведення різних технологічних операцій, таких як навантаження, розвантаження, транспортування, процедури митного контролю;
- 8) Дані про простої через технічне обслуговування та ремонт. Включають періодичність ТО і Р, технічний стан машин і обладнання;
- 9) Режим праці та відпочинку персоналу об'єктів господарювання, водіїв та прикордонних КПП. Включають розклад перерв, перезмінки та ін.

До вихідних даних також можна віднести параметри потоку надходження експортної деревини на транзитно-перевалочні склади, які включають дані про періодичність надходження обсягів деревини на транзитно-перевалочні термінали, а також фактичний обсяг, доставлений на кожен термінал за певний період часу.

Збір вихідних даних може здійснюватися за допомогою різних методів та інструментів, які залежать від цілей та завдань дослідження. Такі вихідні дані, як застосування технологій, режим праці та відпочинку, споживачі, виробничі потужності та параметри функціонування контрольно-пропускних пунктів, які не вимагають статистичної обробки, задаються безпосередньо в імітаційну модель.

Статистична обробка полягає у визначенні законів розподілу випадкових величин для таких вихідних даних, як: параметри функціонування прикордонних КПП, даних хронометрування та простоїв через ТО та Р. Приклад статистичної обробки даних представлений у розділі 3.2.

Параметри потоку надходження експортної деревини на транзитно-перевалочні склади можуть бути визначені шляхом статистичної обробки даних, отриманих в результаті спостереження або за допомогою спеціального методу, який полягає у моделюванні та оптимізації процесів заготівлі та транспортування деревини на транзитно-перевалочні термінали. В даному випадку вибір залежить від того, наскільки серйозні зміни зазнала структура виходу продукції з ділянок та його просторова структура. Якщо зміни спостерігаються, то, щоб уникнути помилок у розрахунках, необхідно скористатися методикою визначення шуканих параметрів.

3.4 Методика визначення параметрів розподілу надходження обсягів продукції на транзитні-перевалочні термінали у часі

Методика визначення параметрів розподілу надходження обсягів продукції на транзитні-перевалочні термінали у часі полягає у використанні спеціального комп'ютерного інструменту, призначеного для оптимізації транспортних планів на вивезенні лісоматеріалів Forest Transport Logistic 7.0. Даний інструмент є спеціалізованим програмним забезпеченням, призначеним для оптимізації транспортних планів на вивезенні лісоматеріалів і базується на пакеті програмного забезпечення «MapInfo. Forest Transport Logistic», дозволяє вирішувати завдання з планування та оптимізації вантажоперевезень, територіального планування, господарювання, візуалізації даних та ін.

Основні завдання, які вирішуюються Forest Transport Logistic:

- 1) На оперативному рівні:
 - a. Визначення оптимальних маршрутів руху автомобілів-сортаментовозів;
 - б. Складання оптимальних змінних транспортних планів для кожного автомобіля із зазначенням для кожного рейсу місць завантаження та розвантаження, характеристик продукції, що перевозиться (сортаментів або деревини для різних потреб), часу прибуття в пункти та вибуття з них та інших.
- 2) На тактичному рівні:
 - a. Обґрунтування потрібних потужностей на заготівлі деревини;
 - б. Обґрунтування потрібних потужностей на вивезенні деревини;
 - в. Складання оптимальних планів на заготівлі та вивезенні паливної деревини для потреб біоенергетики.
- 3) На стратегічному рівні: обґрунтування комплексних технічних та технологічних рішень, пов'язаних з експлуатацією баз (питання вибору технологій заготівлі, транспортування, будівництва доріг, використання проміжних складів та ін.).

3.4.1 Вихідні дані

Вихідні дані, необхідні для роботи інструменту, можна розділити на 2 типи: ГІС дані та характеристики об'єктів господарювання.

Основою для роботи програми є просторова модель, виконана в середовищі MapInfo та описує різні види об'єктів, які розташовані на різних шарах моделі. Сюди входять: об'єкти лісосировинної бази (ділянки, вантажні майданчики), споживачі, гаражі та дорожня мережа з підрозділом доріг на ділянки залежно від середньої швидкості руху ними (рис. 3.2).

Для того, щоб система могла розпізнати мережу доріг та об'єкти господарювання на різних шарах просторової моделі, необхідно виконати низку вимог:

- 1) Шари повинні мати правильну географічну прив'язку;
- 2) Ділянки доріг повинні являти собою полілінії;
- 3) Ділянки доріг мають бути зістиковані між собою;

- 4) База даних шару доріг має містити інформацію про тип дороги;
- 5) Кожному об'єкту господарювання має бути присвоєно унікальне ім'я (найменування).

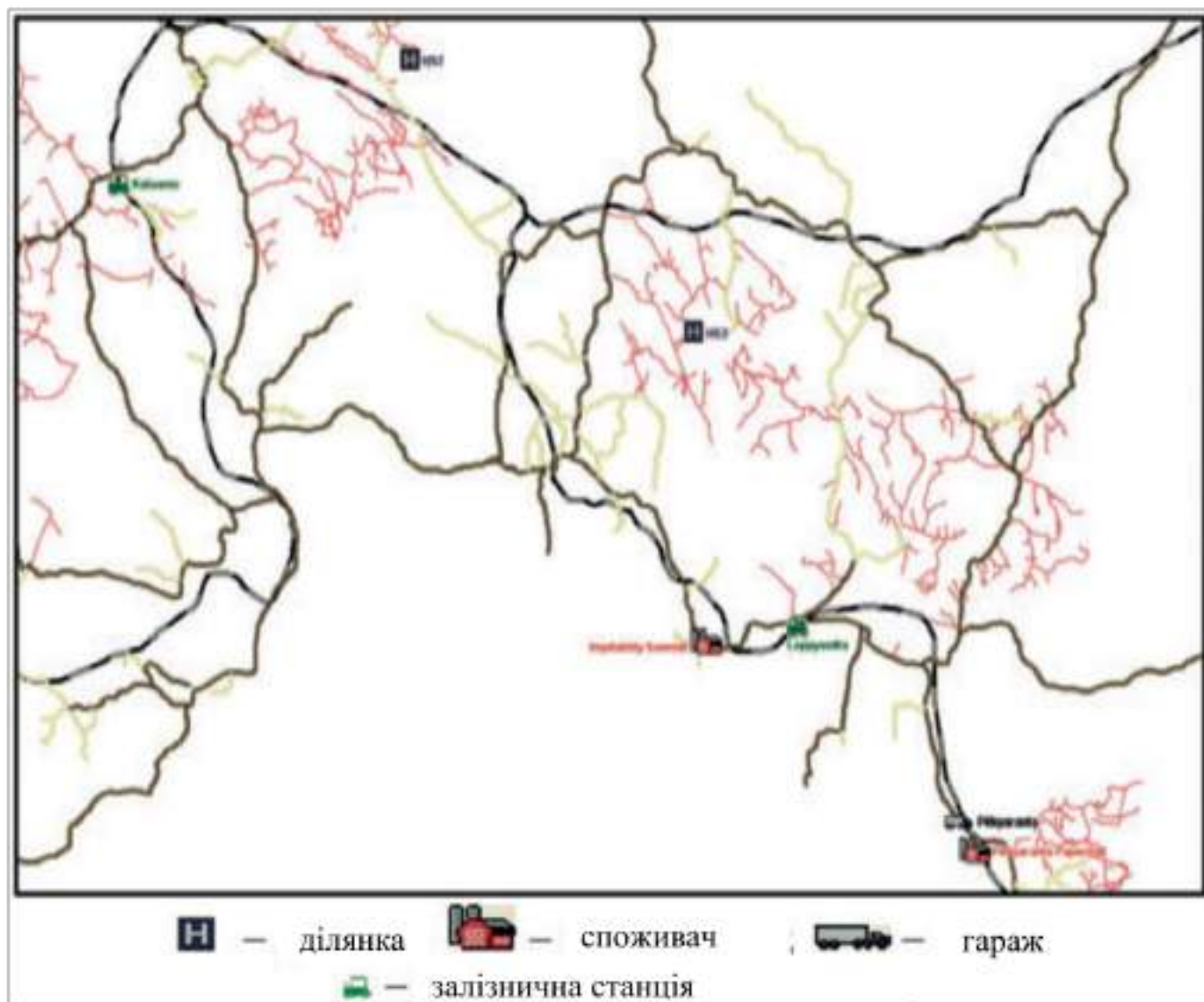


Рисунок 3.2 - Просторова модель в середовищі MapInfo

Характеристики об'єктів господарювання включають:

- 1) Для ділянок: найменування компаній, що ведуть заготівлю, середній добовий обсяг заготівлі, дати початку заготівель, тип та обсяги продукції, що заготовляється, тип ділянок (залежно від сезону), список потенційних споживачів для кожного виду продукції;

2) Для споживачів: тип споживача (місцевий або віддалений), тип та характеристики (порода, розміри, сорт) споживаної продукції, щомісячний обсяг поставок для кожного виду продукції у відповідності до контракту;

3) Для гаражів: кількість одиниць техніки (автомобілів), вихідні техніко-виробничі характеристики для кожного автомобіля (найменування, тип, модель, наявність причепа, рік випуску, реєстраційний номер, обсяг лісоматеріалів, що перевозяться, середній час навантаження та розвантаження);

4) Для лісозаготівельних комплексів: найменування кожної машини, що входить у комплекс, продуктивність комплексів, план освоєння ділянок на розглянутий період, середній час, необхідне перебезування з ділянки на ділянку.

Крім перерахованих характеристик, у програму вводяться відстані між об'єктами господарювання, необхідні визначення часу переміщення техніки з-поміж них.

3.4.2 Структура інструменту та принцип роботи

Структура розглянутого інструменту представлена рис. 3.3. На початку в інструмент вводяться вихідні дані. Далі проводиться перетворення ГІС даних у граф, що поєднує у собі шари доріг та об'єкти господарювання з під'їзними шляхами. Для цього використовується спеціальний блок керування графом, що складається з кількох програмних модулів. Перетворення на граф необхідне для виконання алгоритму пошуку оптимальних маршрутів руху та, загалом, роботи інструменту з просторовими даними. Разом із перетворенням на граф формуються бази даних характеристик об'єктів господарювання (ОГ). Бази даних мають ієрархічну структуру та містяться у кількох кореляційних таблицях. Усі необхідні для розрахунків дані передаються іншим блокам системи через систему управління базами даних (СУБД).

Після перетворення вихідних даних розпочинають роботу основні блоки системи: блок оптимізації лісозаготівельного плану, блок імітаційного моделювання процесів заготівлі деревини, блок пошуку оптимальних маршрутів плану перевезення та блок оптимізації плану перевезень.

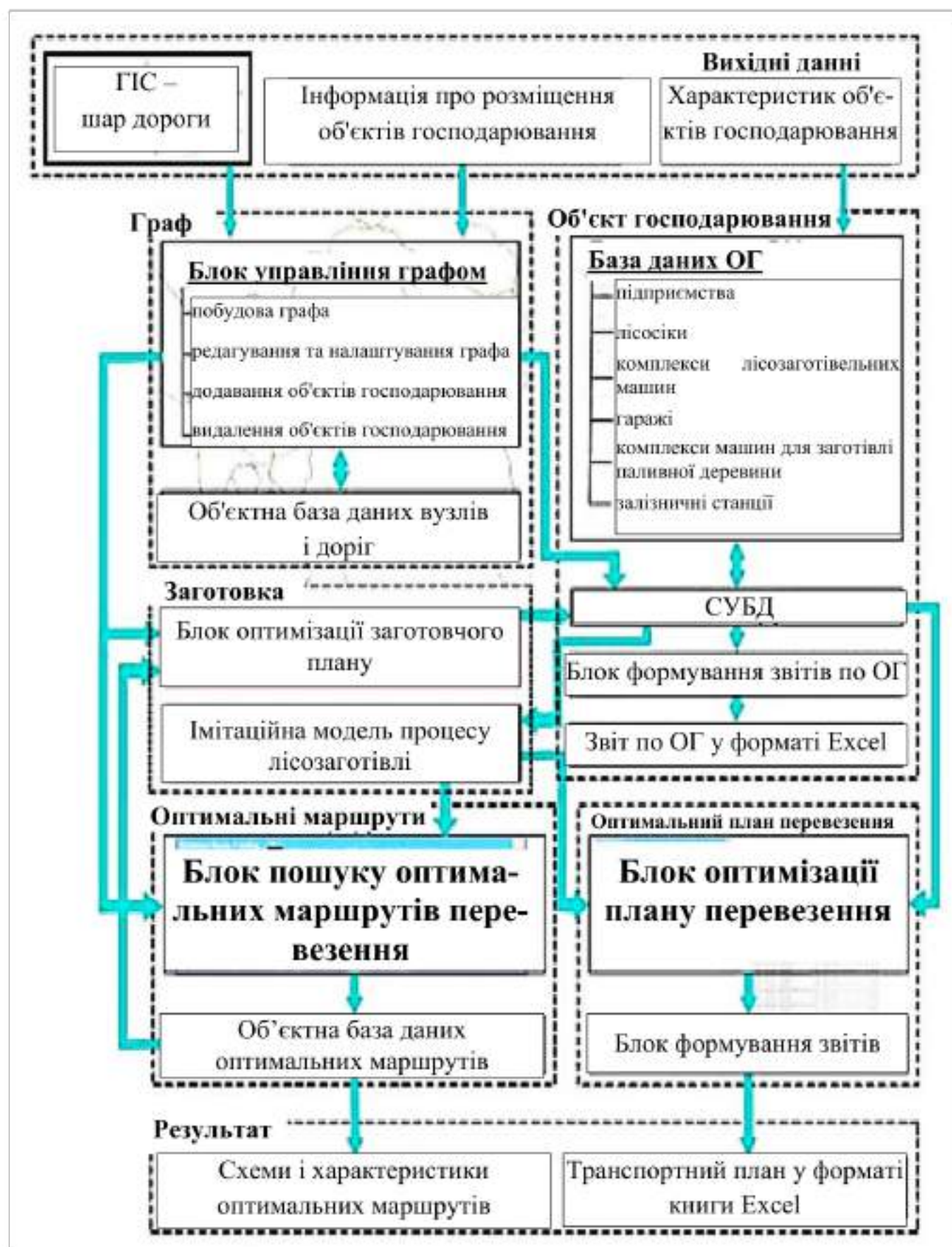


Рисунок 3.3 - Структура комп'ютерного інструменту для планування заготівлі та транспортування деревини

Внаслідок роботи блоку оптимізації лісозаготівельних планів визначається порядок освоєння ділянок у часі з урахуванням сезонних обмежень та інших факторів, а також здійснюється прив'язка лісозаготівельних комплексів до ділянок – складаються плани кожного комплексу. Критерієм оптимальності в даному випадку є дохідність освоєння кожної потенційної ділянки і включення до плану тих з них, для яких сума доходу буде найбільшою при заданих обмеженнях продуктивності використовуваних комплексів, сезонних обмеженнях і заданому розрахунковому періоді [19].

Блок імітаційного моделювання процесів заготівлі деревини призначений для імітації заготівлі деревини на ділянках відповідно до сформованого раніше лісозаготівельного плану. Тут відбувається процес імітації заготівлі деревини, внаслідок якого визначається кількість деревини на верхніх складах (у лісі) щодня.

Блок пошуку оптимальних маршрутів перевезення запускається відразу після визначення кількості деревини у лісі – після першого дня модельного часу. Цей блок призначений для визначення кращого маршруту руху від однієї точки графа до іншої. При цьому найкращим вважається той маршрут, який відповідає найменшим транспортним витратам під час транспортування 1 куб. м. деревини. Таких маршрутів може бути кілька. Після визначення маршрутів проходження кожного об'єкта господарювання, задіяного на поточний період модельного часу, генерується транспортний план і підключається блок оптимізації плану перевезень, де відбувається синтез отриманих транспортних планів і найоптимальнішого. Тут же визначається кількість автомобілів, необхідна для транспортування деревини з ділянок. Результатом роботи даних блоків є файл у форматі книги Excel, що містить докладний план для кожного з цих автомобілів.

Після створення оптимального транспортного плану починається процес імітації транспортування деревини споживачам. На виході цього процесу ми отримуємо періодичність надходження обсягів деревини, або лісовозних автопоїздів, що доставляють деревину на склад для кожного споживача, техніко-економічні показники оптимізованого транспортного плану доставки деревини, а також загальні обсяги, доставлені кожному зі споживачів.

3.5 Імітаційна модель міжнародних перевезень деревини автомобільним транспортом

3.5.1 Обґрунтування методу

Імітаційні моделі – один із різновидів моделей, які не просто відображають реальність з тим чи іншим ступенем точності, а імітують її. Імітаційні моделі дозволяють досліджувати реакції складних систем на різні зовнішні дії та внутрішні зміни. При цьому експеримент або багаторазово повторюється, або проводиться одночасно з багатьма однаковими об'єктами, але в різні умови.

У нашому випадку для дослідження процесу міжнародних перевезень деревини ідеальним варіантом буде побудова саме імітаційної моделі. Це пов'язано, в першу чергу, з необхідністю врахування великої кількості різних факторів, що впливають на виробничий процес міжнародних перевезень деревини, а також необхідністю неодноразового повторення процесу імітації для створення різних сценаріїв протікання процесу.

Існує три основні підходи до створення імітаційних моделей [22]:

1) Дискретно-подійне моделювання – підхід до побудови імітаційних моделей, що пропонує уявити реальні дії у вигляді послідовності окремих важливих моментів – подій. Цей підхід використовується при моделюванні бізнес-процесів у різних галузях та приймає низький рівень абстракції.

2) Системно-динамічне моделювання – метод моделювання, що використовується для створення точних комп'ютерних моделей складних систем для подальшого використання з метою проектування більш ефективної організації та політики взаємин з цією системою. Цей підхід використовується у довгострокових та стратегічних моделях та приймає високий рівень абстракції.

3) Агентне моделювання – метод імітаційного моделювання, що досліджує поведінку децентралізованих агентів і те, як ця поведінка визначає поведінку всієї системи в цілому. Кожен агент володіє своїми власними параметрами і поміщається

в довкілля, де утворюються різні зв'язки з об'єктами даного середовища. Індивідуальна поведінка кожного агента утворює глобальну поведінку середовища, що моделюється. Даний підхід може використовуватися на всіх етапах планування та застосовується у вирішенні різних комунікативних, виробничих та логістичних завдань.

3.5.2 Вимоги, що пред'являються до імітаційної моделі

Існує ряд загальних вимог до моделей.

По-перше, це адекватність. Модель повинна найточніше (з найменшою похибкою) відображати аспекти оригіналу, пов'язані з досягненням поставленої мети моделювання. Інші аспекти, які ніяк не впливають (або їх вплив незначний) на вирішення поставлених завдань, піддаються спрощенню або відсутні в моделі. Це пов'язано з тим, що модель ніколи не відображає оригінал у всій його повноті і створюється для реалізації якихось конкретних завдань, пов'язаних, як правило, лише з ознак оригіналу.

Другою, не менш важливою вимогою є економічність. Суть цієї вимоги полягає у мінімізації витрат на обчислювальні та інші види ресурсів, що витрачаються у процесі моделювання.

Обидві ці вимоги є взаємовиключними, тому що для досягнення максимальної якості одержуваних результатів необхідно створити складну модель, яка точно відображає оригінал, однак така модель буде найбільш витратною. В іншому випадку, ми отримаємо найменш витратну модель, але якість отриманих результатів буде нижчою. Ідеальним варіантом у цьому випадку є пошук балансу між ціною та якістю, тобто найбільш проста модель, яка забезпечить достатній рівень повноти та точності одержуваних результатів при вирішенні поставленого завдання моделювання.

Виходячи зі специфіки досліджуваної теми, а також факторів, поданих у розділі 2, можна виділити низку додаткових вимог, що висувається до шуканої імітаційної моделі. Такими вимогами є:

- 1) Простота внесення змін до параметрів функціонування моделі;
- 2) Розширюваність, тобто можливість збільшення кількості блоків алгоритму;

- 3) Відкритість, тобто можливість подальшої модифікації моделі;
- 4) Повторюваність, тобто можливість багаторазового повторення циклу моделювання.

3.5.3 Очікувані результати моделювання

В результаті моделювання повинні бути отримані такі статистичні дані:

- 1) Завантаженість ресурсів (лісовозів, навантажувачів тощо);
- 2) Час, що витрачається на виконання операцій;
- 3) Час, що витрачається на простої у чергах;
- 4) Довжини черг;
- 5) Вузькі місця системи.

3.5.4 Інструмент для виконання імітаційного моделювання

Імітаційне моделювання дуже трудомісткий процес, що вимагає наявності потужного інструменту для побудови моделей. Таким засобом є комп'ютерне моделювання. В даний час існує величезна кількість різного програмного забезпечення, що задовольняє будь-яким потребам у сфері моделювання, проте більшість з них є недоступним через велику вартість ліцензії, інші ж занадто складні в експлуатації, або не відповідають специфіці теми дослідження.

При виборі інструменту імітаційного моделювання було розглянуто такі варіанти:

- 1) GPSS WOLRD
- 2) Logistic 7.0
- 3) Arena
- 4) AnyLogic

GPSS WORLD – інструмент імітаційного моделювання другого покоління, розроблений в 1993 році компанією Minuteman Software і заснований спеціальною мовою програмування GPSS. Динамічним елементом моделей, створюваних у даному

інструменті є транзакт – абстрактний об'єкт, який переміщається між статичними елементами, відтворюючи різні події реального об'єкта, що моделюється. Цей інструмент є безкоштовним, може бути використаний для розробки імітаційних моделей складних динамічних систем та використовується, як правило, у навчальних цілях. Недоліком GPSS WORLD є відсутність графічного інтерфейсу, а також наявність у дослідника навичок роботи на мові GPSS. Крім того, обслуговування даного інструменту припинилося у 2014 році.

Arena – інструмент імітаційного моделювання компанії Systems Modeling. Ця система призначена для побудови імітаційних моделей, їх прогону у часі, а також аналізу результатів моделювання. Ґрунтується на дискретно-подійному моделюванні. Для побудови моделей використовується графічний інтерфейс, представлений системою блоків, що описують характеристики системи, що досліджується. Імітаційна модель Arena складається з наступних складових частин:

- 1) Джерела – генератори заявок. Елементи, у яких в модель надходять інформація чи об'єкти;
- 2) Стоки – приймачі заявок. Елементи, куди надходять інформація чи об'єкти;
- 3) Процеси – алгоритми обробки інформації та об'єктів;
- 4) Черги – місце, де об'єкти очікують на обробку.

Даний інструмент призначений для моделювання та дослідження складних виробничих процесів на підприємствах та має можливість графічної візуалізації моделей. Недоліком даного інструменту є його недоступність – інструмент не локалізований українською мовою, дорого коштує та має дуже обмежену безкоштовну версію.

Для побудови моделі міжнародних перевезень деревини буде використано Any Logic – інструмент імітаційного моделювання, розроблений міжнародною компанією «Any Logic Company». Цей інструмент ґрунтується на мультиплатформній мові програмування Java та підтримує всі підходи до створення імітаційних моделей: дискретно-подійний, системно-динамічний та агентний, а також будь-яку їхню комбінацію.

Можливості програми: програма Any logic має інтуїтивно простий графічний інтерфейс побудови моделей, який включає в себе:

1) Діаграми потоків та накопичувачів, що застосовується при розробці моделей, використовуючи метод системної динаміки;

2) Карти станів, що використовуються в агентних моделях для визначення поведінки агентів, а також у дискретно-подійному моделюванні для симуляції будь-якої події;

3) Блок-схеми, що використовуються для побудови алгоритмів. Застосовуються у дискретно-подійному моделюванні та агентному моделюванні;

4) Процесні діаграми, що використовуються для визначення процесів у дискретно-подійному моделюванні.

Крім інтерфейсу побудови моделей програма має великі можливості у сфері візуалізації та анімації 2D і 3D моделей.

Середовище моделювання також включає різні низькорівневі конструкції моделювання (змінні, рівняння, параметри), форми подання (лінії, геометричні фігури), елементи аналізу (бази даних, графіки і гистограми) і т.д. Важливим є наявність потужних математичних та аналітичних можливостей програми, таких як наявність багатого набору функцій розподілу, різних видів аналізу (від чутливості до оптимізації параметрів моделі щодо деякого критерію).

Програма Any logic включає набір стандартних бібліотек, розроблених для спрощення процесу моделювання та підтримки прийняття рішень у різних галузях. Особливо примітними є бібліотеки моделювання процесів і потоків, які дозволяють моделювати різні послідовності операцій з переміщення, зберігання, утилізації різних вантажів, які незручно або недоцільно моделювати окремо.

3.5.5 Опис моделі, що розробляється

Дамо опис процесу транспортування деревини закордонному споживачеві:

- Лісозаготівельнику надходить заявка на експорт певного обсягу ділової деревини для кожного із заводів-споживачів;

- Лісозаготівник приймає заявку та відправляє лісовозні автопоїзди, які здійснюють експортні перевезення з гаража на навантаження в транзитно-перевалочний термінал;

- На терміналах ділова деревина завантажується навантажувачами на лісовозні автопоїзди, після чого транспортується споживачам. Тут виникають простой, пов'язані із витратами часу на технологічні операції, а також з очікуванням у черзі на навантаження;

- Після навантаження деревина транспортується закордонним споживачам через прикордонний контрольно-пропускний пункт, де здійснюються процедури митного контролю. Тут виникають простой, пов'язані з часом проведення процедур митного контролю, а також з очікуванням у черзі;

- На заводах-споживачах деревина розвантажується навантажувачами та лісовозні автопоїзди відправляються назад на термінал або в гараж. Тут виникають простой, пов'язані із витратами часу на технологічні операції, а також очікуванням у черзі на розвантаження;

- По дорозі назад лісовозні автопоїзди проходять через прикордонний контрольно-пропускний пункт, де проводяться процедури митного контролю. Тут виникають простой, пов'язані з часом проведення процедур митного контролю, а також з очікуванням у черзі;

- Після повернення лісовозних автопоїздів на транзитно-перевалочний термінал цикл транспортування починається наново;

- Протягом усього процесу транспортування деревина доставляється з ділянок на транзитно-перевалочний термінал лісовозними автопоїздами та згодом розвантажується навантажувачами. Дані лісовозні автопоїзди утворюють єдину чергу з лісовозами, які чекають навантаження на експорт;

- Протягом усього процесу транспортування на прикордонний контрольно-пропускний пункт для здійснення митних процедур приходять сторонні вантажні автомобілі, які утворюють єдину чергу з лісовозними автопоїздами, які здійснюють експорт;

- Протягом усього процесу транспортування на заводи-споживачі розвантаження приходять сторонні лісовозні автопоїзди, які утворюють єдину чергу з лісовозами, які здійснюють експорт.

Для побудови моделі скористаємося дискретно-подійним моделюванням. Дискретно-подійне моделювання передбачає уявлення моделюваної системи як процесу – послідовності операцій, виконуваних агентами. Така модель задається графічно і є діаграмою процесу, блоки якої являють собою окремі операції. Діаграма процесу починається з блоку «джерело», який генерує і передає агентам наступні блоки діаграми, що задають операції процесу моделювання.

Агент – елемент моделі, над яким здійснюються операції і на який виробляється вплив. Агенти можуть моделювати клієнтів, пацієнтів, документацію, товари, вироби та інших. У нашому випадку агентом є товар – деревина, яка перевозиться споживачеві за допомогою ресурсів.

Ресурс – елемент моделі, з допомогою якого відбувається вплив на агента (обробка, переміщення, навантаження, розвантаження та ін.). Ресурси можуть моделювати персонал, обладнання, транспорт тощо. У нашому випадку основними ресурсами є лісовозні автопоїзди, навантажувачі та персонал митниці.

Стандартними операціями дискретно-подійного моделювання є: затримка, що моделює виконання певної операції (обробка, навантаження), обслуговування агента ресурсом та розгалуження процесу.

У зв'язку з тим, що агенти конкурують між собою за ресурсами, з'являються затримки, які сприяють виникненню черг (черга на навантаження, розвантаження). Параметри моделі, такі як час виконання операцій, час очікування, інтенсивності та ін. зазвичай є випадковими величинами і задаються у вигляді функцій розподілу ймовірності.

3.5.6 Анімація моделі

Для зручності сприйняття моделі використовується анімація моделі, яка є абстрактним поданням розташування та взаємодії всіх учасників процесу міжнародних перевезень деревини.

Основні завдання анімації:

- 1) Візуалізація процесу транспортування;
- 2) Наочне зображення мережі переміщення агентів між об'єктами простору (терміналами, заводами, КПП);
- 3) Наочне зображення зв'язків між агентами та ресурсами, які здійснюють переміщення та вплив на агентів.

В AnyLogic представлені різні об'єкти розмітки простору, основними з яких є:

- Шлях – графічно задає траєкторію руху агентів з одного місця на інше;
- Вузол – задає місце, в якому можуть перебувати агенти. Можливо представлений точкою, прямокутником чи багатокутною фігурою;
- Атрактор – задає точні місця розташування агентів усередині вузлів (крім точкових);
- Стелаж – графічно задає стелаж, що використовується як склад чи зона зберігання. Має різні конфігурації та параметри (габаритні розміри, місткість тощо).

На рис. 3.4 представлена анімація моделі.

Анімація моделі складається з таких елементів.

1) *Garage* – вузол генерації та розміщення ресурсів (лісовозних автопоїздів). Незадіяні ресурси вирушають у гараж на стоянку та залишають його у разі заявки на використання. Крім того, в гаражі проводиться технічне обслуговування та ремонт транспортних засобів, що розглядаються;

2) *Loading zone* – вузол, де здійснюються навантаження та розвантаження лісовозних автопоїздів на терміналі (зона навантаження). Тут також формується черга з ресурсів (лісовозних автопоїздів), що чекають на процес навантаження агента (дерева);

3) *Forklift Zone* – вузол генерації та розміщення ресурсів (навантажувачів). При заявці на вантажно-розвантажувальні операції ресурс задіюється і прямує до зони навантаження;

4) *Storage* – склад, де зберігаються агенти (дерева). У разі заявки на навантаження агент вилучається навантажувачем та вантажиться на лісовозний автопоїзд.

У разі заявки на розвантаження агент вилучається з лісовозного автопоїзда навантажувачем та прямує на склад;

5) *Inspection zone* – вузол, де здійснюється процедура митного контролю (зона контролю). Тут також формується черга з ресурсів, які очікують на контроль;

6) *Consumers zone* – вузол генерації та розміщення ресурсів – персоналу митниці. При заявці на процедури митного контролю ресурс задіюється і спрямовується до зони контролю;

7) *Unloading zone* – вузол, де здійснюються розвантаження лісовозних автопоїздів на заводах – споживачах (зона розвантаження). Тут також формується черга з ресурсів (лісовозних автопоїздів), що очікують на процес розвантаження агента (деревини);

8) *UN1* – точковий вузол генерації ресурсів – лісовозних автопоїздів, які здійснюють місцеві перевезення деревини на території України, що прямують до «*Loading zone*» для розвантаження агента. Цей ресурс служить для імітації черги на терміналі;

9) *UN2* та *UN3* – точкові вузли генерації ресурсів – лісовозних автопоїздів, які здійснюють місцеві перевезення деревини на території Молдови, а також конкурентів, які здійснюють експортну діяльність. Дані ресурси надсилаються в «*Unloading zone*» для розвантаження агента. Цей ресурс служить для імітації черги на розвантаженні;

10) *CN1* та *CN2* – точкові вузли генерації ресурсів – вантажних автомобілів, які прямують для здійснення процедур митного контролю в «*Inspection zone*». Цей ресурс служить для імітації черги на митниці.

Пунктирними лініями на рис. 3.4 зображені зв'язки між основними елементами моделі – шляхи. У цьому випадку це автомобільні дороги.

3.5.7 Діаграма процесу

Діаграма процесу – інструмент, що використовується для графічного представлення послідовності дій та рішень, необхідних для досягнення заданої мети.

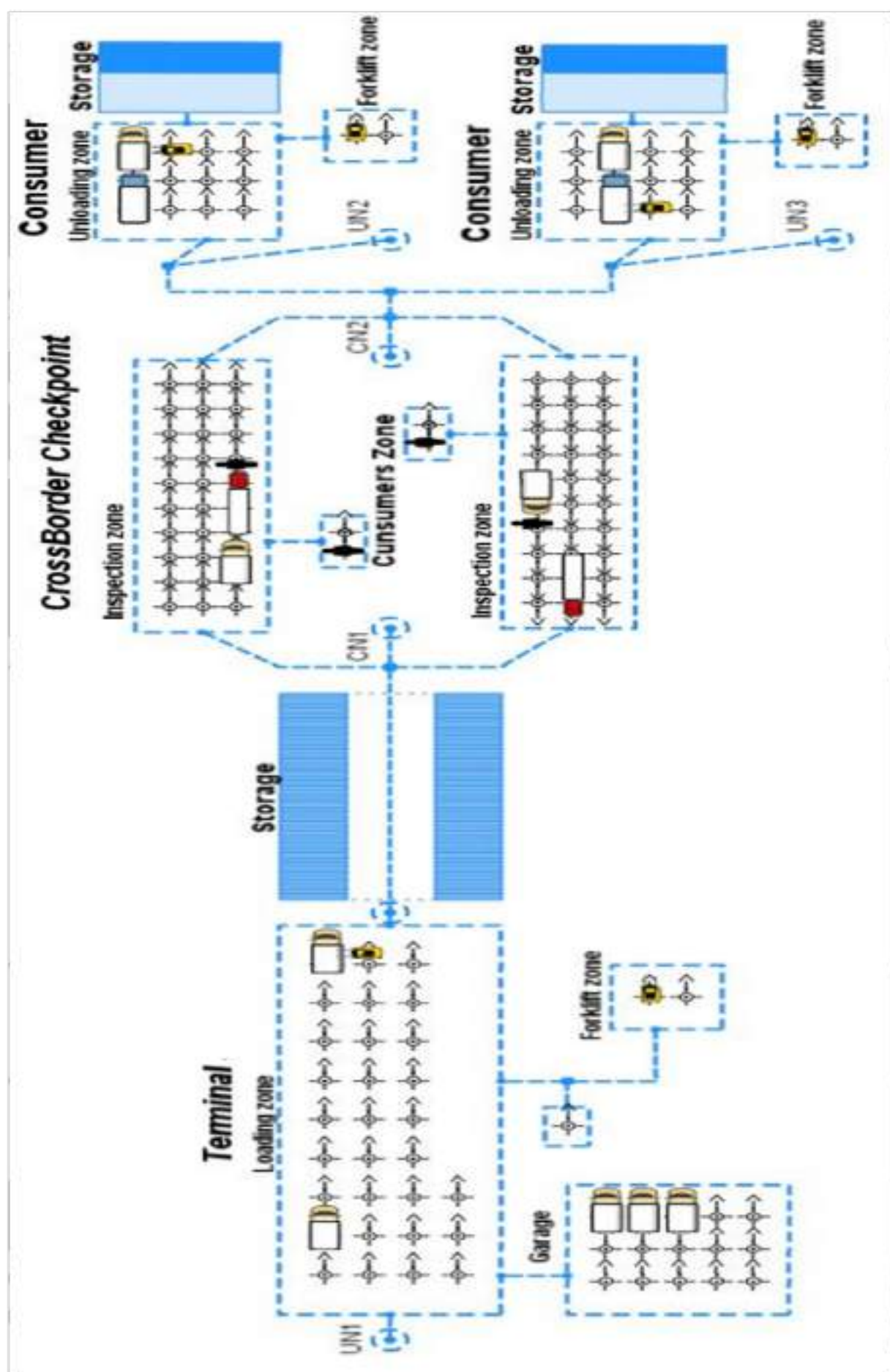


Рисунок 3.4 - Анімація моделі

Діаграма прив'язана до анімації та використовує в процесі її елементи та зв'язок між ними. Іншими словами, рух лісовозних автопоїздів здійснюватиметься від елемента Loading zone до Unloading zone через Inspection zone і назад шляхом, що з'єднує їх. Без такої прив'язки діаграма процесу немає сенсу.

Іншим прикладом є виникнення та виконання заявок на використання будь-якого ресурсу. Надходить заявка на доставку агента (деревини) споживачеві в Unloading zone. На виконання заявки залучається ресурс – лісовозний автопоїзд, який починає рух у вузол навантаження. Заявка на навантаження виникне лише тоді, коли автопоїзд закінчить рух і опиниться у вузлі терміналу Loading zone. У цьому випадку з Forklift Zone буде вилучено навантажувач для виконання навантаження.

Розглянемо використані при моделюванні блоки діаграми (рис. 3.5):

- 1) Блок source (1) створює агентів стандартного або заданого типу. Агенти можуть створюватися в заданій кількості згідно з заданою інтенсивністю або за допомогою розкладу. Крім того, створені агенти можуть автоматично прикріплюватися до заданих ресурсів. Цей блок зазвичай використовується як початковий блок діаграми процесу;
- 2) Блок sink (2) знищує агентів, що надійшли в нього через вхідний порт. Зазвичай використовують як заключний блок діаграми процесу;
- 3) Блок selectOutput (3) направляє вхідних агентів в один із двох вихідних портів залежно від виконання заданої умови або ймовірності. Використовується для поділу потоків або сортування агентів згідно з заданим критерієм;
- 4) Блок resourcePool (4) задає набір ресурсів, що використовується агентами. Даний блок дозволяє створити свої типи ресурсів і задавати їх просторове розташування та параметри. Наприклад, кількість, швидкість руху, перерви у роботі тощо;
- 5) Блок resourceTaskStart (5) задає початок окремої діаграми процесу, що моделює процес виконання завдання ресурсами. Як правило, це підготовка ресурсів для використання агентами;
- 6) Блок resourceTaskEnd (6) задає кінець окремої діаграми процесу, що моделює процес виконання завдання ресурсів. Як правило, це процес завершення завдання;

7) Блок `moveTo` (7) переміщує агента або ресурси з поточного розташування до нового. Якщо до агента прикріплені будь-які ресурси, вони переміщуються разом із ним. Час переміщення може задаватися швидкістю агента або часом, який агент проведе в даному блоці;

8) Блок `Seize` (8) захоплює для агента задану кількість ресурсів із зазначеного блоку `resourcePool`. Можна також захоплювати набори ресурсів з різних блоків `resourcePool`. Даний блок містить чергу, в якій агенти чекають, поки ресурси, що запитуються, стануть доступними;

9) Блок `release` (9) звільняє задану кількість захоплених блоком `Seize` ресурсів. Після звільнення захопленій ресурс може залишитися дома, або ж повернутися у базовий вузол;

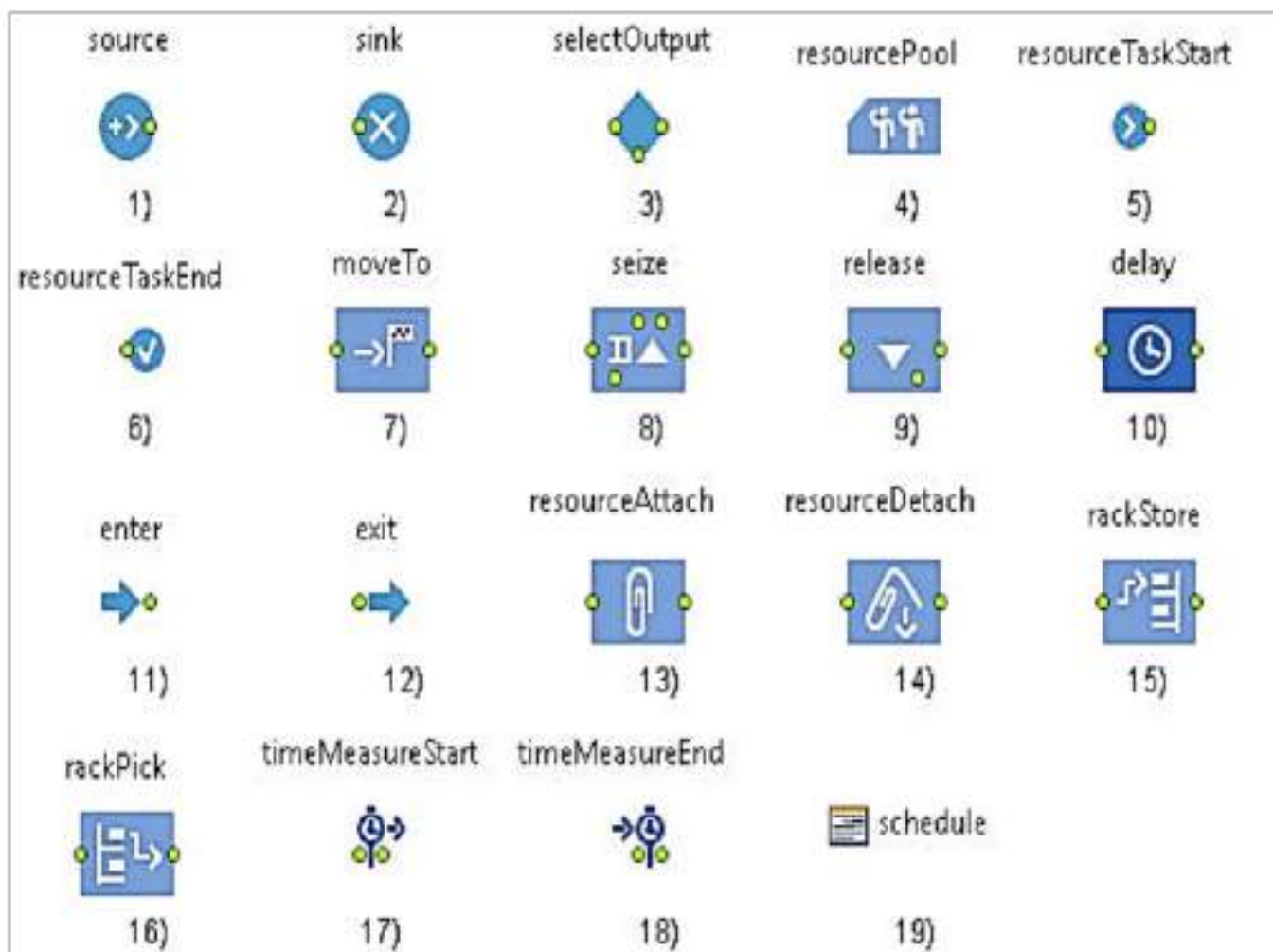


Рисунок 3.5 - Основні елементи діаграми процесу

10) Блок Delay (10) моделює затримку об'єктів на заданий час. Затримати можна певну (задану) кількість агентів, решта поміщаються в чергу. Час затримки визначається випадковою величиною, обчислюється динамічно або може залежати від будь-яких інших умов.

Цей блок чудово підходить для моделювання витрат часу на проведення різних операцій;

11) Блок Enter (11) вставляє вже існуючих агентів у певне місце всередині процесу, заданого потоковою діаграмою. Використовується для додавання агентів у процес реалізації маршрутизації агентів;

12) Блок Exit (12) витягує агентів, що надходять в об'єкт, з процесу з можливістю переміщення в іншу частину моделі або для реалізації складної маршрутизації агентів між частинами потокової діаграми;

13) Блок ResourceAttach (13) приєднує до агента зазначені ресурси, змушуючи їх переміщатися разом з агентом доти, доки вони не будуть від'єднані або звільнені агентом. На момент з'єднання ресурси повинні бути захоплені агентом і розташовуватися в тому ж вузлі, що і сам агент;

14) Блок ResourceDetach (14) від'єднує раніше приєднані до агента ресурси, які припиняють супроводжувати агента, але будуть ним, як і раніше, захоплені;

15) Блок RackStore (15) поміщає агента в комірку заданого стелажу. При цьому агент переміщається за допомогою заданих ресурсів, що рухаються. Варто зауважити, що ресурс автоматично приєднується до агента на час переміщення і від'єднується відразу після прибуття на стелаж. Даний блок дозволяє задати затримку, що моделює час переміщення агента. Осередки можна задавати за допомогою координат (ряд, місце, рівень) або автоматично (у будь-яку вільну);

16) Блок RackPick (16) витягує об'єкта зі стелажу за допомогою заданих рухомих ресурсів і поміщає його у вузол мережі. В іншому його робота аналогічна блоку RackStore;

17) TimeMeasureStart (17) разом з TimeMeasureEnd (18) становить пару об'єктів, що дозволяє вимірювати час, проведений агентами між двома точками діаграми

процесу. TimeMeasureStart задає початкову точку вимірювання, TimeMeasureEnd кінцеву. За допомогою даних блоків зазвичай вимірюється тривалість перебування агента у системі чи якомусь процесі;

18) Блок Shchedule (19) дозволяє задавати розклад – циклічність, за якою значення якоїсь величини може змінюватися з часом. Наприклад, можна задати розклад перерв у роботі ресурсів чи циклічність прибуття агентів кожної одиниці модельного чи календарного часу.

При моделюванні процесу міжнародних перевезень деревини було створено кілька діаграм процесу: основне, що моделює транспортування деревини закордонним споживачам і додаткові, що моделюють процес руху сторінкових агентів, які дозволяють імітувати черги на навантаження, розвантаження та процедури митного контролю, що у свою чергу наближає модель до реальних умов.

Розглянемо основні ресурси, що беруть участь у процесі моделювання (рис. 3.6).



Рисунок 3.6 - Основні ресурси імітаційної моделі

Загалом у процесі беруть участь 12 ресурсів. Рухливі ресурси:

- WoodTruck1, WoodTruck2, FinishTruck та FinishTruck2 – лісовозні автопоїзди, що здійснюють доставку агентів з вузла UN1 на термінал, з терміналу до споживачів та додаткові лісовози, що доставляють агентів із вузлів UN2, UN3 споживачам відповідно;

- WoodForklift, ConsumerForklift1 та ConsumerForklift2 – автотранспортувальники, що здійснюють навантаження та розвантаження на терміналі, а також розвантаження на заводах споживачів;

- Custom та CustomBack – персонал митниці, який здійснює митні процедури на прикордонному КПП під час руху у бік Молдови та України відповідно;

- AdditionalTruck – ресурс, що є додатковими вантажними автомобілями, які прямує на КПП для проведення процедур митного контролю.

Для ресурсів WoodTruck2, WoodForklift, ConsumerForklift1, ConsumerForklift2, Custom та CustomBack задаються параметри кількості, інтенсивності поломок (для техніки) та часу перерв (для техніки та персоналу).

Нерухомими ресурсами є Consumer1 та Consumer2. Вони імітують заводи-споживачі. За допомогою даних ресурсів визначається плановий обсяг вивезення за певний період часу – заявка.

Розглянемо послідовність виконання основної діаграми процесу міжнародних перевезень деревини (рис. 3.7). Умовно цю діаграму можна розбити на чотири основні частини.

Перша частина моделює наявність початкового запасу агентів (деревини) на стелажі Storage на терміналі. Здійснюється за допомогою послідовно з'єднаних блоків EnterWood та InstantWood. Процес задається за допомогою діаграми стану Function of initial stock (рис. 3.8), де initialStockSize – параметр, що задає кількість агентів.

Блок EnterWood вводить агентів Wood у діаграму процесу, блок InstantWood миттєво поміщає їх на стелаж. Цей процес відбувається на початку циклу моделювання і більше не повторюється.

Diagram of transportation process

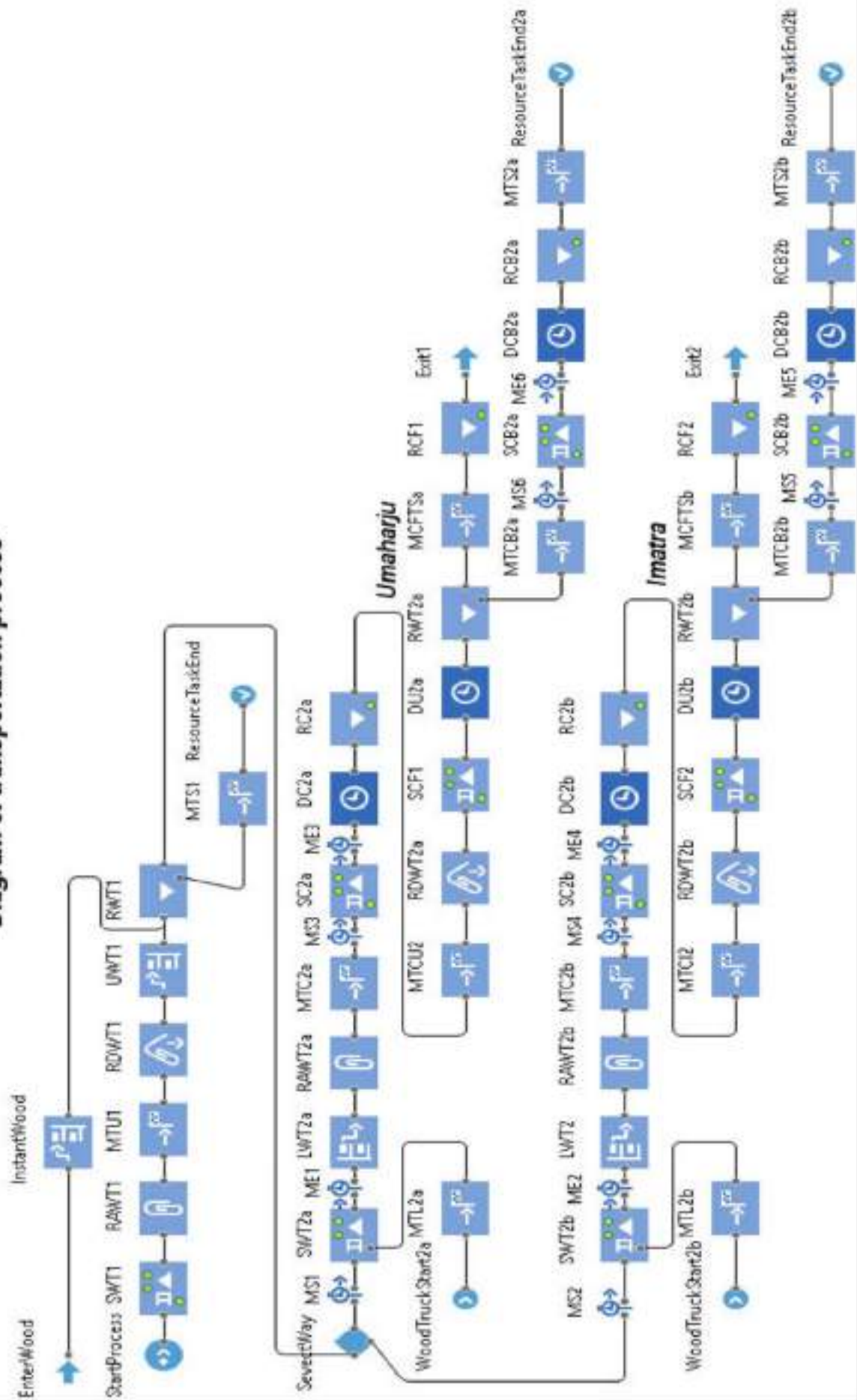


Рисунок 3.7 – Діаграма процесу

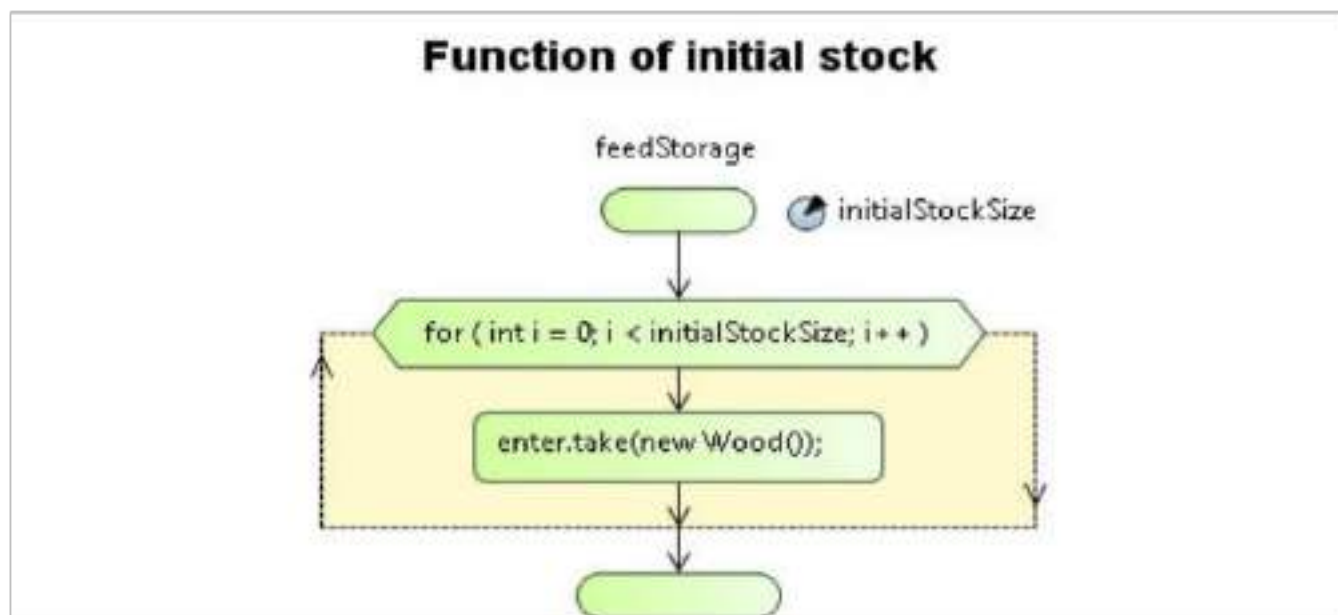


Рисунок 3.8 - Діаграма стану початкового запасу агентів

Друга частина моделює надходження агентів складу протягом усього циклу моделювання за допомогою ресурсів `WoodTrack1`. Блок `StartProcess` створює агентів через проміжки часу, які задаються за допомогою експоненційного закону розподілу, або розкладу прибуття, залежно від способу отримання даних про періодичність надходження обсягів деревини на транзитно-перевалочний склад. У блоці `SWT1` згенерований агент захоплює ресурс `WoodTrack 1`, а блок `RAWT1` приєднує його. Далі блок `MTU1` переміщує агент із захопленням ресурсом у вузол `LoadingZone` протягом заданого часу та активує процеси від'єднання ресурсу (`RFWT1`) та переміщення агента на склад (`UWT1`) за допомогою ресурсів `WoodForklift`, вилучених із вузла `ForkliftZone` протягом заданого часу. Після того, як розвантаження завершено ресурс `WoodTrack1` звільняється (`RWT1`) і направляється у початковий вузол `UN1`, де знищується.

Третя та четверта частини моделюють процес переміщення агента зі складу терміналу споживачів. Кількість агентів, яку необхідно перемістити (плановий обсяг вивезення), задається за допомогою ресурсів `Consumer1` і `Consumer2` для кожного складу. Блок `SelectWay` ділить потік агентів із заданою ймовірністю спрямовуючи їх одному з двох споживачів. Далі проводиться захоплення ресурсу `WoodTruck2`, який вийде з цього блоку тільки після виконання умов, заданих блоками `WoodTruckStart2`

і MTL2, а саме переміщення з вузла Garage у вузол LoadingZone. На даному етапі формується черга на подальше навантаження ресурсами WoodForklit у блоках LWT2.

Після завантаження ресурси WoodTruck2 приєднуються до агентів і направляються у вузол InspectionZone – зону митного контролю (блоки RAWT2 та MTC2). Після того, як переміщення буде завершено, відбудеться захоплення нового ресурсу – Custom, який проводитиме митні процедури (блоки DC2). Тут формується черга проведення процедур митного контролю.

Після виходу з блоків DC2 ресурс Custom буде звільнено (RC2) і агент почне рух до споживачів UnloadZone (MTCU2, MTCI2). Після прибуття в зону розвантаження ресурси WoodTruck2 від'єднуються (RDWT2) і відбувається захоплення навантажувачів, що працюють на кожному із заводів відповідно (ConsumerForklift1 та ConsumerForklift2). Далі блоками DU2, MCFTS та RCF імітуються процес затримки ресурсів WoodTruck2 на розвантаженні та саме розвантаження, після чого навантажувачі відправляються за наступними агентами, а лісовозні автопоїзди звільнюються (RWT2) і направляються на новий цикл або в гараж за допомогою блоків MT2, S2 MTS2 та завершальних блоків ResourceTaskEnd2. Варто зауважити, що зворотним шляхом ресурси також піддаються процедурам митного контролю (SCB2, DCB2, RCB2).

Для всіх блоків moveTo і Delay діаграми процесу визначається час знаходження агентів або ресурсів даних блоку (час руху або проведення різних операцій). Для блоків RackStore та RackPick задається час затримки, що імітує час проведення операцій навантаження та розвантаження на склад.

Додаткові діаграми процесів, що імітують надходження сторонніх вантажівок для проходження процедур митного контролю, а також розвантаження на заводах-споживачах представлені на рис. 3.9. Вони повністю повторюють процеси третьої та четвертої частини діаграми починаючи з блоків MTCU2, які описані раніше за винятком задіяних ресурсів: AdditionalTruck для Diagram of additional trucks at the customs, FinishTruck1 і FinishTruck2 для Diagram of additional trucks at the unloading. Інтервали часу прибуття ресурсів задаються блоками Sink.

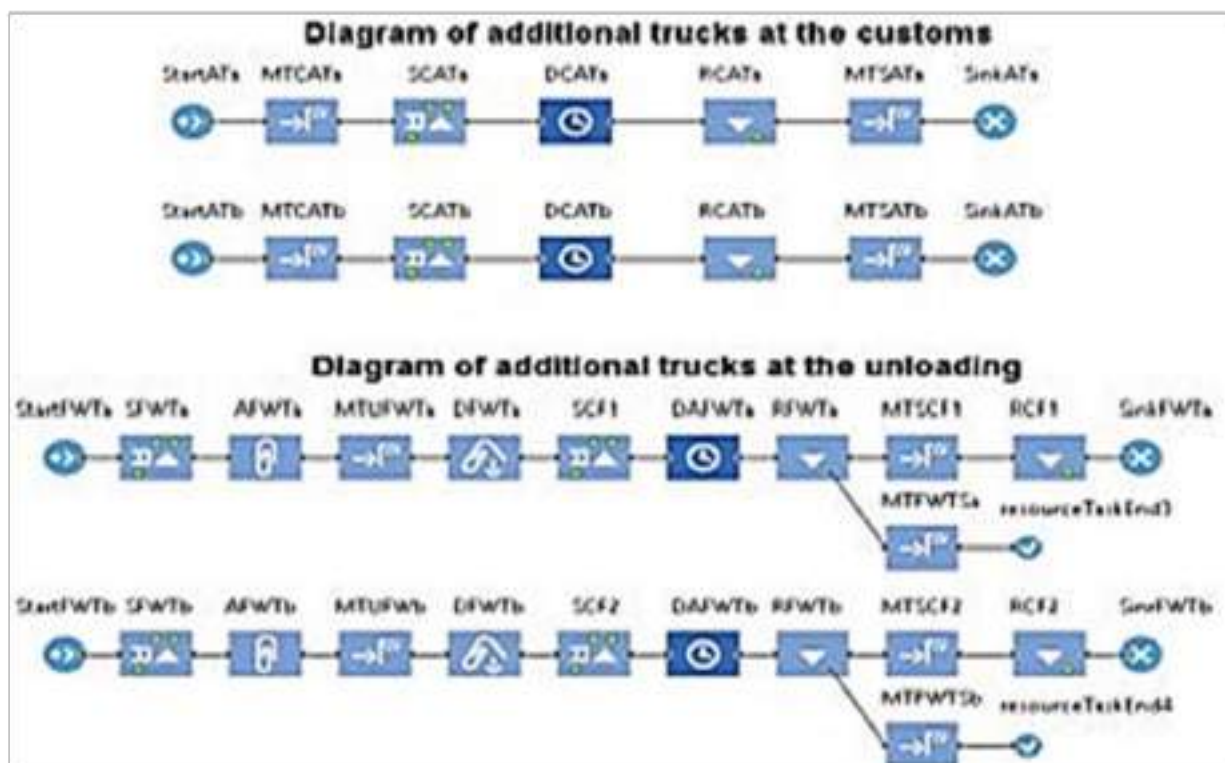


Рисунок 3.9 - Додаткові діаграми процесу

3.6 Обробка отриманих результатів

Обробка отриманих результатів включає визначення таких показників, як продуктивність ресурсів, транспортні витрати і собівартість вивезення. Порівняння отриманих показників кожної схеми дозволяє вибрати найбільш економічно ефективну. Критерієм ефективності є найменше значення вартості транспортування 1 куб. м. деревини.

Розділ 4 ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДИКИ ВИБОРУ СХЕМ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ДЕРЕВИНИ

Для апробації, запропонованої в розділі 3 методики підтримки прийняття рішень щодо обґрунтування вибору схеми транспортно-технологічного процесу міжнародних перевезень деревини, проведемо перевірку працездатності основних блоків даної методики. В якості вихідних даних використовуємо дані, отримані в результаті досліджень діяльності лісозаготівельного підприємства.

4.1 Визначення періодичності надходження обсягів деревини на транзитно-перевалочний термінал

Для апробації методики визначення періодичності прибуття лісовозних автопоїздів на термінал проведемо прогін сценарію заготівлі та доставки деревини з ділянок, розташованих у Могилів-Подільському районі кільком споживачам. При цьому заготівля здійснюватиметься лісозаготівельними комплексами типу харвестер – форвардер, а доставка – лісовозними автопоїздами (автомобілі-тягачі з причепом).

В якості вихідних даних використовуємо дані матеріально грошової оцінки ділянок, дані відведення, а також дані про підрядників, що здійснюють транспортування деревини та лісозаготівельних комплексах. Для початку введемо дані показників ділянок. Усього задано 500 ділянок з потенційним обсягом рубки в 470 000 куб. м. Діалогове вікно для введення даних характеристик ділянок представлено на рис. 4.1.

Далі вводимо показники лісозаготівельних комплексів (таблиця 4.1). Всього на вирубці задіяно 6 основних комплексів (активних) та 4 додаткових (неактивних). Кожен комплекс є парою машин харвестер – форвардер.

Діалогові вікна введення даних представлені на рис. 4.2. Сумарний середньодобовий вихід по ділянці задаємо рівним середньої досягнутої продуктивності відповідного комплексу лісозаготівельних машин.

Далі вводимо характеристики гаражів, автомобілів, характеристики споживачів продукції і споживання кожного з них.

Рисунок 4.1 - Діалогове вікно введення характеристик ділянок

Таблиця 4.1 - Характеристики лісозаготівельних комплексів

№	Комплекс	Склад комплексу	Середня досягнута продуктивність, куб. м.
1	LG1	Harvester	209
2	LG2	Harvester-forwarder	153
3	LG3	Harvester-forwarder	129
4	LG4	Harvester-forwarder	216
5	LG5	Harvester-forwarder	155
6	LG6	Harvester-forwarder	232
7	LG7	Harvester-forwarder	111
8	LG8	Harvester-forwarder	253
9	LG9	Harvester-forwarder	249
10	LG10	Harvester-forwarder	136

Всього задано 2 гаражі, 10 автомобілів-лісовозів та 5 споживачів, у т.ч. термінал «Криштофовка». Діалогові вікна введення даних представлені на рис. 4.3 і 4.4.

Відомості про гаражі та характеристики автомобілів представлені у таблиці 4.2.

Розподіл обсягів на кожного споживача представлено у таблиці 4.3.

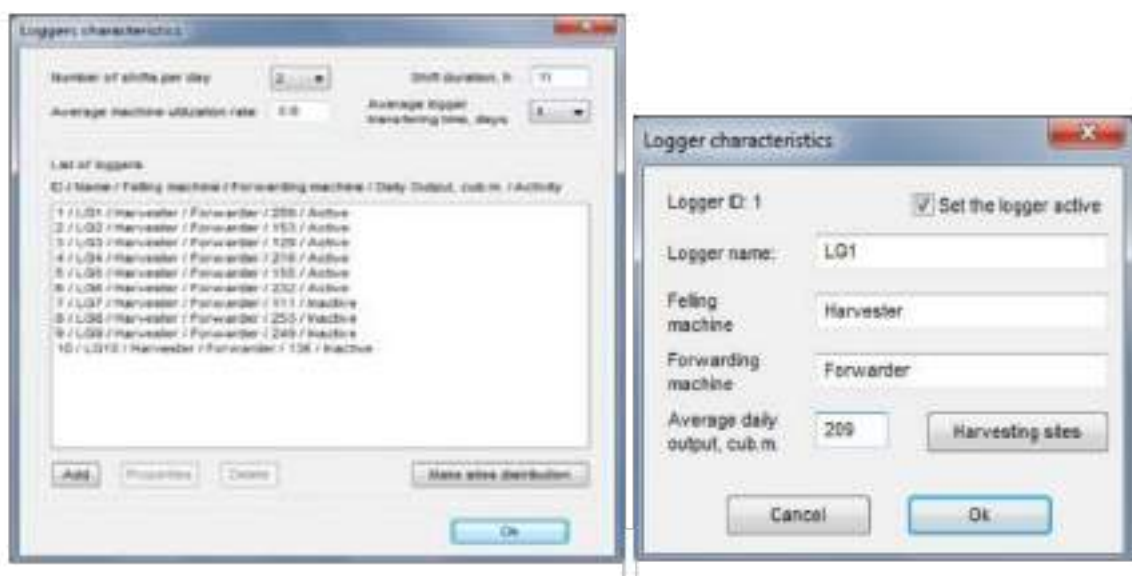


Рисунок 4.2 - Діалогові вікна введення даних характеристик лісозаготівельних комплексів

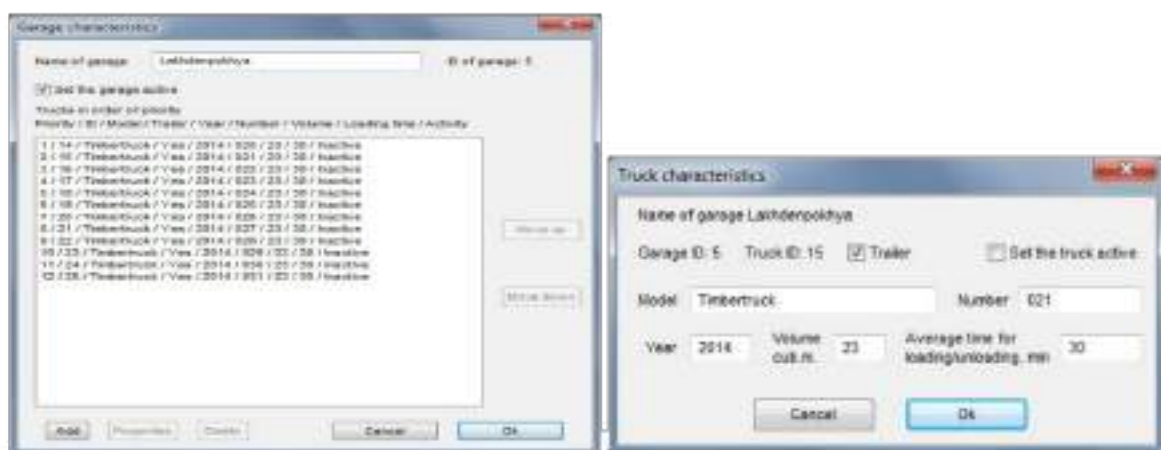


Рисунок 4.3 - Діалогові вікна введення характеристик гаражів та автомобілів

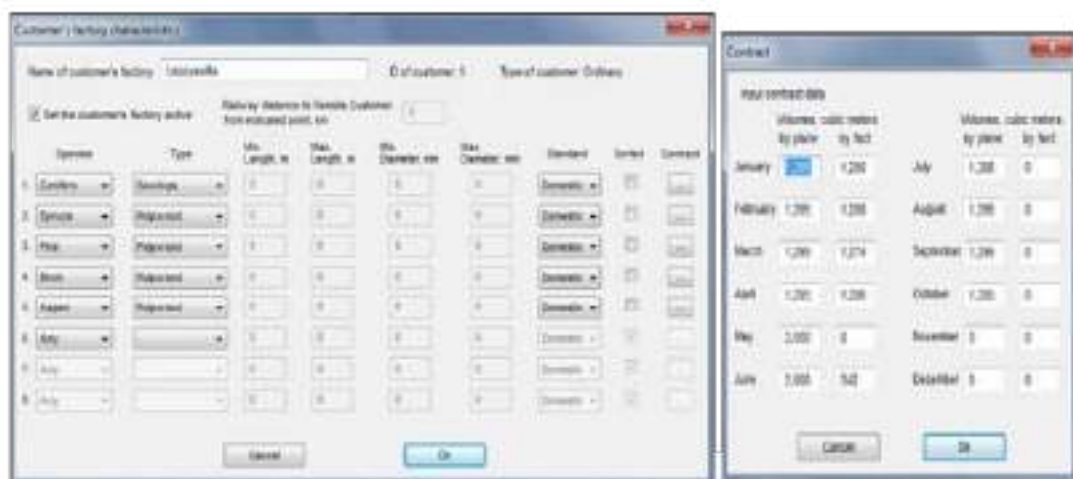


Рисунок 4.4 - Діалогові вікна введення характеристик споживачів

Таблиця 4.2 - Відомості про гаражі та характеристики автомобілів

Назва гаража	Тип автомобіля	Наявність причепа	Рік випуску	Максимальний обсяг, що перевозиться	Час навантаження
№1г	Timber Truck	+	2017	38	40
	Timber Truck	+	2017	38	40
№2г	Timber Truck	+	2017	38	40
	Timber Truck	+	2018	28	40
	Timber Truck	+	2018	38	40
№3г	Timber Truck	+	2012	38	40
	Timber Truck	+	2019	38	40
	Timber Truck	+	2012	28	40
	Timber Truck	+	2019	38	40

Таблиця 4.3 - Розподіл обсягів для кожного споживача по місяцях.

Місяць	Запланований обсяг, куб. м.					Загальний
	№1с	№2с	№3с	№4с	№5с	
Січень	9600	0	0	2160	1090	12997
Лютий	10420	0	0	7240	7400	25502
Березень	12900	0	0	9000	4290	27816
Квітень	18940	260	0	0	0	15955
Травень	8600	3260	0	14000	6500	31893
Червень	11950	6600	0	18600	9700	49154
Липень	14300	15000	0	2800	880	31013
Серпень	10000	10000	5260	21600	10700	60962
Вересень	5400	6600	13591	3252	1613	30464
Жовтень	8760	12000	17000	5600	4000	52351
Листопад	6130	24822	22756	0	0	52714
Грудень	11490	15500	14400	15880	7460	65164
За рік	130231	97208	74947	100596	53006	455990

В якості основної ГІС моделі використовуємо спеціально створені в середовищі MapInfo шар дорожньої мережі із вказівками швидкісного режиму на кожній із ділянок доріг, а також шар з об'єктами господарювання, розташованими в даному районі (рис. 4.5). Для того, щоб створити таку ГІС модель, проведено додаткові дослідження, в ході яких було зібрано дані про просторове розташування об'єктів господарювання (ділянок, транзитно-перевалочних терміналів та гаражів підрядників), а також у сере-

довищі MapInfo відтворено дорожньо-транспортну мережу, швидкісні режими на різних ділянках доріг, що з'єднують об'єкти господарювання.



Рисунок 4.5 - Граф основної ГІС моделі

4.1.1 Результати

В результаті прогону було отримано такі дані:

- 1) Розподіл фактичного обсягу, доставленого споживачам по місяцях;
- 2) Техніко-економічні показники оптимізованого транспортного плану (для кожного з гаражів);
- 3) Розрахунковий розклад прибуття автомобілів для розвантаження для кожного споживача.

Розподіл фактичного обсягу, доставленого споживачам, отримуємо в результаті обробки даних, одержаних зі звіту, наведеного програмним забезпеченням після завершення повного циклу моделювання (таблиця 4.4).

Техніко-економічні показники отримуємо зі звіту про показники оптимізованого транспортного плану, що наводиться програмним забезпеченням після завершення повного циклу моделювання (таблиця 4.5).

Таблиця 4.4 - Фактичний обсяг деревини, доставлений споживачам

Місяць	Фактичний обсяг, куб. м.					Загальний
	№1с	№2с	№3с	№4с	№5с	
Січень	9694	0	0	2207	1095,38	12850
Лютий	10524	0	0	7651	7326,61	25060
Березень	13907	0	0	9296	4612,97	26190
Квітень	15743	212	0	0	0	19200
Травень	8629	3665	0	13098	6499	32360
Червень	12985	6771	0	19647	9749	46850
Липень	13299	14910	0	1874	929	32980
Серпень	13230	10121	5261	21620	10728	57560
Вересень	5248	6759	13591	3252	1613	30456
Жовтень	10353	14205	18859	5969	2962	47360
Листопад	5135	24822	22756	0	0	53704
Грудень	11480	15738	14478	15978	7488	64730
За рік	128490	94042	73007	100132	53633	449300

Таблиця 4.5 - Техніко-економічні показники оптимізованого транспортного плану

Гараж	Гараж		
	№1с	№2с	№3с
Загальний час роботи, год	17167,85	19785,15	36953
Загальний час простоїв, год	5932,15	3314,85	9247
Загальний пробіг, км	494729,55	554204	1048933,55
Кількість рейсів	5724	7322	13076
Пробіг із вантажем, км	222652,85	211005,2	433658,05
Необхідна кількість автомобілів	3	4	7
Середній індекс продуктивності, куб. м/км	0,41	0,45	0,43
Загальний перевезений обсяг, куб. м	218652	242291	449300

Розклад прибуття лісовозних автопоїздів протягом року отримуємо внаслідок обробки даних про прибуття лісовозних автопоїздів до пунктів розвантаження споживачів.

4.2 Перевірка працездатності імітаційної моделі міжнародних перевезень деревини

4.2.1 План та результати дослідження

За допомогою розробленої імітаційної моделі міжнародних перевезень деревини можливе моделювання різних схем вивезення, таких як:

- 1) Схеми рівномірного та нерівномірного вивезення обсягів деревини прикордонним споживачам протягом певного періоду часу;
- 2) Схеми з різною кількістю виробничих потужностей та різними заданими параметрами;
- 3) Схеми з різною кількістю споживачів, транзитно-перевалочних терміналів та різними заданими параметрами;
- 4) Схеми з різною кількістю прикордонних контрольно-пропускних пунктів та різними параметрами їх функціонування;
- 5) Схеми з різним розташуванням терміналів (на території держави імпортера або на території держави експортера, комбінований варіант).

Для перевірки працездатності та ефективності розробленої методики було здійснено моделювання кількох схем процесу міжнародних перевезень деревини. В основу моделі лягли дані, отримані під час досліджень на підприємстві, де було розглянуто: параметри функціонування терміналу «Криштофовка», споживачів – заводів «Ujmaharju» та «Imatra», контрольно-пропускного пункту багатостороннього автомобільного пункту пропуску «Бронниця-Унгурь»; кількість одиниць техніки, що використовується на вивезенні, витрати часу на транспортування та на технологічні операції, а також режими роботи водіїв та операторів транспортних засобів.

Усього було розглянуто 3 схеми.

- 1) **Схема 1.** Схема нерівномірного вивезення протягом року з урахуванням обмежень на об'єм деревини, що максимально перевозиться, через прикордонний КПП;

- 2) **Схема 2.** Схема рівномірного вивезення протягом року з урахуванням обмежень на об'єм деревини, що максимально перевозиться, через прикордонний КПП;
- 3) **Схема 3.** Схема із зміненою кількістю ресурсів, що здійснюють навантаження на транзитно-перевалочному терміналі.

Аналіз кожної із запропонованих схем спрямований на вирішення конкретних завдань:

- 1) **Схема 1** – визначення необхідної кількості лісовозних автопоїздів для виконання щомісячних обсягів перевезення в умовах нерівномірного вивезення;
- 2) **Схема 2** – визначення необхідної кількості лісовозних автопоїздів для виконання умови рівномірного вивезення річного обсягу деревини, а також за відсутності обмежень на максимальний рейсовий обсяг перевезення;
- 3) **Схема 3** – зміна параметрів черг при завантаженні деревини на терміналі шляхом зміни кількості одиниць навантажувальної техніки.

4.2.2 Параметри та результати першої схеми

За допомогою першої схеми визначимо необхідну кількість лісовозних автопоїздів для виконання щомісячних обсягів в умовах нерівномірного вивезення.

Перша схема складатиметься з 12 прогонів. Кожен прогін відповідає одному місяцю календарного часу. Параметри, що задаються для кожного прогону представлені в таблиці 4.6. Цикл моделювання – 1 календарний місяць.

Загальні параметри першої схеми представлені таблиці 4.7.

Основними результатами моделювання першого сценарію є (таблиця 4.8):

- 1) кількість автомобілів, необхідна для того щоб виконати щомісячний план вивезення;
- 2) розміри черг на пунктах навантаження, розвантаження та митного контролю;
- 3) час очікування у чергах;
- 4) коефіцієнти використання ресурсів.

Таблиця 4.6 - Змінні параметри першої схеми

Місяць	Плановий обсяг вивезення на завод "Imatra", виражений у кількості рейсів	Плановий обсяг вивезення на завод "Ujmaharju", виражений у кількості рейсів	Інтенсивність λ_1 (для генерації прибуття вантажівок на митницю з України)	Інтенсивність λ_2 (для генерації прибуття вантажівок на митницю з Молдови)
Січень	161	192	0,0595	0,0534
Лютий	313	70	0,0662	0,0645
Березень	322	184	0,0730	0,0658
Квітень	453	120	0,0602	0,0532
Травень	243	71	0,0581	0,0587
Червень	374	98	0,0699	0,0732
Липень	339	145	0,0680	0,0683
Серпень	335	146	0,0699	0,0690
Вересень	97	94	0,0769	0,0766
Жовтень	299	78	0,0699	0,0682
Листопад	147	40	0,0840	0,0823
Грудень	354	64	0,0746	0,0727

Таблиця 4.7 - Загальні параметри першої схеми

Параметр	Величина
Кількість навантажувачів на терміналі	2
Кількість навантажувачів на заводі «Imatra»	2
Кількість навантажувачів на заводі «Ujmaharju»	2
Кількість обслуговуючих одиниць персоналу на прикордонному КПП багатостороннього автомобільного пункту пропуску «Бронниця-Унгурь» (при русі в один бік)	2
Час навантаження на терміналі «Криштофовка», хв	Задається рівномірним розподілом: min = 40; max = 45
Час розвантаження на терміналі «Криштофовка», хв	Задається рівномірним розподілом: min = 7; max = 15
Час проведення процедур митного контролю (у бік Молдови), хв	Задається рівномірним розподілом: min = 18; max = 25
Час проведення процедур митного контролю (у бік України), хв	Задається рівномірним розподілом: min = 17,3; max = 20,6
Час розвантаження на заводах «Imatra» та «Ujmaharju» (загальний для обох), хв	Задається рівномірним розподілом: min = 2,2; max = 4
Час шляху від терміналу «Криштофовка» до КПП «Бронниця-Унгурь», хв	Задається рівномірним розподілом: min = 17; max = 22

Продовження таблиці 4.7

Час пройденого шляху від КПП «Бронниця-Унгузь» до заводу «Ujmaharju», хв	Задається рівномірним розподілом: $\min = 95$; $\max = 103$
Час пройденого шляху від КПП «Бронниця-Унгузь» до заводу «Imatra», хв	Задається рівномірним розподілом: $\min = 133$; $\max = 153$
Час пройденого шляху від заводу «Ujmaharju» до КПП «Бронниця-Унгузь», хв	Задається рівномірним розподілом: $\min = 88$; $\max = 91$
Час пройденого шляху від заводу «Imatra» до КПП «Бронниця-Унгузь», хв	Задається рівномірним розподілом: $\min = 141$; $\max = 159$
Час пройденого шляху від КПП «Бронниця-Унгузь» до терміналу «Криштофовка», хв	Задається рівномірним розподілом: $\min = 15,3$; $\max = 15,5$
Розклад перерв у роботі навантажувачів на терміналі «Криштофовка»	Щоденно з 21:00 до 9:00
Розклад перерв у роботі навантажувачів на терміналі «Ujmaharju»	Щоденно з 21:00 до 9:00
Розклад перерв у роботі лісовозних автопоїздів, які здійснюють експорт	Щоденно з 12:00 до 12:45; з 17:15 до 18:00; з 22:00 до 9:00
Розклад перерв у роботі персоналу митниці	Щоденно з 8:00 до 8:20; з 20:00 до 20:20
Час до першого техобслуговування, год	Задається рівномірним розподілом: $\min = 0$; $\max = 500$
Час обслуговування, год	Задається рівномірним розподілом: $\min = 1$; $\max = 4$
Час до наступного обслуговування, год	500
Час між прибуттям сторонніх лісовозних автопоїздів для розвантаження на заводи «Imatra» та «Ujmaharju», хв	Визначається за допомогою експоненційного закону розподілу з параметром $\lambda = 0,05$
Час між прибуттям лісовозних автопоїздів для розвантаження на терміналі «Криштофовка», хв	Визначається за допомогою експоненційного закону розподілу з параметром $\lambda = 0,0239$

Таблиця 4.8 – Результати першого сценарію моделювання

Параметр / прогін	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Кількість рейсів	353	383	506	572	314	472	484	481	191	377	187	417
Кількість рейсів на завод Ujmaharju	192	70	184	120	71	98	145	146	94	78	40	64
Кількість рейсів на завод Imatra	161	313	322	453	243	374	339	335	97	299	147	354
Інтенсивність λ_1	0,059	0,062	0,073	0,06	0,058	0,069	0,068	0,069	0,076	0,069	0,084	0,074
Інтенсивність λ_2	0,053	0,064	0,065	0,053	0,058	0,073	0,068	0,069	0,076	0,068	0,082	0,072
Кількість автомобілів	8	8	14	15	7	12	13	13	4	9	6	12
Мінімальний розмір черги на навантаження	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Максимальний розмір черги на навантаження	16	20	27	42	20	24	24	20	19	26	22	26
Середній розмір черги на навантаження	4	5	8	11	3	7	7	7	3	5	3	6
Мінімальний час очікування у черзі на навантаження, хв	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Максимальний час очікування у черзі на навантаження, хв	702,8	757,7	723,3	728,2	650,4	749,8	698	690,3	642,55	703,59	692,1	733,5
Середній час очікування у че-	123,1	127,4	190,6	290,3	90,3	159,1	204,2	190	114,6	140,8	167,7	177,8

рзі на навантаження, хв												
Мінімальний розмір черги на митниці (до Молдови)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Максимальний розмір черги на митниці (до Молдови)	20	15	47	28	10	38	32	23	38	19	39	49
Середній розмір черги на митниці (до Молдови)	3	2	13	4	1	4	6	5	7	4	14	15
Мінімальний час очікування у черзі на митниці (до Молдови), хв	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Максимальний час очікування у черзі на митниці (до Молдови), хв	163,7	160	495	293,3	111,1	385,5	365,04	246,2	4,4	212,9	450,5	515,7
Середній час очікування у черзі на митниці (до Молдови), хв	40,2	37	152,9	56	23,35	65,9	75,9	73,4	35	56,1	171,06	164,7
Мінімальний розмір черги на митниці (до України)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Максимальний розмір черги на митниці (до України)	13	12	19	10	10	22	20	20	13	21	24	18

Максимальний час очікування у черзі на розвантаження (Ujmaħarju), хв	4,5	1,2	4,7	8,5	9,5	23,6	7,2	3,9	4,3	8,5	5,1	10,5
Середній час очікування у черзі на розвантаження (Ujmaħarju), хв	0,38	0,3	0,6	0,4	1,1	6,8	0,5	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7
Мінімальний розмір черги на розвантаження (Imatra)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Максимальний розмір черги на розвантаження (Imatra)	4	2	5	6	5	5	4	4	6	5	4	5
Середній розмір черги на розвантаження (Imatra)	0,03	0,02	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05
Мінімальний час очікування у черзі на розвантаження (Imatra), хв	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Максимальний час очікування у черзі на розвантаження (Imatra), хв	3,78	4,5	4,5	4,5	4,7	4,7	4,1	5,1	4,4	4	4,3	4,1
Середній час очікування у черзі на розвантаження	0,48	0,56	0,44	0,51	0,4	0,6	0,6	0,5	0,51	0,44	0,58	0,43

(Imatra), хв												
Коефіцієнт завантаженості автомобілів	0,52	0,51	0,56	0,49	0,53	0,50	0,55	0,55	0,50	0,51	0,53	0,52
Коефіцієнт використання навантажувачів	0,40	0,44	0,50	0,50	0,37	0,45	0,51	0,51	0,31	0,45	0,37	0,43
Коефіцієнт використання персоналу митниці (до Молдови)	0,85	0,85	0,94	0,83	0,77	0,88	0,88	0,91	0,87	0,91	0,94	0,94
Коефіцієнт використання персоналу митниці (до України)	0,75	0,73	0,80	0,67	0,69	0,88	0,86	0,85	0,81	0,77	0,89	0,87
Коефіцієнт використання навантажувачів (Ujmaharju)	0,13	0,13	0,19	0,19	0,2	0,22	0,2	0,19	0,2	0,2	0,2	0,19
Коефіцієнт використання навантажувачів (Imatra)	0,14	0,18	0,17	0,19	0,17	0,18	0,18	0,18	0,16	0,17	0,17	0,18
Продуктивність одного автомобіля, куб. м/місяць	1211	1315,5	993,3	1049,5	1232,8	1082,1	1023,0	1017,7	1312,0	1150,4	855,8	956,7

Виходячи з отриманих результатів можна зробити такі висновки:

1) У таблиці 4.8 представлено кількість автомобілів, необхідна для виконання нерівномірного плану вивезення з терміналу «Криштофовка» двом закордонним споживачам – заводам «Ujmaharju» і «Imatra». Залежно від щомісячних обсягів вивезення кількість автомобілів варіюється від 4 до 15. Середня кількість задіяних автомобілів на рік – 10;

2) Параметри розміру черги на навантаження і часу очікування зростають зі збільшенням кількості автомобілів, що використовуються. Мінімальний розмір черги

становить 0 автомобілів, максимальний 42. Середній розмір черги на рік становить 6 автомобілів. Мінімальний час очікування 0 хвилин, максимальний 757,7 хв., або 13 год. і 14 хв., середній час очікування у черзі протягом року становить 164,6 хв., чи 2 год. і 44 хв.;

3) Параметри розміру черги на проведення процедур митного контролю у бік Молдови та час очікування в черзі залежать від сукупності різних факторів, таких як кількість автомобілів, що беруть участь у вивезенні, інтенсивність прибуття сторонніх вантажних автомобілів, пропускна здатність прикордонного КПП, час перерв персоналу КПП та ін.

Мінімальний розмір черги становить 0 автомобілів, максимальний 47. Середній розмір черги на рік становить 7 автомобілів. Мінімальний час очікування 0 хвилин, максимальний 495 хв. або 8 год. та 25 хв. Середній час очікування в черзі за рік становить 78,9 хв., або 1 год. та 19 хв.;

4) Параметри розміру черги на проведення процедур митного контролю у бік України та час очікування у черзі залежать від сукупності різних факторів, таких як: кількість автомобілів, що беруть участь у вивезенні, інтенсивність прибуття сторонніх вантажних автомобілів, відстані від заводів-споживачів до КПП, розподіл обсягів вивезення для кожного споживача, пропускна здатність прикордонного КПП, час перерв персоналу КПП та ін. Мінімальний розмір черги становить 0 автомобілів, максимальний 24. Середній розмір черги на рік становить 2 автомобілі. Мінімальний час очікування 0 хвилин, максимальний 235,3 хв. або 3 год. та 55 хв. Середній час очікування у черзі протягом року становить 28,6 хв.;

5) Параметри розміру черги на розвантаження на заводі «Ujmaharju» та час очікування в черзі залежать від часу шляху від КПП багатостороннього автомобільного пункту пропуску «Бронниця-Унгурь» до заводу, кількості лісовозних автопоїздів, задіяних на даному напрямку, інтенсивності прибуття сторонніх лісовозів для розвантаження. Мінімальний розмір черги становить 0 автомобілів, максимальний 6. Середній розмір черги на рік становить 0,05 автомобілів. Мінімальний час очікування 0 хвилин, максимальний 23,6 хв. Середній час очікування у черзі протягом року становить 1 хв.;

6) Параметри розміру черги на розвантаження на заводі «Imatra» та час очікування в черзі залежать від часу шляху від КПП багатостороннього автомобільного пункту пропуску «Бронниця-Унгурь» до заводу, кількості лісовозних автопоїздів, задіяних на даному напрямку, інтенсивності прибуття сторонніх лісовозів для розвантаження. Мінімальний розмір черги складає 0 автомобілів, максимальна 6. Середній розмір черги на рік становить 0,05 автомобілів. Мінімальний час очікування 0 хвилин, максимальний 4,5 хв. Середній час очікування у черзі протягом року становить 0,5 хвилини;

7) Коефіцієнти використання ресурсів визначають ступінь зайнятості ресурсів. Їхня величина формується виходячи з кількості заявок на використання ресурсу протягом часу. Наприклад, середній коефіцієнт використання лісовозних автопоїздів, які здійснюють експорт деревини протягом року дорівнює 0,52. Враховуючи той факт, що робоча зміна даного ресурсу дорівнює 12 годин, можна говорити про повну завантаженість ресурсу протягом року;

8) Продуктивність лісовозних автопоїздів залежить від сукупності всіх факторів, врахованих під час моделювання. Середня продуктивність одного автомобіля становила 1100 куб. м/рік.

4.2.3 Параметри та результати другої схеми

Результати моделювання першої схеми транспортування показали, що за умови нерівномірного вивезення кожного місяця потрібно використовувати різну кількість лісовозних автопоїздів. Це, у свою чергу, зобов'язує підприємство утримувати великий автопарк, або постійно звертатися до підрядників за додатковими автомобілями. Така ситуація може бути не вигідною для підприємства, оскільки при малих обсягах вивезення та відсутності альтернативних напрямків автопарк простоюватиме, або ж підряднику доведеться оперативно переключувати свій план, перекидаючи додаткові автомобілі з уже задіяних напрямків вивезення для задоволення потреб підприємства. Для того, щоб уникнути подібних ситуацій, необхідно планувати рівномірний обсяг

вивезення, при якому буде визначено необхідну для виконання річного плану кількість лісовозних автопоїздів.

Промодельюємо схему рівномірного вивезення річного обсягу та визначимо кількість автомобілів, необхідних для виконання умови вивезення. Загальні параметри вивезення візьмемо з даних таблиці 4.7. В якості змінних параметрів задаємо загальний обсяг вивезення для кожного споживача, наведений у кількості рейсів (один рейс становить 27 куб. м.) (таблиця 4.9), а також час між прибуттям сторонніх вантажних автомобілів на митницю. На відміну від першого сценарію, цей параметр буде загальним для всього циклу моделювання. Задасться цикл моделювання – 1 календарний рік.

Таблиця 4.9 – Плановий обсяг вивезення деревини кожному споживачу

Прогін	Кількість рейсів для заводу Imatra	Кількість рейсів для заводу Ujmaharju	Інтенсивність λ_1 (для генерації прибуття вантажівок на митницю з України)	Інтенсивність λ_2 (для генерації прибуття вантажівок на митницю з Молдови)	Час навантаження, хв	Час розвантаження, хв
1	3436	1300	0,069183	0,005765	Рівномірне min = 40; max = 45	Рівномірне min = 2,2; max = 4
2	2362	894	0,069183	0,005765	Рівномірне min = 60; max = 65	Рівномірне min = 2,9; max = 5,3

Важливим чинником, що впливає на формування транспортно-технологічних витрат на міжнародні перевезення деревини, є обмеження на максимальний обсяг вивезення (до 27 куб. м.). Тут для виконання плану необхідно здійснити більшу кількість рейсів, а значить задіяти більшу кількість автомобілів.

Грунтуючись на тих же параметрах, зробимо другий прогін, в якому мінімальний об'єм, що перевозиться, буде відповідати повному навантаженню лісовозного автопоїзда (один рейс складе 40 куб. м.), а час розвантаження і навантаження збільшиться

на 32% (через збільшення об'єму, що перевозиться). Відповідно до цієї умови зміниться кількість рейсів, яку необхідно виконати за рік для виконання плану. В результаті має зменшитись кількість необхідних для виконання плану автомобілів.

Результати моделювання представлені у таблиці 4.10.

Таблиця 4.10 - Результати моделювання другої схеми

Параметр / прогін	Перший прогін	Другий прогін
1	2	3
Кількість рейсів	4736	3256
Кількість рейсів на завод Ujmaharju	1300	894
Кількість автомобілів	9	6
Мінімальний розмір черги на навантаження, авт	0	0
Максимальний розмір черги на навантаження, авт	18	23
Середній розмір черги на навантаження, авт	5	4
Мінімальний час очікування у черзі на навантаження, хв	0	0
Максимальний час очікування у черзі на навантаження, хв	702,9	720,8
Середній час очікування у черзі на навантаження, хв	212,3	149,3
Мінімальний розмір черги на митниці (до Молдови)	0	0
Максимальний розмір черги на митниці (до Молдови), автомобілів	27	14
Середній розмір черги на митниці (до Молдови)	6	2
Мінімальний час очікування у черзі на митниці (до Молдови), хв	0	0
Максимальний час очікування у черзі на митниці (до Молдови), хв	277,5	144,5
Середній час очікування у черзі на митниці (до Молдови), хв	80,4	40,5
Мінімальний розмір черги на митниці (до України), автомобілів	0	0
Максимальний розмір черги на митниці (до України), автомобілів	19	10
Середній розмір черги на митниці (до України), автомобілів	2	1
Мінімальний час очікування у черзі на митниці (до України), хв	0	0
Максимальний час очікування у черзі на митниці (до України), хв	137,4	77,8
Середній час очікування у черзі на митниці (до України), хв	23,5	13,8

Продовження таблиці 4.10

1	2	3
Мінімальний розмір черги на розвантаження (Ujmaharju), автомобілів	0	0
Максимальний розмір черги на розвантаження (Ujmaharju), автомобілів	4	7
Середній розмір черги на розвантаження (Ujmaharju), автомобілів	0,05	0,05
Мінімальний час очікування у черзі на розвантаження (Ujmaharju), хв	0	0
Максимальний час очікування у черзі на розвантаження (Ujmaharju), хв	7,2	5,3
Середній час очікування у черзі на розвантаження (Ujmaharju), хв	0,7	0,6
Мінімальний розмір черги на розвантаження (Imatra), автомобілів	0	0
Максимальний розмір черги на розвантаження (Imatra), автомобілів	5	7
Середній розмір черги на розвантаження (Imatra), автомобілів	0,06	0,07
Мінімальний час очікування у черзі на розвантаження (Imatra), хв	0	0
Максимальний час очікування у черзі на розвантаження (Imatra), хв	4,5	3,1
Середній час очікування у черзі на розвантаження (Imatra), хв	0,5	0,4
Коефіцієнт використання автомобілів	0,51	0,50
Коефіцієнт використання навантажувачів	0,42	0,43
Коефіцієнт використання персоналу митниці (у Молдові)	0,9	0,77
Коефіцієнт використання персоналу митниці (в Україні)	0,79	0,79
Коефіцієнт використання навантажувачів (Ujmaharju)	0,19	0,19
Коефіцієнт використання навантажувачів (Imatra)	0,17	0,17
Продуктивність одного автомобіля, куб. м/рік	14470,1	21705,2

Виходячи з отриманих результатів можна зробити такі висновки:

- 1) Необхідна кількість лісовозних автопоїздів для виконання річного обсягу за умови рівномірного вивезення та обмеження на об'єм, що максимально перево-

зяться, в 27 куб. м. дорівнює 9. При цьому коефіцієнт використання автомобілів дорівнює 0,51;

2) Необхідна кількість лісовозних автопоїздів для виконання річного об'єму за умови рівномірного вивезення та відсутності обмежень на об'єм, що максимально перевозиться, дорівнює 6. При цьому коефіцієнт використання автомобілів дорівнює 0,50;

3) Кількість рейсів для здійснення транспортування без обмежень на максимальний обсяг, що перевозиться, менше на 32%.

4.2.4 Параметри та результати третьої схеми

Результативність вивезення залежить від параметрів черг на навантаження, розвантаження та проведення процедур митного контролю. Час, проведений в черзі це свого роду простій, крім того, даний час враховується при розрахунку залишкового часу роботи в зміні. Відповідно, чим довше автомобіль чекає, скажімо, навантаження на терміналі, тим менше шансів на те, що цього дня буде здійснено другий рейс.

У зв'язку з вищесказаним необхідно знайти шляхи зниження простоїв у чергах, зменшивши їх розмір, і навіть час очікування. Для досягнення цього результату необхідно збільшити пропускну спроможність об'єктів, що формують черги.

Промодельємо сценарій, результатом якого має стати зменшення параметрів черг на завантаженні. Для цього, використовуючи вихідні дані для другого сценарію (таблиця 4.9), зробимо чотири прогони моделі:

1) Прогін із заданою кількістю навантажувачів на терміналі. Кількість навантажувачів – 1;

2) Прогін із заданою кількістю навантажувачів на терміналі. Кількість навантажувачів – 3;

3) Прогін із заданою кількістю навантажувачів на терміналі. Кількість навантажувачів – 4;

4) Прогін із заданою умовою, що лісовози, які прибувають на розвантаження, завантажуються самі (без використання загальних навантажувачів). Кількість

навантажувачів – 2.

Результати моделювання представлені у таблиці 4.11.

Таблиця 4.11 – Результати моделювання третьої схеми

Параметр / прогін	Перший прогін	Перший прогін	Другий прогін	Третій прогін	Четвертий прогін
Кількість рейсів	4736	4736	4736	4736	4736
Кількість рейсів на завод Ujmaharju	1300	1300	1300	1300	1300
Кількість рейсів на завод Imatra	3436	3436	3436	3436	3436
Кількість навантажувачів на терміналі	2	1	3	4	2
Кількість автомобілів	9	9	9	9	9
Мінімальний розмір черги на навантаження, автомобілів	0	0	0	0	0
Максимальний розмір черги на навантаження, автомобілів	18	37	18	15	16
Середній розмір черги на навантаження, автомобілів	5	30	4	3	4
Мінімальний час очікування у черзі на навантаження, хв	0	0	0	0	0
Максимальний час очікування у черзі на навантаження, хв	702,9	833,6	620,2	680,8	708,9
Середній час очікування у черзі на навантаження, хв	212,3	231,4	115,7	100,2	118,2
Мінімальний розмір черги на митниці (до Молдови), автомобілів	0	0	0	0	0
Максимальний розмір черги на митниці (до Молдови), автомобілів	27	23	29	27	30
Середній розмір черги на митниці (до Молдови), автомобілів	6	4	5	5	5
Мінімальний час очікування у черзі на митниці (до Молдови), хв	0	0	0	0	0
Максимальний час очікування у черзі на митниці (до Молдови), хв	277,5	226	315,8	235,8	313,7
Середній час очікування у черзі на митниці (до Молдови), хв	80,4	49,65	65,8	69,7	65,5
Мінімальний розмір черги на	0	0	0	0	0

митниці (до України), автомобілів					
Максимальний розмір черги на митниці (до України), автомобілів	19	14	20	27	15
Середній розмір черги на митниці (до України), автомобілів	2	1,4	2	5	2
Мінімальний час очікування у черзі на митниці (до України), хв	0	0	0	0	0
Максимальний час очікування у черзі на митниці (до України), хв	137,4	128,3	176,3	134,2	117,7
Середній час очікування у черзі на митниці (до України), хв	23,5	12,6	27,2	22,5	18,7
Мінімальний розмір черги на розвантаження (Ujmaħarju), авт	0	0	0	0	0
Максимальний розмір черги на розвантаження (Ujmaħarju), авт	4	4	4	6	4
Середній розмір черги на розвантаження (Ujmaħarju), авт	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Мінімальний час очікування у черзі на розвантаження (Ujmaħarju), хв	0	0	0	0	0
Максимальний час очікування у черзі на розвантаження (Ujmaħarju), хв	7,2	5	5,1	4,4	0,05
Середній час очікування у черзі на розвантаження (Ujmaħarju), хв	0,7	0,6	0,5	0,6	0
Мінімальний розмір черги на розвантаження (Imatra), авт	0	0	0	0	70
Максимальний розмір черги на розвантаження (Imatra), авт	5	4	6	6	5
Середній розмір черги на розвантаження (Imatra), авт	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07
Мінімальний час очікування у черзі на розвантаження (Imatra), хв	0	0	0	0	0
Максимальний час очікування у черзі на розвантаження (Imatra), хв	4,5	4,2	4,3	4,3	4,6
Середній час очікування у черзі на розвантаження (Imatra), хв	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4

Коефіцієнт використання автомобілів	0,48	0,49	0,43	0,40	0,44
Коефіцієнт використання навантажувачів	0,42	0,52	0,29	0,22	0,22
Коефіцієнт використання персоналу митниці (у Молдові)	0,9	0,86	0,88	0,9	0,9
Коефіцієнт використання персоналу митниці (в Україні)	0,79	0,78	0,8	0,79	0,78
Коефіцієнт використання навантажувачів (Ujmaharju)	0,19	0,19	0,2	0,2	0,18
Коефіцієнт використання навантажувачів (Imatra)	0,17	0,17	0,17	0,18	0,17
Виконання плану	100%	94,5%	105%	108%	107%

Виходячи з отриманих результатів можна зробити такі висновки:

1) При використанні одного навантажувача на терміналі середній розмір черги на навантаженні становить 30 автомобілів, за середнього часу очікування 231,4 хв., або 3 год. та 51 хв.;

2) При використанні трьох навантажувачів на терміналі середній розмір черги на навантаженні становить 4 автомобілі, за середнього часу очікування 115,7 хв., або 1 год. і 56 хв.;

3) При використанні чотирьох навантажувачів на терміналі середній розмір черги на навантаженні становить 3 автомобілі, за середнього часу очікування 100,2 хв., або 1 год. і 40 хв.;

4) При використанні двох навантажувачів на терміналі та умови того, що лісовозні автопоїзди, які здійснюють місцеві перевезення деревини, розвантажуються самі, середній розмір черги на навантаженні становить 4 автомобілі, за середнього часу очікування 118, 2 хв., або 1 год. і 58 хв.;

5) Показник виконання плану (у відсотках) характеризує те, наскільки виконано чи перевиконано річний план вивезення. Відповідно, за двох навантажувачів план виконано на 100%, за одного плану не виконано (94,5 %), за трьох, чотирьох та умови саморозвантаження лісовозів план виконано на 105%, 108% та 107 % відповідно.

4.2.5 Визначення ефективності запропонованих рішень

Завданням першого експерименту було визначити кількість лісовозних автопоїздів, необхідну для вивезення планового обсягу при нерівномірному розподілі обсягів кожного місяця. Виходячи з отриманих результатів (таблиця 4.8) можна зробити такі висновки:

- 1) Середня кількість задіяних на рік лісовозних автопоїздів $N_{\text{авт}} = 10$, при мінімальній кількості $N_{\text{авт min}} = 4$ і максимальній $N_{\text{авт max}} = 15$. Кількість необхідних автомобілів збільшується зі збільшенням обсягів вивезення;
- 2) На кожні додаткові 1100 куб. м. припадає 1 автомобіль;
- 3) Середній коефіцієнт використання лісовозних автопоїздів протягом року дорівнює $K_{\text{за}} = 0,52$. Враховуючи той факт, що робоча зміна водія дорівнює 12 годин, можна зробити висновок про повне завантаження автомобілів протягом року;
- 4) Середня продуктивність одного автомобіля складає 1100 куб. м. на місяць або 13 200 куб. м. на рік;
- 5) При моделюванні даних сценаріїв враховувалися такі чинники, як перерви у роботі ресурсів, інтенсивність технічного обслуговування та ремонту, а також час їх проведення.

Проведемо порівняння результатів моделювання першої та другої схем вивезення (таблиця 4.12).

Таблиця 4.12 – Порівняння результатів першої та другої схем

Параметр / Сценарій	Перша схема	Друга схема
Мінімальна кількість задіяних автомобілів	4	9
Максимальна кількість задіяних автомобілів	15	9
Середня кількість задіяних автомобілів за рік	10	9
Коефіцієнт використання ресурсів	0,52	0,51
Продуктивність одного автомобіля, куб. м./рік	13200	14470

Згідно з даними таблиці 4.12 при нерівномірному вивезенні задіяні від 4 до 15 автомобілів, при 10 автомобілях в середньому за рік, залежно від планового обсягу (рис. 4.6).

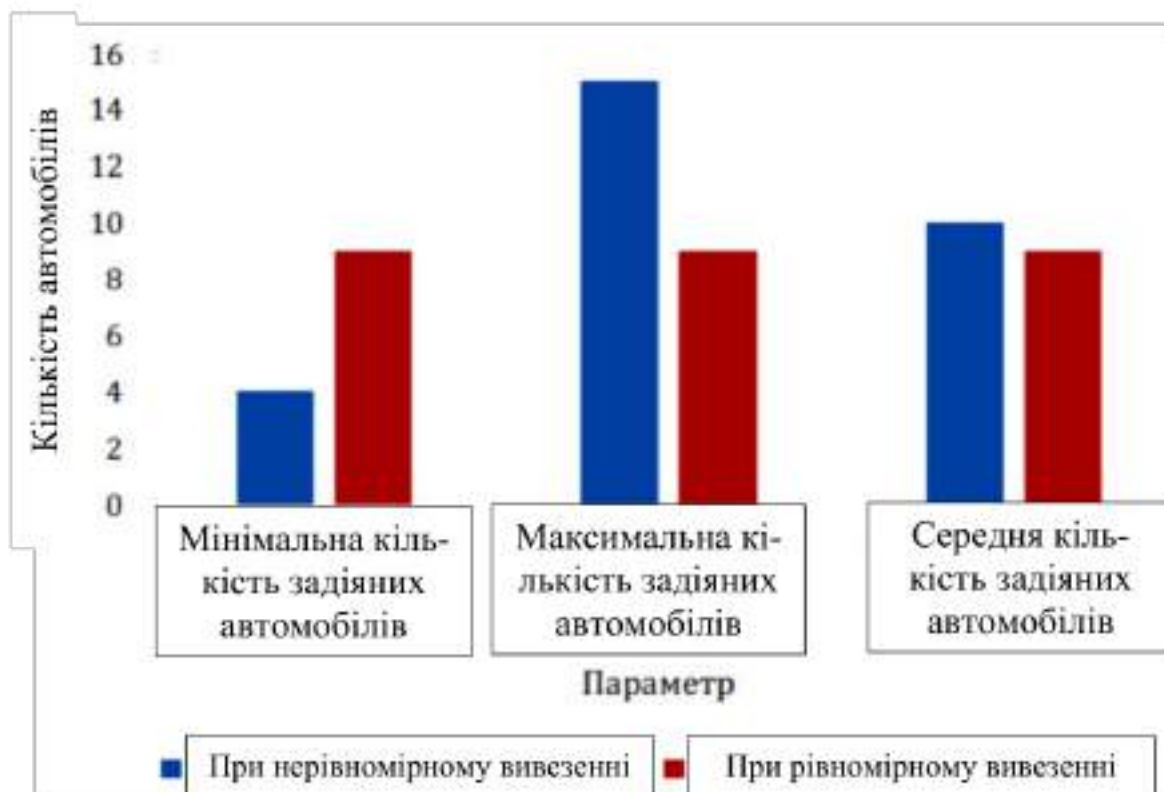


Рисунок 4.6 - Задіяна кількість автомобілів для різних варіантів вивезення

При рівномірному розподілі обсягів вивезення протягом року потрібна кількість автомобілів становить 10 одиниць. При цьому в обох сценаріях коефіцієнт використання ресурсів становить 0,5, що відповідає повному завантаженню ресурсів протягом робочої зміни. Звідси можна дійти висновку у тому, що при рівномірному вивезенні задіюється менше одиниць техніки, ніж при нерівномірному.

Середня продуктивність одного автомобіля при нерівномірному вивезенні менше на 7%, ніж при рівномірному. Звідси можна зробити висновок про раціональніше використання ресурсів (рис. 4.7).

Отриманий результат відіграє важливу роль для прийняття рішень при оперативному та тактичному плануванні виробництва, оскільки при використанні рівномірного вивезення в одному напрямку можна розрахувати максимально необхідну кількість ресурсів для використання їх із заданою ефективністю, при цьому зайві ресурси будуть перерозподілені на інші напрямки.

При зміні обсягу, що перевозиться за один рейс, спостерігається зменшення необхідної кількості автомобілів для виконання річного плану (рис. 4.8).

Крім зменшення кількості необхідних лісовозних автопоїздів (на 33,3%) у разі

вивезення без обмежень кожного з них збільшується річний показник продуктивності (рис. 4.9).

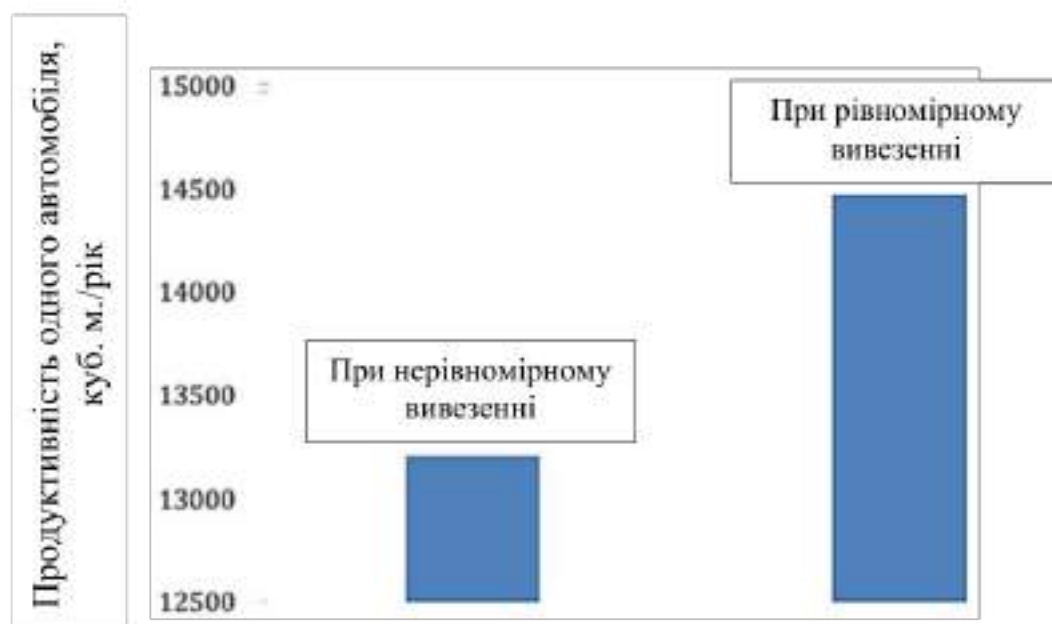


Рисунок 4.7 - Продуктивність різних варіантів вивезення

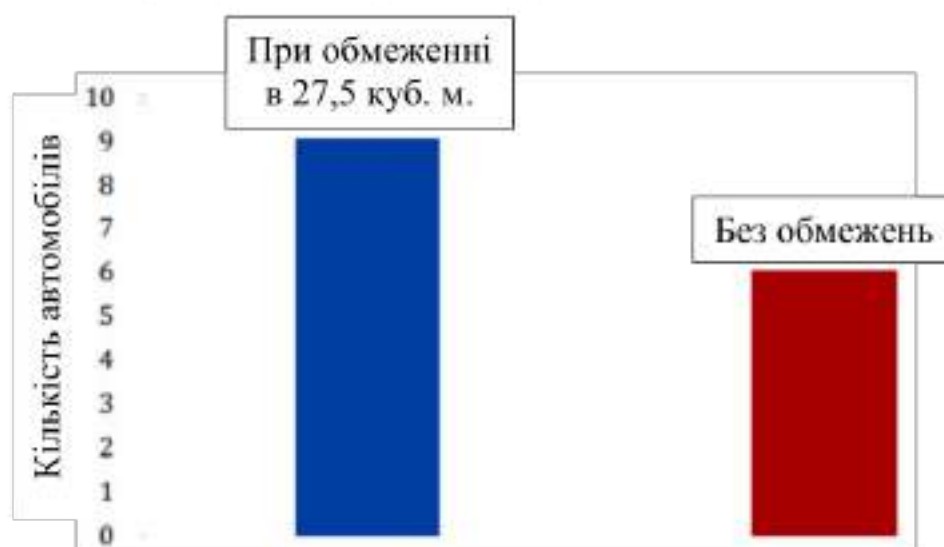


Рисунок 4.8 - Необхідна кількість автомобілів для різних умов вивезення

Згідно з отриманими результатами, можна зробити висновок про те, що при знятті обмежень на максимально можливе перевезення обсягу деревини, може істотно підвищитись ефективність процесу транспортування, шляхом збільшення продуктивності кожного автомобіля (на 36%), а також знизитись необхідна для виконання плану кількість автомобілів на 33,3%. Оскільки робота і утримання кожного автомобіля є джерелом транспортних витрат, то можна дійти висновку у тому, що цей захід

може підвищити економічну ефективність вивезення у цьому напрямі.

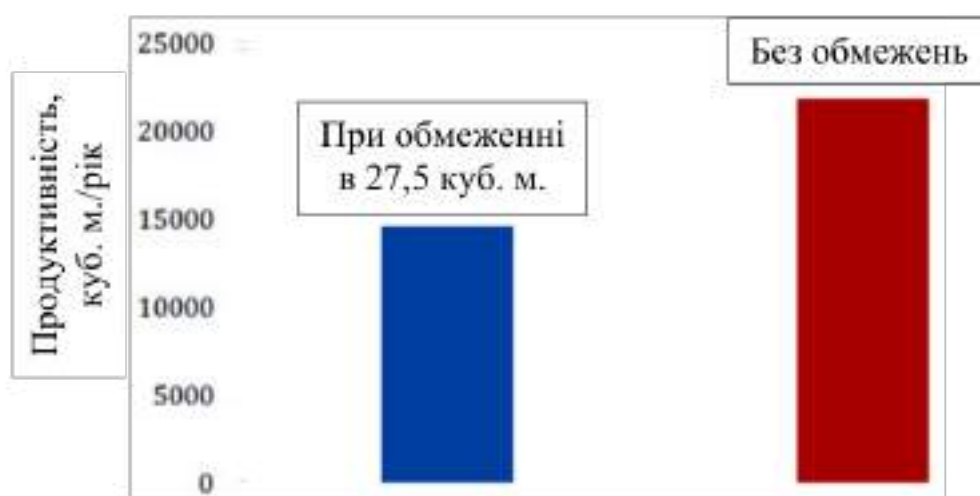


Рисунок 4.9 - Продуктивність для різних умов вивезення

Далі розглянемо випадок формування черги на навантаження, для цього досліджуємо, як змінюються параметри черги на навантаженні залежно від зміни числа задіяних ресурсів (навантажувачів та автомобілів на вивезенні). Для цього проведемо аналіз результатів прогонів третього сценарію (таблиця 4.11) та результатів першого сценарію (таблиця 4.8).

1) Збільшення числа автомобілів на вивезенні впливає на параметри черги. При збільшенні числа автомобілів спостерігається тенденція до збільшення черги та часу простою;

2) При збільшенні числа навантажувачів на завантаженні, середній час очікування у черзі, а також її розмір зменшуються (рис. 4.10 і 4.11);

Згідно з графіком (рис. 4.11), при збільшенні кількості навантажувачів з 2 до 3 спостерігається зменшення середнього часу простою в черзі навантаження в 2 рази. При збільшенні числа навантажувачів до 4-х, час очікування майже не змінюється. Подібна тенденція спостерігається для середнього розміру черги на навантаження (рис. 4.10);

3) Розмір черги впливає на продуктивність лісовозних автопоїздів. В результаті дослідження було виявлено, що для однакової кількості задіяних лісовозних автопо-

їздів зі збільшенням параметрів черги можуть виникнути ситуації, коли ресурси (лісовозні автопоїзди) просто не встигають виконати план вивезення.

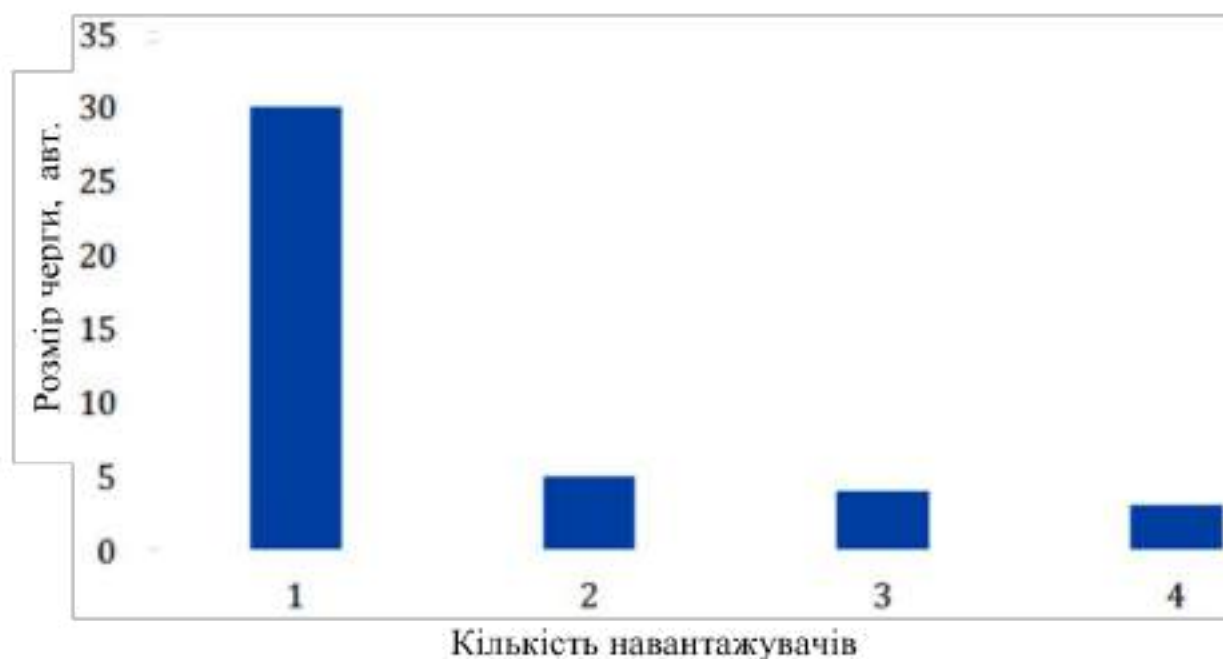


Рисунок 4.10 - Залежність розміру черги на навантаження від кількості навантажувачів

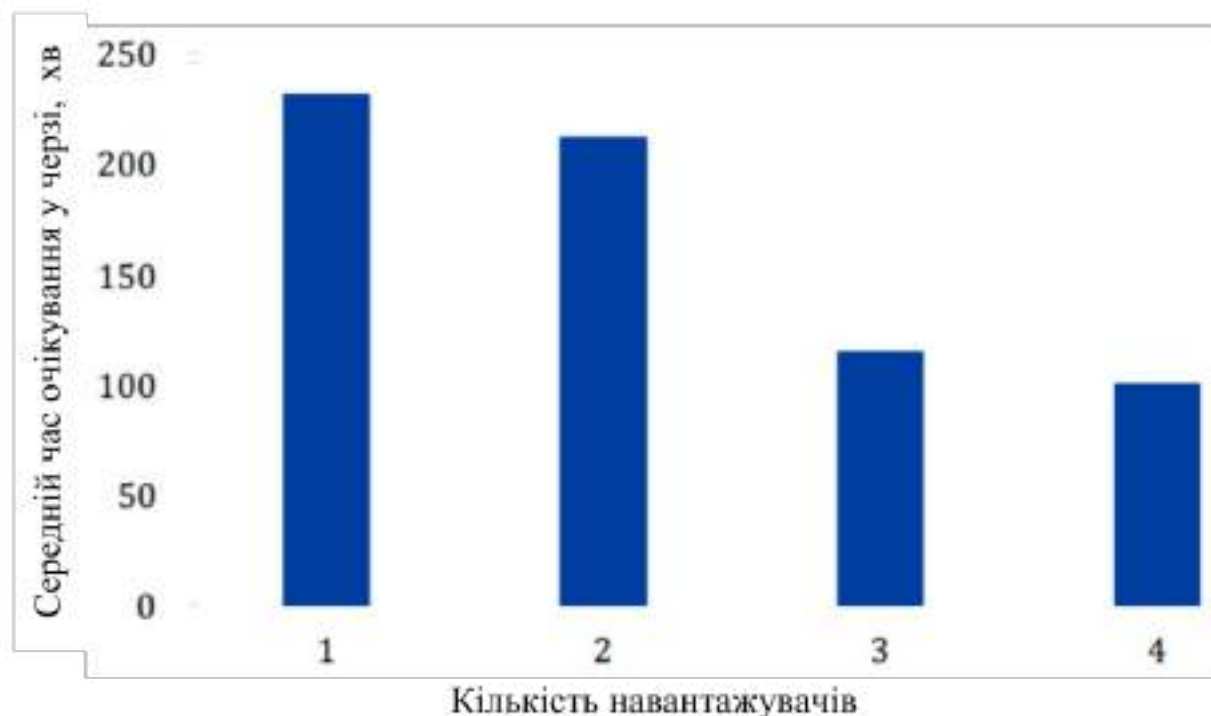


Рисунок 4.11 - Залежність середнього часу очікування у черзі від кількості навантажувачів

Таблиця 4.13 – Порівняння результатів моделювання третьої схеми вивезення

Параметр/прогін	1	2	3	4
Кількість лісовозних автопоїздів	9	9	9	9
Кількість навантажувачів	2	1	3	4
Середній розмір черги	5	30	4	3
Середній час очікування, хв	212,3	231,4	115,7	100,2
Виконання плану	100%	94,50%	105%	108%

Згідно з таблицею 4.13, при використанні одного навантажувача на терміналі виникає найбільша черга. В результаті через витрати часу на простої в черзі план було виконано всього 94,5%. При збільшенні кількості навантажувачів та, відповідно, зменшенні черги план перевиконувався.

Таким чином, можна зробити висновок про те, що кількість задіяних ресурсів впливають на параметри черги, яка в свою чергу впливає на продуктивність роботи лісовозних автопоїздів.

4.3 Розрахунок транспортних витрат

В якості прикладу визначення економічної ефективності процесу міжнародних перевезень деревини проведемо розрахунок та порівняння транспортних витрат для першої та другої схеми вивезення.

В якості вихідних даних при розрахунку транспортних витрат для першого та другого сценаріїв використовуємо результати імітаційного моделювання для даних сценаріїв, а також дані, отримані в результаті досліджень на підприємстві

Для схеми нерівномірного вивезення (таблиця 4.14) потрібно мати:

- 1) Кількість автомобілів (за кожен місяць);
- 2) Пробіг (за кожний місяць);
- 3) Продуктивність одного автомобіля (за кожний місяць);
- 4) Кількість водіїв.

Таблиця 4.14 – Вихідні дані для схеми нерівномірного вивезення

Показник	Значення по місяця											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Кількість використуваних автомобілів	8	8	14	15	7	12	13	13	4	9	6	12
Пробіг, км	104040	129480	160080	191880	104520	158160	156840	155640	57480	126360	62520	142800
Продуктивність одного автомобіля, куб. м./місяць	1211,7	1315,5	993,3	1049,5	1232,8	1082,1	1023,0	1017,7	1312,0	1150,4	855,8	956,7
Кількість водіїв	16	16	28	30	14	24	26	26	8	18	12	24

Кількість водіїв призначається виходячи з умови, що за кожним автомобілем закріплено 2 водії, які працюють позмінно. Тривалість зміни складає 5 робочих днів.

Для схеми рівномірного вивезення (таблиця 4.15) потрібно мати:

- 1) Кількість автомобілів (за рік);
- 2) Середній пробіг (протягом року);
- 3) Коефіцієнт використання ресурсу (протягом року);
- 4) Кількість водіїв.

Таблиця 4.15 – Вихідні дані для першої схеми рівномірного вивезення

Показник	Значення
Кількість використуваних автомобілів	6
Пробіг, км	1064880
Продуктивність одного автомобіля, куб. м./рік	21705,2
Кількість водіїв	12

Для порівняння економічної ефективності необхідно визначити собівартість транспортування 1 куб. м. деревини. Для цього скористаємося запропонованою методикою визначення транспортних витрат [24]

$$C_v = \frac{\sum_{i=1}^n C}{V}, \quad (4.1)$$

де C_v – собівартість транспортування 1 куб. м. деревини, грн.;

C – витрати, грн.;

V – перевезений об'єм куб. м.

Тоді

$$\sum_{i=1}^n C = CA + C_{\text{тсм}} + C_p + C_z + C_{\text{спр}}, \quad (4.2)$$

де CA – амортизаційні відрахування, грн.;

$C_{\text{тсм}}$ – витрати на паливо-мастильні матеріали, грн.;

C_p – витрати на ТО та Р, грн.;

C_z – витрати на заробітну плату робітників, грн.;

$C_{\text{спр}}$ – інші витрати (обов'язкове страхування автомобілів та ін.), грн.

Визначення витрат на амортизацію автомобілів:

$$CA = Na * BC, \quad (4.3)$$

де Na – норма на амортизацію у відсотках від початкової вартості. Для 5-ї амортизаційної групи (термін експлуатації 7-10 років) при розрахунку на 1 місяць приймаємо рівною 0,0117.

BC – початкова собівартість автомобіля, грн.

$$BC = C + Tz + Np, \quad (4.4)$$

де C – ціна придбання, грн.;

Tz – транспортні витрати, грн. Приймаємо рівними 15% від C .;

Np – інші витрати, грн. Приймаємо рівними 0.5% від C .

Складемо кошторис витрат для двох схем вивезення, що розглядаються (таблиця 4.16).

Таблиця 4.16 – Кошторис транспортних витрат за рік

Витрати, грн	Варіант нерівномірного вивезення	Варіант рівномірного вивезення
Витрати на ТО та Р	6498184	3868884
Витрати на амортизацію	817566,75	486486
Витрати на ПММ	16489872	11330323
Зарплати водіїв	13552000 (8-30 водіїв)	8064000 (12 водіїв)
Інші	373576	237497
Усього	37731198,75	23987190

Інші витрати приймаємо рівними 1% від сумарних витрат.

Собівартість транспортування одного куб. м. деревини для двох варіантів представлена таблиці 4.17.

Таблиця 4.17 – Собівартість транспортування 1 куб. м. деревини

Показник	Варіант нерівномірного вивезення	Варіант рівномірного вивезення
Витрати, грн	37731198,75	23987190
Об'єм, куб. м	130231	130231
Витрати, що віднесені до об'єму, грн./куб. м	290	184

Порівнявши дані для двох схем вивезення (таблиця 4.17) можна зробити висновок про те, що витрати на транспортування при рівномірному вивезенні деревини на 37% менші, ніж при нерівномірному. Це пов'язано, в першу чергу, з кількістю лісовозних автопоїздів, що використовуються, протягом усього періоду вивезення, оскільки при залученні додаткових автопоїздів автоматично залучаються і водії, закріплені за ними, збільшуються витрати на паливно-мастильні матеріали та ін.

Розділ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Головна задача охорони праці – мінімізація імовірності виникнення захворювань та виробничого травматизму під час забезпечення нормованих показників умов праці.

Незадовільний рівень охорони праці може стати причиною соціально-економічних проблем працівників та членів їх сімей. Саме тому соціально-економічна важливість охорони праці полягає у: підвищенні продуктивності праці, зростанні сукупного національного продукту, скороченні виплат за лікарняними та виплат компенсацій за важкі умови праці та інше.

У цьому розділі проводиться розгляд небезпечних, шкідливих та уражаючих для працівника та навколишнього довкілля факторів, які утворюються при проведенні вдосконалення процесу перевезення деревини на базі товариства з обмеженою відповідальністю «Столярний світ». В ньому розглядаються, в тому числі, технічні рішення з виробничої санітарії та гігієни праці, технічні рішення з безпеки при проведенні вдосконалення, безпека в надзвичайних ситуаціях.

В процесі вдосконалення даного процесу на працюючих діють ті або інші небезпечні та шкідливі виробничі фактори (НШВФ) фізичної та психофізіологічної груп відповідно до [41].

Фізичні НШВФ: підвищена або понижена температура повітря робочої зони, підвищений рівень шуму на робочому місці, підвищений рівень статичної електрики, недостатність або відсутність природного освітлення, недостатня освітленість робочої зони, підвищена яскравість світла, пряма або відбита блискучість.

Психофізіологічні небезпечні і шкідливі виробничі фактори: нервово-психічні перевантаження: розумове перенапруження, перенапруження аналізаторів, монотонність праці.

5.1 Технічні рішення з виробничої санітарії та гігієни праці

5.1.1 Мікроклімат та склад повітря робочої зони

Під мікрокліматом виробничих приміщень розуміють клімат внутрішнього середовища цих приміщень, що визначається діючими на організм людини поєднаннями температури, вологості та швидкості руху повітря, а також інтенсивності теплового випромінювання.

Коли з технічних чи економічних міркувань оптимальні норми не забезпечуються, то встановлюються допустимі величини параметрів мікроклімату.

Визначаємо для приміщення, в якому проводяться роботи з вдосконалення процесу перевезення деревини на базі товариства з обмеженою відповідальністю «Столярний світ», категорію важкості робіт за фізичним навантаженням – легка Іа.

Відповідно до [42] допустимі параметри мікроклімату у робочій зоні для теплового та холодного періодів року приведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Нормовані допустимі показники мікроклімату [42]

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °С для робочих місць		Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
		постійних	непостійних		
Холодний	Іа	21-25	18-26	75	≤0,1
Теплий	Іа	22-28	20-30	55 при 28°С	0,1-0,2

Перепад температури повітря за висотою робочої зони допускається до 3°С. При опроміненні менше 25% поверхні тіла працівника, нормована інтенсивність теплового опромінення складає 100 Вт/м².

Вміст шкідливих речовин в повітрі робочої зони не повинен перевищувати гранично допустимих концентрацій (ГДК), що використовуються при проектуванні виробничих приміщень (будівель), обладнання, технологічних процесів, вентиляцій, з

метою контролю за якістю виробничого середовища. ГДК шкідливих речовин, що утворюються у даному виробничому приміщенні наведено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – ГДК шкідливих речовин в повітрі робочої зони

Назва речовини	Параметр	Значення	Клас небезпеки
Бензин	ГДК, мг/м ³	100	4
Пил нетоксичний	ГДК, мг/м ³	0,15	4
Іони p ⁺ , p ⁻	число іонів в 1 см ³ повітря	50000	–

Для встановлення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату і чистоти повітря робочої зони запропоновано:

1) у приміщенні має бути встановлена система опалення для холодного і кондиціонування для теплого періодів року;

2) для підвищення вологості повітря слід розташовувати місткості з водою за типом акваріумів поблизу опалювальних приладів або використовувати зволожувачі;

3) припливно-витяжна система вентиляції, а при несприятливих погодних умовах кондиціонування.

5.1.2 Виробниче освітлення

Для забезпечення раціональних гігієнічних умов на робочих місцях значні вимоги висуваються щодо кількісних та якісних параметрів освітлення.

З точки зору задач зорової роботи в приміщенні, в якому проводяться роботи з вдосконалення процесу перевезення деревини на базі товариства з обмеженою відповідальністю «Столярний світ», відповідно до [43] знаходимо, що вони відносяться до III розряду зорових робіт. Приймаємо контраст об'єкта з фоном – великий та характеристику фону – середню, яким відповідає підрозряд г.

Нормовані значення коефіцієнта природного освітлення (КПО) та мінімальні значення освітленості при штучному освітленні приведені в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Нормовані значення КПО і мінімальні освітленості при штучному освітленні

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізн., мм	Розряд зорової роботи	Підряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Характеристика фону	Освітленість при штучному освітленні, лк			КПО, %	
						комбіноване		загальне	Природне освітлення (бокове)	Суміщене освітлення (бокове)
						всього	у т. ч. від загального			
Високої точності	0,3-0,5	III	г	великий	середній	400	200	200	2	1,2

Оскільки приміщення розташоване в місті Вінниця (2-га група забезпеченості природним світлом), а вікна розташовані за азимутом 135° , то за таких умов КПО розраховується за виразом [43, 44]

$$e_N = e_n m_N [\%], \quad (5.1)$$

де e_n – табличне значення КПО, %;

m_N – коефіцієнт світлового клімату;

N – номер групи забезпеченості природним світлом.

За відомими значеннями отримаємо нормовані значення КПО для бокового та суміщеного освітлення:

$$e_{N,b} = 2 \cdot 0,85 = 1,7 (\%);$$

$$e_{N,c} = 1,2 \cdot 0,85 = 1,02 (\%).$$

Для встановлення нормативних значень параметрів освітлення запропоновано:

1) за недостатнього природного освітлення у світлий час доби доповнення штучним завдяки використанню газорозрядних ламп з утворенням системи суміщеного освітлення;

2) застосування штучного освітлення в темний час доби.

5.1.3 Виробничі віброакустичні коливання

Зважаючи на те, що при експлуатації пристроїв крім усього іншого устаткування застосовується обладнання, робота якого генерує шум та вібрацію, потрібно передбачити шумовий та вібраційний захист.

Встановлено, що приміщення, в якому проводиться робота з вдосконалення процесу перевезення деревини на базі товариства з обмеженою відповідальністю «Столярний світ» може мати робочі місця із шумом та вібрацією, що створюється двигунами вентиляційної системи.

З метою попередження травмування працюючих під дією шуму та вібрації вони підпадає під нормування. Основним документом з питань виробничого шуму, що діє на території України, є [45], у відповідності з яким нормовані рівні звукового тиску, рівні звуку і еквівалентні рівні шуму на робочих місцях у виробничих приміщеннях не мають бути більшими ніж значення, які наведено у таблиці 5.4.

Норми виробничих вібрацій наведені в таблиці 5.5 для 1-ї категорії (транспортна).

Таблиця 5.4 – Допустимі рівні звукового тиску і еквівалентні рівні звуку

Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах з середньо-геометричними частотами, Гц									Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку, дБА
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Таблиця 5.5 – Допустимі рівні віброприскорення [46]

Гранично допустимі рівні віброприскорення, дБ, в октавних смугах з середньо-геометричними частотами, Гц						Коректовані рівні віброприскорення, дБА
2	4	8	16	31,5	63	
68	65	65	71	77	83	62

З метою забезпечення нормованих параметрів віброакустичних коливань у приміщенні запропоновано:

- 1) завчасне проведення профілактичного ремонту;
- 2) проведення перевірки рівнів шуму та вібрації.

5.1.4 Виробничі випромінювання

Аналіз умов праці показав, що приміщення, в якому проводиться робота з вдосконалення процесу перевезення деревини на базі товариства з обмеженою відповідальністю «Столярний світ» може містити електромагнітні випромінювання.

Гранично допустимі рівні електромагнітних полів показані у таблиці 5.6.

Для гарантування захисту та досягнення нормативних рівнів випромінювань потрібно застосовувати екранні фільтри та інші засоби захисту, що пройшли випробування в акредитованих лабораторіях і мають щорічний гігієнічний сертифікат.

Таблиця 5.6 – Гранично допустимі рівні електромагнітних полів (безперервне випромінювання, амплітудна або кутова модуляція)

Номер діапазону	Метричний розподіл діапазонів	Частоти	Довжина хвиль, λ	ГДР, В/м
5	Кілометрові хвилі (низькі частоти, НЧ)	30-300 кГц	10-1 км	25
6	Гептаметрові хвилі (середні частоти, СЧ)	0,3-3 МГц	1-0,1 км	15
7	Декаметрові хвилі (високі частоти, ВЧ)	3-30 МГц	100-10 м	$3 \cdot 1g\lambda$
8	Метрові хвилі (дуже високі частоти, ДВЧ)	30-300 МГц	10-1 м	3

5.2 Технічні рішення з безпеки при проведенні вдосконалення процесу перевезення деревини на базі товариства з обмеженою відповідальністю «Столярний світ»

5.2.1 Безпека щодо організації робочих місць

Конструкція робочого місця, його розміри та взаємне розташування його елементів мають відповідати антропометричним, психофізіологічним і фізіологічним характеристикам працівника, а також характеру праці [47].

Конструкція робочого столу повинна забезпечувати можливість оптимального розміщення на робочій поверхні обладнання, що використовується, з урахуванням його кількості, розмірів, конструктивних особливостей та характеру роботи, яка виконується.

При розміщенні робочих місць у приміщеннях з джерелами небезпечних та шкідливих промислових факторів, вони повинні розташовуватися у абсолютно ізольованих кабінетах з природним освітленням та організованою вентиляцією. Площа, на якій розташовується одне робоче місце для обслуговуючого персоналу, повинна становити не менше $6,0 \text{ м}^2$, об'єм приміщення – не менше як 20 м^3 , висота – не менше $3,2 \text{ м}$ [48].

Інтер'єр приміщень потрібно оздоблювати дифузно-віддзеркалювальними матеріалами з коефіцієнтом відбиття: стелі $0,7-0,8$; стін $0,4-0,5$; підлоги $0,2-0,3$. Поверхня підлоги повинна бути рівною, не слизькою, без вибоїн, мати антистатичні властивості, зручною для вологого прибирання. Не дозволяється застосовувати під час оздоблення інтер'єру полімерні матеріали, що виділяють у повітря шкідливі хімічні речовини.

5.2.2 Електробезпека

Основними причинами ураження електричним струмом в цьому приміщенні можуть бути: робота під напругою при ремонтних роботах, несправність електрообладнання, випадковий дотик до струмоведучих частин чи металевих частин, що опинилися під напругою. У відповідності до [49] дане приміщення належить до приміщень із підвищеною небезпекою ураження електричним струмом через наявність значної (більше 75%) вологості.

Через це безпека експлуатації електрообладнання повинна гарантуватись рядом заходів, що включають використання ізоляції струмовідних елементів, захисного заземлення, захисних блокувань та ін. [50].

5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Відповідно до [51] приміщення, в якому проводиться робота з вдосконалення процесу перевезення деревини на базі товариства з обмеженою відповідальністю «Столярний світ», відноситься до категорії пожежної небезпеки А, що характеризується наявністю легкозаймистих рідин з температурою спалаху не більше 28 °С, які використовуються при проведенні вдосконалення. Дане приміщення відноситься до I-го ступеня вогнестійкості, в якому приміщення знаходяться в будівлі з несучими та огорожувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону із застосуванням листових і плитних негорючих матеріалів.

Мінімальні межі вогнестійкості конструкцій розглядуваного приміщення наведені в таблиці 5.7 і являють собою час, протягом якого конструкції затримують поширення вогню, оцінюється межею вогнестійкості. Межа вогнестійкості конструкції визначається часом в хвилинах від початку сприймання вогню до утворення в конструкціях наскрізних тріщин або отворів, підвищення температури на поверхні, що не обігривається вище допустимої, руйнування конструкції.

Таблиця 5.7 – Мінімальні межі вогнестійкості приміщення [51]

Ступінь вогнестійкості будівлі	Стіни				Колони	Східчасті майданчики	Плити та інші несучі конструкції	Елементи покриття	
	Несучі та східчасті клітки	Самонесучі	Зовнішні несучі	Перегородки				Плити, прогони	Балки, ферми
I	REI 150 M0	REI 75 M0	E 30 M0	EI 30 M0	R 150 M0	R 60 M0	REI 60 M0	RE 30 M0	R 30 M0

Примітка. R – втрати несучої здатності; E – втрати цілісності; I – втрати теплоізоляційної спроможності; M – показник здатності будівельної конструкції поширювати вогонь (межа поширення вогню); M0 – межа поширення вогню дорівнює 0 см.

В таблиці 5.8 наведено протипожежні норми проектування будівель і споруд. Для попередження поширенню пожежі з одної споруди на іншу між ними влаштовують протипожежні розриви, що залежать від ступеня вогнестійкості будівлі. Ширина евакуаційного виходу (дверей) із приміщень визначається в залежності від загальної кількості людей, які евакуюються через цей вихід та кількості людей на 1 м ширини виходу (дверей). Найбільша допустима кількість поверхів споруди, найбільша допустима площа підлоги між протипожежними стінами приймається в залежності від категорії пожежної безпеки і ступеня вогнестійкості.

Таблиця 5.8 – Протипожежні норми проектування будівель і споруд [52]

Об'єм приміщення, тис. м ³	Категорія пожежної безпеки	Ступінь вогнестійкості	Відстань, м, для щільності людського потоку в загальному проході, осіб/м ²			Кількість людей на 1 м ширини еваковиходу	Відстань між будівлями та спорудами, м, при ступені їх вогнестійкості			Найбільша кількість поверхів	Максимально допустима площа поверху, м ² , для кількості поверхів		
			до 1	2-3	4-5		I,II	III	IV,V		1	2	3 і більше
до 15	A	1	40	25	15	45	9	9	12	6	не обмежується		

Вибір видів та кількості первинних засобів пожежогасіння виконується з врахуванням властивостей фізико-хімічних та пожежонебезпечних горючих речовин, їхньої взаємодії з вогнегасними речовинами, а також розмірів і площ виробничих приміщень, установок і відкритих майданчиків.

Встановлюємо, що приміщення, де проводиться робота з вдосконалення, має бути оснащено двома вогнегасниками, пожежним щитом, а також ємністю з піском [53].

Під час виконання даного розділу було опрацьовано такі питання охорони праці і безпеки в надзвичайних ситуаціях, як технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії, технічні рішення з безпеки при проведенні вдосконалення процесу перевезення деревини на базі товариства з обмеженою відповідальністю «Столярний світ», безпека в надзвичайних ситуаціях.

ВИСНОВОК

1) Організація транспортно-технологічного процесу міжнародних перевезень деревини повинна ґрунтуватися на науково-обґрунтованих рішеннях, що формуються за допомогою спеціалізованих методик, що використовують сучасні досягнення таких напрямів як: системний аналіз, інформаційні технології, математичне імітаційне моделювання, оптимізація та ін., які повинні враховувати весь комплекс факторів, таких як параметри нестационарного потоку деревини, що надходить на транзитно-перевалочні термінали, кількість і характеристики задіяного складського та підйомно-транспортного обладнання, основних транспортних машин (лісовозних автопоїздів), пропускну спроможність та режим роботи прикордонних контрольно-пропускних пунктів, а також їх завантаженість, режим роботи та характеристики складів споживачів, режим праці та відпочинку персоналу, простої, пов'язані з ремонтом та технічним обслуговуванням обладнання тощо;

2) Розроблено методику підтримки прийняття рішень щодо обґрунтування вибору схеми транспортно-технологічного процесу міжнародних перевезень деревини, яка враховує максимальну кількість факторів, що впливають на ефективність даного процесу та включає в себе імітаційну модель процесу міжнародних перевезень деревини автомобільним транспортом;

3) Розроблено методику визначення параметрів потоку надходження експортної деревини на транзитно-перевалочні термінали, яка базується на імітаційному моделюванні та враховує такі фактори, як просторове розміщення джерел сировини (ділянок) та їх характеристики, характеристики виробничих потужностей на заготівлі та транспортуванні деревини, а також можливості оптимізації заготовчих та транспортних планів;

4) На базі інструменту імітаційного моделювання AnyLogic PLE розроблена імітаційна модель процесу міжнародних перевезень деревини автомобільним транспортом, заснована на дискретно-подійному підході, що враховує такі фактори, як параметри нестационарного потоку деревини, що надходить на транзитно-перевалочні термінали, кількість основних транспортних машин (лісовозних автопоїздів), пропускну спроможність та режим роботи прикордонних контрольно-

пропускних пунктів, а також їх завантаженість, режим роботи та характеристики складів споживачів, режим праці та відпочинку персоналу, простої, пов'язані з ремонтом та технічним обслуговуванням обладнання тощо;

5) За допомогою розробленої імітаційної моделі міжнародних перевезень деревини можливе моделювання різних схем вивезення, таких як: схеми рівномірного і нерівномірного вивезення деревини закордонним споживачам протягом певного періоду часу, схеми з різною кількістю виробничих потужностей і різними заданими параметрами, схеми терміналів та різними заданими параметрами, схеми з різною кількістю прикордонних контрольно-пропускних пунктів та різними параметрами їх функціонування, схеми з різним розташуванням терміналів (на території держави-імпортера або ж на території держави експортера, комбінований варіант);

6) За допомогою розробленої методики проведено детальне дослідження процесу міжнародних перевезень автомобільним транспортом, розроблено перелік рекомендацій для підвищення його ефективності;

7) Згідно з результатами імітаційного моделювання, максимально необхідна кількість транспортних засобів при нерівномірному вивезенні протягом року перевищує кількість транспортних засобів при рівномірному вивезенні. При цьому середня продуктивність автомобілів при нерівномірному вивезенні менша, ніж при рівномірному, що говорить про більш ефективне використання виробничих потужностей. Загалом, за умови використання рівномірного вивезення можна скоротити кількість необхідних автомобілів на 30 %, при цьому транспортні витрати знизяться на 34 %;

8) Рекомендується шукати можливості обходу або скасування умови, згідно з якими рейсовий обсяг, що максимально перевозиться через кордон, не повинен перевищувати 24-27 куб. м. Цей захід дозволить підвищити продуктивність в 1,3 рази і знизити кількість автомобілів, що використовуються, на 33%. У разі неможливості реалізації такого сценарію рекомендується створити транзитно-перевалочний склад на стороні імпортера. Цей захід дозволить підвищити продуктивність у 1,6 разів та знизити кількість використовуваних автомобілів на 25%;

9) Рекомендується шукати можливості для використання рівномірного вивезення деревини протягом року або місяця. Цей захід дозволить уникнути зайвих транспортних витрат суттєво знизити витрати на транспортування (до 34 %) та уникнути форс-мажорних ситуацій, коли необхідно вивезти великі обсяги деревини за стислий термін за обмеженої кількості виробничих потужностей. Крім того, вдасться уникнути ситуацій, в яких підрядникам необхідно терміново шукати замовників, щоб не допустити простою виробничих потужностей через зменшення обсягу замовлень від основного замовника.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. S.S. Chauhan, J.M. Frayret, L. LeBel. Multi-commodity supply network planning in the forest supply chain. *European Journal of Operational Research*. 2009. № 196 (2). P. 688-696.
2. T. Nurminen, J. Heinonen. Characteristics and time consumption of timber trucking in Finland. *Silva Fennica*. 2007. 41 (3). P. 471–487.
3. Ways to improve the efficiency of forest cross-border transportation / A. P. Sokolov, V. A. Shain, V. S. Syuneyev, T. B. Stankevich //17th International multidisciplinary scientific geoconference SGEM 2017. Albena, Bulgaria. 2017. 17 (53). P. 1041 - 1047.
4. Стеців І.С., Стеців І.І. Оптимізація діяльності лісового господарства України: проблеми та шляхи їх вирішення. *Молодий вчений*, 2019. 6 (70), 219-224.
5. Немілоствий В.О. Пояснювальна записка до проекту Закону України «Про встановлення ставок вивізного (експортного) мита на деревину» реєстр. № 357. URL: <http://l2u.su/qcdw> (дата звернення: 30.03.2023).
6. Лісове господарство України. URL: <http://dkg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/> (дата звернення: 19.06.2023).
7. Букачюк У. Контрабанда лісу. Чому не законно вирубують ліс та як це хочуть змінити. URL: <https://cutt.ly/JeYqcW> (дата звернення: 05.04.2023).
4. Левченко Ю.О. Незаконна порубка лісу. Фактори детермінації та способи їх усунення. URL: http://lsej.org.ua/4_2018/37.pdf (дата звернення: 05.04.2023).
5. Борис М., Борис Н. Еколого-економічні та соціальні проблеми зумовлені неефективним і несталим веденням лісового господарства. URL: <https://cutt.ly/qeYent> (дата звернення: 29.03.2023).
6. Кримінальний кодекс України. Стаття 246. Незаконна порубка або незаконне перевезення, зберігання, збут лісу. URL: http://kodeksy.com.ua/kriminal_nij_kodeks_ukraini/statja-246.htm (дата звернення: 05.04.2023).
7. Фурдичко О. Ліс – надбання народу, тому проблеми галузі потрібно обговорювати публічно. Урядовий кур'єр. 10 жовтня 2014 р. № 187.

8. Бобко А. Проблеми економіки лісівництва в Україні та заходи щодо поліпшення складання державного бюджету і фінансування галузі / А. Бобко // Економіка України. 2007. № 11. С. 69–80.

9. Горбик В.М. Формування лісової політики України: стан та етапи становлення / В.М. Горбик // Економіка та держава. 2006. № 11. С. 73–76.

10. Данилишин Б. Реформування відносин власності на природні ресурси / Б. Данилишин, В. Міщенко // Економіка України. 2003. № 9. С. 34–42.

11. Дейнеко А.М. Екологізація лісокористування як основа сталого розвитку лісового сектора економіки / А.М. Дейнеко // Науковий вісник. 2005. Вип. 15. С. 93–100.

12. Колісник Б.І. Еколого-економічні аспекти раціоналізації лісокористування в Україні [Електронний ресурс] / Б.І. Колісник. – Режим доступу : www.nbuv.gov.ua.

13. Лісова політика: теорія і практика у контексті економічних, екологічних та соціальних проблем лісокористування : [моног.] / Синякевич І.М., Соловей І.П., Врублевська О.В. та ін. ; за ред. І.М. Синякевича. – Л. : Піраміда, 2008. – 611 с.

14. Проблеми збалансованого лісокористування в системі сталого розвитку / Бондар В.С., Голуб О.А., Лицур І.М. та ін. ; за ред. Я.В. Ковалю. Київ: Науковий світ, 2005. 212 с

15. Лісовий кодекс України: Закон від 21 січ. 1994 р. № 3852-ХІІ Верховна Рада України. URL: [http:// zakon3.rada.gov.ua/laws/show/ 3852-12](http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/3852-12) 2. Публічний звіт Державного агентства лісових ресурсів України за 2020 р. URL: [https:// dkg.kmu.gov. ua/forest/document/177277;pz_0303.pdf](https://dkg.kmu.gov.ua/forest/document/177277/pz_0303.pdf)

16. Шкіря Т.М. Технологія і машини лісосічних робіт. – Львів: Тріада плюс, 2003. 352 с.

17. Генсірук С.А. Ліси України. Київ: Наук. думка, 1992. 408 с.

18. Лютий Є.М., Мартинців М.П. та ін. Розробка еколого-зберігаючих технологій та механізмів для освоєння гірських лісів Карпат та Криму// Звіт про науково-дослідну роботу ДБ34.20-92. інв. № 0295U003108. – Львів: УкрДЛТУ, 1994. 96 с.

19. Мартинців М.П. Проблеми первинного транспортування деревини в гірських умовах і шляхи їх вирішення// Наукові праці: Лісівнича академія наук України. – Львів: НУ "Львівська Політехніка". 2004, вип. 3. С. 114-117.

20. Стеців І.І., Стеців Р.І., Рудницький В.С. Організація обліку, контролю та аналізу : навч.-наочн. посібник. Львівська комерційна академія, 2010. 316 с.

21. O'Brien M., Claypool L. L. and ect. Causes of fruit bruising on transport trucks. *Hilgardia*, 1963. №6, vol. 35. P.113-124.

22. Belyu L. P., Kozhaev Y. P., Tsvetkov V. Ya. and ect. Metamodelling in the information field. *Amazonia Investiga*, 2020. Vol. 9. Núm. 25, P. 395-402.

23. Teixeira G.H. de Almeida, Meakem V., C. de L. Medeiros de Moraes, K. M. Gomes de Lima, Whitehead S. R. Conventional and alternative pre-harvest treatments affect the quality of 'Golden delicious' and 'York' apple fruit. *Environmental and Experimental Botany*, 2020. Vol. 173. Article 104005.

24. Beyaz A. Harvest glove and LabView based mechanical damage determination on apples. *Scientia Horticulturae*, 2018. Vol. 228. P. 49-55.

25. Stopa R., Szyjewicz D., Komarnicki P., Kuta Ł. Determining the resistance to mechanical damage of apples under impact loads. *Postharvest Biology and Technology*, 2018. Vol. 146. P. 79-89.

26. Stopa R., Szyjewicz D., Komarnicki P., Kuta Ł. Limit values of impact energy determined from contours and surface pressure distribution of apples under impact loads. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2018. Vol. 154. P. 1-9.

27. F. Xu, F. Lu, Z. Xiao, Z. Li. Influence of drop shock on physiological responses and genes expression of apple fruit. *Food Chemistry*, 2020. Vol. 30315. Article 125424.

28. Борисюк Д. В., Зелінський В. Й., Равицький С. В. Економіко-математична модельвантажних перевезень автомобільним транспортом. *Матеріали XIV Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 25-27 жовтня 2021 року: збірник наукових праць*, 2021. С. 41-43.

29. Біліченко В. В. Виробничі системи на транспорті: стратегії розвитку : монографія. Вінниця: ВНТУ, 2016. 268 с.

30. Гунько І. В., Гуцаленко О. В. Транспорт – актуальні проблеми та сьогодення. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*, 2015. Випуск 2 (90). С. 98-103.

31. Огневий В.О., Смирнов Є. В., Борисюк Д.В. Вдосконалення методики оперативного планування міських вантажних перевезень. *Вісник машинобудування та транспорту*, Вінниця. 2022. №2(16). С. 81-87.

32. Дмитро Борисюк. Методика оперативного планування міських вантажних перевезень. *V Всеукраїнська науково-теоретична конференція «Проблеми з транспортними потоками і напрямки їх розв'язання»: тези доповідей*, 23–24 березня 2023 року. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2023. С. 98-101.

33. Дмитриченко М.Ф., Яцківський Л.Ю., Ширяєва С.В., Докуніхін В.З. Основи теорії транспортних процесів і систем. Київ: Видавничий Дім «Слово», 2009. 336 с.

34. Хара М. В., Ніколаєнко І. В. Управління ланцюгами постачання та мережами / Інжиніринг криз та ризиків транспортних послуг: колективна монографія / В. М. Самсонкін [та ін.]. Київ, 2021. Розділ 3. С. 74–100.

35. Чухрай Н., Гірна О. Формування ланцюга поставок: питання теорії та практики: монографія. Львів: “Інтелект-Захід”, 2007. 232 с.

36. Маселко Т.Є., Шевченко С.Г. Проблеми управління транспортно-логістичними системами України та перспективи розвитку в контексті європейської інтеграції. *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України*. 2017. Вип. 12. С. 301-305.

37. Білоус В. А. Досконала дорожня мережа - основа економічного розвитку держави. *Науковий вісник Укр. держ. лісотехн. ун-ту*. Львів, 2005. Вип. 9.11: Сучасна екологія і проблеми сталого розвитку суспільства. С. 159–163.

38. Неізнаний С.В., Пальчик А.М. Аналіз методів, які використовуються при обґрунтуванні реконструкції автомобільних доріг. *Дороги і мости*. 2020. Вип. 21. С. 70-76.

39. Галкін А.С. Логістичне управління автотранспортним обслуговуванням : навч. посібник. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 212 с.

40. Д.В. Борисюк, О.М. Саблук. Модель логістичної системи міжнародних перевезень деревини. *Міжнародна науково-практична інтернет-конференція*

«Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2024)» [Електронний ресурс]. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2024/paper/viewFile/19653/16279>

41. ДСТ 12.0.003-74*. ССБТ. Небезпечні і шкідливі виробничі фактори
Класифікація.

42. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.

43. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення.

44. Бондаренко С.А., Дрончак В.О. Освітлення виробничих приміщень :
довідник. Вінниця : ВНТУ, 2011. 61 с.

45. ДСН 3.3.6-037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та
інфразвуку.

46. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої та загальної
вібрацій.

47. ДСТУ 8604:2015 Дизайн і ергономіка. Робоче місце для виконання робіт у
положенні сидячи. Загальні ергономічні вимоги.

48. Методичні вказівки до опрацювання розділу "Охорона праці та безпека в
надзвичайних ситуаціях" в дипломних проектах і роботах студентів спеціальностей,
що пов'язані з функціональною електронікою, автоматизацією та управлінням /
Уклад. О. В. Березюк, М. С. Лемешев. Вінниця : ВНТУ, 2012. 64 с.

49. Правила улаштування електроустановок. 2-е вид., перероб. і доп. Харків:
"Форт", 2009. 736 с.

50. ДБН В.2.5-27-2006. Захисні заходи електробезпеки в електро-установках
будинків і споруд.

51. ДБН В.1.1.7-2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва.

52. СНИП 2.09.02-85. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва.

Загальні вимоги.

53. НАПБ Б.03.001-2004. Типові норми належності вогнегасників.

Додаток А (обов'язковий).

**ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ
РОБОТИ**

Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

Вдосконалення процесу перевезення деревини на базі товариства з обмеженою відповідальністю «Столярний світ» місто Вінниця

ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА

масштабської кваліфікаційної роботи

Галузь знань 27 – «Транспорт»

Спеціальність 275 – «Транспортні технології (за видами)»

Спеціалізація 275.03 – «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»

Виконав студент гр. 2ТТ-22М

Сабук О.М.

Керівник к.т.н., ст. викладач кафедри АТМ
Борисюк Д.В.

Вінниця – 2023

Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

Вдосконалення процесу перевезення деревини на базі товариства з обмеженою відповідальністю «Столярний світ» місто Вінниця

ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА

магістерської кваліфікаційної роботи

Галузь знань 27 – «Транспорт»

Спеціальність 275 – «Транспортні технології (за видами)»

Спеціалізація 275.03 – «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»

Виконав студент гр. 2ТТ-22м

Саблук О.М.

Керівник к.т.н., ст. викладач кафедри АТМ

Борисюк Д.В.

Вінниця – 2023

Мета роботи - підвищення ефективності міжнародних перевезень деревини автомобільним транспортом та зниження відповідних витрат шляхом розроблення методики підтримки прийняття рішень щодо обґрунтування вибору схеми транспортно-технологічного процесу.

Завдання дослідження:

- 1) Виявлення особливостей транспортно-технологічних процесів міжнародних перевезень деревини автомобільним транспортом; визначення ключових факторів, що визначають їх ефективність;
- 2) Розробка методики підтримки прийняття рішень щодо обґрунтування вибору схеми транспортно-технологічного процесу міжнародних перевезень деревини;
- 3) Розробка методики визначення параметрів потоку надходження експортної деревини на транзитно-перевалочні термінали;
- 4) Створення імітаційної моделі процесу транспортування деревини закордонному споживачеві автомобільним транспортом;
- 5) Розробка рекомендацій щодо зменшення транспортно-технологічних витрат, пов'язаних із здійсненням процесу міжнародних перевезень деревини.

Теоретична значимість роботи полягає в:

- обґрунтуванні необхідності врахування особливостей міжнародних перевезень деревини автомобільним транспортом при здійсненні вибору схеми транспортно-технологічного процесу;
- визначенні ключових факторів, що визначають ефективність даного типу перевезень.

Практична значимість роботи полягає в наступному: розроблені методики та моделі дозволяють у практичній діяльності лісозаготівельних та лісотранспортних підприємств здійснювати обґрунтований вибір схеми транспортно-технологічного процесу міжнародних перевезень деревини, параметрів та характеристик застосовуваних засобів з метою зниження відповідних витрат.

Апробація результатів. Основні положення роботи доповідалися на міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2024)» у Вінницькому національному технічному університеті (м. Вінниця).

Загальна характеристика ТОВ «Столярний світ»

Товариство з обмеженою відповідальністю «Столярний світ» зареєстровано 01.04.2019 р. за юридичною адресою – Вінницька обл., м. Вінниця, вулиця Айвазовського, 8.

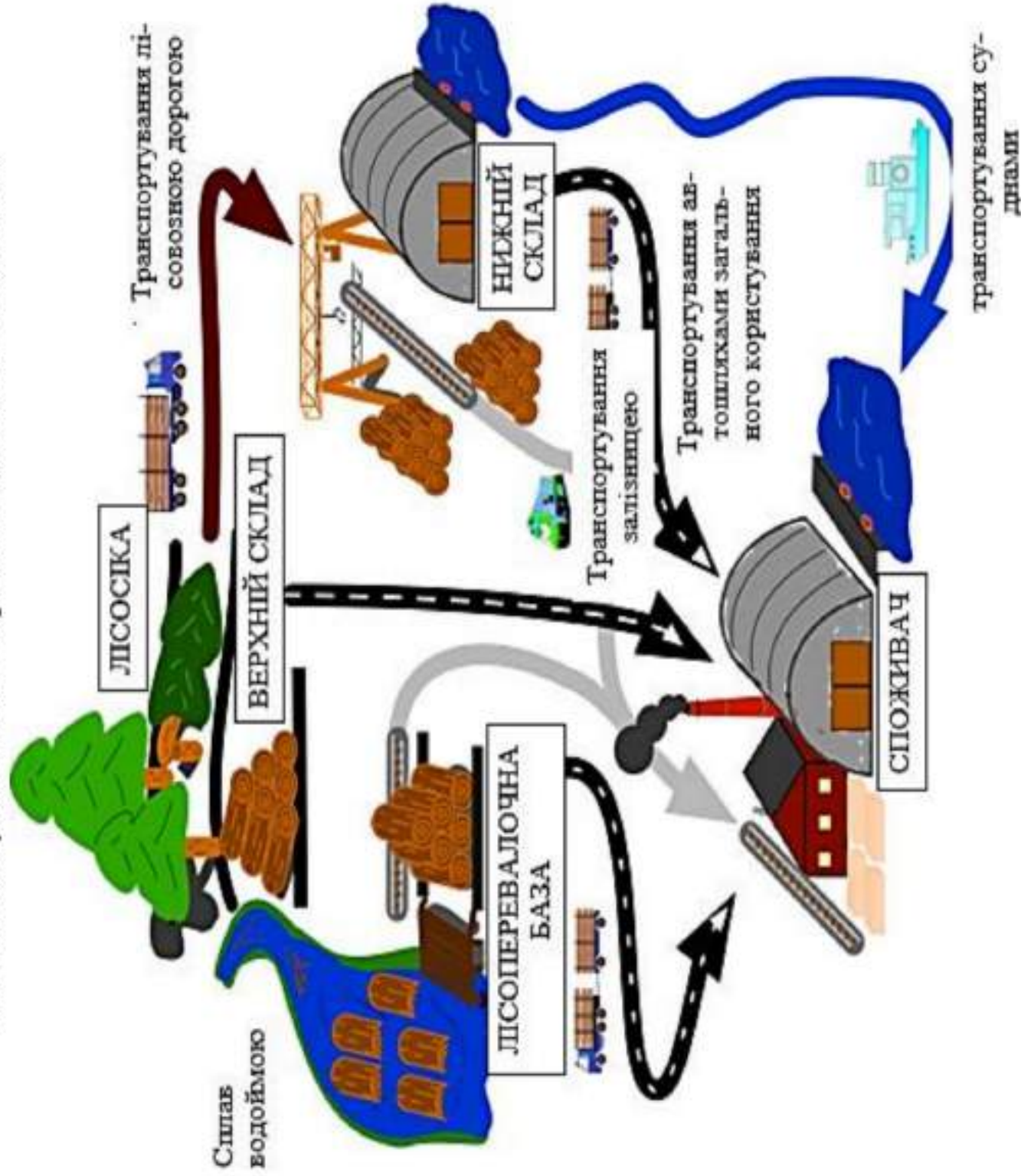


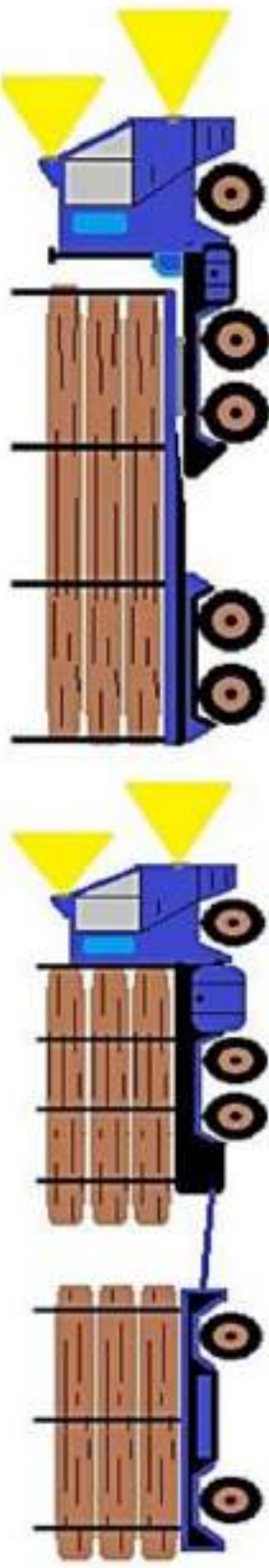
Види діяльності ТОВ «Столярний світ»:

- 16.10 Лісопилльне та стругальне виробництво;
- 02.20 Лісозаготівлі;
- 16.23 Виробництво інших дерев'яних будівельних конструкцій і столярних виробів;
- 23.70 Різання, оброблення та оздоблення декоративного та будівельного каменю;
- 25.62 Механічне оброблення металевих виробів;
- 41.20 Будівництво житлових і нежитлових будівель;
- 46.49 Оптова торгівля іншими товарами господарського призначення;
- 47.19 Інші види роздрібної торгівлі в неспеціалізованих магазинах;
- 49.31 Пасажирський наземний транспорт міського та приміського сполучення;
- 49.41 Вантажний автомобільний транспорт.

Розташування ТОВ «Столярний світ»

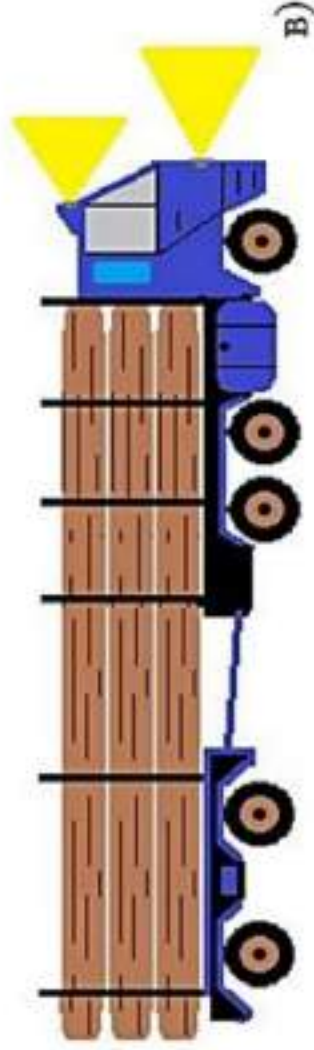
Схема шляху доставки деревини «Ділянка-споживач»



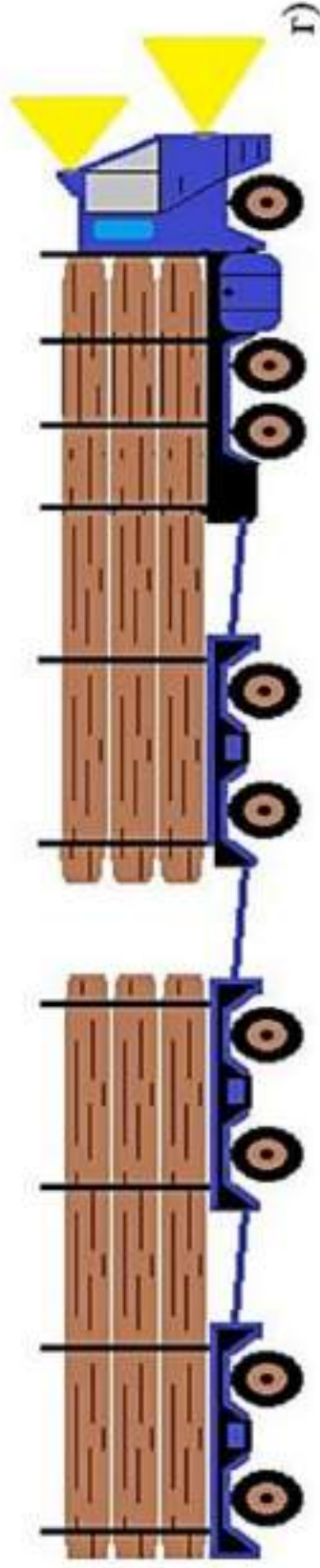


а)

б)



в)



г)

Варіанти лісовозних автомобілів:

- а) автомобіль-тягач із причепом; б) сідельний тягач із напівпричепом;
- в) автомобіль-тягач із причепом розпуском; г) автомобіль-тягач із трьома причепами розпусками

Схема двоетапного вивезення деревини

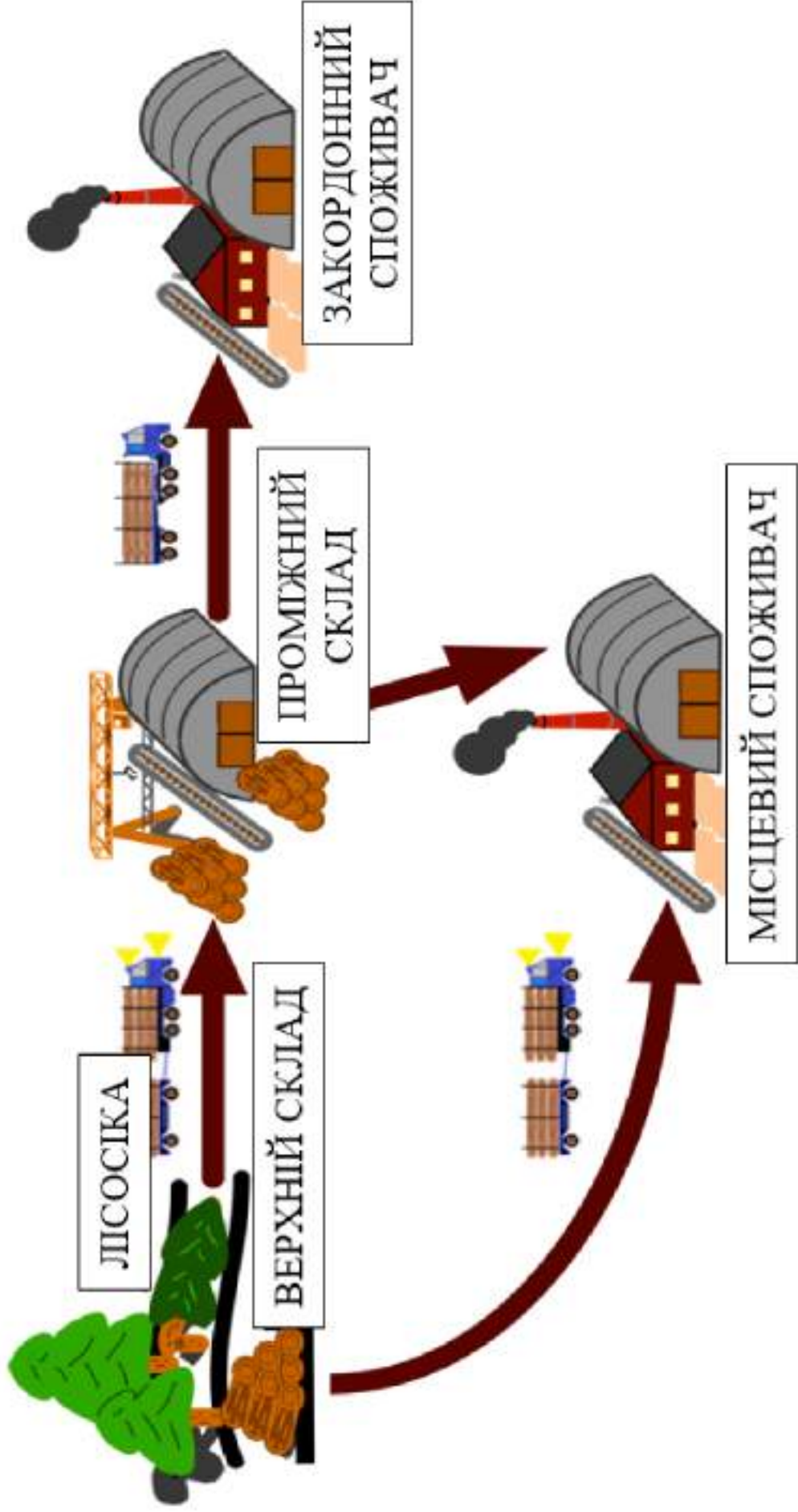
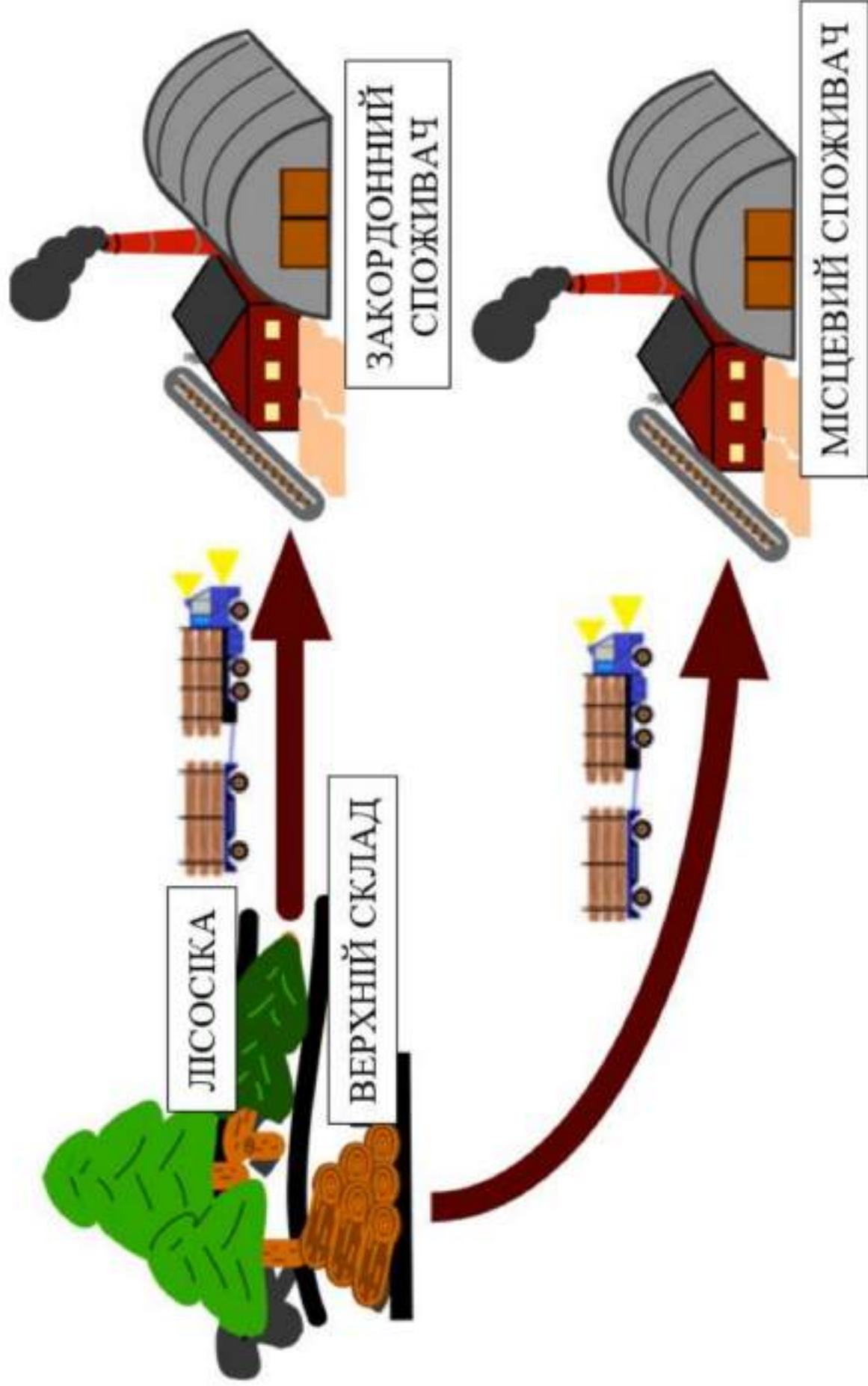


Схема «прямого» вивезення деревини



Таблиця 2.1 - Приклад даних: час, що витрачається на шлях від транзитно-перевалочного терміналу «Криштофовка» до КПП багатостороннього автомобільного пункту пропуску «Бронниця-Унгурь» і назад

№ рейсу	Час, який витрачається на шлях до КПП багатостороннього автомобільного пункту пропуску «Бронниця-Унгурь», хв	Час, що витрачається на шлях до терміналу «Криштофовка», хв
1	22,1	15.3
2	21,8	15
3	17,8	15
4	18,2	15.1
5	18,3	15.1
6	17,3	15

Таблиця 2.2 - Приклад даних: час, що витрачається на шлях від КПП багатостороннього автомобільного пункту пропуску «Бронниця-Унгурь» до споживачів (заводів «Ujmaharju» та «Imatra») і назад

№ рейсу	Час, що витрачається до заводу «Ujmaharju», хв	Час, що витрачається від заводу «Ujmaharju», хв	Час, що витрачається до заводу «Imatra», хв	Час, що витрачається від заводу «Imatra», хв
1	95	88.1	133.5	141.4
2	113.8	90.1	146.7	130.1
3	103	91.9	153	159.8

Таблиця 2.3 - Приклад даних: час, що витрачається на технологічні операції завантаження, розвантаження та проведення процедур митного контролю

№ рейсу	Витрати на навантаження, хв	Витрати на розвантаження, хв	Витрати на митні операції (до Молдови), хв	Витрати на митні операції (з Молдови), хв
1	35,1	3,54	18	17,8
2	30,6	3,1	25,8	20,6
3	42,9	2,2	26,5	19,4
4	28,8	4	36,4	17,3
5	28,7	3,7	25,4	18,5
6	42,12	3,6	30,9	28,1

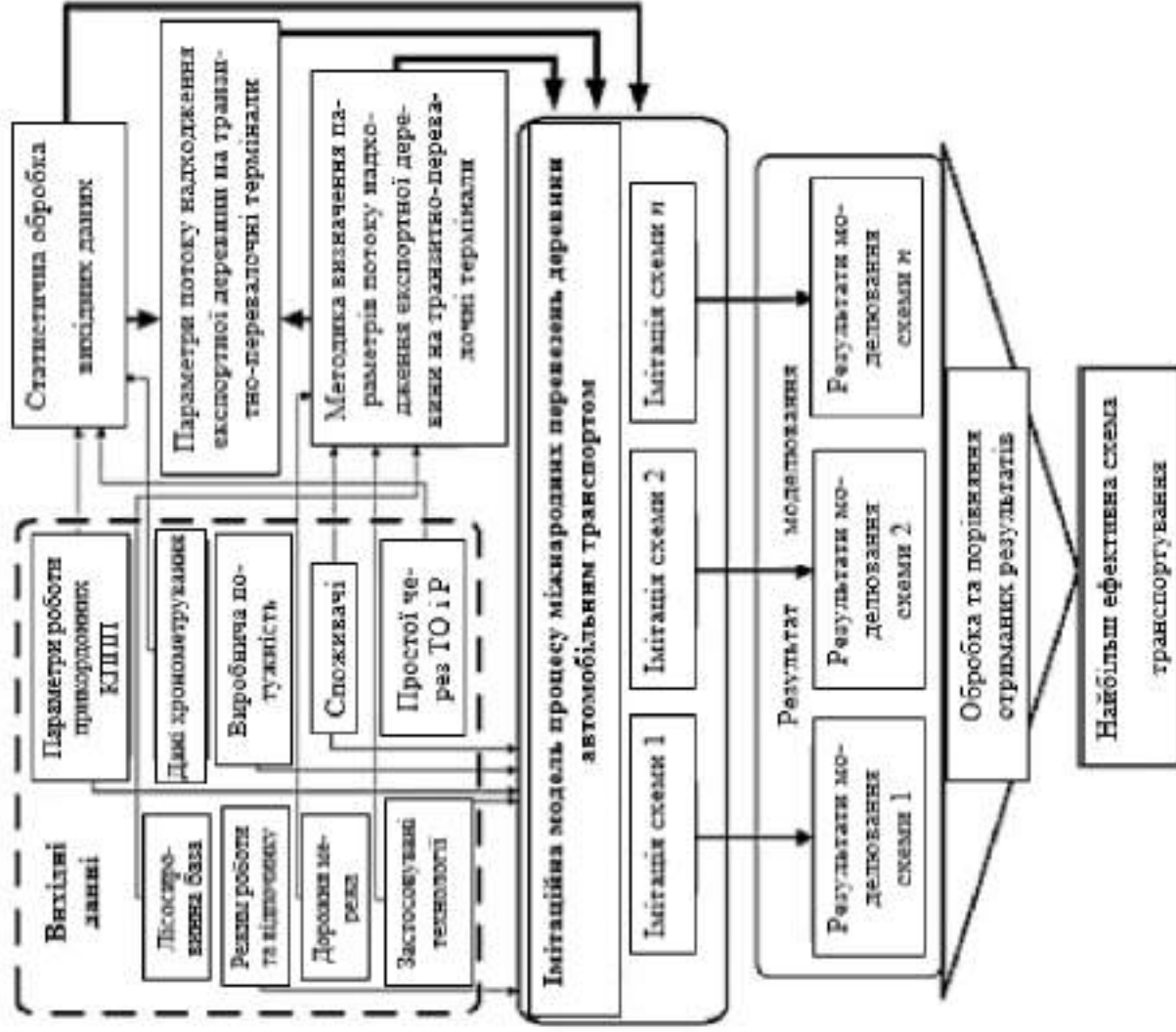
Таблиця 2.4 - Кількість одиниць техніки та персоналу на період дослідження

Кількість навантажувачів на терміналі «Криштофовка»	Кількість навантажувачів на заводі «Ujmaħaġju»	Кількість навантажувачів на заводі «Imatra»	КПП багатостороннього автомобільного пункту пропуску «Бронниця-Унгурь»
2	2	2	2

Таблиця 2.5 - Обсяг вивезення

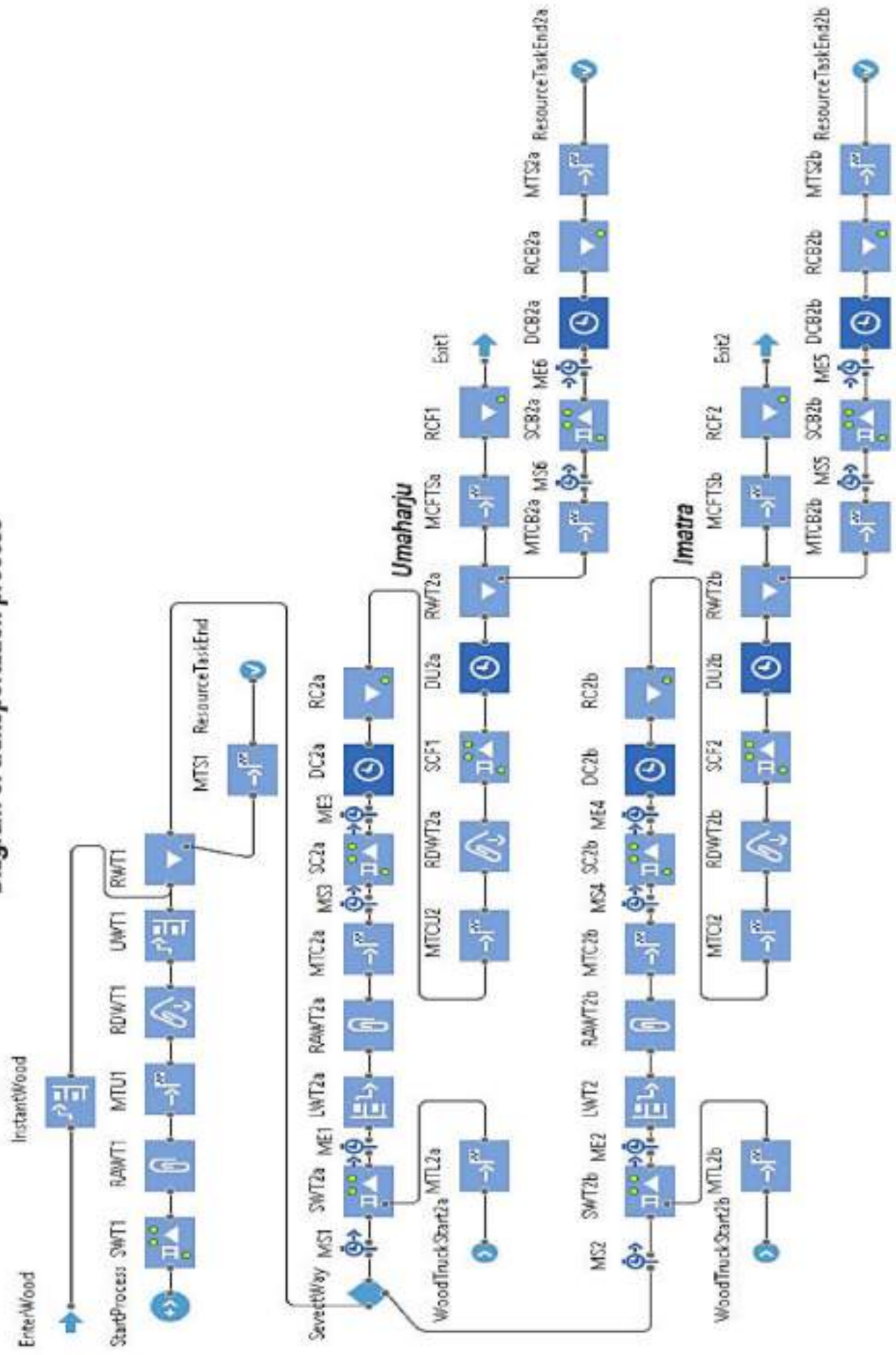
Середньорейсовий обсяг, куб. м	Обсяг, перевезений на завод "Imatra" за рік, куб. м	Обсяг, перевезений на завод "Ujmaħaġju" за рік, куб. м
27,5	94482,47	35748,89

деревини



Діаграма процесу

Diagram of transportation process



Діалогові вікна програмного забезпечення



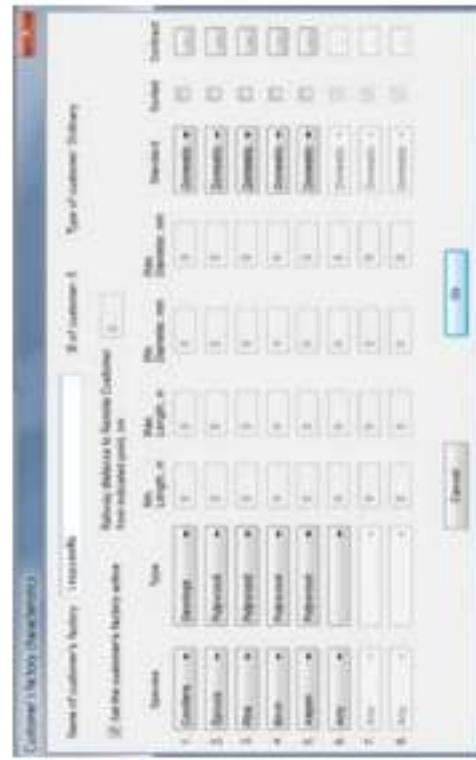
Діалогове вікно введення характеристик ділянок



Діалогові вікна введення даних характеристик лісозаготівельних комплексів



Діалогові вікна введення характеристик гаражів та автомобілів



Діалогове вікно введення характеристик споживачів

План дослідження

Схема 1. Схема нерівномірного вивезення протягом року з урахуванням обмежень на об'єм деревини, що максимально перевозиться, через прикордонний КПП

Схема 2. Схема рівномірного вивезення протягом року з урахуванням обмежень на об'єм деревини, що максимально перевозиться, через прикордонний КПП

Схема 3. Схема із зміненою кількістю ресурсів, що здійснюють навантаження на транзитно-перевалочному терміналі

Результати моделювання

1. Порівняння результатів першої та другої схем

Параметр / Сценарій	Перша схема	Друга схема
Мінімальна кількість задіяних автомобілів	4	9
Максимальна кількість задіяних автомобілів	15	9
Середня кількість задіяних автомобілів за рік	10	9
Коефіцієнт використання ресурсів	0,52	0,51
Продуктивність одного автомобіля, куб. м./рік	13200	14470

2. Порівняння результатів моделювання третьої схеми вивезення

Параметр/прогін	1	2	3	4
Кількість лісовозних автопоїздів	9	9	9	9
Кількість навантажувачів	2	1	3	4
Середній розмір черги	5	30	4	3
Середній час очікування, хв	212,3	231,4	115,7	100,2
Виконання плану	100%	94,50%	105%	108%

3. Кошторис транспортних витрат за рік

Витрати, грн	Варіант нерівномірного вивезення	Варіант рівномірного вивезення
Витрати на ТО та Р	6498184	3868884
Витрати на амортизацію	817566,75	486486
Витрати на ПММ	16489872	11330323
Зарплати водіїв	13552000 (8-30 водіїв)	8064000 (12 водіїв)
Інші	373576	237497

ВИСНОВОК

- 1) Організація транспортно-технологічного процесу міжнародних перевезень деревини повинна ґрунтуватися на науково-обґрунтованих рішеннях, що формуються за допомогою спеціалізованих методик, що використовують сучасні досягнення таких напрямів як: системний аналіз, інформаційні технології, математичне імітаційне моделювання, оптимізація та ін., які повинні враховувати весь комплекс факторів, таких як параметри нестационарного потоку деревини, що надходить на транзитно-перевалочні термінали, кількість і характеристики задіяного складського та підйомно-транспортного обладнання, основних транспортних машин (лісовозних автопоїздів), пропускну спроможність та режим роботи прикордонних контрольно-пропускних пунктів, а також їх завантаженість, режим роботи та характеристики складів споживачів, режим праці та відпочинку персоналу, простої, пов'язані з ремонтом та технічним обслуговуванням обладнання тощо;
- 2) Розроблено методику підтримки прийняття рішень щодо обґрунтування вибору схеми транспортно-технологічного процесу міжнародних перевезень деревини, яка враховує максимальну кількість факторів, що впливають на ефективність даного процесу та включає в себе імітаційну модель процесу міжнародних перевезень деревини автомобільним транспортом;
- 3) Розроблено методику визначення параметрів потоку надходження експортної деревини на транзитно-перевалочні термінали, яка базується на імітаційному моделюванні та враховує такі фактори, як просторове розміщення джерел сировини (ділянок) та їх характеристики, характеристики виробничих потужностей на заготівлі та транспортуванні деревини, а також можливості оптимізації заготовчих та транспортних планів;

- 4) На базі інструменту імітаційного моделювання AnyLogic PLE розроблена імітаційна модель процесу міжнародних перевезень деревини автомобільним транспортом, заснована на дискретно-подійному підході, що враховує такі фактори, як параметри нестационарного потоку деревини, що надходить на транзитно-перевалочні термінали, кількість основних транспортних машин (лісовозних автопоїздів), пропускну спроможність та режим роботи прикордонних контрольно-пропускних пунктів, а також їх завантаженість, режим роботи та характеристики складів споживачів, режим праці та відпочинку персоналу, простої, пов'язані з ремонтом та технічним обслуговуванням обладнання тощо;
- 5) За допомогою розробленої імітаційної моделі міжнародних перевезень деревини можливе моделювання різних схем вивезення, таких як: схеми рівномірного і нерівномірного вивезення деревини закордонним споживачам протягом певного періоду часу, схеми з різною кількістю виробничих потужностей і різними заданими параметрами, схеми терміналів та різними заданими параметрами, схеми з різною кількістю прикордонних контрольно-пропускних пунктів та різними параметрами їх функціонування, схеми з різним розташуванням терміналів (на території держави-імпортера або ж на території держави експортера, комбінований варіант);
- 6) За допомогою розробленої методики проведено детальне дослідження процесу міжнародних перевезень автомобільним транспортом, розроблено перелік рекомендацій для підвищення його ефективності;

- 7) Згідно з результатами імітаційного моделювання, максимально необхідна кількість транспортних засобів при нерівномірному вивезенні протягом року перевищує кількість транспортних засобів при рівномірному вивезенні. При цьому середня продуктивність автомобілів при нерівномірному вивезенні менша, ніж при рівномірному, що говорить про більш ефективне використання виробничих потужностей. Загалом, за умови використання рівномірного вивезення можна скоротити кількість необхідних автомобілів на 30 %, при цьому транспортні витрати знизяться на 34 %;
- 8) Рекомендується шукати можливості обходу або скасування умови, згідно з якими рейсовий обсяг, що максимально перевозиться через кордон, не повинен перевищувати 24-27 куб. м. Цей захід дозволить підвищити продуктивність в 1,3 рази і знизити кількість автомобілів, що використовуються, на 33%. У разі неможливості реалізації такого сценарію рекомендується створити транзитно-перевалочний склад на стороні імпортера. Цей захід дозволить підвищити продуктивність у 1,6 разів та знизити кількість використовуваних автомобілів на 25%;
- 9) Рекомендується шукати можливості для використання рівномірного вивезення деревини протягом року або місяця. Цей захід дозволить уникнути зайвих транспортних витрат суттєво знизити витрати на транспортування (до 34 %) та уникнути форс-мажорних ситуацій, коли необхідно вивезти великі обсяги деревини за стислий термін за обмеженої кількості виробничих потужностей. Крім того, вдасться уникнути ситуацій, в яких підприємкам необхідно терміново шукати замовників, щоб не допустити простою виробничих потужностей через зменшення обсягу замовлень від основного замовника.

Додаток Б (обов'язковий).

**ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ
ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ**

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Вдосконалення процесу перевезення деревини на базі товариства з обмеженою відповідальністю «Столярний світ» місто Вінниця

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

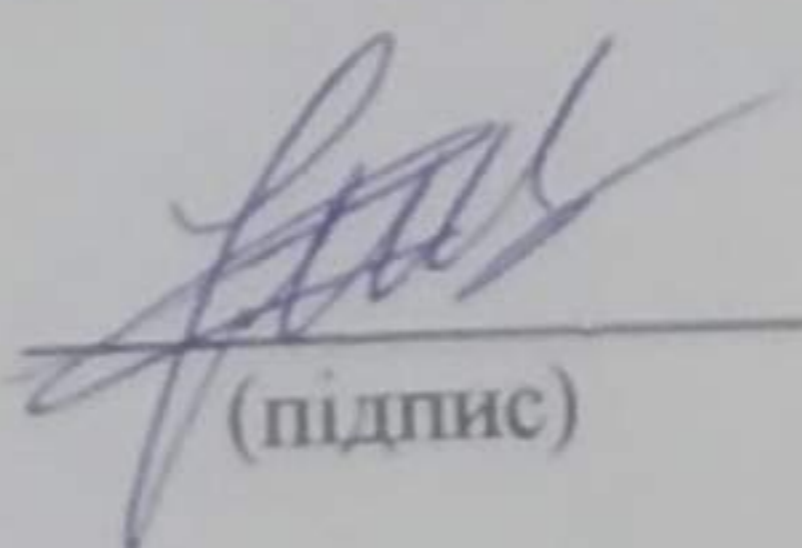
Підрозділ кафедра автомобілів та транспортного менеджменту
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unicheck

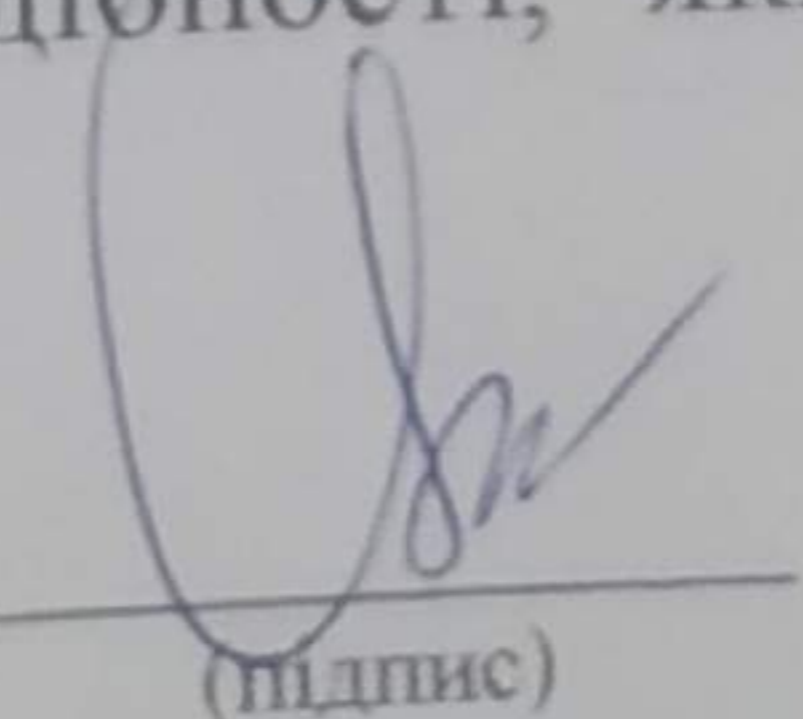
Оригінальність 88,5 % Схожість 11,5 %

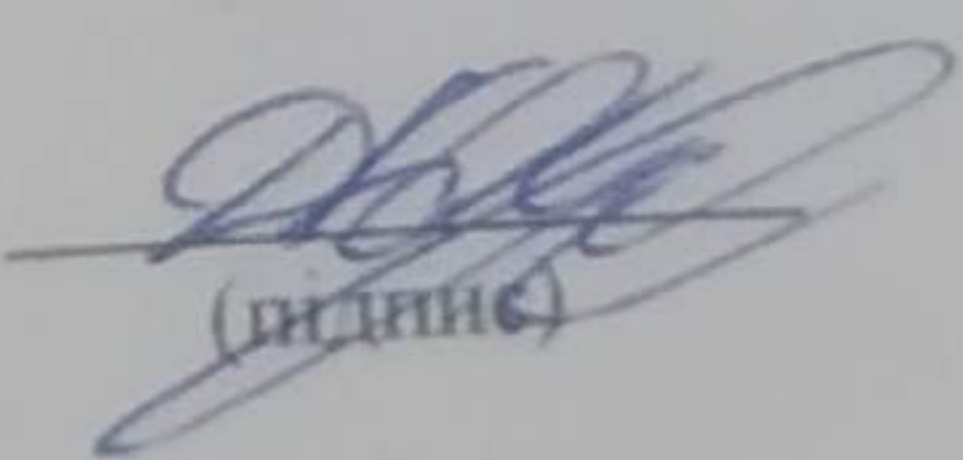
Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку  Цимбал О.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

Автор роботи  Саблук О.М.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник роботи  Борисюк Д.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)