

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

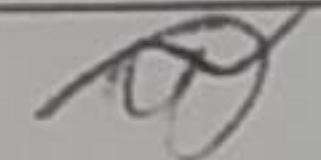
МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«Підвищення продуктивності вантажних автомобілів при обслуговуванні
приватного акціонерного товариства «Полтавський гірничо-збагачувальний
комбінат» (місто Горішні Плавні Полтавської області)»

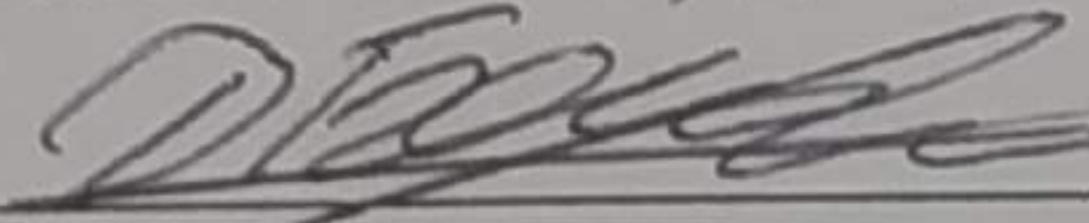
Виконав: студент 2-го курсу, групи 1ТТ-23м
спеціальності 275 – Транспортні технології
(за видами), спеціалізація 275.03 –
Транспортні технології (на автомобільному
транспорті)

Освітньо-професійна програма – Транспортні
технології на автомобільному транспорті



Чернієнко Р.В.

Керівник: к.т.н., доцент каф. АТМ

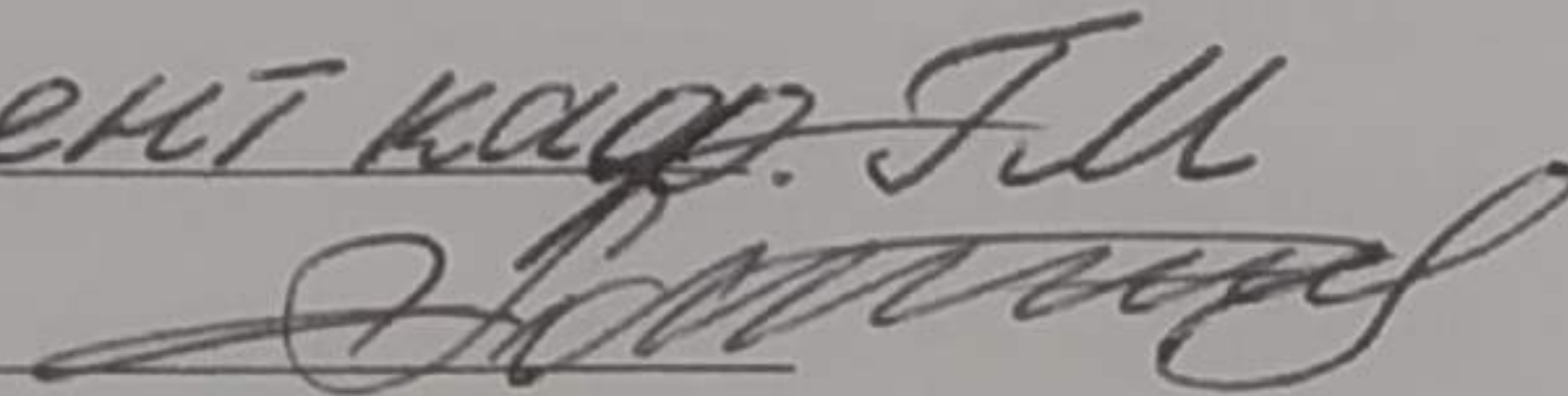


Борисюк Д.В.

« 06 » грудня 2024 р.

Опонент: к.т.н., доцент каф. АТМ

Янченко О.Б.



« 12 » грудня 2024 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри АТМ

к.т.н., доц. Цимбал С.В.

« 12 » 12 2024 р.

Вінниця ВНТУ – 2024 рік

2024/12/24 12:41

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.

«18» 09 2024 року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

Чернієнку Роману Вадимовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення продуктивності вантажних автомобілів при обслуговуванні приватного акціонерного товариства «Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат» (місто Горішні Плавні Полтавської області), керівник роботи Борисюк Дмитро Вікторович, к.т.н., доцент, затверджені наказом ВНТУ від «17» вересня 2024 року № 310.

2. Строк подання здобувачем роботи: 06.12.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: Вимоги до експлуатації автотранспортних засобів (діючі міжнародні, державні, галузеві стандарти та технічні умови заводів-виробників автомобільної техніки); законодавство України в галузі безпеки руху; структура автопарку України; район експлуатації автомобілів – Україна; досліджувані моделі АТЗ – автомобілі приватного акціонерного товариства «Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат»; об'єкт дослідження – процес перевезення технологічних вантажів автомобільним транспортом; похибка прогнозування досліджуваних показників не більше – 10%.

4. Зміст текстової частини:

1 Особливості транспортного обслуговування металургійного виробництва приватного акціонерного товариства «Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат» автомобільним транспортом

2 Теоретичне обґрунтування методичного інструментарію підвищення продуктивності автомобілів при транспортному обслуговуванні металургійного підприємства

3 Дослідження впливу техніко-експлуатаційних параметрів транспортного процесу на продуктивність автомобілів та собівартість перевезення технологічних вантажів

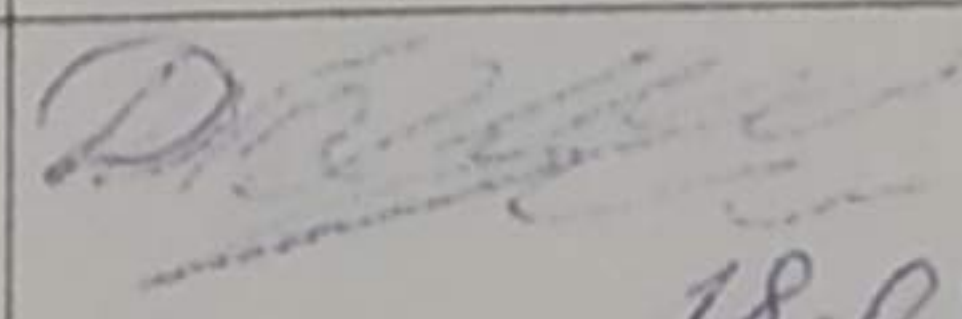
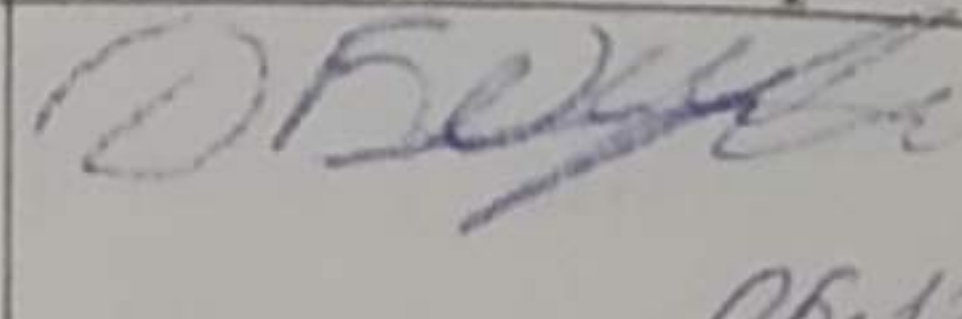
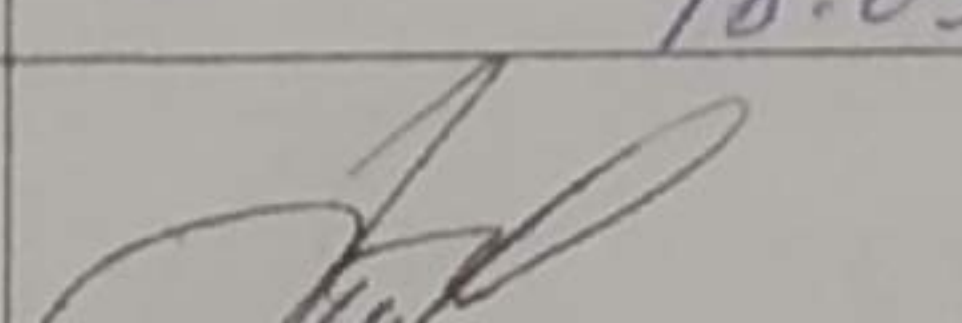
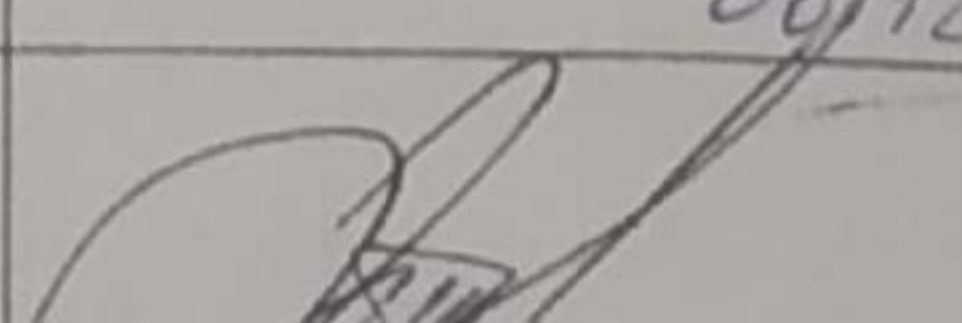
4 Техніко-економічна оцінка реалізації пропозицій з підвищення ефективності перевезень

2024/12/24 12:42

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

- 1-3 Тема, мета та завдання дослідження.
- 4 Загальна інформація про ПрАТ «Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат»
- 5-6 Результати аналізу використання автопарку, задіяного на перевезенні технологічних вантажів
- 7 Характеристика способів зниження витрат на перевезення технологічних вантажів металургійного підприємства автомобільним транспортом
- 8 Матриця балансу інтересів металургійного підприємства та перевізника
- 9 Взаємозв'язок причин втрат перевізної спроможності автопарку, виду вантажу, що перевозиться, і способів усунення виникаючих втрат
- 10 Ієрархічна схема причинно-наслідкових зв'язків втрат перевізної здатності під час перевезення вантажів металургійного виробництва
- 11 Алгоритм підвищення продуктивності автомобілів під час транспортного обслуговування металургійного підприємства
- 12 Рухомий склад, який обрано для моделювання
- 13-15 Рухомий склад, який обрано для моделювання
- 16 Результати аналізу наднормативних простоїв автотранспорту у підрозділах метизного виробництва
- 17 Загальна характеристика запропонованих заходів щодо зниження втрат перевізної спроможності розглянутого промислового автопарку
- 18 Деталізація пропонувананих заходів щодо типів автомобілів
- 19 Розмір економії річного бюджету на транспортне обслуговування метизного виробництва
- 20 Висновок

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ/підрозділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розв'язання основної задачі	Борисюк Д.В., доцент кафедри АТМ	 18.09.24	 06.12.24
Визначення ефективності запропонованих рішень	Макарова Т.В., доцент кафедри АТМ	 18.11.24	 01.12.24

7. Дата видачі завдання «18» вересня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вивчення об'єкту та предмету дослідження	18.09-22.09.2024	викон.
2	Аналіз відомих рішень, постановка задач	23.09-20.10.2024	викон.
3	Обґрунтування методів досліджень	23.09-20.10.2024	викон.
4	Розв'язання поставлених задач	21.10-03.11.2024	викон.
5	Формування висновків по роботі, наукової новизни, практичної цінності результатів	04.11-17.11.2024	викон.
6	Виконання розділу/підрозділу «Визначення ефективності запропонованих рішень»	18.11-01.12.2024	викон.
7	Нормоконтроль МКР		
8	Попередній захист МКР	02.12-06.12.2024	викон.
9	Рецензування МКР	09.12-11.12.2024	викон.
10	Захист МКР	12.12-16.12.2024	викон.
		20.12-23.12.2024	викон.

Здобувач

(підпис)

Керівник роботи

(підпис)

Чернієнко Р.В.

Борисюк Д.В.

2024/12/24 12:42

АНОТАЦІЯ

УДК 622.6

Чернієнко Р.В. Підвищення продуктивності вантажних автомобілів при обслуговуванні приватного акціонерного товариства «Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат» (місто Горішні Плавні Полтавської області). 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, 2024. 108 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 46 назви; рис.: 22; табл. 22.

У вступі наведено обґрунтування актуальності теми роботи, коротка характеристика роботи, її новизна та практична значимість.

У першому розділі наведено результати аналізу показників функціонування, особливостей та стратегій організації роботи промислового автомобільного транспорту на приватному акціонерному товаристві «Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат».

У другому розділі сформульовано принциповий підхід до організації роботи автомобільного транспорту на металургійному підприємстві в сучасних економічних умовах; розроблено математичні моделі оцінки втрат перевізної спроможності промислового автопарку та методику підвищення продуктивності автомобілів.

У третьому розділі визначено параметри та встановлено залежності продуктивності автомобілів та собівартості перевезень від цих параметрів.

У четвертому розділі наведено обґрунтування доцільності практичної реалізації результатів проведених досліджень на прикладі автотранспортного обслуговування метизного та шлакопереробного виробництва.

Графічна частина складається з 20 слайдів.

Ключові слова: автомобіль, перевезення, металургійна галузь, алгоритм, транспортно-технологічний процес, вибір схеми, підвищення продуктивності, технологічні вантажі, собівартість перевезень.

ABSTRACT

UDC 622.6

Chernienko R.V. Increasing the productivity of trucks when servicing the private joint-stock company "Poltava Mining and Processing Plant" (Horishni Plavni, Poltava region). 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, 2024. 108 p.

In Ukrainian speech. Bibliography: 46 titles; Fig.: 22; table 22.

The introduction provides a justification for the relevance of the topic of the work, a brief description of the work, its novelty and practical significance.

The first section presents the results of the analysis of the performance indicators, features and strategies for organizing the work of industrial road transport at the private joint-stock company "Poltava Mining and Processing Plant".

The second section formulates a principled approach to organizing the work of road transport at a metallurgical enterprise in modern economic conditions; mathematical models for assessing losses in the carrying capacity of an industrial vehicle fleet and a method for increasing vehicle productivity are developed.

The third section defines the parameters and establishes the dependence of vehicle productivity and transportation costs on these parameters.

The fourth section provides a justification for the feasibility of practical implementation of the results of the research using the example of road transport services for hardware and slag processing production.

The graphic part consists of 20 slides.

Key words: automobile, transportation, metallurgical industry, algorithm, transport and technological process, scheme selection, productivity improvement, technological cargo, transportation cost.

Зміст

Вступ	9
1 ОСОБЛИВОСТІ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ МЕТАЛУРГІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА ПРИВАТНОГО АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА «ПОЛТАВСЬКИЙ ГІРНИЧО- ЗБАГАЧУВАЛЬНИЙ КОМБІНАТ» АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ	12
1.1 Характеристика підприємства	12
1.2 Роль автомобільного промислового транспорту у забезпеченні функціонування приватного акціонерного товариства «Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат», особливості та показники його роботи	15
1.3 Стан наукового та методичного забезпечення автотранспортного обслуговування металургії та суміжних галузей	18
1.4 Стратегії аутсорсингу та інсорсингу в роботі промислового автомобільного транспорту на підприємствах металургії	22
1.5 Усунення втрат у сфері транспортування вантажів у рамках концепцій «ощадливого мислення» та ситуаційного управління	26
1.6 Цифрові технології керування транспортним процесом	29
Висновок	31
2 ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ МЕТОДИЧНОГО ІНСТРУМЕНТАРІЮ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ АВТОМОБІЛІВ ПРИ ТРАНСПОРТНОМУ ОБСЛУГОВУВАННІ МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА	32
2.1 Модель балансу інтересів замовника та виконавця автотранспортних послуг	32
2.2 Причини втрат перевізної спроможності промислового автомобільного парку	36
2.3 Математичні моделі кількісної оцінки втрат перевізної	

спроможності автопарку	40
2.4 Методика підвищення продуктивності автомобілів під час транспортного обслуговування металургійного підприємства	47
3 ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ АВТОМОБІЛІВ ТА СОБІВАРТІСТЬ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВАНТАЖІВ	50
3.1 Аналіз техніко-експлуатаційних параметрів транспортного процесу, що визначають продуктивність автомобілів та собівартість перевезень технологічних вантажів	50
3.2 Математичне моделювання впливу техніко-експлуатаційних параметрів транспортного процесу на продуктивність та собівартість перевезень технологічних вантажів металургійного підприємства	60
3.2.1 Перевезення металургійних шлаків на відвалі	60
3.2.2 Перевезення зневоднених шлаків	65
3.2.3 Перевезення рідких шлаків	68
3.2.4 Перевезення тарно-штучних вантажів	71
4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОПОЗИЦІЙ З ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ	77
4.1 Інформаційна система керування транспортним обслуговуванням металургійного підприємства	77
4.2 Результативність усунення втрат перевізної спроможності автопарку	81
4.3 Організації кільцевих маршрутів перевезення металургійних шлаків	92
ВИСНОВОК	102
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	104
Додаток А (основний). Результати моделювання продуктивності автосамоскида за зміну під час перевезення металургійних шлаків на відвалі	109

Додаток Б (основний). Результати хронометражу часу навантаження та розвантаження автомобілів	111
Додаток В (обов'язковий). Ілюстративна частина магістерської кваліфікаційної роботи	116
Додаток Г (обов'язковий). Протокол перевірки магістерської кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень	137

ВСТУП

Актуальність теми обумовлено необхідністю підвищити ефективність використання транспорту металургійної галузі. На автомобільний транспорт у металургії припадає близько 20% транспортної роботи. Він забезпечує практично всі металургійні галузі, включаючи видобуток рудної сировини та енергоресурсів, їх збагачення та підготовку, виплавку металу, виробництво листового та сортового прокату, нанесення покриттів.

Як правило, для виконання перевезень замовляється завищена кількість транспортних засобів. Замовник часто передбачає, що такий підхід забезпечить надійність транспортного обслуговування технологічних процесів металургійного комбінату. Насправді відбувається зниження продуктивності автомобілів та збільшення транспортних витрат через простой, неповне використання вантажопідйомності та велику частку холостих пробігів. Це призводить до втрат перевізної спроможності автопарку. Особливість транспортного обслуговування металургійного комбінату полягає в тому, що більша частина автопарку складається зі спеціалізованої або переобладнаної для потреб виробничих цехів техніки, а його випуск на лінію та режим експлуатації визначається ритмом роботи металургійних агрегатів.

Ефективним вирішенням зазначеної проблеми є автоматизація моніторингу втрат перевізної спроможності автопарку на основі використання цифрових систем керування транспортною діяльністю (Transportation Management System, TMS). Однак для цифровізації перевезень необхідно дослідити вплив параметрів транспортного процесу на продуктивність автомобілів та собівартість перевезень технологічних вантажів металургійного виробництва. Потрібно також розробити математичний апарат кількісної оцінки втрат перевізної спроможності автопарку та методику підвищення продуктивності автомобілів.

У зв'язку з цим тема роботи спрямована на вирішення актуального науково-практичного завдання підвищення ефективності перевезень вантажів при транспортному обслуговуванні металургійного підприємства за рахунок підвищення продуктивності автомобілів на основі усунення втрат перевізної спроможності автопарку.

Метою роботи є підвищення продуктивності автомобілів при транспортному обслуговуванні металургійного виробництва ПрАТ «Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат» на основі усунення втрат перевізної спроможності автопарку.

Завдання дослідження полягають у наступному:

- аналіз сучасного стану транспортного обслуговування металургійного виробництва ПрАТ «Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат» автомобільним транспортом;
- дослідження втрат перевізної здатності, що виникають при транспортному обслуговуванні металургійного виробництва ПрАТ «Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат», та розробка показника їх кількісної оцінки;
- обґрунтування методики підвищення продуктивності автомобілів під час транспортного обслуговування металургійного підприємства;
- дослідження впливу техніко-експлуатаційних параметрів на показники перевізного процесу при транспортному обслуговуванні металургійного виробництва;
- техніко-економічна оцінка реалізації пропозицій щодо підвищення продуктивності автомобілів з використанням інформаційної системи управління транспортним обслуговуванням металургійного підприємства відповідно до проведених досліджень.

Об'єктом дослідження є процес перевезення технологічних вантажів ПрАТ «Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат» автомобільним транспортом.

Предметом дослідження є вплив втрат перевізної спроможності автопарку на техніко-експлуатаційні параметри транспортного процесу, продуктивність автомобіля та собівартість перевезень при транспортному обслуговуванні металургійного підприємства.

Наукова новизна дослідження полягає в наступному:

- розроблено математичні моделі розрахунку перевізної спроможності автопарку при перевезенні технологічних вантажів, що відрізняються від відомих математичних моделей з урахуванням втрат перевізної спроможності, потенційним ефектом у збільшенні кількості оборотів автомобіля, виконуваної транспортної роботи або об-

сягу перевезень, зменшення чисельності використаних автомобілів;

- обґрунтовано коефіцієнти кількісної оцінки втрат перевізної спроможності автопарку на перевезенні технологічних вантажів, що ґрунтуються на визначенні частки нерегламентованих простоїв автомобілів на лінії, підсумовуванні невикористаного тоннажу вантажопідйомності універсальних автомобілів на об'єкті замовника, частки пробігу з вантажем у загальному пробігу автомобілів;
- запропоновано методику підвищення продуктивності автомобілів при транспортному обслуговуванні металургійного підприємства, що відрізняється від відомих методик усуненням втрат перевізної спроможності автопарку реалізацією комплексу заходів з управління черговістю та тривалістю навантаження-розвантаження, контролю та пропуску транспортних засобів, консолідації транспортної роботи кількох підрозділів замовників одним транспортним засобом;
- встановлено залежність показників транспортного обслуговування металургійного виробництва від техніко-експлуатаційних параметрів перевізного процесу.

Методи дослідження, достовірність та обґрунтованість результатів. Теоретичні дослідження виконано на основі аналізу наукової та нормативно-технічної літератури, системного, факторного та техніко-економічного аналізу, математичного моделювання, експертних оцінок. Достовірність наукових положень роботи підтверджено обґрунтованістю прийнятих припущень при розробці розрахункових моделей, збігом результатів власних досліджень із даними відомих робіт.

Апробація результатів. Основні положення роботи були представлені на XVII-й міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 21-23 жовтня 2024 року у ДУ «Житомирська політехніка» (м. Житомир).

Структура та обсяг роботи. Дана дипломна робота складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, додатків та списку використаних джерел.

1 ОСОБЛИВОСТІ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ МЕТАЛУРГІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА ПРИВАТНОГО АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА «ПОЛТАВСЬКИЙ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИЙ КОМБІНАТ» АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ

1.1 Характеристика підприємства

Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат (ГЗК) — провідний виробник та експортер залізорудних окатишів, що використовуються в чорній металургії та сталевиробництві. Продукція підприємства поставляється до країн Європи, включаючи Австрію, Румунію, Польщу, Болгарію, Чехію, Словаччину, Сербію, Чорногорію, Італію та інші. Комбінат є основним постачальником залізорудних окатишів для металургійних підприємств Європи.

ПрАТ «Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат» — підприємство в м. Горішні Плавні (рис. 1.1), найбільший український експортер залізорудних котунів до Європи. Чистий прибуток ВАТ «Полтавський ГЗК» за січень-грудень 2014 склав 43 млн грн. При цьому чистий прибуток компанії за 2013 склав 1 млн 427 тис. грн. Станом на 16 травня 2023 року розмір статутного капіталу підприємства складав — 3 087 600 000,00 грн.

ПрАТ «Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат» повний технологічний цикл — від видобутку сирової руди до виробництва залізорудних котунів. Переробка руди, виробництво концентрату й котунів здійснюється на переробному комплексі, що включає дробильну та збагачувальну фабрики, а також цех виробництва котунів.

Частину концентрату для виробництва котунів підприємство купує у сторонніх компаній, оскільки збагачувальні потужності Полтавського ГЗК не дають змоги повністю задовольняти власні потреби в концентраті. Також «Полтавський ГЗК» за давальницькою схемою переробляє залізну руду, видобуту на Єристівському ГЗК (Ferrexpo).

ПрАТ «Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат» переробляє залізні руди Горішне-Плавнинського та Лавриківського родовищ, які представлені магнети-

товими та кумінгтоніто-магнетитовими кварцитами з загальним вмістом заліза відповідно 34 % та 27 % та вмістом заліза, пов'язаного з магнетитом — 26,6 % і 17,03 %.

Руди відрізняються тонкою вкрапленістю, складним характером проростання рудних та нерудних матеріалів і є складним об'єктом для збагачення з одержанням якісних залізорудних концентратів. Згідно з аналізом дисперсності компонентів концентрату середня крупність зерен магнетиту — бл. 30 мкм, а його зростків з кварцом — 37 мкм. Балансові запаси руд на 01.01.99 складають за категоріями А+В+С1 1,761 млрд т. Забезпеченість ГЗК запасами при проектній продуктивності — 51,7 роки. На балансі ГЗК також розвідані Єристівського і Беланівського родовищ залізистих кварцитів, які аналогічні родовищам, що розробляються. В схемах збагачення застосовується традиційна для України технологія тристадійного подрібнення, пряме та зворотнє магнітно-флокуляційне сепарування (магнітна дешламація), мокре магнітне сепарування. В результаті при різних схемах збагачення одержують концентрат з вмістом заліза від 60...61 % до 62...65,9 %. Фабрика грудкування побудована на комплексному американському обладнанні з використанням технології «решітка-трубчаста пічка-кільцевий охолоджувач» з повною автоматизацією технологічного процесу, що забезпечує високу якість котунів.

Прибутки. За 2012 рік чистий прибуток становив 431,595 млн грн, загальна кількість активів — 11,459 млрд грн. Чистий прибуток ВАТ «Полтавський ГЗК» за січень-грудень 2014 склав 43 тис. грн. При цьому чистий прибуток компанії за 2013 р. склав 1 млн 427 тис. грн.

Спецдозволи. Компанія володіє двома спецдозволами на видобування залізистих, магнетитових та кумінгтоніт-магнетитових кварцитів у Горішнє-Плавнинському та Лавриківському родовищах (рис. 1.2). Дозволи діють з 29.07.1997 року.

Згідно Переліку спеціальних дозволів на користування надрами, для відшукування залізистих кварцитів з грудня 2004 року проводиться геологічне вивчення надр наступних ділянок: Заруденська, Броварківська, Харченківська.

З грудня 2004 до 02.03.2016 року діяли дозволи на геологічне вивчення ділян-

ки Василівська та Мануйлівського родовища з метою відшукування залізистих кварцитів.



Рисунок 1.1 – Адміністративно-виробничий корпус приватного акціонерного товариства «Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат»



Рисунок 1.2 – Кар'єр приватного акціонерного товариства «Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат»

1.2 Роль автомобільного промислового транспорту у забезпеченні функціонування приватного акціонерного товариства «Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат», особливості та показники його роботи

На металургійному підприємстві внутрішній промисловий транспорт класифікується на внутрішньоцеховий та міжцеховий види. Незалежно від виду промисловий транспорт є невід'ємною частиною безперервної технології металургійного виробництва та планомірно переміщує великі маси енергетичних та сировинних ресурсів, напівфабрикатів, готової продукції та виробничих відходів між ділянками окремих структурних підрозділів (внутрішньоцеховий транспорт), а також між межами, допоміжними підрозділами та зовнішньою мережею (міжцеховий транспорт) [7]. Для цього вітчизняні металургійні компанії переважно використовують залізничний, автомобільний, конвеєрний, трубопровідний (гідравлічний і пневматичний) транспорт.

У промисловому транспорті з урахуванням перевалки вантажів задіяно чверть персоналу металургійного підприємства. У сфері матеріального виробництва середня величина цього показника дорівнює 12%. Витрати промислового транспорту становлять 20-30% від собівартості готової продукції [3].

Майже половина загального обсягу вантажів, що перевозяться промисловим транспортом, освоюється автомобілями [6]. Частка загального обсягу перевезень вантажів промисловим автомобільним транспортом перевищує 60% [13]. У вітчизняній металургії на автомобільний транспорт припадає близько 20% транспортної роботи. Він забезпечує практично всі металургійні переділи, включаючи видобуток рудної сировини та енергоресурсів, їх збагачення та підготовку, виплавку металу, виробництво листового та сортового прокату, нанесення покриттів [7].

Забезпечення надійності транспортного обслуговування металургійного виробництва є ключовим моментом при виборі виду промислового транспорту [2]. Вибір на користь автомобілів зумовлений у тому числі меншими питомими витратами на виконання початкових та кінцевих операцій технологічного процесу перевезень у порівнянні, наприклад, із залізничним транспортом. Тільки накопичення складу з 50

завантажених вагонів (вантажопотік 3 тис. т) на промисловій залізничній станції займе 5-6 год, а середній цикл переробки вагона дорівнює добі. При вантажопідйомності автомобіля 5-20 т аналогічні технологічні операції становитимуть 0,2-1,0 год.

Підвищення ефективності промислового автомобільного транспорту ускладнюється особливістю транспортного обслуговування металургійного підприємства, що полягає у наявності організаційно-технологічного взаємозв'язку виконавця та замовника транспортних послуг та обумовленої вбудованістю транспортного процесу в його виробничу систему [4]. Потреба великого асортименту спеціалізованої автомобільної техніки, а також велика кількість учасників транспортного процесу відрізняє організацію роботи автомобільного транспорту на металургійних підприємствах від його роботи на підприємствах інших галузей промисловості, наприклад, у сільському господарстві або нафтогазовій промисловості. Транспортний процес на металургійному підприємстві має такі ознаки елемента його виробничої системи [2]:

- більша частина автопарку складається із спеціалізованої або переобладнаної для потреб виробничих цехів техніки;
- випуск рухомого складу на лінію та режим експлуатації визначаються ритмом роботи металургійних агрегатів;
- бюджет на автотransпортну діяльність та вартість транспортних послуг лімітується металургійним підприємством як замовником перевезень;
- виробничо-технічна база перевізника є частиною виробничої інфраструктури металургійного підприємства.

Для металургійних підприємств характерний тісний організаційно-технологічний взаємозв'язок виробничих і транспортних процесів. Прагнення замовника забезпечити високу надійність транспортного забезпечення металургійного виробництва призводить до того, що у заявках вказується завищена кількість автомобілів, через що виникають втрати перевізної спроможності автопарку, що використовується. Це відбувається внаслідок вимушених простоїв на лінії, невідповідності технічних параметрів автомобілів вагогабаритним характеристикам вантажів, що перевозяться, великих холостих пробігів. Таке твердження підтверджується результатами аналізу використання автопарку, задіяного на перевезенні технологічних ва-

нтажів до однієї з найбільших металургійних компаній України (рис. 1.3, 1.4).

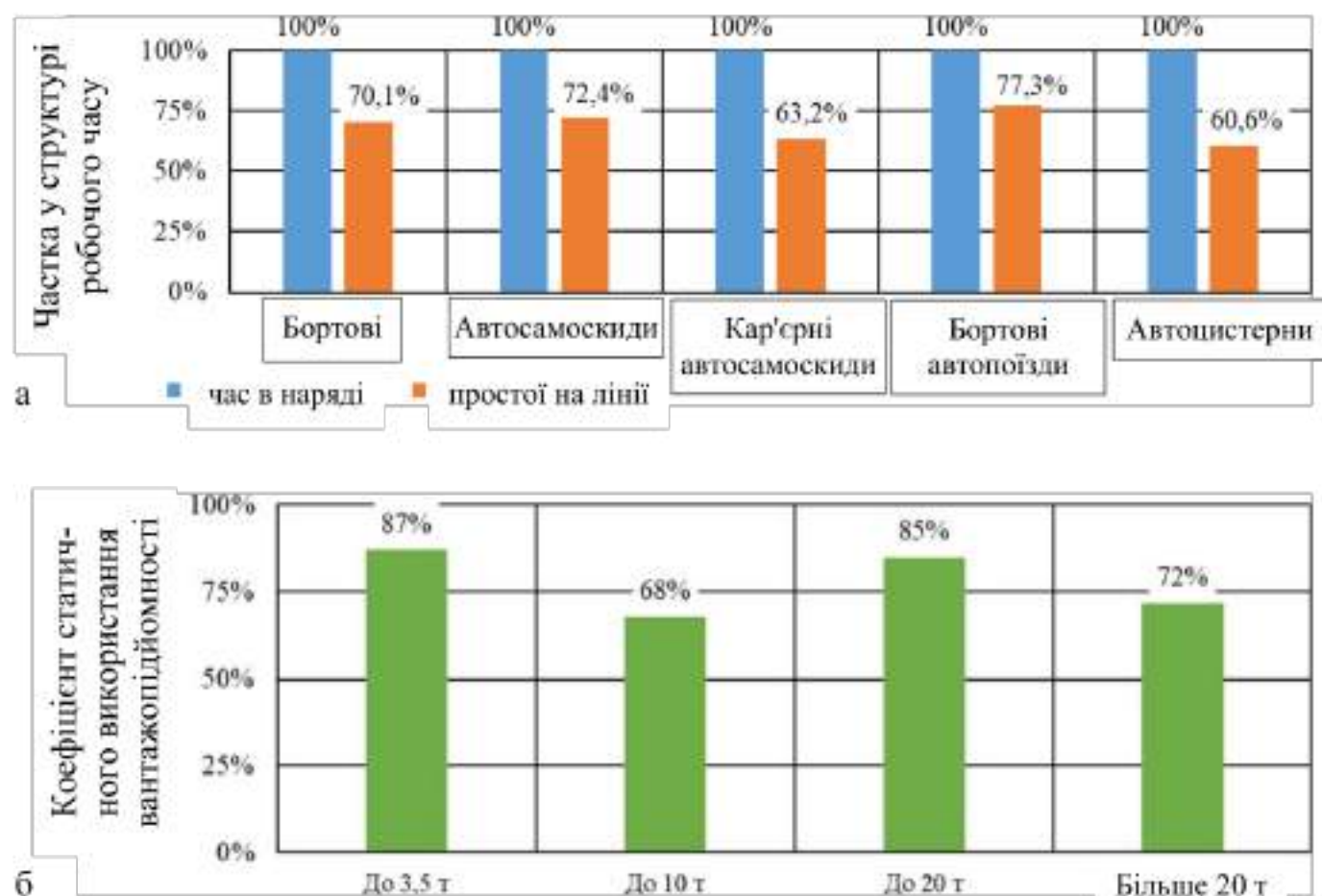


Рисунок 1.3 – Результати аналізу використання автопарку, задіяного на перевезенні технологічних вантажів:

а - частка простоїв автомобілів на лінії у структурі робочого часу;

б - коефіцієнт статичного використання вантажопідйомності бортових автомобілів

З наведених діаграм видно, що середні простої лінії автопарку, задіяного на перевезенні технологічних вантажів, становлять щонайменше дві третини загальної тривалості робочої зміни. Вантажопідйомність універсальних (бортових) автотранспортних засобів рідко використовується на 100%, що говорить про невідповідність технічних параметрів автомобілів вагогабаритним характеристикам тарно-штучних вантажів, що перевозяться. Холості пробіги автомобілів у середньому на 40% перевищують пробіги з вантажем, що також свідчить про наявність надлишкової перевізної спроможності промислового автомобільного парку.

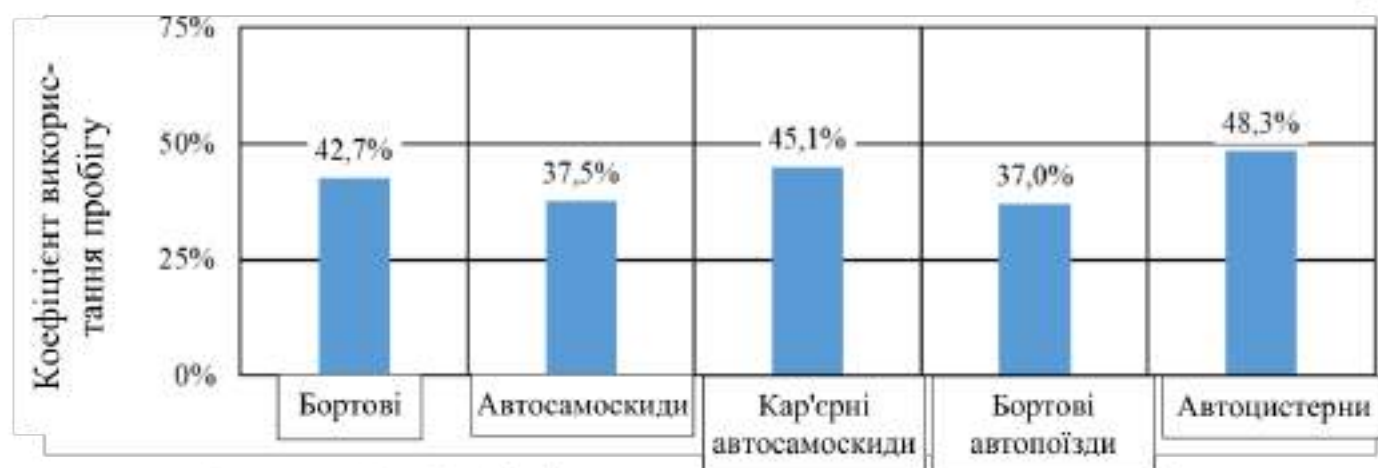


Рисунок 1.4 – Коефіцієнт використання пробігу протягом зміни

Подібна ситуація схожа на всіх вітчизняних металургійних компаніях. Крім того, промисловий автомобільний транспорт характеризується великою ресурсомністю технологічних процесів. На автотранспортні засоби припадає близько 63% споживаних паливно-енергетичних ресурсів [7]. Низький рівень автоматизації технологічних процесів експлуатації та ремонту рухомого складу обумовлює зайнятість більшої кількості персоналу, ніж на інших видах промислового транспорту [3].

1.3 Стан наукового та методичного забезпечення автотранспортного обслуговування металургії та суміжних галузей

Значний внесок у дослідження проблеми ефективності керування автомобільними перевезеннями, у тому числі за рахунок розвитку інформаційних технологій, забезпечення раціональної структури автопарку, підвищення продуктивності та зниження собівартості при використанні спеціалізованого рухомого складу, зробили праці провідних вчених НТУ та ХНАДУ у даній галузі.

Праці вітчизняних та зарубіжних вчених складають теоретичну основу даного дослідження щодо розрахунку технічних параметрів та чисельності спеціалізованого рухомого складу, визначення причин втрат, що скорочують продуктивність вантажних автомобілів.

У металургійному виробництві значна частина транспортної роботи освоюється помашинними відправками. Великий внесок у розвиток теоретичних засад ор-

ганізації автотранспортного процесу помашинними відправками зроблено у працях В.І. Ніколина та його послідовників. Теоретичну та практичну цінність мають дослідження впливу простоїв автомобілів та середньої технічної швидкості на вироблення автомобілів [16-18], рекомендації щодо визначення раціональної тривалості виконання технологічних операцій вантажних автомобільних перевезень [13].

Велика увага в металургії та суміжних галузях промисловості приділяється вибору оптимальної вантажопідйомності спеціалізованих автомобілів. Наприклад, у роботі [4] викладено результати досліджень впливу вантажопідйомності автосамоскидів на собівартість гірничих робіт у міру їх розвитку. Авторами враховані витрати на додатковий обсяг розтину, що формується за рахунок зміни ширини транспортних бERM, що визначається модельним рядом автосамоскидів, що випускаються.

У роботах [13, 14] наведено результати аналізу модельних рядів спеціалізованого рухомого складу, що випускається. Авторами проведено велику роботу з опису конструктивних особливостей спеціалізованого рухомого складу, його пристосованості до специфічних умов технологічного вантажу, що перевозиться, вибору оптимальної вантажопідйомності тягачів і причіпного рухомого складу. Особливості технічної експлуатації автомобілів спеціального призначення, що використовуються у металургійному виробництві, описані в роботі [7]. Рекомендації, викладені в цих роботах, враховані при формулюванні мети цієї роботи, а також визначено, що тип і вантажопідйомність автомобілів є одним з ключових факторів, що визначають їхню продуктивність і собівартість перевезень технологічних вантажів металургійного виробництва.

Пошуку резервів підвищення продуктивності автомобілів присвячено роботу [17], в якій проведено аналіз структури робочого часу операційного персоналу, задіяного в транспортному процесі перевезення навалочних вантажів на промисловому підприємстві. Авторами проведено нормування продуктивного часу та втрат робочого часу автосамоскидів та вантажних машин.

У роботах [3, 5] підтверджується ідея підвищення продуктивності автомобілів за рахунок оптимізації тривалості вантажно-розвантажувальних операцій при перевезенні тарно-штучних вантажів. Авторами запропоновані способи оптимізації ви-

трат часу на навантаження-розвантаження за рахунок механізації вантажних робіт та автоматизації їх контролю, що забезпечують скорочення часу навантаження та розвантаження автомобілів за допомогою пакування вантажів, використання засобів малої механізації та інших заходів.

Для металургійного підприємства характерна потреба у високій надійності транспортного обслуговування своїх структурних підрозділів, що на практиці забезпечується надмірною перевізною здатністю промислового автопарку, що знижує продуктивність рухомого складу та ефективність його експлуатації.

Надійність транспортного процесу є здатністю виконавця транспортної послуги виконувати узгоджені з її замовником вимоги, пов'язані зі збереженням кількості та стану вантажу, що перевозиться, дотриманням графіка транспортного обслуговування, а також підтримання та відновлення заданого рівня транспортного сервісу [18]. Таке трактування повністю відповідає уявленню про організацію автотранспортного обслуговування металургійного підприємства.

Для управління надійністю транспортних процесів у науковій літературі пропонується спектр методичних рекомендацій, пов'язаних з удосконаленням інформаційних технологій моніторингу джерел зниження ресурсоемності, виконання технологічних операцій, з коригуванням кількості та схем з'єднання структурних елементів транспортного процесу, з використанням принципу їх багатофункціональності та взаємодублювання [19].

Рекомендації щодо підвищення продуктивності автомобілів за рахунок скорочення простоїв на лінії, у тому числі за рахунок підвищення узгодженості у роботі учасників транспортного процесу, повинні розроблятися та здійснюватись без шкоди надійності транспортного обслуговування замовника.

Необхідно відзначити особливу значущість наукових робіт у формуванні наукових засад технічної експлуатації автомобільного транспорту. Ці роботи допомогли визначитися з предметом дослідження та використовувалися для оцінки збіжності отриманих у роботі результатів з досягнутими результатами досліджень інших вчених у галузі, що розглядається. У цих роботах зазначено місце технічної експлуатації автомобілів у системі автомобільного транспорту нашої країни, наводиться ви-

значення даного поняття, сформульовані теоретичні та методологічні засади технічної експлуатації. Авторами сформульовано принципи раціональної експлуатації автомобілів у звичайних та складних умовах, дана характеристика способів організації технічного обслуговування, ремонту та утримання автомобільного парку.

Дослідження технічної експлуатації, що забезпечує підтримку працездатності вантажних автомобілів, що експлуатуються у різних галузях промисловості, продовжено сучасними дослідниками. Наприклад, у роботах [5, 11, 16] запропоновано методичні рекомендації щодо формування парку вантажних автомобілів автотранспортного підприємства з урахуванням сфери застосування автомобілів та їх техніко-експлуатаційних показників. Встановлено вплив середньодобового пробігу та довжини рейсу на фактичну періодичність технічного обслуговування автомобілів. Основний наголос у своїх дослідженнях автори цих робіт роблять на експлуатацію спеціалізованого промислового автопарку у звичайних та суворих погодних умовах.

У дослідженнях [13, 14] формулюється концепція забезпечення працездатності ключових агрегатів та вузлів автомобілів. У роботі [11] наведено результати аналізу елементів системи технології транспортних процесів, які розвинені у наукових працях [12, 15] у вигляді методичних рекомендацій щодо раціонального завантаження автотранспортних засобів з метою забезпечення довговічності агрегатів та вузлів, а також безпечної експлуатації автотранспорту.

Управління транспортом на рівні промислового підприємства пропонується здійснювати на основі взаємозв'язку транспорту з основними та забезпечуючими виробничими підрозділами промислового підприємства [22]. Наведено методики вибору перевізників, надано характеристику сучасних транспортних засобів, критерії їх вибору, наведено оціночні показники роботи автомобільного транспорту.

В роботі [8] вантажні автомобільні перевезення розглядаються як елемент великої транспортно-логістичної системи зі змінною структурою, стан якої визначається варіабельністю зовнішнього середовища. Пропонована в роботі математична модель опису транспортного процесу ґрунтується на використанні принципу роботи багаторежимних інтелектуальних систем автоматичного керування технічними комплексами. Пропоновані рекомендації до керування транспортним процесом розви-

нені авторами в роботі [19] в частині синхронізації роботи технологічних ланок логістичного ланцюга поставок з урахуванням природоцентричного мислення та екологічно орієнтованих технологій. У роботі [1] розглядаються проблеми міжфункціональної взаємодії учасників логістичної системи. Крім методичної цінності, дані роботи цікаві тим, що у них простежується ідея використання ситуаційного управління динамічною автотранспортною системою, що має потокову структуру [14].

Наявність поточних процесів у технології металургійного виробництва робить перспективним використання логістичного підходу [6, 8, 12, 17].

Важливе місце в опублікованих дослідженнях посідають питання оптимізації маршрутів руху автотранспорту та організації збірно-розвізних та кільцевих маршрутів [9, 10, 19]. У роботі [15] запропоновано імітаційну модель, що дозволяє оптимізувати чисельність спеціалізованого рухомого складу залежно від параметрів роботи основного виробництва, які задаються, що дозволяє знижувати втрати перевізної спроможності парку спеціалізованого транспорту.

Облік міжфункціональної взаємодії дуже важливий при розгляді питань організації роботи міжцехових переміщень сировини та напівфабрикатів промисловим автомобільним транспортом на металургійному виробництві. У роботі [17] авторами наведено характеристику учасників даного процесу та запропоновано способи вирішення проблем, що виникають в організації логістичних процесів, що визначають збої у просуванні ресурсного потоку.

1.4 Стратегії аутсорсингу та інсорсингу в роботі промислового автомобільного транспорту на підприємствах металургії

На сучасному етапі розвитку ринкової економіки підприємства металургії використовують дві стратегії організації роботи промислового автомобільного транспорту: створення та розвиток власного (корпоративного) автопарку та аутсорсинг автотранспортних послуг. Експлуатація корпоративного автопарку в рамках автотранспортного цеху, як структурної одиниці великого промислового підприємства, так званий інсорсинг, вимагає залучення внутрішніх ресурсів компанії. Запас під-

вищення ефективності транспортного процесу за його інсорсингу ефективний лише за наявності у системоутворюючого підприємства резервів виробничих ресурсів – транспортної інфраструктури, рухомого складу, штату лінійного персоналу.

За опублікованими даними [11, 12] сторонніми перевізниками освоюється лише третина всіх вантажів, що перевозяться в нашій країні, тобто частка обсягу вантажних перевезень, що освоюються власним автопарком промислових підприємств, приблизно вдвічі вища.

Якщо металургійна компанія прагне позбутися непрофільних бізнес-процесів, пов'язаних, наприклад, з наданням послуг з міжцехових перевезень, то в цьому випадку має місце аутсорсинг [2]. Металургійне підприємство як замовник транспортних послуг укладає договір із компанією-перевізником на надання відповідного сервісу. Договір із стороннім перевізником має на увазі зовнішній аутсорсинг, який, як правило, призводить до скорочення, насамперед, чисельності персоналу в основному виробництві та позбавляє металургійне підприємство необхідності утримання власного автопарку, забезпечуючи зниження витрат на промисловий транспорт [6].

Також на практиці активно застосовується стратегія внутрішнього аутсорсингу автотранспортних послуг, коли автотранспортний цех відокремлюється металургійною компанією в юридично самостійну структуру, що має власний розрахунковий рахунок. Водночас юридично та економічно така структура не є повністю вільною від металургійного підприємства, працюючи у форматі дочірнього суспільства. Стратегія внутрішнього аутсорсингу автотранспортних послуг надає металургійному підприємству більше можливостей оперативного контролю за перебігом транспортного процесу з метою забезпечення надійності транспортного обслуговування основного виробництва.

У спеціалізованій науковій літературі можна знайти масу прикладів успішної практичної реалізації внутрішнього та зовнішнього аутсорсингу автотранспортних послуг на підприємствах гірничодобувного та металургійного комплексу. Є приклад успішної передачі технічного обслуговування та ремонту автомобільного рухомого складу на металургійному підприємстві [21], успішного аутсорсингу перевезення гірничої маси при розробці родовищ кам'яного вугілля відкритим способом [17], пе-

ревеження метизної продукції [4].

На практиці якийсь час тому набув поширення різновид аутсорсингу – аутстафінг персоналу, коли водії виводяться за штат перевізника, стаючи співробітниками спеціалізованої сторонньої компанії, що здійснює їх підбір. На умовах аутсорсингу з металургійними підприємствами також працюють компанії, які здійснюють транспортну діяльність, але відповідають за бізнес-процеси, побічно з нею пов'язані, наприклад, консалтинг або розробка програмних продуктів для автоматизації та обліку транспортної діяльності, включаючи супутникові навігаційні системи.

Тому не можна однозначно судити про переваги тієї чи іншої стратегії організації роботи промислового автомобільного транспорту на підприємствах металургії. Успіх чи невдача реалізації обраного варіанта визначається поєднанням безлічі виробничо-економічних факторів. Насамперед, передача автотранспортних послуг в аутсорсинг має попереджатися аналізом можливих наслідків, загроз та можливостей від реалізації даної процедури для її ініціатора. Важливим також є гарантії скорочення бюджету металургійного підприємства на транспортне обслуговування своїх структурних підрозділів [19].

У роботі [11] наведено результати SWOT-аналізу вибору металургійною компанією стратегії організації перевізної діяльності. За результатами аналізу випливає, що у всіх випадках аутсорсингу металургійне підприємство зменшує бюджет на транспортне обслуговування своїх структурних підрозділів та отримує можливість розвитку виробництва за рахунок одержуваної економії. За будь-якого виду аутсорсингу автотранспортних послуг металургійне підприємство ліквідує непрофільні активи та процеси. Внутрішній аутсорсинг зберігає для металургійного підприємства необхідний контроль за інфраструктурою та автопарком, а інсорсинг автотранспортних послуг забезпечує повний контроль над усіма активами та виробничими процесами.

Основною загрозою, з якою стикається металургійне підприємство під час зовнішнього аутсорсингу, є високий ризик поточних збоїв в основній технології. Причина цього – скорочення можливостей впливу замовника на перебіг транспортного

процесу та контролю рівня надійності транспортних послуг, що надаються автомобільним перевізником. Також високою є ймовірність системного збою в основній технології через розрив договірних відносин з аутсорсинговою перевізною компанією. Це може призвести до зупинки металургійних агрегатів через відсутність транспорту, що є неприйнятним для безперервного металургійного циклу.

Незважаючи на забезпечення контролю над активами, внутрішній аутсорсинг та інсорсинг автотранспортних послуг обумовлюють зростання капіталомісткості металургійного виробництва, що негативно впливає на бізнес-інтереси інвесторів. Більш того, інсорсинг автотранспортного обслуговування передбачає оновлення корпоративного автопарку та розвиток транспортної інфраструктури за рахунок власних коштів їх власника – металургійного підприємства. Як показує досвід, інвестиції в непрофільну інфраструктуру здійснюються за залишковим принципом.

Також при інсорсингу автотранспортних послуг втрачено адаптивність в управлінні експлуатаційними витратами перевізника при коливаннях попиту на металопродукцію, що випускається, що є загрозою для виробника, оскільки, наприклад, вимушене скорочення штату операційного персоналу призводить до необхідності виплат вихідної допомоги.

Важливим моментом є досягнення балансу інтересів замовника і аутсорсера – виконавця автотранспортних послуг, суть якого виходить із визначення ринкових відносин, у яких вони складаються. При інсорсингу практично не потрібна підтримка балансу інтересів через повну економічну залежність автомобільного перевізника від замовника, що суттєво послаблює позиції металургійного підприємства, оскільки практично позбавляє його ринкових інструментів взаємодії.

Незалежно від обраної стратегії організації роботи промислового автомобільного транспорту (інсорсинг, внутрішній або зовнішній аутсорсинг), металургійне підприємство та автомобільний перевізник зацікавлені у скороченні витратної частини транспортних послуг. У сучасних економічних умовах такий баланс інтересів досягається експлуатацією автопарку з перевізною здатністю, що забезпечує максимальний обсяг перевезень вантажів або транспортної роботи наявними автомобілями без збільшення вартості послуг.

Це можливо за рахунок усунення втрат перевізної здатності на основі виявленого взаємозв'язку з видом вантажу, що перевозиться, і способами усунення.

1.5 Усунення втрат у сфері транспортування вантажів у рамках концепцій «ощадливого мислення» та ситуаційного управління

В даний час у дослідженні транспортних проблем знаходить широке практичне застосування напрямок менеджменту, що ґрунтується на використанні концепції «lean production» («ощадливого виробництва»). Основний ефект від реалізації концепції «lean transportation» («ощадливого транспортування») виходить через збільшення швидкості виробничого потоку внаслідок скорочення часу технологічного циклу транспортування, за рахунок пошуку та скорочення нерезультативної роботи при виконанні технологічних операцій транспортного процесу.

Вперше термінологія «lean production» з'явилася в статті [1], де автор, спираючись на свій досвід роботи з якості на спільному підприємстві компаній «General Motors» і «Toyota», охарактеризував особливості виробничої системи компанії «Toyota» (Toyota Production System (TPS) [2, 3]). Концепція «lean production» містить формулювання п'яти базових принципів мислення з пошуку та усунення втрат у створенні цінності кінцевого продукту чи послуги [4].

Результати досліджень в області «lean transportation» конкретизують такі причини втрат, як непідтверджені заявки на перевезення, затримка транспортних засобів та використання їх надмірної кількості, помилки персоналу, перерви в роботі водія, зайві простой при вантажних та розвантажувальних роботах, неповне використання, втрата або пошкодження вантажу при вантажно-розвантажувальних роботах, низька швидкість руху транспорту [5]. Сформульовано чотири «закони» перевезення, які є обов'язковими елементами пошуку втрат під час виконання технологічних операцій транспортного процесу [6] і п'ять способів оптимізації транспортування [7].

Чинник часу у вантажних автомобільних перевезеннях, у забезпеченні та оцінці їхньої надійності виключно важливий. Автомобілі часто простоюють в черзі,

очікуючи можливості стати під навантаження або розвантаження, чекають, поки буде підготовлений до відправки вантаж або будуть оформлені супровідні документи. Велике значення в таких випадках має забезпечення технікою, готовність персоналу і достатність кількості точок навантаження-розвантаження, щоб автомобілі не накопичувалися в чергах.

Застосування нормативів пробігу, і навіть тривалості виконання технологічних операцій транспортного процесу, включаючи навантаження-розвантаження, рух із вантажем і холостий пробіг, забезпечує виконання однієї з функцій управління – контролю [7, 8].

На етапі розвитку вітчизняної економіки принципи «ощадливого виробництва» та її прикладної надбудови – «lean transportation», стандартизовані у межах системи стандартизації.

Концептуально близький до «ощадливого мислення» ситуаційний підхід. Відповідно до нього, безліч реальних ситуацій може бути розподілено відповідно до обмеженої кількості можливих варіантів дій системи управління [7]. Кількісна оцінка ситуацій, що виділяються, дається за допомогою показників ефективності, значення яких може бути покращено при усуненні наявних втрат провізної здатності, що призводять до недостатньої продуктивності або завищених витрат. Дослідження причинно-наслідкових зв'язків при аналізі втрат починається зі складання переліку втрат на даному підприємстві. Кожна наявна втрата повинна мати кількісну оцінку та чітко сформульовану мету, яка буде досягнута внаслідок усунення цієї транспортної втрати, що характеризує цільову функцію:

$$\delta_{FC} = f(S_{11}, \dots, S_{1i}, \dots, S_{1n}, \dots, S_{1j}, \dots, S_{1m}, \dots, S_{q1}, \dots, S_{(q+1)p}, \dots, S_{tk}), \quad (1.1)$$

де δ_{FC} – відхилення фактичного значення цільової функції від бажаного;

S_{1i} – причини першого рівня появи транспортних втрат;

q – рівень ієрархії причини ($q = 1, \dots, t$);

S_{q1} – 1-я причина q -го рівня;

n, m, l, p, k – кількість причин відповідно 1, 2, q , $(q+1)$, t -го рівнів.

Однією з перших розробок у частині типізації ситуацій перевезень автомобільним транспортом за видами управлінських рішень є дослідження у яких виявлені проблемні ситуації, які представлено як ієрархічно організовані деревоподібні структури причин виникнення втрат провізної спроможності автомобілів (рис. 1.5).

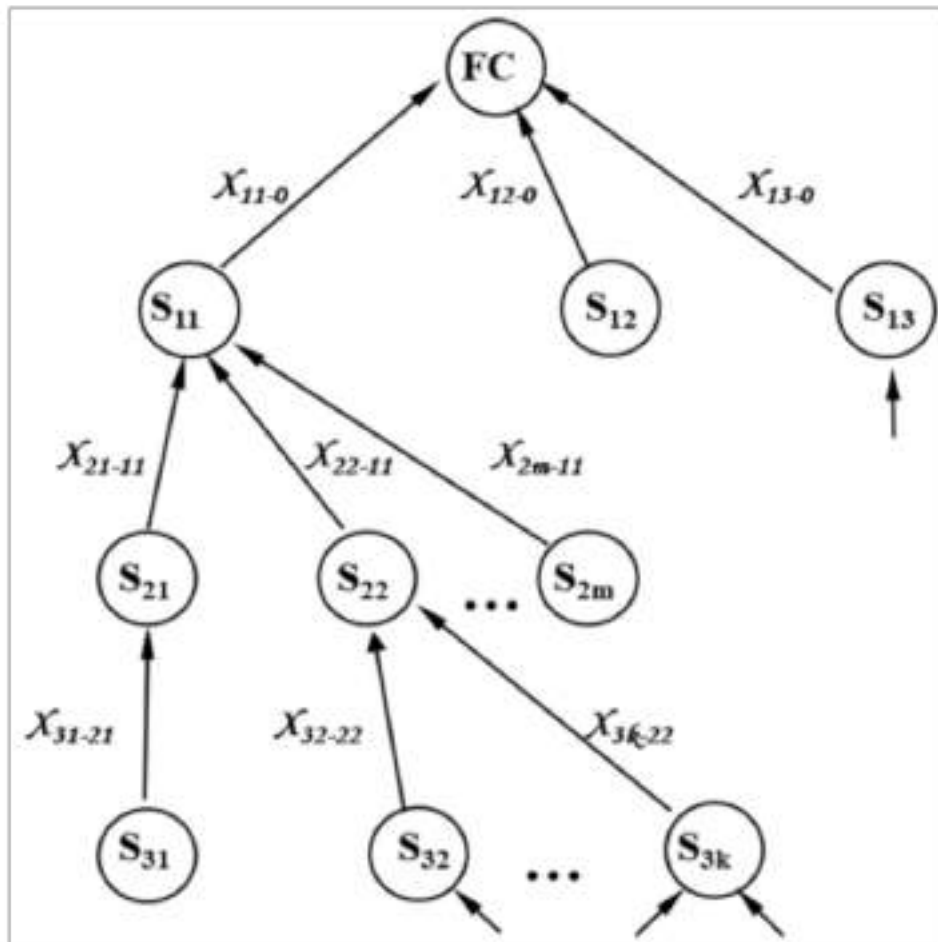


Рисунок 1.5 – Причинно-наслідкові ланцюжки втрат перевізної можливості:

FC – цільова функція; S_{ij} – i -я причина j -го рангу; X_{ij-kl} – коефіцієнт впливу причин одна на одну та на цільову функцію

Концепція «lean production» спрямована на досягнення мінімальних витрат ресурсів, мінімальної тривалості виробничого циклу, гарантованого своєчасного постачання замовнику продукції чи послуг високої якості за конкурентною ціною. Враховуючи сучасний фінансовий стан та особливості діяльності підприємств автомобільного транспорту України необхідно впроваджувати концепції «lean transportation» з метою усунення виробничих втрат.

1.6 Цифрові технології керування транспортним процесом

Промисловий автомобільний транспорт характеризується великою ресурсомісткістю технологічних процесів. На автотранспортні засоби припадає близько 63% споживаних паливно-енергетичних ресурсів [7]. Низький рівень автоматизації технологічних процесів експлуатації та ремонту рухомого складу обумовлює зайнятість більшої кількості персоналу, ніж на інших видах промислового транспорту [3, 4].

Вирішення проблем ефективної організації транспортної діяльності можливе на основі використання цифрових систем керування транспортною діяльністю (Transportation Management System, TMS) [8]. Особлива роль у використанні цифрових систем керування транспортним процесом в даний час приділяється мобільним додаткам TMS, що дозволяє прискорити його хід [6].

Використання мобільних пристроїв та відповідного програмного забезпечення підвищить результативність формування насамперед збірних вантажів за рахунок зниження втрат від неузгодженості взаємодії учасників транспортного процесу [9, 11]. Сьогодні в металургійній галузі спостерігається активний розвиток інтерактивної взаємодії як замовників та виробників готової продукції, так і замовників та виконавців різних послуг, включаючи транспортні послуги, хоча на думку експертів, повна цифровізація такої взаємодії відбудеться не скоро [10].

Необхідність використання цифрових систем управління транспортною діяльністю є основою розвитку державної економіки на сучасному етапі. Цифрова трансформація транспортної галузі реалізується нині у напрямку цифровізації вантажопотоків, транспортних засобів та транспортної інфраструктури.

Розглянуто успішний досвід автоматизації контролю за роботою автомобільного транспорту на промисловому підприємстві [16]. Показано фактичний стан та напрями розвитку автоматизації процесів обліку та контролю роботи промислового автомобільного транспорту, надано рекомендації з автоматизації роботи функціоналів моніторингу, які відповідають за контроль руху та простої автотранспорту у замовника, а також за контроль витрати виробничих ресурсів у транспортному процесі. Крім того, авторами наведено характеристику передового на той момент часу те-

хнічного та прикладного програмного забезпечення.

Вибір систем управління перевезеннями ринком ІТ-рішень для транспортно-логістичного бізнесу характеристик програмним забезпеченням з урахуванням можливості моделювання системної динаміки підприємства та реалізації процедур Process здійснюється у роботах [7, 8]. Стверджується, що інтеграція учасників процесу доставки в частині організації їх взаємодії, збору та обліку всієї необхідної для цього інформації буде малоефективною без аналізу об'єктивних даних про витрату виробничих ресурсів на основі ERP-системи промислового підприємства – замовника транспортних послуг [8]. Розглянуто технологію обробки великих даних, що постачаються виробничими ERP-системами, гібридною інтелектуальною системою підприємства на основі машинного навчання, що забезпечує високу точність та ефективність прогнозування виробничих процесів в умовах невизначеності зовнішнього середовища [24].

Використання цифрових технологій моніторингу втрат виробничих ресурсів у транспортному процесі сприяє створенню інтелектуальних транспортних систем, що передбачають високий рівень автономізації, за допомогою впровадження технологій машинного інтелекту та широкого використання роботизації у транспортному процесі [21]. У роботі [14] визначається функція транспортної системи великого міста як частини інформаційної системи та обґрунтовується позитивний вплив інформаційних технологій в організації міського руху на якість життя громадян, що є основою створення інтелектуальних транспортних систем.

Невід'ємною частиною «інтелектуалізації» транспортних процесів є моніторинг роботи автомобілів на основі інформації, що фіксується та передається ГЛОНАСС та GPS [1, 4]. Принцип роботи навігаційних систем, їх використання у межах промислових майданчиків, а також на міській вулично-дорожній мережі з урахуванням географічних умов експлуатації автотранспортних засобів наведено у роботах [2, 16].

Важливе місце у виявленні та усуненні втрат перевізної спроможності автопарку та підвищення ефективності перевезення вантажів займають автоматизація управління транспортним процесом та контроль роботи автомобілів з використанням

навігаційних супутникових систем. Для ефективної цифровізації перевезень металургійних вантажів автомобільним промисловим транспортом на основі TMS необхідно досліджувати вплив параметрів транспортного процесу на продуктивність автомобілів та собівартість перевезень технологічних вантажів металургійного виробництва. Потрібно також розробити математичний апарат кількісної оцінки втрат перевізної спроможності автопарку та методику підвищення продуктивності автомобілів.

Висновок

1. Металургійна галузь робить великий внесок у розвиток економіки нашої країни, займаючи провідні місця у світі.

2. Однією з ключових проблем розвитку ПрАТ «Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат» є неефективна організація внутрішніх перевезень, важливу роль в яких відіграє автомобільний промисловий транспорт. Підвищення ефективності промислового автомобільного транспорту в металургії ускладнюється вбудованістю транспортного процесу у виробничу систему металургійної компанії, що проявляється у спеціалізації більшої частини автопарку та його переобладнанні під технологічні потреби виробничих цехів, а також у здійсненні випуску автопарку на лінію та у формуванні режиму його експлуатації у прив'язці до ритму роботи металургійних агрегатів.

3. Результати аналізу використання автопарку ПрАТ «Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат», задіяного на перевезенні технологічних вантажів металургійного виробництва, свідчать про значні втрати перевізної спроможності промислового автомобільного парку, що проявляються в холостих пробігах, простоях на лінії, а також у неповному використанні вантажопідйомності транспортних засобів. У скороченні витратної частини транспортних послуг за рахунок усунення втрат провізної спроможності автопарку зацікавлені металургійне підприємство та автомобільний перевізник незалежно від обраної стратегії організації роботи промислового автомобільного транспорту (інсорсинг, внутрішній або зовнішній аутсорсинг).

2 ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ МЕТОДИЧНОГО ІНСТРУМЕНТАРІЮ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ АВТОМОБІЛІВ ПРИ ТРАНСПОРТНОМУ ОБСЛУГОВУВАННІ МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА

2.1 Модель балансу інтересів замовника та виконавця автотранспортних послуг

Незалежно від обраної стратегії організації роботи промислового автомобільного транспорту, між металургійним підприємством – замовником автотранспортних послуг та перевізником постійно існує конфлікт інтересів. Природа цього конфлікту полягає у відмінності підходів учасників транспортного процесу до вибору способів зниження витрат на перевезення (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Характеристика способів зниження витрат на перевезення технологічних вантажів металургійного підприємства автомобільним транспортом

Найменування способу	Замовник транспортних послуг (металургійне підприємство)		Перевізник	
	Переваги	Недоліки	Переваги	Недоліки
1. Підвищення продуктивності автомобілів за рахунок зниження витрат на перевізної спроможності автопарку	Зниження витрат на автотранспортне обслуговування структурних підрозділів	Необхідність пошуку додаткових перевізних можливостей при сплеску потреб у транспортному обслуговуванні	Скорочення дефіциту транспорту для обслуговування основних та сторонніх замовників	Необхідність додаткових витрат на створення та підтримку TMS-системи (Transportation management system)
2. Скорочення вартості автотранспортних послуг на величину прибутку	Зниження витрат на автотранспортне обслуговування структурних підрозділів	Зниження надійності транспортного обслуговування структурних підрозділів через старіння автопарку	-	Втрата рентабельності та відсутність коштів на розвиток виробництва

Замовник у виборі способу зниження витрат керується прагненням максимально скоротити бюджет на транспортне обслуговування своїх підрозділів на величину Δ . Перевізнику такий підхід нецікавий, оскільки це веде до втрати його доходу,

і він зацікавлений у мінімізації втрат. Математично дана суперечність формалізується такими взаємовиключними виразами:

- металургійне підприємство:

$$\Delta = B^{\text{план.}} - B^{\text{факт.}} \rightarrow \max, \quad (2.1)$$

де $B^{\text{план.}}$, $B^{\text{факт.}}$ – відповідно величини запланованого та фактичного річних бюджетів на транспортне обслуговування структурних підрозділів металургійного підприємства, грн.;

- перевізник:

$$\Delta \rightarrow \min. \quad (2.2)$$

Має місце конфлікт інтересів, що обмежує вибір ринкових механізмів оптимізації витрат металургійного підприємства при інсорсингу автотранспортних послуг та пояснює напрямок рухомого складу аутсорсинговою транспортною компанією на виконання більш прибуткових заявок сторонніх замовників на шкоду потребам у транспорті основного замовника – металургійного підприємства, знижує надійність транспортного обслуговування його виробничого процесу.

Таблиця 2.2 – Матриця балансу інтересів металургійного підприємства та перевізника

Спосіб зниження витрат на перевезення	Наявність інтересу	
	у металургійного підприємства	у перевізника
1. Підвищення продуктивності автомобілів на основі усунення втрат перевізної спроможності автопарку	+	+
2. Скорочення вартості автотранспортних послуг на величину прибутку	+	-

- область пошуку балансу інтересів замовника та перевізника.

З двох способів зниження витрат (див. таблицю 2.1), другий спосіб має великі негативні наслідки на господарську діяльність перевізника, оскільки призводить не тільки до скорочення доходної частини, але і до втрати коштів на розвиток вироб-

ництва. Тому баланс інтересів досягається зниженням експлуатаційних витрат на перевезення за рахунок підвищення продуктивності автомобілів на основі усунення втрат перевізної спроможності автопарку. Це забезпечить збільшення обсягу перевезень вантажів або транспортної роботи, що виконуються, наявними автомобілями без збільшення вартості послуг (таблиця 2.2).

Механізм забезпечення балансу інтересів проілюстрований графічною моделлю (рис. 2.1).

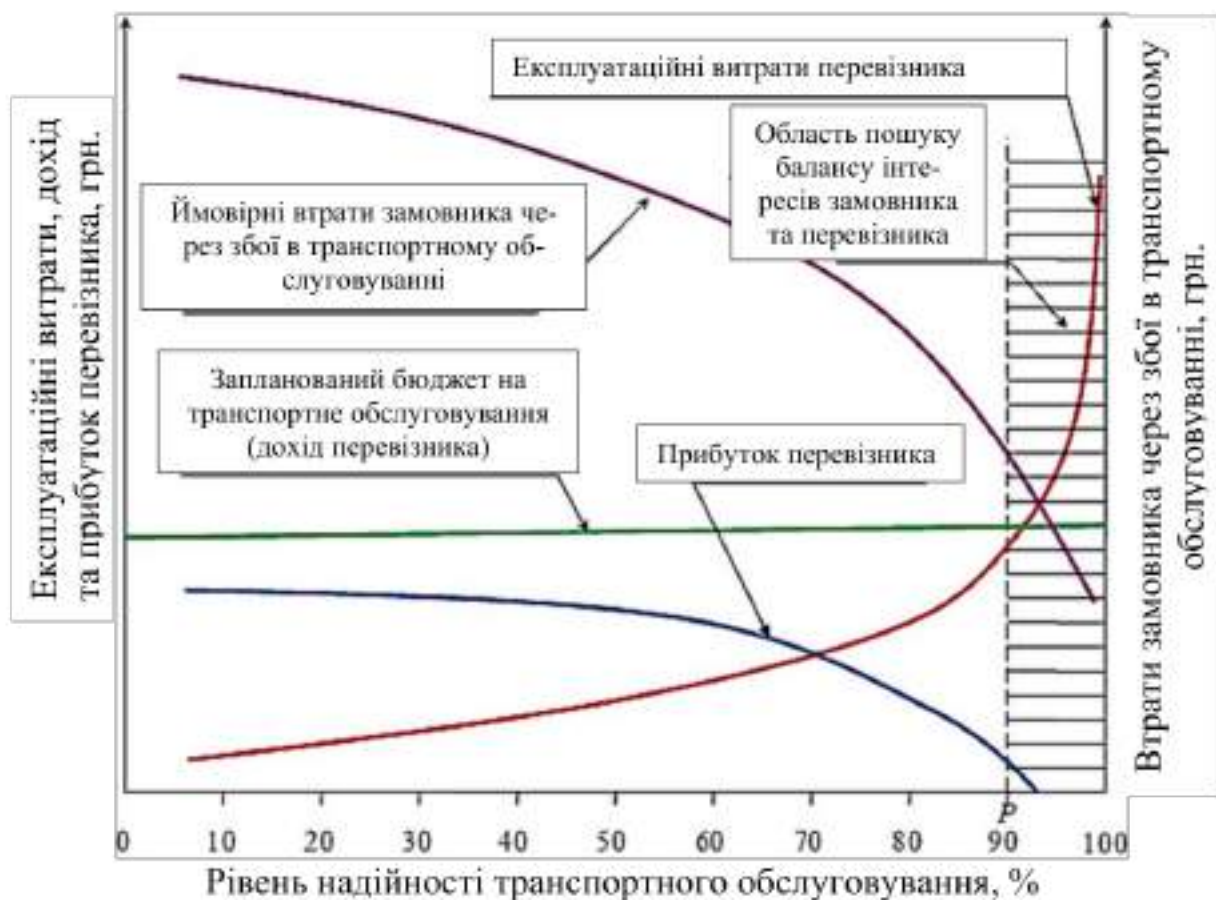


Рисунок 2.1 – Графічна модель пошуку балансу інтересів замовника та виконавця транспортних послуг

Механізм забезпечення балансу інтересів проілюстрований графічною моделлю (див. рис. 2.1). Правіше за межі P (на рис. 2.1 вона умовно позначена на рівні 90%) витрати перевізника на забезпечення надійності різко зростають. Крива прибутку перевізника перетинає вісь абсцис. Це означає, що в певний момент прибуток стає рівним нулю і подальші витрати на підвищення надійності транспортного об-

слуговування призведуть до безприбуткової роботи. Водночас ліворуч від границі P ймовірні втрати металургійного підприємства через збої в транспортному обслуговуванні, пов'язані з усуненням наслідків його недостатньої надійності, непорівнянно великі.

Тому область, обмежена P і 100 %, є областю пошуку балансу інтересів, у якій узгоджується рівень надійності, прийнятний для металургійного підприємства та забезпечує прибутковість перевізника, а також планується бюджет $B^{\text{план}}$ на транспортне обслуговування. Усе це встановлюється на стадії укладання договору.

Слід зазначити, що ідея пошуку балансу інтересів між елементами соціально-економічної виробничої системи підвищення ефективності її роботи не нова. Наприклад, вона використовувалася в роботах [6, 23] для адаптації гірничодобувних підприємств до ринкового середовища та широко застосовується фахівцями для вироблення управлінських рішень, спрямованих на підвищення ефективності технологічних процесів гірничодобувного виробництва.

Пропонується встановлювати баланс інтересів зниженням експлуатаційних витрат на перевезення технологічних вантажів за звітний період часу, підвищуючи продуктивність автомобілів шляхом зниження втрат перевізної спроможності автопарку. Інтерес металургійного підприємства у цьому очевидний – це зниження витрат за транспортне обслуговування своїх підрозділів. Інтересом перевізника є збільшення перевізної спроможності свого автопарку та збільшення обсягу наданих транспортних послуг як основному, так і стороннім замовникам, без нарощування його чисельності. Додатковим плюсом для перевізника є відсутність необхідності збільшення чисельності автопарку, що виключає його потребу в додаткових інвестиціях. Запланований обсяг для оновлення автомобілів з амортизаційного фонду і прибутку залишається незмінним. Для перевізника це стане додатковим мотиватором, якщо передбачити в договорі на перевезення вантажів плановий рівень ефективності транспортних послуг, що надаються, причому доцільно позначити лише його нижню обов'язкову межу, підвищення якої за підсумками розрахункового періоду замовником буде тільки вітатись.

Наявність описаного балансу інтересів усуває суперечливість цільових функ-

цій, тому формула (2.1) буде справедливою як для металургійного підприємства, так і для перевізника, оскільки вони взаємозацікавлені у зниженні витрат на перевезення технологічних вантажів за рахунок підвищення продуктивності автомобілів на основі усунення втрат перевізної спроможності автопарку.

2.2 Причини втрат перевізної спроможності промислового автомобільного парку

Причинами втрат перевізної спроможності промислового автомобільного парку є: простої на лінії, невідповідність технічних параметрів автомобілів вагогабаритним характеристикам перевезених вантажів, неузгодженість взаємодії учасників транспортного процесу. Простої автомобілів на лінії, пов'язані з виконанням обов'язкових технологічних операцій транспортного процесу (навантаження-розвантаження, огляду на контрольно-пропускних пунктах, розташованих на межах промислового майданчика металургійного підприємства, документального оформлення вантажу та інших обов'язкових процедур) суттєво знижують продуктивність.

Крім того, у роботі промислового автомобільного транспорту є простої, які не регламентуються графіком перевізного процесу.

До цих простоїв відносяться позапланові перерви в роботі, очікування черги в пунктах вантажопереробки, наднормативна тривалість виконання технологічних операцій транспортного процесу через слабку організацію робіт або невідповідність продуктивності навантажувально-розвантажувального обладнання вантажопідйомності та кількості автомобілів на об'єкті. Такі нерегламентовані простої зумовлюють втрату перевізної здатності промислового автопарку.

Ще однією причиною втрати перевізної спроможності автопарку є неузгодженість взаємодії учасників транспортного процесу, що виявляється у значних холостих пробігах. Погана узгодженість взаємодії відправників вантажу, вантажоодержувачів та експедиторів з перевізником призводить до спрощення маршрутної схеми транспортного процесу, зводячи її до перевезення вантажів по маятникових маршрутах. Така організація перевезень не дозволяє використовувати перевізну спромо-

жність вантажного автопарку в повному обсязі, суттєво знижуючи при цьому ефективність його експлуатації внаслідок того, що основна частина ресурсів у вигляді палива, автомобільних шин, трудовитрат водія, ресурсу агрегатів та вузлів транспортного засобу витрачається при порожньому пробігу. Перевізник не компенсує ці витрати прибутком від реалізації послуг.

Невідповідність технічних параметрів автомобілів вагогабаритним характеристикам вантажів, що перевозяться, також негативно позначається на продуктивності і є причиною втрати перевізної спроможності промислового автомобільного парку. Усунення зазначених втрат перевізної здатності автопарку пропонується ґрунтувати на виявленому взаємозв'язку з видом вантажу, що перевозиться, і способами усунення (таблиця 2.3).

Промисловим автомобільним транспортом перевозиться велика різноманітність технологічних вантажів у межах промислового майданчика металургійного підприємства, включаючи сировину, напівфабрикати та відходи виробництва. У цьому дослідженні розглянуто вантажі, що утворюють масові вантажопотоки внутрішнього заводського автомобільного транспорту, включаючи відходи виробництва – металургійні шлаки, зневоднені та рідкі шлами. Також масові міжцехові вантажопотоки утворюють перевезення тарно-штучних вантажів (матеріально-технічних цінностей, проб, прокату у вищі переділи, феросплавів, будівельних матеріалів та інших вантажів).

Причинно-наслідкові зв'язки втрат перевізної здатності під час перевезення вантажів металургійного виробництва пояснені ієрархічною схемою, наведеною на рис. 2.2.

Така причина втрат перевізної спроможності промислового автопарку, як простої на лінії, проявляється при перевезенні будь-якого вантажу металургійного підприємства, що розглядається в роботі: металургійні шлаки на відвалі, навалочні та наливні виробничі відходи, тарно-штучні вантажі. Невідповідність технічних параметрів автомобілів вагогабаритним характеристикам вантажів, що перевозяться, є причиною втрати перевізної спроможності автопарку, задіяного на перевезенні тарно-штучних вантажів.

Розузгодженість взаємодії учасників транспортного процесу не дозволяє максимально використовувати перевізну здатність автопарку з перевезення металургійних шлаків на відвалі та тарно-штучних вантажів. Навалочні та наливні виробничі відходи не входять до цього переліку через вузьку технологічну спеціалізацію рухомого складу, що не дозволяє його задіяти на перевезенні інших вантажів.

Таблиця 2.3 – Взаємозв'язок причин втрат перевізної спроможності автопарку, виду вантажу, що перевозиться, і способів усунення виникаючих втрат

Причини втрат	Вид вантажу, що перевозиться	Способи та інструментарій усунення втрат	
		Способи	Інструментарій
Простої на лінії	Металургійні шлаки на відвалі, навалочні і наливні виробничі відходи, тарно-штучні вантажі	Управління черговістю транспортного потоку в пунктах навантаження-розвантаження і контролю автомобілів, а також і тривалістю виконання технологічних операцій транспортного процесу	Надання пріоритету в навантаженні-розвантаженні та огляді автомобілів на контрольно-пропускних пунктах, коригування чисельності та графіка роботи автомобілів у підрозділі замовника
Невідповідність технічних параметрів автомобілів, що перевозяться вантажі, вагогабаритним характеристикам	Тарно-штучні вантажі	Консолідація транспортної роботи кількох підрозділів замовника одним транспортним засобом	Організація збірно-розвізних та кільцевих маршрутів, зворотного завантаження
Розузгодженість взаємодії учасників транспортного процесу	Металургійні шлаки на відвалі, тарно-штучні вантажі		Організація кільцевих маршрутів та зворотного завантаження

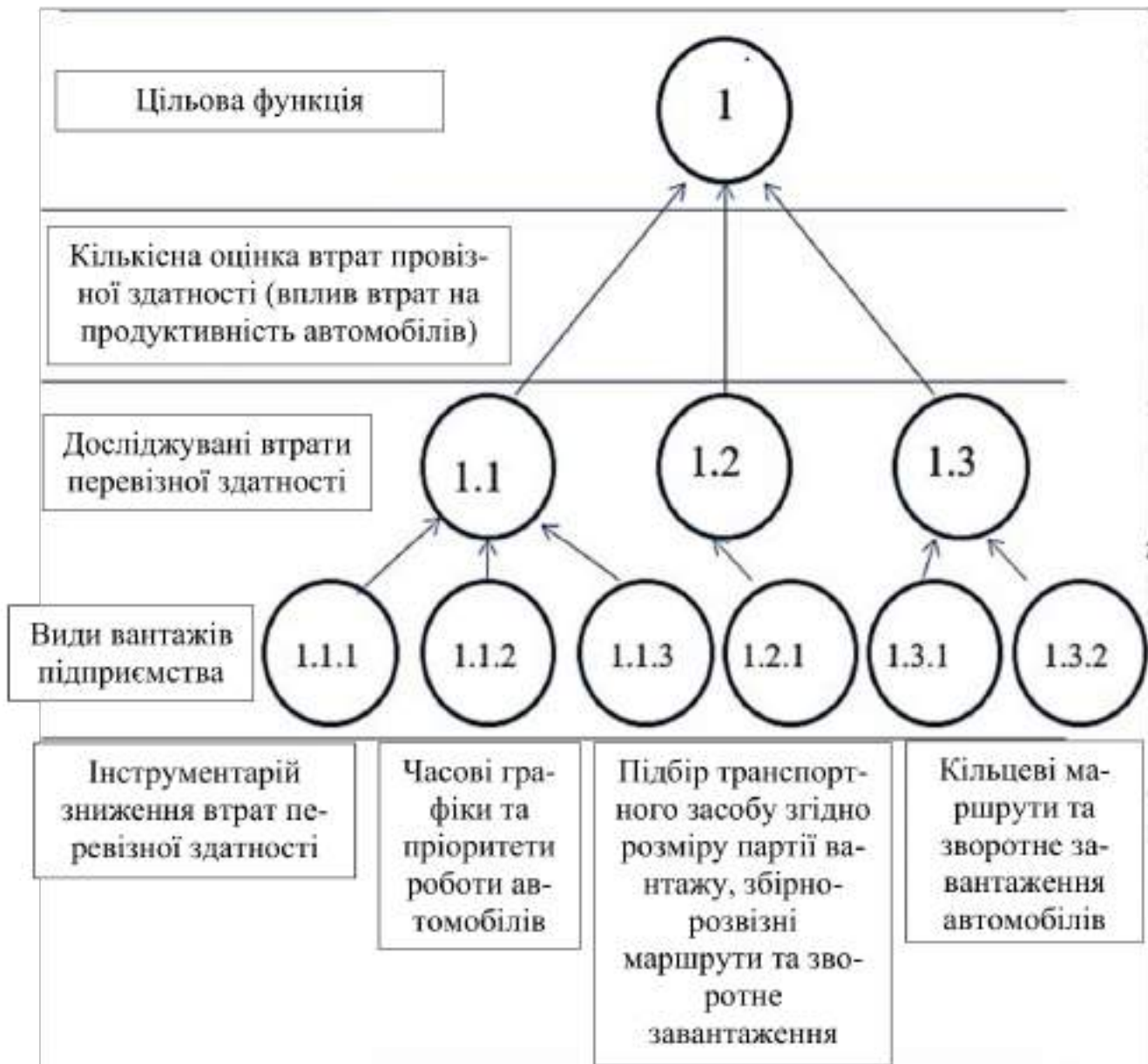


Рисунок 2.2 – Ієрархічна схема причинно-наслідкових зв'язків втрат перевізної здатності під час перевезення вантажів металургійного виробництва:

1 - Продуктивність автопарку під час перевезення вантажів металургійного підприємства; 1.1 - Втрати перевізної здатності через простої автомобілів; 1.1.1 - Металургійні шлаки; 1.1.2 - Навалочні та наливні виробничі відходи; 1.1.3 - Тарно-штучні вантажі; 1.2 - Втрати перевізної здатності через невідповідність технічних параметрів автомобілів вагогабаритним характеристикам; 1.2.1 - Тарно-штучні вантажі; 1.3 - Втрати перевізної здатності через неузгодженість учасників транспортного процесу та високу частку маятникових маршрутів; 1.3.1 - Металургійні шлаки; 1.3.2 - Тарно-штучні вантажі

У роботі запропоновано способи усунення втрат перевізної здатності промислового автомобільного парку. Наднормативні простой автомобілів на лінії пропонується усувати за рахунок керування черговістю транспортного потоку в пунктах навантаження-розвантаження та тривалістю виконання технологічних операцій транспортного процесу. Приведення технічних параметрів автомобілів у відповідність до вагогабаритних характеристик вантажів, що перевозяться, а також усунення неузгодженості взаємодії учасників транспортного процесу пропонується проводити на основі реалізації організаційно-технологічних заходів щодо консолідації транспортної роботи кількох підрозділів замовника одним транспортним засобом.

Інструментарієм керування черговістю транспортного потоку в пунктах навантаження-розвантаження та тривалістю виконання технологічних операцій транспортного процесу є надання певного пріоритету, цифровізація документообігу, коригування чисельності та графіка роботи автомобілів у підрозділі замовника. Консолідація транспортної роботи кількох підрозділів замовника одним транспортним засобом досягається організацією збірно-розвізних та кільцевих маршрутів, а також забезпеченням автомобілів зворотним завантаженням. Слід зазначити, що перевезення металургійних шлаків на відвалі організацію збірно-розвізних маршрутів не передбачає.

2.3 Математичні моделі кількісної оцінки втрат перевізної спроможності автопарку

Перевізна здатність автопарку буде більшою за фактичну його продуктивність на величину сукупних втрат у підрозділі замовника. Використання цифрових систем керування транспортною діяльністю потребує розробки математичної моделі кількісної оцінки втрат перевізної спроможності автопарку.

Під час перевезення металургійних шлаків на відвалі фактична продуктивність автопарку враховується в обсязі виконаної транспортної роботи $W_{\text{факт.}}$, що вимірюється в тонно-кілометрах:

$$W = W_{\text{факт.}} + L_{\text{шлаки}}^{\text{с.}}, \quad (2.3)$$

де $W_{\text{факт.}}$ – фактична продуктивність парку автосамоскидів у підрозділі замовника, т-км;

$L_{\text{шлаки}}^{\text{потом}}$ – сукупні втрати перевізної спроможності парку автосамоскидів, задіяних на перевезенні металургійних шлаків на об'єкті замовника, т-км.

Сукупні втрати будуть визначатися вантажопідйомністю автосамоскидів розглянутого типу, їх числом на об'єкті замовника, ефектом у збільшенні кількості оборотів автосамоскида на об'єкті замовника після усунення втрат від простоїв на лінії та неузгодженості взаємодії учасників транспортного процесу, а також відстанню перевезення шлаків:

$$L_{\text{с}}^{\text{потом}} = q_{\text{н}}^{\text{а/с}} \cdot A_{\text{н}}^{\text{а/с}} \cdot \Delta n_{\text{об.}} \cdot l_{\text{гр.}}, \quad (2.4)$$

де $q_{\text{н}}^{\text{а/с}}$ – номінальна вантажопідйомність автосамоскида розглянутого типу, т;

$A_{\text{н}}^{\text{а/с}}$ – робочий парк автосамоскидів аналізованого типу в підрозділ замовника, од.;

$\Delta n_{\text{об.}}$ – потенційний ефект у збільшенні числа оборотів одиниці автопарку розглянутого типу у підрозділі замовника після усунення втрат, об.;

$l_{\text{в.}}$ – пробіг автомобіля з вантажем за оборот, км.

Таким чином, розрахунок перевізної спроможності парку автосамоскидів, задіяних на перевезенні металургійних шлаків на відвалі, визначається за формулою

$$W = W_{\text{факт.}} + q_{\text{н}}^{\text{а/с}} \cdot A_{\text{н}}^{\text{а/с}} \cdot \Delta n_{\text{об.}} \cdot l_{\text{в.}}, \quad (2.5)$$

Перевезення навалочних та наливних виробничих відходів (металургійних шлаків) вираховується в тонах, тому перевізна здатність парку спеціалізованих автомобілів, фактична його продуктивність та сукупні втрати розраховуються в тонах:

$$Q = Q_{\text{факт.}} + L_{\text{с}}^{\text{потом}} \quad (2.6)$$

де $Q_{\text{факт.}}$ – фактична продуктивність парку спеціалізованих автомобілів розгля-

дуваного типу в підрозділі замовника, т;

$L_{\text{шлам},c}^{\text{шлам}}$ – сукупні втрати перевізної спроможності парку спеціалізованих автомобілів, задіяних на перевезенні металургійних шламів на об'єкті замовника, т.

Сукупні втрати $L_{\text{шлам},c}^{\text{шлам}}$ будуть визначатися вантажопідйомністю спеціалізованих автомобілів розглянутого типу, їх числом на об'єкті замовника, коефіцієнтом статичного використання вантажопідйомності, потенційним ефектом у збільшенні кількості обертів автосамоскиду на об'єкті замовника після усунення втрат від простоїв на лінії:

$$L_{\text{шлам},c}^{\text{шлам}} = q_{\text{ш}}^{\text{шп}} \cdot \gamma_c \cdot A_{\text{ш}}^{\text{шп}} \cdot \Delta n_{\text{об.}} \quad (2.7)$$

де $q_{\text{ш}}^{\text{шп}}$ – номінальна вантажопідйомність спеціалізованого автомобіля розглянутого типу, т;

γ_c – коефіцієнт статичного використання вантажопідйомності спеціалізованого автомобіля розглянутого типу;

$A_{\text{ш}}^{\text{шп}}$ – робочий парк спеціалізованих автомобілів розглянутого типу в підрозділі замовника, од.

Необхідність врахування коефіцієнта статичного використання вантажопідйомності у формулі (2.7) визначається транспортними властивостями деяких видів зневоднених шламів, питома вага яких менша за одну тону на кубічний метр. Крім того, необхідність врахування γ_c пояснюється конструктивними особливостями кузова автомобіля-шламовоза, призначеного для перевезення рідких шламів, що має форму цистерни, висота передньої частини по ходу руху якої перевищує висоту її задньої частини для забезпечення нормального зливу та мінімізації замулювання. Розташування заливної горловини такої цистерни не дозволяє використовувати її вантажопідйомність на 100%.

Формула для розрахунку перевізної спроможності парку спеціалізованих автомобілів, задіяних на перевезенні металургійних шламів (навалочних та наливних виробничих відходів), набуде вигляду

$$Q = Q_{\text{факт.}} + q_{\text{ш}}^{\text{шп}} \cdot \gamma_c \cdot A_{\text{ш}}^{\text{шп}} \cdot \Delta n_{\text{об.}} \quad (2.8)$$

Перевезення тарно-штучних вантажів обліковується в тоннах так само, як і у випадку з металургійними шламами. Розрахунок перевізної спроможності парку універсальних (бортових) автомобілів, задіяних у перевезенні таких вантажів, проводиться за формулою

$$Q = Q_{\text{факт.}} + L^{\text{тшг}}_{\text{с}}, \quad (2.9)$$

де $Q_{\text{факт.}}$ – фактична продуктивність парку універсальних автомобілів аналізованого типу в підрозділі замовника, т;

$L^{\text{тшг}}_{\text{с}}$ – сукупні втрати перевізної спроможності парку універсальних автомобілів, задіяних на перевезенні тарно-штучних вантажів на об'єкті замовника, т.

Сукупні втрати $L^{\text{тшг}}_{\text{с}}$ будуть визначатися вантажопідйомністю універсальних автомобілів розглянутого типу та їх числом на об'єкті замовника, числом оборотів універсального автомобіля у підрозділі замовника за наявності втрат перевізної спроможності автопарку, потенційним ефектом у збільшенні кількості оборотів одиниці автопарку розглянутого типу в підрозділі замовника після усунення втрат від простоїв на лінії та неузгодженості взаємодії учасників транспортного процесу, а також величиною втрат перевізної спроможності автопарку від невідповідностей технічних параметрів автомобілів вагогабаритним характеристикам вантажів, що перевозяться:

$$L^{\text{тшг}}_{\text{с}} = q_n^y \cdot L_{\text{вгх}} \cdot A_n^y \cdot n_{\text{об.}} + q_n^y \cdot (1 - L_{\text{вгх}}) \cdot A_n^y \cdot \Delta n_{\text{об.}}, \quad (2.10)$$

де q_n^y – номінальна вантажопідйомність універсального автомобіля розглянутого типу, т;

$L_{\text{вгх}}$ – коефіцієнт втрати перевізної спроможності парку універсальних автомобілів розглянутого типу від невідповідності їх технічних параметрів вагогабаритним характеристикам вантажів, що перевозяться;

A_n^y – робочий парк універсальних автомобілів розглянутого типу у підрозділі замовника, од.;

$n_{\text{об.}}$ – кількість оборотів універсального автомобіля в підрозділі замовника при наявності втрат перевізної спроможності автопарку, обороти.

У формулі (2.10) враховується обсяг неперевишеного вантажу внаслідок невідповідності його вагогабаритних характеристик технічним параметрам універсального автомобіля при виконанні фактичної кількості оборотів (перший доданок), а також додаткових оборотів після усунення втрат від простоїв на лінії та неузгодженості взаємодії учасників транспорту (другий доданок).

Формула для розрахунку перевізної спроможності парку універсальних автомобілів на перевезенні тарно-штучних вантажів набуде вигляду

$$Q = Q_{\text{факт.}} + q_n^y \cdot L_{\text{вгх}} \cdot A_n^y \cdot n_{\text{об.}} + q_n^y \cdot (1 - L_{\text{вгх}}) \cdot A_n^y \cdot \Delta n_{\text{об.}} \quad (2.11)$$

Ефект у збільшенні числа оборотів одиниці автопарку типу, що розглядається, в підрозділі замовника $\Delta n_{\text{об.}}$ пропонується визначати різницею числа її оборотів після та до реалізації заходів щодо усунення втрат перевізної спроможності:

$$\Delta n_{\text{об.}} = n_{\text{об.}}^{\text{п.}} - n_{\text{об.}}^{\text{до.}} \quad (2.12)$$

Число оборотів одиниці автопарку в підрозділі замовника до реалізації заходів щодо усунення втрат перевізної спроможності визначається за формулою

$$n_{\text{об.}}^{\text{до.}} = \frac{(T_n - t_0) \cdot V_r \cdot \beta}{(t_{\text{н-р}} + t_{\text{кпп}}) \cdot V_r \cdot \beta + t_{\text{гр.}}} \quad (2.13)$$

де T_n – час у наряді, год;

t_0 – час на нульовий пробіг, год;

V_r – технічна швидкість, км/год;

β – коефіцієнт використання пробігу за оборот;

$t_{\text{н-р}}$ – час навантаження-розвантаження за їзду, год;

$t_{\text{кпп}}$ – тривалість огляду автомобіля на контрольно-пропускних пунктах за оборот, год.

Число оборотів одиниці автопарку в підрозділі замовника після реалізації заходів щодо усунення втрат перевізної спроможності пропонується визначати за видами вантажів, що перевозяться згідно з формулами:

- при перевезенні металургійних шлаків на відвалі та тарно-штучних ван-

тажів:

$$n_{\text{об.}}^{\text{п}} = \frac{(T_{\text{н}} - t_0) \cdot V_{\text{т}} \cdot (\beta + L_{\text{р}})}{((t_{\text{н-р}} + t_{\text{кшп}}) \cdot V_{\text{м}} \cdot (\beta + L_{\text{р}}) + l_{\text{гр}}) \cdot (1 - L_{\text{пр}})}; \quad (2.14)$$

- при перевезенні навалочних та наливних виробничих відходів:

$$n_{\text{об.}}^{\text{п}} = \frac{(T_{\text{н}} - t_0) \cdot V_{\text{т}} \cdot \beta}{((t_{\text{н-р}} + t_{\text{кшп}}) \cdot V_{\text{т}} + l_{\text{гр}}) \cdot (1 - L_{\text{пр}})}; \quad (2.15)$$

З використанням формул (2.13-2.14) формула (2.12) перетворюється на такий вигляд:

- при перевезенні металургійних шлаків на відвалі та тарно-штучних вантажів:

$$\Delta n_{\text{об.}} = \frac{(T_{\text{н}} - t_0) \cdot V_{\text{т}} \cdot (\beta + L_{\text{р}})}{((t_{\text{н-р}} + t_{\text{кшп}}) \cdot V_{\text{т}} \cdot (\beta + L_{\text{р}}) + l_{\text{гр}}) \cdot (1 - L_{\text{пр}})} - \frac{(T_{\text{н}} - t_0) \cdot V_{\text{т}} \cdot \beta}{(t_{\text{н-р}} + t_{\text{кшп}}) \cdot V_{\text{т}} \cdot \beta + l_{\text{гр}}}; \quad (2.16)$$

- при перевезенні навалочних та наливних виробничих відходів:

$$\Delta n_{\text{об.}} = \frac{(T_{\text{н}} - t_0) \cdot V_{\text{т}} \cdot \beta}{((t_{\text{н-р}} + t_{\text{кшп}}) \cdot V_{\text{т}} + l_{\text{гр}}) \cdot (1 - L_{\text{пр}})} - \frac{(T_{\text{н}} - t_0) \cdot V_{\text{т}} \cdot \beta}{(t_{\text{н-р}} + t_{\text{кшп}}) \cdot V_{\text{т}} \cdot \beta + l_{\text{гр}}}. \quad (2.17)$$

Формулу (2.17) можна привести до раціонального вигляду за допомогою таких перетворень:

$$\Delta n_{\text{об.}} = - \frac{(T_{\text{н}} - t_0) \cdot V_{\text{т}} \cdot \beta}{(t_{\text{н-р}} + t_{\text{кшп}}) \cdot V_{\text{т}} \cdot \beta + l_{\text{гр}}} \cdot \left(\frac{1}{(1 - L_{\text{пр}})} - 1 \right), \quad (2.18)$$

тобто, раціональний вигляд формули

$$\Delta n_{\text{об.}} = \frac{(T_{\text{н}} - t_0) \cdot V_{\text{м}} \cdot \beta \cdot ((1 - L_{\text{пр}})^{-1} - 1)}{(t_{\text{н-р}} + t_{\text{кшп}}) \cdot V_{\text{т}} \cdot \beta + l_{\text{гр}}}. \quad (2.19)$$

Коефіцієнт втрати перевізної спроможності автопарку від простоїв на лінії

пропонується оцінювати за розрахунковий період часток нерегламентованих простой на лінії, наведених на один автомобіль:

$$L_{\text{вп}} = \frac{\sum_{i=1}^{A_a} (I^{\text{до}} - I^{\text{п}})_i}{A_a \cdot \Phi P}, \quad (2.20)$$

де $I^{\text{до}}$, $I^{\text{п}}$ – загальний простий i -го автомобіля, що розглядається в підрозділі замовника за розрахунковий період відповідно до та після реалізації заходів щодо усунення втрат, год;

A_a – робочий парк автомобілів розглянутого типу в підрозділі замовника, од.;

ΦP – фонд робочого часу автомобіля розглянутого типу у підрозділі замовника за розрахунковий період, год.

Коефіцієнт втрати перевізної спроможності автопарку від невідповідності технічних параметрів автомобілів вагогабаритним характеристикам вантажів, що перевозяться, визначається підсумовуванням невикористаного тоннажу вантажопідйомності на об'єкті замовника за наявності вільного місця в кузові або на вантажній платформі універсального автомобіля:

$$L_{\text{вгх}} = \frac{\sum_{i=1}^{A_y} (\bar{\gamma}_c^{\text{п}} - \bar{\gamma}_c^{\text{до}})_i}{A_y}, \quad (2.21)$$

де $\bar{\gamma}_c^{\text{п}}$, $\bar{\gamma}_c^{\text{до}}$ – середній коефіцієнт статичного використання вантажопідйомності i -го автомобіля розглянутого типу на об'єкті замовника відповідно до реалізації заходів щодо усунення втрат.

Коефіцієнт втрати перевізної спроможності автопарку від неузгодженості взаємодії учасників транспортного процесу пропонується визначати різницею середніх коефіцієнтів використання пробігу автомобілів розглянутого типу за оборот на об'єкті замовника відповідно після та до реалізації заходів щодо усунення втрат:

$$L_{\text{в}} = \bar{\beta}^{\text{після}} - \bar{\beta}^{\text{до}}. \quad (2.22)$$

При визначенні величини параметрів, що становлять математичні моделі кількісної оцінки втрат перевізної спроможності автопарку, задіяного в технології металургійного виробництва, обов'язковим є врахування вимог щодо забезпечення безпеки дорожнього руху, що пред'являються до юридичних осіб, індивідуальних підприємців, фізичних осіб при експлуатації автотранспортних засобів.

Результативність практичного використання запропонованих математичних моделей оцінки втрат перевізної спроможності автопарку потребує розробки методики підвищення продуктивності автомобілів при транспортному обслуговуванні металургійного підприємства.

2.4 Методика підвищення продуктивності автомобілів під час транспортного обслуговування металургійного підприємства

Запропонована методика є послідовністю дій щодо забезпечення взаємодії менеджерів служби експлуатації автомобільного перевізника, посадових осіб, відповідальних за використання автомобільного транспорту в цехах металургійного підприємства, а також фахівців з формування бюджету на автотранспортне обслуговування. Запропонована методика в якості алгоритму наведена рис. 2.3. Основою запропонованої методики є аналіз втрат продуктивності автомобілів кожного типу на об'єктах замовника незалежно від виду вантажу, що перевозиться. Ця процедура починається з формування в ERP-системі звіту про техніко-експлуатаційні показники роботи автопарку в підрозділах металургійного підприємства за попередній плановий період. Сформовані масиви даних аналізуються системою управління транспортною діяльністю (TMS), яка за наявності нерегламентованих простоїв рекомендує розробити відповідні оптимізаційні заходи.

Слід зазначити, що загальна тривалість знаходження транспортного засобу у замовника складається з його часу в русі та простоїв усіх видів на об'єктах. Простоєм транспортного засобу вважається тривалість його знаходження у замовника за заявкою без зміни GPS-координат у навігаційній системі. Сума тривалості знаходження автотранспортного засобу на всіх стоянках та тривалість його зупинок у до-

розі при виконанні заявки є сумарним (загальним) фактичним простом транспорт-ного засобу у замовника.

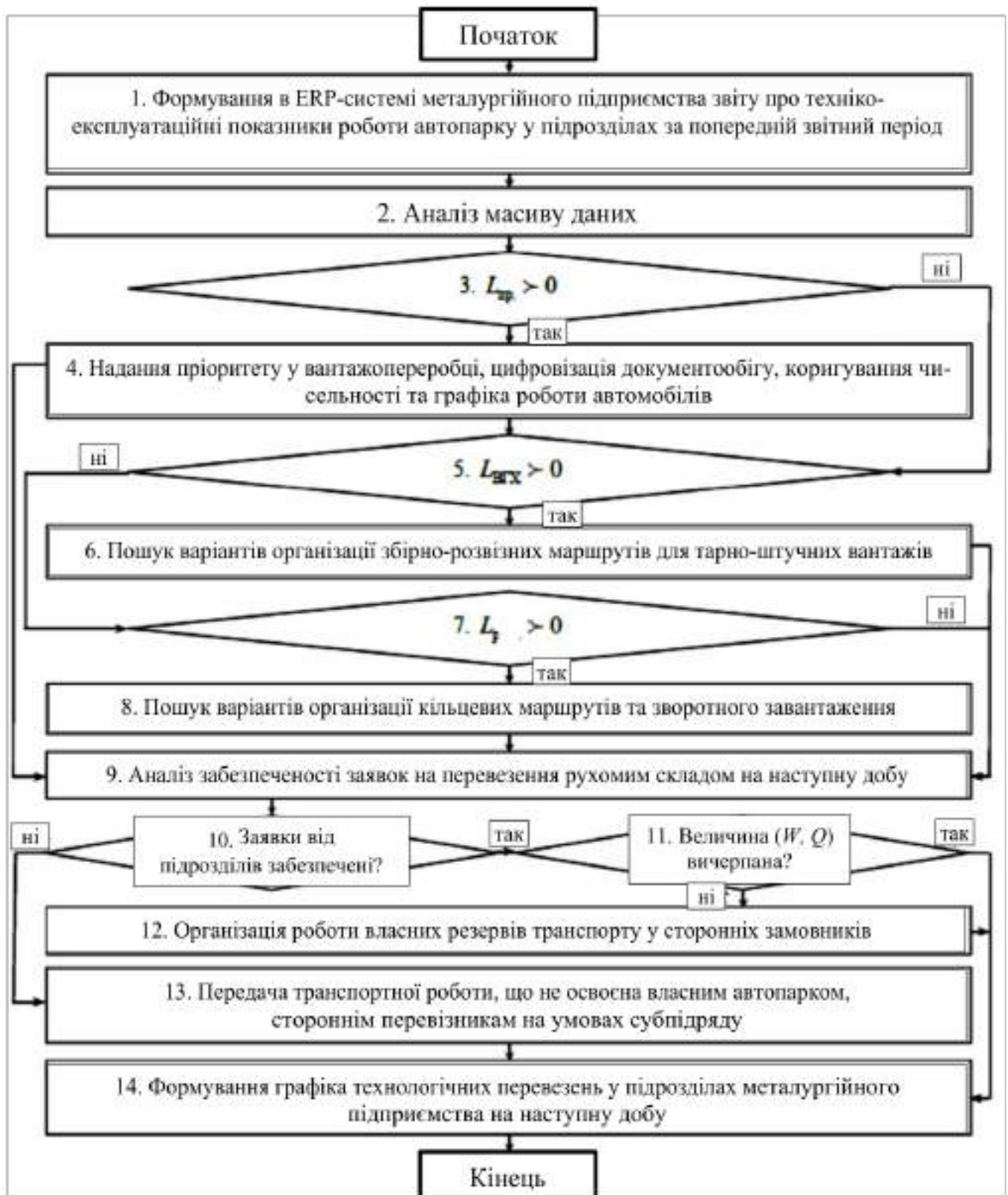


Рисунок 2.3 – Алгоритм підвищення продуктивності автомобілів під час транспортного обслуговування металургійного підприємства

Основними заходами, спрямованими на скорочення простоїв автотранспорту на об'єктах замовника, є надання пріоритету у завантаженні-розвантаженні та контролі транспортних засобів, коригування їх чисельності та графіка роботи. Скороченню простоїв транспорту в підрозділі замовника сприяє цифровізація документообігу, незважаючи на те, що його реалізація вимагає набагато більших витрат часу.

За відсутності нерегламентованих простоїв на лінії втрати перевізної спроможності автопарку усуваються консолідацією транспортної роботи кількох підрозділів замовника одним транспортним засобом за рахунок пошуку варіантів організації збірно-розвізних, кільцевих маршрутів та зворотного завантаження. Попередньо системою оцінюються втрати перевізної здатності через невідповідність технічних параметрів автомобілів вагогабаритним характеристикам вантажів, що перевозяться, а також великих холостих пробігів з використанням математичного апарату.

Розроблені рекомендації щодо усунення виявлених втрат враховуються TMS при формуванні графіка технологічних перевезень у підрозділах металургійного підприємства, обов'язкового для виконання як замовником, так і перевізником. Наявні резерви власного автопарку спрямовуються системою на виконання заявок сторонніх замовників. Якщо перевізна здатність власного автопарку вичерпана, система передає неосвоєну транспортну роботу стороннім перевізникам на умовах субпідряду. Підсумком запропонованого алгоритму є формування плану перевезень на наступну добу.

3 ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ АВТОМОБІЛІВ ТА СОБІВАРТІСТЬ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВАНТАЖІВ

3.1 Аналіз техніко-експлуатаційних параметрів транспортного процесу, що визначають продуктивність автомобілів та собівартість перевезень технологічних вантажів

Проведений аналіз передбачає оцінку значимості аналізованих параметрів з дотриманням методики проведення факторного аналізу [19]. Для оцінки значущості техніко-експлуатаційних параметрів було обрано експертний метод. Методичну базу організації та проведення експертного методу досить докладно викладено у науковій літературі, наприклад, у роботі [2].

Експертна оцінка значущості того чи іншого показника здійснювалася компетентними фахівцями, включаючи керівників автотранспортних підприємств, менеджерів служб з експлуатації, утримання та ремонту автомобільного парку, задіяного на перевезеннях технологічних вантажів, начальників автотранспортних колон, механіків, бригадирів та досвідчених водіїв. Думки 50 фахівців дозволили сформувати масив інформації, на основі якої було складено рейтинг значущості техніко-експлуатаційних параметрів транспортного процесу.

Дані для експертної оцінки збиралися по 14 підприємствам, включаючи компанії, що надають автотранспортні послуги на умовах аутсорсингу, великі промислові компанії, що користуються такими послугами або експлуатують власний автопарк. Основна вимога до підприємств, що вивчаються, полягала в тому, щоб реалізація їхніх бізнес-процесів була пов'язана з перевезенням внутрішньозаводських технологічних груп, що визначає достовірність експертизи.

Опитування експертів проводилося у формі заповнення опитувального листа, оскільки це є найефективнішим способом виявлення великої кількості техніко-експлуатаційних параметрів транспортного процесу, що визначають продуктивність автомобілів під час перевезення технологічних вантажів. Чинники, вказані експер-

том, з якими він не пов'язаний у своїй професійній діяльності, не аналізувалися. Слід зазначити, що в рамках даного дослідження не ставилося завдання проведення аналізу з деталізацією опитуваних за соціальними групами. Перед початком експертизи з кожним експертом проводився інструктаж, у процесі якого перед ними ставилося і роз'яснювалося завдання, пояснювалася мета та суть експертної оцінки.

Обробка результатів опитування має на увазі знаходження відносних частот кожного з варіантів відповідей експертів, отриманий масив упорядковувався в порядку зростання частот. Після цієї процедури варіанти відповідей ранжувалися відповідно до наступної шкали: від 0 до 50% – низька значимість показника; від 50 до 80% – середня значущість показника; від 80 до 100% – висока значущість показника. Результати експертної оцінки наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати експертної оцінки значущості впливу техніко-експлуатаційних показників транспортного процесу на продуктивність автомобіля під час перевезення технологічних вантажів

Найменування показника	Значимість показника за видами технологічних вантажів			Примітка
	Металургійні шлаки на відвалі	Зневоднені та рідкі шлами	Тарноштучні вантажі	
1. Маса вантажу, що переміщується навантажувальною машиною за цикл	Низька	Низька	Низька	Параметри вантажного обладнання закладаються на етапі проектування технологічного процесу
2. Вид маршруту	Середня	Низька	Висока	Визначається видом вантажу та плануванням промислового майданчика
3. Число їздок в обороті	Низька	Низька	Висока	Складно керований при перевезенні технологічних відходів
4. Довжина пробігу за оборот	Висока	Висока	Середня	Визначається плануванням промислового майданчика та розвиненістю його автодорожньої мережі

5. Час навантаження-розвантаження	Низька	Низька	Низька	Визначається часом циклу вантажної машини, співвідношенням кількості вантажу, що переміщується за цикл, числом вантажних місць та місткістю автомобіля
6. Довжина пробігу з вантажем у обороті	Низька	Низька	Низька	Залежить від обраної схеми маршрутної мережі
7. Наявність складних погодних умов	Низька	Низька	Низька	Розглядаються металургійні підприємства всіх кліматичних зон
8. Наявність на автомобілі засобів захисту вантажу	Низька	Низька	Низька	Тільки при виїзді на дороги загального користування
9. Зволоженість шлаку (зневодненого шламу)	Низька	Низька	Низька	У літній період (при опадах та охолодженні гарячого шлаку гідромоніторами)
10. Простої на лінії	Висока	Висока	Низька	Об'єктом оптимізації є не регламентованні простої
11. Тип автомобіля	Висока	Висока	Середня	Визначається випускним модельним рядом на заводах-виробниках, а також інвестиційною програмою перевізника на оновлення автопарку
12. Вантажопідйомність автомобіля	Висока	Висока	Середня	Визначається типом автомобіля з урахуванням способів збільшення місткості кузова
13. Плановий обсяг перевезень за зміну	Низька	Низька	Низька	Залежить від динаміки випуску готової продукції
14. Число оборотів за зміну	Низька	Низька	Низька	Визначається часом у наряді та тривалістю оборотного рейсу
15. Наявність перешкод руху (снігові замети, погане дорожнє покриття та ін.)	Низька	Низька	Низька	Приймається задовільний стан дорожнього покриття та своєчасність снігоборотьби
16. Час у наряді	Низька	Висока	Низька	Визначається графіком роботи виробничих об'єктів замовника

17. Підготовленість навантажувального фронту	Низька	Низька	Низька	Приймається задовільний стан навантажувальних фронтів
18. Кількість вантажу в автомобілі	Низька	Низька	Висока	При перевезенні металургійного шлаку та шлаків, завантаження автомобіля здійснюється в повному обсязі з урахуванням його конструктивних особливостей
19. Технічна швидкість руху	Низька	Низька	Низька	По території промислового майданчика не більше 45 км/год, по території кар'єрів та лужних відвалів – не більше 30 км/год
20. Тривалість обідньої перерви	Низька	Низька	Низька	При чотирибригадному графіку роботи – 30 хв., в інших випадках 45-60 хв. Визначається колективним договором
21. Частка пробігу з вантажем у обороті	Висока	Низька	Низька	Має визначальний вплив на продуктивність, що вимірюється в тонно-кілометрах

На розгляд приймалися показники, що мають середню та високу значущість. Далі в роботі приймалося, що вони визначають вплив на продуктивність автомобілів. Залежно від виду технологічного вантажу, що перевозиться, такими показниками є:

Металургійні шлаки на відвалі:

- вид маршруту;
- довжина пробігу за оборот;
- частка пробігу з вантажем у обороті;
- тип автосамоскида;
- вантажопідйомність автосамоскида;
- простої на лінії;

Зневоднені та рідкі шлами:

- час у наряді;

- довжина пробігу за оборот;
- тип шламовоза чи автоцистерни;
- вантажопідйомність шламовоза чи автоцистерни;
- простої на лінії;

Тарно-штучні вантажі:

- вид маршруту;
- довжина пробігу за оборот;
- тип універсального (бортового) автомобіля;
- вантажопідйомність універсального автомобіля;
- кількість вантажу в універсальному автомобілі;
- число їздок у обороті.

Для подальшого математичного моделювання потрібно було визначити кількісні вимірювачі та якісні характеристики вибраних техніко-експлуатаційних параметрів транспортного процесу. Вид маршруту (маятниковий або кільцевий) має визначальний вплив на продуктивність автомобілів, задіяних на перевезенні металургійних шлаків. Перевезення тарно-штучних вантажів на металургійному підприємстві може здійснюватися як маятниковими, так і розвізними, а також кільцевими маршрутами, що також необхідно враховувати в розрахунках. При перевезенні зневоднених і рідких шлаків спеціалізований автомобіль-шламовоз переміщається тільки маятниковим маршрутом, тому вид маршруту на таких перевезеннях при побудові залежностей, що шукаються, значення не має.

Іншим техніко-експлуатаційним показником, виділеним експертами як визначальний продуктивність автомобіля фактор, є час у наряді. Цей показник відіграє вирішальну роль при розрахунку продуктивності автомобілів у тонах перевезеного вантажу за період часу, що характерно для роботи спеціалізованого автомобіля-шламовоза. Продуктивність універсального автомобіля також вимірюється в тонах перевезених тарно-штучних вантажів за зміну. Проте дослідженнями було встановлено, що визначальний вплив на продуктивність універсального автомобіля має не стільки час у наряді, скільки кількість їздок за оборот, що також необхідно врахувати у розрахунках.

Шлакопереробка вимагає виконання великого обсягу транспортної роботи, пов'язаної з вивезенням остиглого шлаку з ям для прийому гарячих шлаків у відвали з шлаковозних ковшів на залізничному ходу з подальшим перевезенням шлаків між усередненими складами і до переробних заводів у межах підприємства. Довжина зворотного рейсу під час перевезення шлаків на шлакових відвалах рідко перевищує 5-7 км. Для зручності розрахунку та візуалізації одержаних результатів моделювання залежностей з перевезення шлаків проводилися з кроком 1,2 км.

Загальноприйнятою кількісною характеристикою частки пробігу автосамоскида зі шлаком за оборот є коефіцієнт використання пробігу. При такому перевезенні організувати зворотне завантаження автосамоскида неможливо, що обумовлено особливостями проектування гірничотехнічної системи шлакових відвалів, тому максимальне значення даного показника в розрахунках було прийнято 0,9. Крім максимальної межі коефіцієнта використання пробігу, моделювання проводилося для його значень 0,5 – у разі маятникових маршрутів, а також 0,7 – у разі кільцевого маршруту з двома їздками. Перевезення металургійних шлаків на відвалі збірно-розвізними маршрутами технологічно неможливе.

Перевезення зневоднених та рідких шлаків пов'язане з їх переміщенням від місць накопичення у виробничих підрозділах металургійного підприємства до місць утилізації чи поховання. Довжина обороту у цьому випадку може досягати 30 км. Основна частина тарно-штучних вантажів перевозиться зі складів підготовки виробництва, розташованих на території промислового майданчика металургійного підприємства, до приймальних складів його виробничих та допоміжних підрозділів. Крім того, між цехами здійснюється переміщення різних товарно-матеріальних цінностей технологічного призначення та обладнання (нового, несправного на відновлення та відновленого). Відстань заводських перевезень тарно-штучних вантажів варіюється в досить широкому діапазоні і в ряді випадків може досягати 50 км. Для зручності розрахунків максимальна межа моделювання перевезення цих вантажів була прийнята 30 км. Як у разі перевезення шлаків усіх видів, так і при перевезенні тарно-штучних вантажів, крок моделювання становив 5 км.

Тип і вантажопідйомність автомобіля входить до показників, що визначають

його продуктивність на перевезеннях технологічних вантажів усіх видів, що розглядаються в цій роботі. На перевезенні металургійних шлаків застосовуються великовантажні автосамоскиди, на перевезення зневоднених шлаків – шламовози автосамосвального типу, на перевезенні рідких шлаків – автомобільні цистерни, включаючи причіпний рухомий склад (напівпричепи), на перевезенні тарно-штучних вантажів – одиничні універсальні автомобілі та бортові автопоїзди.

Вантажопідйомність автомобіля визначається його типом. Аналіз практичного досвіду показує, що на внутрішньозаводських перевезеннях технологічних вантажів металургійного підприємства знаходить широке застосування наступний модельний ряд, прийнятий у подальших розрахунках:

- металургійні шлаки: БЕЛАЗ-7540 – 30 т, SHACMAN X3000 – 25 т, КАМАЗ-6520 – 20 т;
- зневоднені шлами: БЕЛАЗ-7540 – 30 т, МАЗ-6501В5 – 20,9 т, КАМАЗ-55111-15 – 13 т;
- рідкі шлами: ТЦ-13 – 14 т (напівпричеп), КО-507А-2 – 9,2 т, КО-510К – 3,74 т;
- тарно-штучні вантажі: МАЗ-9758-12 – 20 т (напівпричеп), КАМАЗ – 53215 – 11 т, КАМАЗ-4308 – 5,5 т, ГАЗ-3302 – 1,5 т.

Експертами було вказано, що такий показник, як фактична кількість вантажу в транспортному засобі, визначає продуктивність тільки універсального автомобіля, задіяного на перевезенні тарно-штучних вантажів. Завантаження автосамоскида металургійним шлаком, а також спеціалізованого автомобіля-шламовоза здійснюється на 100%. Виключення складає завантаження автоцистерн-напівпричепів рідкими шламами, де коефіцієнт використання вантажопідйомності дещо нижчий, що пов'язано з їх конструктивними особливостями. Однак навіть у цьому випадку здійснюється максимальне завантаження рухомого складу.

Слід зазначити, що коефіцієнт статичного використання вантажопідйомності універсального автомобіля залежить від розміщення тарно-штучного вантажу в кузові та способу його кріплення. Загальноприйнятою кількісною характеристикою цього показника є коефіцієнт статичного використання вантажопідйомності.

У науковій літературі пропонується широкий вибір способів збільшення кое-

фіцієнта використання вантажопідйомності автомобілів, пов'язаних з укрупненням вантажних місць (пакуванням, палетуванням), стандартизацією тари та упаковки для збільшення кількості вантажу в кузові транспортного засобу, з використанням багатоярусного завантаження та підвищення внутрішнього обсягу вантажного відсіку. Моделювання досліджуваних залежностей проводилося з урахуванням кроку зміни величини коефіцієнта статичного використання вантажопідйомності бортового автомобіля, що дорівнює 0,25, при мінімальному значенні 0,5, максимальному – 1,0.

Збільшення простоїв на лінії призводить до зниження продуктивності вантажного автомобіля за зміну. Особливий негативний вплив на продуктивність автомобілів мають простої, не пов'язані з виконанням безпосередньо вантажно-розвантажувальних робіт, а зумовлені різними організаційними причинами, продиктованими очікуванням початку робіт, виконанням позначки замовника в шляховому листі (у разі паперового документообігу), очікуванням огляду автомобіля на контрольно-пропускному пункті службою безпеки замовника, іншими нерегламентованими простоями.

Разом з тим, експерти виділили простої на лінії як фактор, що визначає продуктивність автомобіля лише при перевезенні металургійних шлаків на відвалі та шламі. До факторів, що визначають продуктивність автомобіля при перевезенні тарно-штучних вантажів, простої на лінії не потрапили. Це пояснюється насамперед тим, що робота автосамоскидів на шлакових відвалах або автомобілів-шламовозів практично виключає будь-які простої, крім технологічно необхідних простоїв вантажно-розвантажувальними операціями, за винятком простоїв, пов'язаних з несправністю вантажно-розвантажувального обладнання.

Тому простої рухомого складу на лінії, що перевищують норми простою рухомого складу під технологічними операціями транспортного процесу, встановлені на металургійному підприємстві, є першочерговим об'єктом оптимізації. Кількісною характеристикою цього фактора є запропонований коефіцієнт втрати перевізної спроможності автомобільного парку від простоїв на лінії $L_{пр.}$, розрахунок якого пропонується проводити за формулою (2.20). Моделювання проводилося з урахуванням

кроку зміни величини $L_{пр} = 0,25$, за мінімального значення 0,1, максимального – 0,6.

При перевезенні тарно-штучних вантажів техніко-експлуатаційним показником, що більшою мірою визначає продуктивність автомобіля за зміну, ніж простої на лінії, є кількість їздок в обороті, оскільки роботу універсального автомобіля можна організувати за збірно-розвізним або кільцевим маршрутом. Це забезпечує, на думку експертів, великі резерви продуктивності, оскільки можна використовувати автомобіль великої вантажопідйомності, консолідуючи в ньому вантажі кількох замовників або обслуговуючи одним автомобілем за оборотний рейс кількох замовників. І в тому, і в іншому випадку автомобіль здійснюватиме за оборотний рейс більше однієї їздки, що суттєво підвищить його продуктивність за зміну.

Кількісна та якісна характеристика техніко-експлуатаційних показників, що визначають продуктивність автомобіля при перевезенні технологічних вантажів, наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Кількісна та якісна характеристика техніко-експлуатаційних показників, що визначають продуктивність автомобіля під час перевезення технологічних вантажів

Найменування вантажу	Розглянуті техніко-експлуатаційні показники		Параметри моделювання
	Найменування	Кількісна або якісна характеристика	
Металургійні шлаки на відвалі	Вид маршруту	Маятниковий, кільцевий з двома їздками маршрути	-
	Довжина пробігу за оборот	Довжина пробігу $l_{об}$, км	Межі зміни 1,2 км – 7,2 км. Крок моделювання – 1,2 км
	Частка пробігу з вантажем у обороті	Коефіцієнт використання пробігу за оборот $\beta_{об}$	Межі зміни 0,5 – 0,9. Крок моделювання – 0,2
	Тип, вантажопідйомність автосамоскида	БЕЛАЗ-7540, 30 т	-
		SHACMAN X3000, 25 т	-
		КАМАЗ-6520, 20 т	-
	Простої на лінії	Коефіцієнт втрати перевізної спроможності автомобільного парку від простоїв на лінії $L_{пр}$	Межі зміни 0,1 - 0,6. Крок моделювання - 0,25
	Час в наряді	Час у наряді T_n при однобригадному графіку 8 год, при дво- та чотирибригадних графіки – 12 год	-

Зневоднені шлами	Довжина пробігу за оборот	Довжина пробігу $l_{об.}$, км	Межі зміни 5 км – 30 км. Крок моделювання – 5 км
	Тип, вантажопідйомність автомобіля-шламовоза	БЕЛАЗ-7540, 30 т	-
		МАЗ-6501В5, 20,9 т	-
		КАМАЗ-55111-15, 13 т	-
	Простої на лінії	Коефіцієнт втрати перевізної спроможності автомобільного парку від простоїв на лінії $L_{пр.}$	Межі зміни 0,1 - 0,6. Крок моделювання – 0,25
Рідкі шлами	Час в наряді	Час в наряді T_n при однобригадному графіку 8 год, дво- та чотирибригадних графіки – 12 год	-
	Довжина пробігу за оборот	Довжина пробігу $l_{об.}$, км	Межі зміни 5 км – 30 км. Крок моделювання – 5 км
	Тип, вантажопідйомність автоцистерни-шламовоза	ТЦ-13 (напівпричіп), 14 т	-
		КО-507А-2, 9,2 т	-
		КО-510К, 7,74 т	-
	Простої на лінії	Коефіцієнт втрати перевізної спроможності автомобільного парку від простоїв на лінії $L_{пр.}$	Межі зміни 0,1 - 0,6. Крок моделювання - 0,25
Тарноштучні вантажі	Вид маршруту	Маятниковий, розвізний для сумісних вантажів, кільцевий маршрути	-
	Довжина пробігу за оборот	Довжина пробігу $l_{об.}$, км	Межі зміни 5 км – 30 км. Крок моделювання – 5 км
	Тип, вантажопідйомність універсального автомобіля	Півпричіп бортовий, 20 т	-
		КАМАЗ-53215, 11 т	-
		КАМАЗ-4308, 5,5 т	-
		ГАЗ-3302, 1,5 т	-
	Кількість вантажу в універсальному автомобілі	Коефіцієнт статичного використання вантажопідйомності γ_c	Межі зміни 0,5 - 1,0. Крок моделювання – 2,5
	Число їздок в обороті	Число їздок в обороті n_c	Межі зміни 1 – 4. Крок моделювання – 1

На основі запропонованих кількісних та якісних характеристик, виявлених експертним шляхом техніко-експлуатаційних показників транспортного процесу, проводиться моделювання продуктивності автомобілів та собівартості перевезень технологічних вантажів за прийнятими параметрами. За підсумками моделювання будуються шукані залежності.

3.2 Математичне моделювання впливу техніко-експлуатаційних параметрів транспортного процесу на продуктивність та собівартість перевезень технологічних вантажів металургійного підприємства

3.2.1 Перевезення металургійних шлаків на відвалі

Залежності продуктивності автосамоскидів та собівартості перевезень металургійних шлаків на відвалі моделюються на основі вихідних даних, наведених у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Вихідні дані для моделювання

Показник	Тип автосамоскида		
	БЕЛАЗ-7540	SHACMAN X3000	КАМАЗ-6520
Вантажопідйомність, т	30	25	20
Місткість кузова (з нашивками), м ³	19	25	20
Технічна швидкість, км/год	30		
Час маневрування на розвантаженні, хв	0,7	0,91	
Час розвантаження, хв	1	4,5	
Простій у черзі на навантаженні, хв	1,1		
Час маневрування на завантаженні, хв	0,5		
Тип вантажної машини	Екскаватор ЕКГ-5		
Час циклу вантажної машини, с	23		
Місткість ковша, м ³	5		
Коефіцієнт наповнюваності ковша	0,85		
Насипна щільність вантажу, т/м ³	2,8		
Час у вбранні, год	12		
Графік роботи	Чотирибригадний		
Час обідньої перерви, год	0,5		
Час на нульові пробіги, год/змінa	1		
Собівартість години експлуатації, грн.	1878,6	1038,1	

Розрахункові формули, що використовуються для моделювання, наведені нижче з урахуванням позначень формул, представлених у п. 2.2. Продуктивність автосамоскида в тонно-кілометрах за зміну визначається за формулами:

- маятниковий маршрут:

$$P_{\text{зм}} = Q_{\text{зм}} \cdot l_{\text{в}} \cdot \quad (3.1)$$

де $Q_{зм}$ – об'єм перевезень автосамоскида за зміну, т-км,

- кільцевий маршрут із двома їздками:

$$P_{зм} = Q_{зм1} \cdot l_{e1} + Q_{зм2} \cdot l_{e2}, \quad (3.2)$$

де $Q_{зм1}$, $Q_{зм2}$ – обсяг перевезень автосамоскида за зміну відповідно на 1-й та 2-й їздках за оборот, т;

l_{e1} , l_{e2} – відповідно довжина 1-ї та 2-ї їздки за оборот, км.

Обсяг перевезень автосамоскида за зміну визначається за формулами:

- маятниковий маршрут:

$$Q_{зм} = q_n^{n/c} \cdot n_{об}, \quad (3.3)$$

- кільцевий маршрут із двома їздками:

$$Q_{зм} = 2 \cdot q_n^{n/c} \cdot n_{об}. \quad (3.4)$$

Число оборотів автосамоскида на маршруті за зміну визначається за формулою

$$n_{об} = \frac{T_n - T_{об} - t_0}{t_{об} \cdot (1 + L_{пр})}, \quad (3.5)$$

де $T_{об}$ – час обідньої перерви, год.

Час обороту розраховується за формулами:

- маятниковий маршрут:

$$t_{об} = \frac{t_{мн} + t_{он} + t_n + t_{мр} + t_p}{60} + t \quad (3.6)$$

де $t_{мн}$ – час маневрування на завантаженні, хв;

$t_{он}$ – простий у черзі на завантаження, хв;

t_n – час навантаження, хв;

$t_{мр}$ – час маневрування на розвантаження, хв;

t_p – час розвантаження, хв;

- t – час автосамоскида в русі за оборот, год;
 - кільцевий маршрут із двома їздками:

$$t_{\text{об.}} = \frac{2 \cdot (t_{\text{м.п.}} + t_{\text{о.п.}} + t_{\text{п.}} + t_{\text{м.р.}} + t_{\text{р.}})}{60} + t \quad (3.7)$$

Час навантаження визначається за формулою

$$t_{\text{п.}} = \frac{t_{\text{ц.}} \cdot q_{\text{п.}}^{n/c}}{60 \cdot Q_{\text{к.}} \cdot \gamma_{\text{к.}} \cdot \rho}, \quad (3.8)$$

де $t_{\text{ц.}}$ – час циклу вантажної машини, с;

$Q_{\text{к.}}$ – місткість ковша, м^3 ;

$\gamma_{\text{к.}}$ – коефіцієнт наповнюваності ковша;

ρ – насипна щільність вантажу, $\text{т}/\text{м}^3$.

Час автосамоскида в русі за оборот визначається за формулою

$$t = \frac{l_{\text{об.}}}{V_{\text{т.}}} \quad (3.9)$$

Пробіг автосамоскида за оборот визначається за формулою

$$l_{\text{об.}} = \frac{l_{\text{об.}}}{\beta_{\text{об.}}} \quad (3.10)$$

Результати моделювання продуктивності автосамоскида за зміну наведено у додатках. За підсумками моделювання було побудовано шукану залежність, наведену на рис. 3.1.

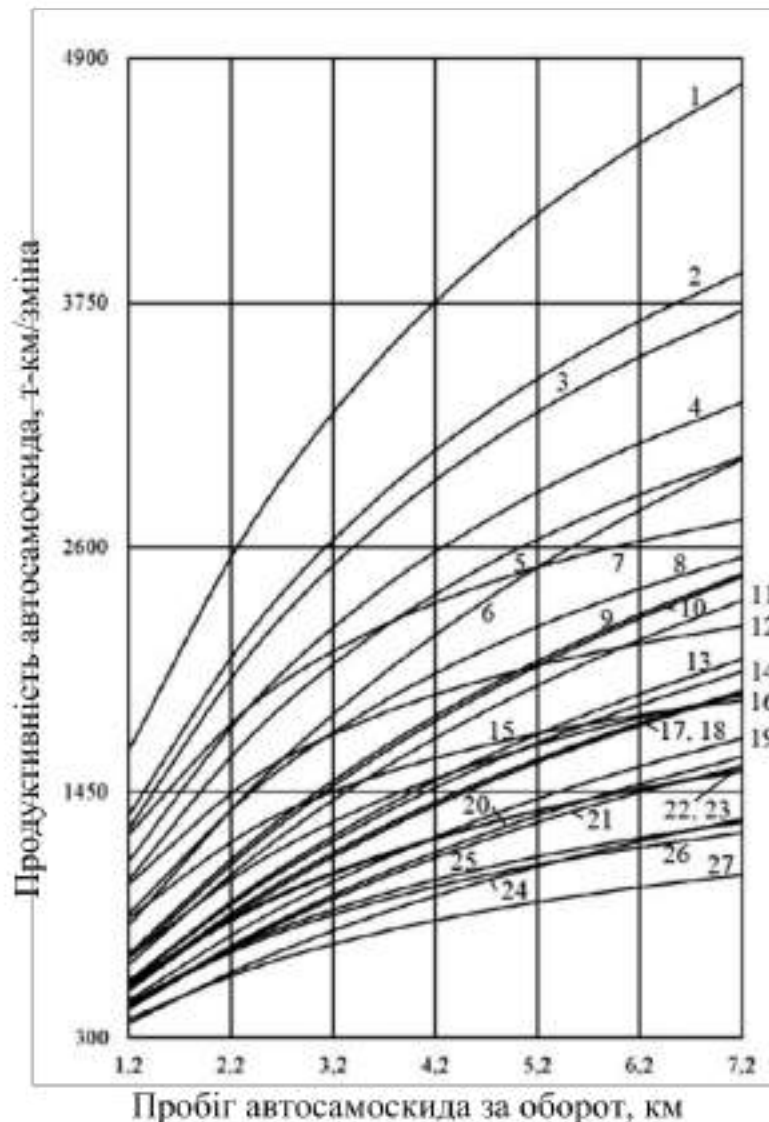
Собівартість перевезень металургійних шлаків на відвалі визначається за формулою

$$C = \frac{(T_{\text{п.}} - T_{\text{об.}}) \cdot C_{\text{т.}}}{P_{\text{зм.}}} \quad (3.11)$$

де $C_{\text{т.}}$ – собівартість години експлуатації автотransпортного засобу розгляну-

того типу, грн./год.

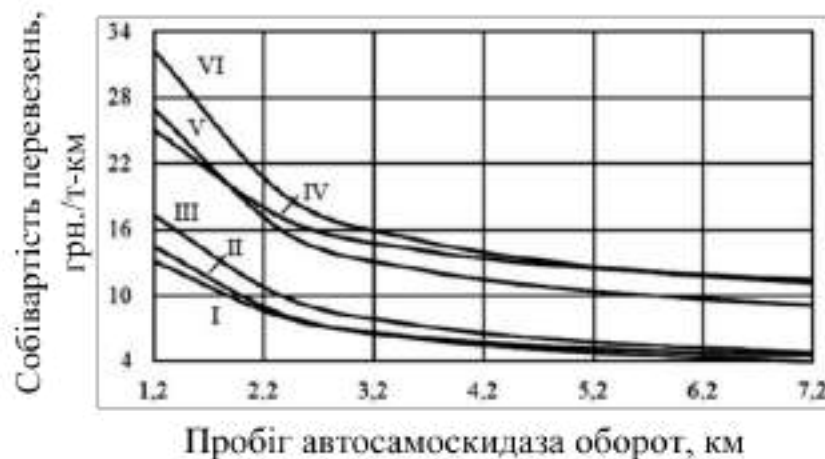
За підсумками моделювання було побудовано шукану залежність, наведену на рис. 3.2.



Пробіг автосамоскида за оборот, км

1 - БЕЛАЗ-7540 ($\beta = 0,9$; $L_{np} = 0,1$); 2 - БЕЛАЗ-7540 ($\beta = 0,9$; $L_{np} = 0,35$); 3 - БЕЛАЗ-7540 ($\beta = 0,7$; $L_{np} = 0,1$); 4 - БЕЛАЗ-7540 ($\beta = 0,9$; $L_{np} = 0,6$); 5 - БЕЛАЗ-7540 ($\beta = 0,7$; $L_{np} = 0,35$); 6 - SHACMAN ($\beta = 0,9$; $L_{np} = 0,1$); 7 - БЕЛАЗ-7540 ($\beta = 0,5$; $L_{np} = 0,1$); 8 - БЕЛАЗ-7540 ($\beta = 0,7$; $L_{np} = 0,6$); 9 - КАМАЗ-6520 ($\beta = 0,9$; $L_{np} = 0,1$); 10 - SHACMAN ($\beta = 0,9$; $L_{np} = 0,35$); 11 - SHACMAN ($\beta = 0,7$; $L_{np} = 0,1$); 12 - БЕЛАЗ-7540 ($\beta = 0,5$; $L_{np} = 0,35$); 13 - SHACMAN ($\beta = 0,9$; $L_{np} = 0,6$); 14 - КАМАЗ-6520 ($\beta = 0,9$; $L_{np} = 0,35$); 15 - БЕЛАЗ-7540 ($\beta = 0,5$; $L_{np} = 0,6$); 16 - SHACMAN ($\beta = 0,5$; $L_{np} = 0,1$); 17 - КАМАЗ-6520 ($\beta = 0,7$; $L_{np} = 0,1$); 18 - SHACMAN ($\beta = 0,7$; $L_{np} = 0,35$); 19 - КАМАЗ-6520 ($\beta = 0,9$; $L_{np} = 0,6$); 20 - SHACMAN ($\beta = 0,7$; $L_{np} = 0,6$); 21 - КАМАЗ-6520 ($\beta = 0,7$; $L_{np} = 0,35$); 22 - КАМАЗ-6520 ($\beta = 0,5$; $L_{np} = 0,1$); 23 - КАМАЗ-6520 ($\beta = 0,7$; $L_{np} = 0,6$); 24 - SHACMAN ($\beta = 0,5$; $L_{np} = 0,35$); 25 - SHACMAN ($\beta = 0,5$; $L_{np} = 0,6$); 26 - КАМАЗ-6520 ($\beta = 0,5$; $L_{np} = 0,35$); 27 - КАМАЗ-6520 ($\beta = 0,5$; $L_{np} = 0,6$)

Рисунок 3.1 – Залежність продуктивності автосамоскидів під час перевезення металургійних шлаків на відвалі від техніко-експлуатаційних параметрів транспортного процесу



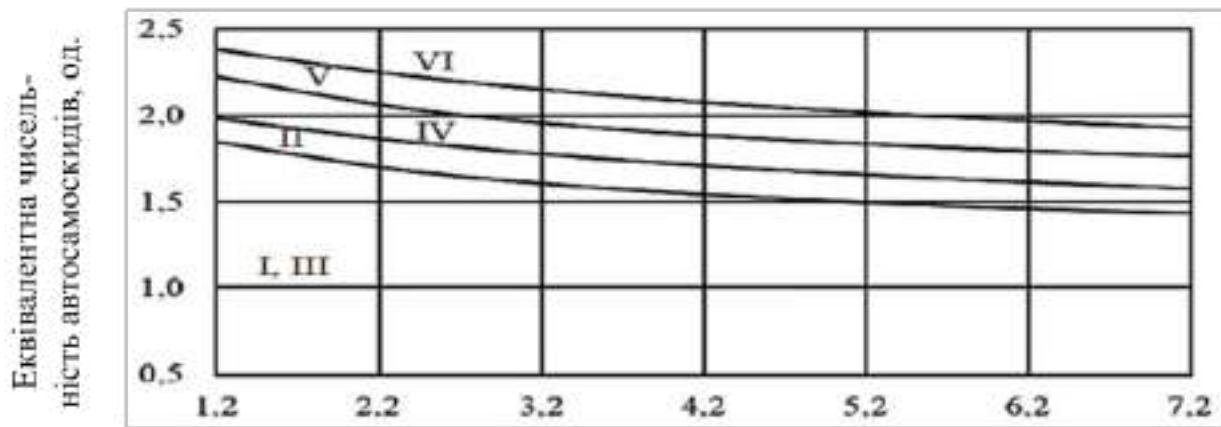
Пробіг автосамоскида за оборот, км
 I - БЕЛАЗ-7540 (max); II - SHACMAN (max); III - БЕЛАЗ-7540 (min); IV - КАМАЗ-6520 (max);
 V - SHACMAN (min); VI - КАМАЗ-6520 (min)
 Рисунок 3.2 – Залежність собівартості перевезень металургійних шлаків на відвалі від техніко-експлуатаційних параметрів транспортного процесу

Для зручності оперативного управління перевізною спроможністю автопарку було встановлено залежність еквівалентної чисельності автомобілів від техніко-експлуатаційних параметрів транспортного процесу. Цей інструмент забезпечує формування робочого автопарку на об'єкті замовника з урахуванням балансу наявності (відсутності) справних автомобілів того чи іншого типу. Розрахунок еквівалентної чисельності автосамоскидів i -го типу визначається відношенням його продуктивності за зміну до продуктивності автосамоскида за зміну того типу, що забезпечує в аналогічних умовах максимальне її значення. З даних в додатках випливає, що при порівнянні максимальну продуктивність за зміну при перевезенні шлаку забезпечує автосамоскид БЕЛАЗ-7540:

$$N_i = \frac{P_{\text{зм},i}}{P_{\text{зм}}^{\text{БЕЛАЗ-7540}}} \quad (3.12)$$

За підсумками моделювання було побудовано шукану залежність, наведену на рис. 3.3.

Використання наведених на рис. 3.1-3.3 залежностей забезпечує підвищення продуктивності автосамоскидів при перевезенні металургійного шлаку на відвалах без збільшення собівартості перевезень.



Пробіг автосамоскида за оборот, км

I - БЕЛАЗ-7540 (max); II - SHACMAN (max); III - БЕЛАЗ-7540 (min);

IV - КАМАЗ-6520 (max); V - SHACMAN (min); VI - КАМАЗ-6520 (min)

Рисунок 3.3 – Залежність еквівалентної чисельності автосамоскидів при перевезенні металургійних шлаків на відвалі від техніко-експлуатаційних параметрів транспортного процесу

3.2.2 Перевезення зневоднених шламів

Залежності продуктивності автосамоскидів-шламовозів та собівартості перевезень зневоднених шламів моделюються на основі вихідних даних, наведених у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Вихідні дані для моделювання

Показник	Тип автосамоскида-шламовоза		
	БЕЛАЗ-7540	МАЗ-6501В5	КАМАЗ-55111-15
Зневоднені шлами			
Вантажопідйомність, т	30	20,9	13
Місткість кузова (з нашивками), м ³	19	15,4	10
Технічна швидкість, км/год	45		
Час маневрування на розвантаженні, хв	2	3	
Час розвантаження, хв	6	17	
Простій у черзі на навантаженні, хв	0		
Час маневрування на завантаженні, хв	1,1		
Тип вантажної машини	Мостовий грейферний кран		
Час циклу вантажної машини, с	100		
Місткість ковша, м ³	1,5		
Коефіцієнт наповнюваності ковша	0,83		
Насипна щільність вантажу, т/м ³	1,83		

Час у вбранні, год	12 / 8		
Графік роботи	Чотирибригадний / Однобригадний		
Час обідньої перерви, год	1		
Час на нульові пробіги, год/зміна	1		
Коефіцієнт використання пробігу за оборот	0,5		
Число контрольно-пропускних пунктів у шляхи прямування за оборот, шт.	4		
Середня тривалість огляду на контрольно-пропускному пункті, хв	1	5,5	
Собівартість години експлуатації, грн.	1878,6	1038,1	1000,0

Продуктивність автосамоскида в тонах за зміну визначається за формулою

$$Q_{зм} = q_n^{a/c} \cdot n_{об}, \quad (3.13)$$

де $q_n^{a/c}$ – номінальна вантажопідйомність автосамоскида-шламовоза, т;

$n_{об}$ – число оборотів автосамоскида-шламовоза за зміну, об.

Число оборотів автосамоскида-шламовоза на маршруті за зміну визначається за формулою (3.5).

Час обороту розраховується за формулою

$$t_{об} = \frac{t_{мп} + t_{оп} + t_n + t_{мр} + t_p + n_{кпп} \cdot t_{кпп}}{60} + t \quad (3.14)$$

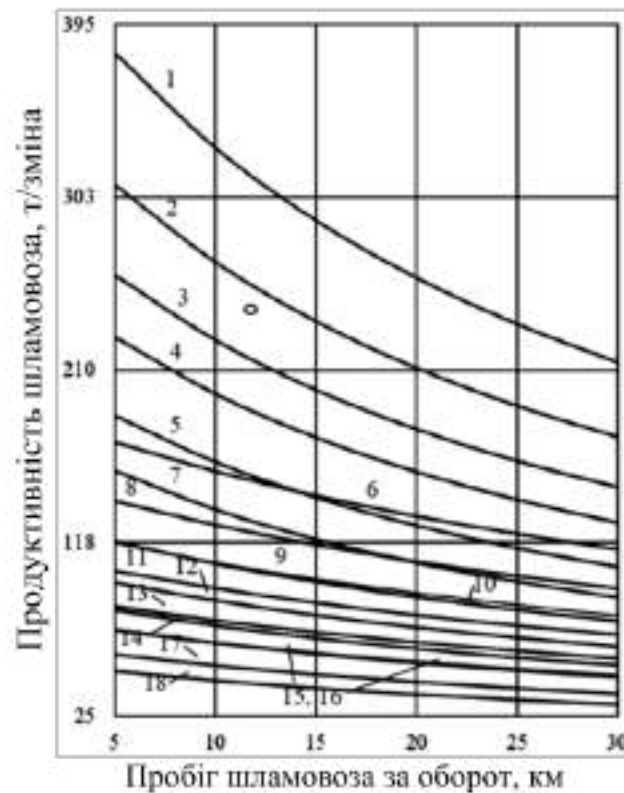
де $n_{кпп}$ – число контрольно-пропускних пунктів в дорозі автосамосвала-шламовоза за оборот, од.;

$t_{кпп}$ – середня тривалість огляду на контрольно-пропускному пункті, хв.

Час навантаження визначається за такою формулою (3.8). Час автосамоскида-шламовоза в русі за оборот визначається за формулою (3.9). Результати моделювання продуктивності автосамоскидів-шламовозів за зміну показано на рис. 3.4.

Собівартість перевезень зневоднених шламів визначається за формулою (3.11). За результатами моделювання побудовано шукану залежність (рис. 3.5).

Еквівалентна чисельність автосамоскидів-шламовозів визначається за формулою (3.12), шукана залежність наведена на рис. 3.6.



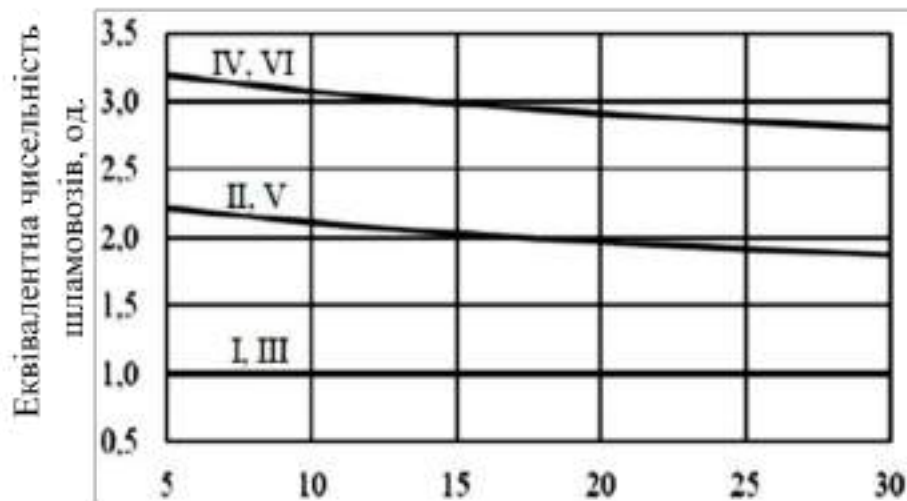
1 – БЕЛАЗ-7540 ($T_H = 12$ год; $L_{np} = 0,1$); 2 – БЕЛАЗ-7540 ($T_H = 12$ год; $L_{np} = 0,35$); 3 – БЕЛАЗ-7540 ($T_H = 12$ год; $L_{np} = 0,6$); 4 – БЕЛАЗ-7540 ($T_H = 8$ год; $L_{np} = 0,1$); 5 – БЕЛАЗ-7540 ($T_H = 12$ год; $L_{np} = 0,35$); 6 – МАЗ-6501В5 ($T_H = 12$ год; $L_{np} = 0,1$); 7 – БЕЛАЗ-7540 ($T_H = 8$ год; $L_{np} = 0,6$); 8 – МАЗ-6501В5 ($T_H = 12$ год; $L_{np} = 0,35$); 9 – МАЗ-6501В5 ($T_H = 12$ год; $L_{np} = 0,6$); 10 – КАМАЗ-55111-15 ($T_H = 12$ год; $L_{np} = 0,1$); 11 – МАЗ-6501В5 ($T_H = 8$ год; $L_{np} = 0,1$); 12 – КАМАЗ-55111-15 ($T_H = 12$ год; $L_{np} = 0,35$); 13 – МАЗ-6501В5 ($T_H = 8$ год; $L_{np} = 0,35$); 14 – КАМАЗ-55111-15 ($T_H = 12$ год; $L_{np} = 0,6$); 15 – КАМАЗ-55111-15 ($T_H = 8$ год; $L_{np} = 0,1$); 16 – МАЗ-6501В5 ($T_H = 8$ год; $L_{np} = 0,6$); 17 – КАМАЗ-55111-15 ($T_H = 8$ год; $L_{np} = 0,35$); 18 – КАМАЗ-55111-15 ($T_H = 8$ год; $L_{np} = 0,6$).

Рисунок 3.4 – Залежність продуктивності автосамоскидів-шламовозів під час перевезення зневоднених шламів від техніко-експлуатаційних параметрів транспортного процесу



I – БЕЛАЗ-7540 (max); II – МАЗ-6501В5 (max); III – БЕЛАЗ-7540 (min); IV – КАМАЗ-55111-15 (max); V – МАЗ-6501В5 (min); VI – КамАЗ-55111-15 (min)

Рисунок 3.5 – Залежність собівартості перевезень зневоднених шламів від техніко-експлуатаційних параметрів транспортного процесу



Пробіг шламовоза за оборот, км

I – БЕЛАЗ-7540 (max); II – МАЗ-6501В5 (max); III – БЕЛАЗ-7540 (min); IV – КАМАЗ-55111-15 (max); V – МАЗ-6501В5(min); VI – КАМАЗ -55111-15 (min)

Рисунок 3.6 – Залежність еквівалентної чисельності автосамоскидів-шламовозів від техніко-експлуатаційних параметрів транспортного процесу

Використання наведених на рис. 3.4-3.6 залежностей забезпечує підвищення продуктивності автосамоскидів-шламовозів при перевезенні зневоднених шламів без збільшення собівартості перевезень.

3.2.3 Перевезення рідких шламів

Залежність продуктивності автоцистерн-шламовозів та собівартість перевезень рідких шламів моделюються на основі вихідних даних, наведених у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Вихідні дані для моделювання

Показник	Тип автоцистерни		
	ТЦ-13	КО-507А-2	КО-510К
Вантажопідйомність, т	14	9,2	3,74
Місткість автоцистерни, м ³	11	7	3,25
Технічна швидкість, км/год	45		
Коефіцієнт статичного використання вантажопідйомності автоцистерни	0,85	1	
Час маневрування на розвантаженні, хв	4	2	
Час розвантаження, хв	42	36	18
Простій у черзі при навантаженні, хв	0		
Час маневрування на завантаженні, хв	1		

Тип вантажної машини	Смність-накопичувач		
Час наливу автоцистерни самопливом, хв	34	24	14
Відносна щільність вантажу, т/м ³	1,15		
Час у наряді, год	12 / 8		
Графік роботи	Чотирибригадний / Однобригадний		
Час обідньої перерви, год	1		
Час на нульові пробіги, год/зміна	1		
Коефіцієнт використання пробігу за оборот	0,5		
Число контрольно-пропускних пунктів в дорозі за оборот, шт.	4		
Середня тривалість огляду на контрольно-пропускному пункті, хв	5,5		
Собівартість години експлуатації, грн.	1000,0	1143,89	883,81

Продуктивність автосамоскида в тонах за зміну визначається за формулою

$$Q_{зм} = q_n^{a/n} \cdot \gamma_c \cdot n_{об}, \quad (3.15)$$

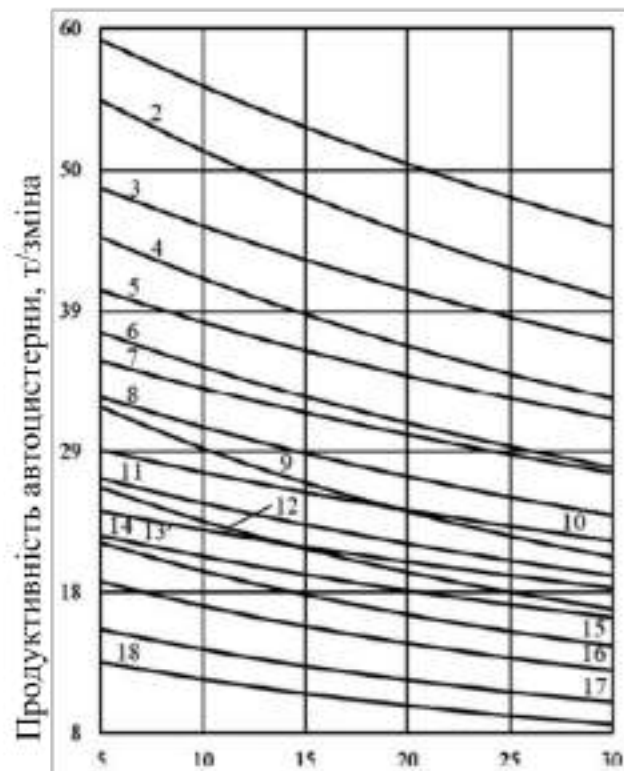
де $q_n^{a/n}$ – номінальна вантажопідйомність автоцистерни-шламовоза.

Число оборотів автоцистерни-шламовоза на маршруті за зміну, час автоцистерни в русі за оборот, час обороту визначаються відповідно до формул (3.5, 3.9, 3.14). Час наливу автоцистерни самопливом приймається з таблиці 3.5, шукана залежність наведена на рис. 3.7.

Собівартість перевезень рідких шламів визначається за формулою (3.11), шукана залежність наведена на рис. 3.8.

Еквівалентна чисельність автоцистерн-шламовозів визначається за формулою (3.12). Однак у порівнянних умовах максимальну продуктивність за зміну на перевезенні рідкого шламу забезпечує автоцистерна напівпричіп ТЦ-13, тому в знаменник формули (3.12) необхідно підставити змінну продуктивність цього транспортного засобу. Результати моделювання наведено на рис. 3.9.

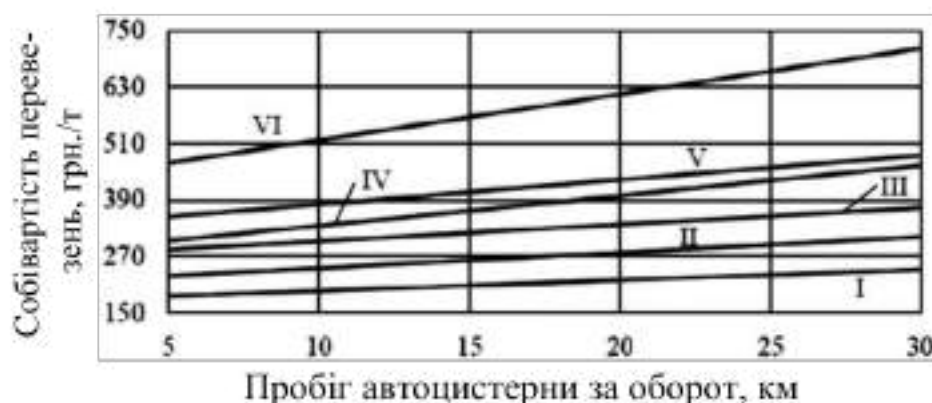
Використання наведених на рис. 3.7-3.9 залежностей забезпечує підвищення продуктивності автоцистерн-шламовозів під час перевезення рідких шламів без збільшення собівартості перевезень.



Пробіг автоцистерни за оборот, км

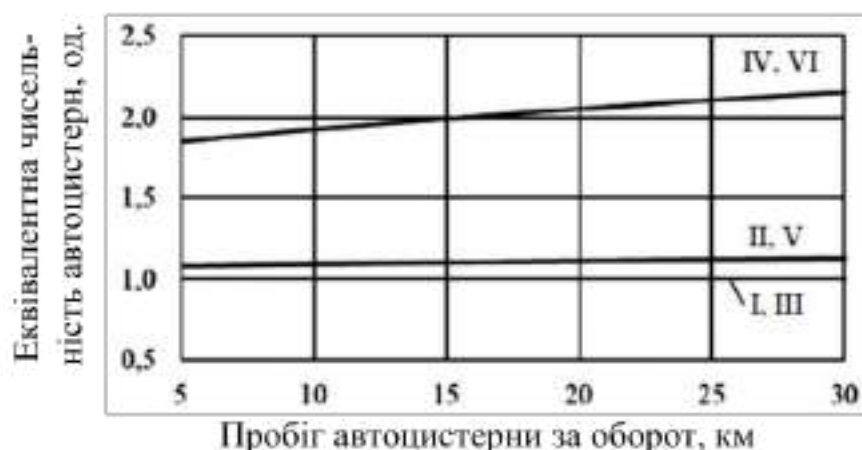
1 – ТЦ-13 ($T_H = 12$ год; $L_{пр.} = 0,1$); 2 – КО-507А-2 ($T_H = 12$ год; $L_{пр.} = 0,1$); 3 – ТЦ-13 ($T_H = 12$ год; $L_{пр.} = 0,35$); 4 – КО-507А-2 ($T_H = 12$ год; $L_{пр.} = 0,35$); 5 – ТЦ-13 ($T_H = 12$ год; $L_{пр.} = 0,6$); 6 – КО-507А-2 ($T_H = 12$ год; $L_{пр.} = 0,6$); 7 – ТЦ-13 ($T_H = 8$ год; $L_{пр.} = 0,1$); 8 – КО-507А-2 ($T_H = 8$ год; $L_{пр.} = 0,1$); 9 – КО-510К ($T_H = 12$ год; $L_{пр.} = 0,1$); 10 – ТЦ-13 ($T_H = 8$ год; $L_{пр.} = 0,35$); 11 – КО-507А-2 ($T_H = 8$ год; $L_{пр.} = 0,35$); 12 – КО-510К ($T_H = 12$ год; $L_{пр.} = 0,35$); 13 – ТЦ-13 ($T_H = 8$ год; $L_{пр.} = 0,6$); 14 – КО-507А-2 ($T_H = 8$ год; $L_{пр.} = 0,6$); 15 – КО-510К ($T_H = 12$ год; $L_{пр.} = 0,6$); 16 – КО-510К ($T_H = 8$ год; $L_{пр.} = 0,1$); 17 – КО-510К ($T_H = 8$ год; $L_{пр.} = 0,35$); 18 – КО-510К ($T_H = 8$ год; $L_{пр.} = 0,6$)

Рисунок 3.7 – Залежність продуктивності автоцистерн-шламовозів під час перевезення рідких шламів від техніко-експлуатаційних параметрів транспортного процесу



I – ТЦ-13 (max); II – КО-507А-2 (max); III – ТЦ-13 (min); IV – КО-510К (max); V – КО-507А-2 (min); VI – КО-510К (min)

Рисунок 3.8 – Залежність собівартості перевезень рідких шламів від техніко-експлуатаційних параметрів транспортного процесу



I – ТЦ-13 (max); II – КО-507А-2 (max); III – ТЦ-13 (min); IV – КО-510К (max); V – КО-507А-2 (min); VI – КО-510К (min)

Рисунок 3.9 – Залежність еквівалентної чисельності автоцистерн-шламовозів від техніко-експлуатаційних параметрів транспортного процесу

3.2.4 Перевезення тарно-штучних вантажів

Залежності продуктивності універсальних автомобілів та собівартості перевезень тарно-штучних вантажів моделюються на основі вихідних даних, наведених у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Вихідні дані для моделювання

Показник	Тип автомобіля			
	Бортовий напівпричіп	КАМАЗ-53215	КАМАЗ-4308	ГАЗ-3302
Вантажопідйомність, т	20	11	5,5	1,5
Технічна швидкість, км/год	45			
Час технологічних операцій з навантаження-розвантаження, хв/вантажне місце	1,12	1,77	2,73	6,67
Число вантажних місць у кузові (за наявності тенту), шт.	80	44	22	6
Середня тривалість очікування навантаження, включаючи оформлення документів, хв/їздка	20			
Середня тривалість очікування розвантаження, включаючи оформлення документів, хв/їздка	15			
Тип вантажної машини	Навантажувач вилковий			
Час у наряді, год	8			

Час обідньої перерви, год	1			
Час на нульові пробіги, год/зміна	1			
Число контрольно-пропускних пунктів у дорозі за оборот, шт.	4			
Середня тривалість огляду на контрольно-пропускному пункті, хв	15	9	7	5,5
Собівартість години експлуатації, грн.	1038,1	1000,0	883,81	550,0

Продуктивність універсального автомобіля в тонах за зміну визначається за формулами:

- маятниковий та кільцевий маршрути:

$$Q_{\text{зм}} = q_n^y \cdot n_c \cdot \gamma_c, \quad (3.16)$$

де n_c – число їздок в обороті, шт.;

- розвізний маршрут для сумісних вантажів:

$$Q_{\text{зм}} = q_n^y \cdot n_{\text{об}} \cdot \gamma_c. \quad (3.17)$$

Число оборотів універсального автомобіля на маршруті за зміну визначається за формулою (3.5). Час обороту розраховується за формулою

$$t_{\text{об}} = \frac{t_{\text{н-р}} + n_{\text{кпш}} \cdot t_{\text{кпш}}}{60} + t \quad (3.18)$$

Час навантаження-розвантаження універсального автомобіля за оборот визначається за формулами:

- маятниковий маршрут:

$$t_{\text{н-р}} = t_{\text{н-р}}^{\text{м}} \cdot n_{\text{м}} \cdot \gamma_c + t_{\text{об}} + t_{\text{ор}}, \quad (3.19)$$

де $t_{\text{н-р}}^{\text{м}}$ – час технологічних операцій на завантаження-розвантаження, хв/вантажне місце;

$n_{\text{м}}$ – число вантажних місць у кузові автомобіля, шт.;

$t_{\text{об}}$ – середня тривалість очікування навантаження, включаючи оформлення

документів, хв/оборот;

$t_{o.p}$ – середня тривалість очікування розвантаження, включаючи оформлення документів, хв/оборот;

- розвізний маршрут для сумісних вантажів:

$$t_{п-р} = t_{п-р}^M \cdot n_M \cdot \gamma_c + (t_{o.п} + t_{o.р}) \cdot n_c; \quad (3.20)$$

- кільцевий маршрут:

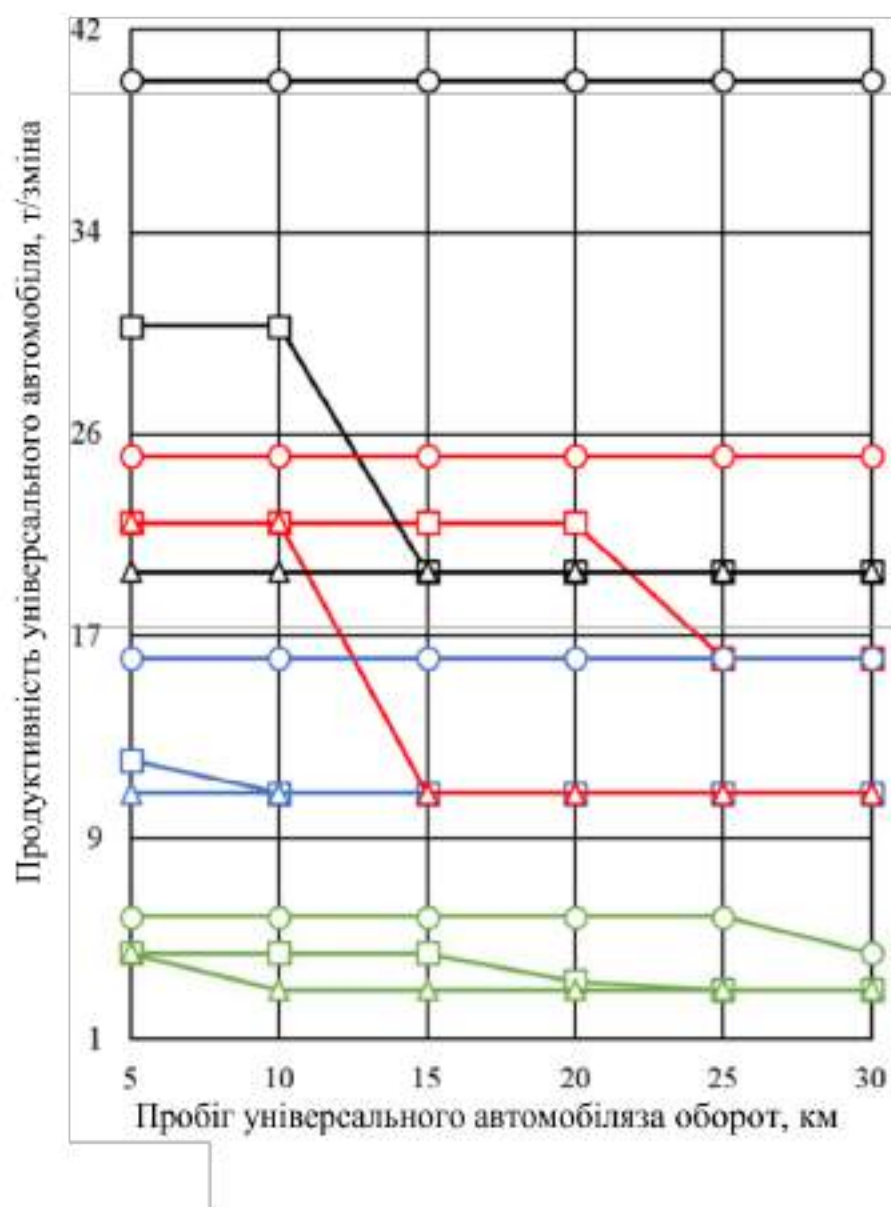
$$t_{п-р} = n_c \cdot (t_{п-р}^M \cdot n_M \cdot \gamma_c + t_{o.п} + t_{o.р}). \quad (3.21)$$

Час універсального автомобіля у русі за оборот визначається за формулою (3.9). За підсумками моделювання було побудовано шукану залежність, наведену на рис. 3.10. Собівартість перевезень тарно-штучних вантажів визначається за формулою (3.11). На основі результатів математичного моделювання побудовано шукану залежність (рис. 3.11).

Еквівалентна кількість універсальних автомобілів визначається за формулою (3.12). У порівнянних умовах максимальну продуктивність за зміну на перевезенні тарно-штучних вантажів забезпечує бортовий напівпричіп вантажопідйомністю 20 т, тому у знаменник формули (3.12) необхідно підставляти змінну продуктивність за цим транспортним засобом. Результати моделювання наведено на рис. 3.12.

На відміну від перевезення інших технологічних вантажів, при перевезенні тарно-штучних вантажів велике значення на продуктивність універсального автомобіля має простій під вантажно-розвантажувальними операціями. Оскільки за тривалістю ці простой можна порівняти з часом автомобіля в дорозі, отримані розрахункові залежності (див. рис. 3.10-3.12) мають ступінчасту, а не криволінійну форму, як на рис. 3.1-3.9.

Використання наведених на рис. 3.10-3.12 залежностей забезпечує підвищення продуктивності універсальних автомобілів при перевезенні тарно-штучних вантажів без збільшення собівартості перевезень.



- МАЗ-9758-12 кільцевий маршрут ($p_e = 2$);
- МАЗ-9758-12 маятниковий маршрут ($\gamma_c \geq 0,75$);
- △— МАЗ-9758-12 розвізний маршрут ($p_e \leq 4$);
- КАМАЗ-53215 кільцевий маршрут ($p_e < 3$);
- КАМАЗ-53215 маятниковий маршрут ($\gamma_c = 1$);
- △— КАМАЗ-53215 розвізний маршрут ($p_e = 2$);
- КАМАЗ-4308 кільцевий маршрут ($p_e \leq 3$);
- КАМАЗ-4308 маятниковий маршрут ($\gamma_c \geq 0,75$);
- △— КАМАЗ-4308 розвізний маршрут ($p_e \leq 4$);
- ГАЗ-3302 кільцевий маршрут ($p_e \leq 4$);
- ГАЗ-3302 маятниковий маршрут ($\gamma_c = 1$);
- △— ГАЗ-3302 розвізний маршрут ($p_e \leq 4$).

Рисунок 3.10 – Залежність продуктивності універсальних автомобілів під час перевезення тарно-штучних вантажів від техніко-експлуатаційних параметрів транспортного процесу

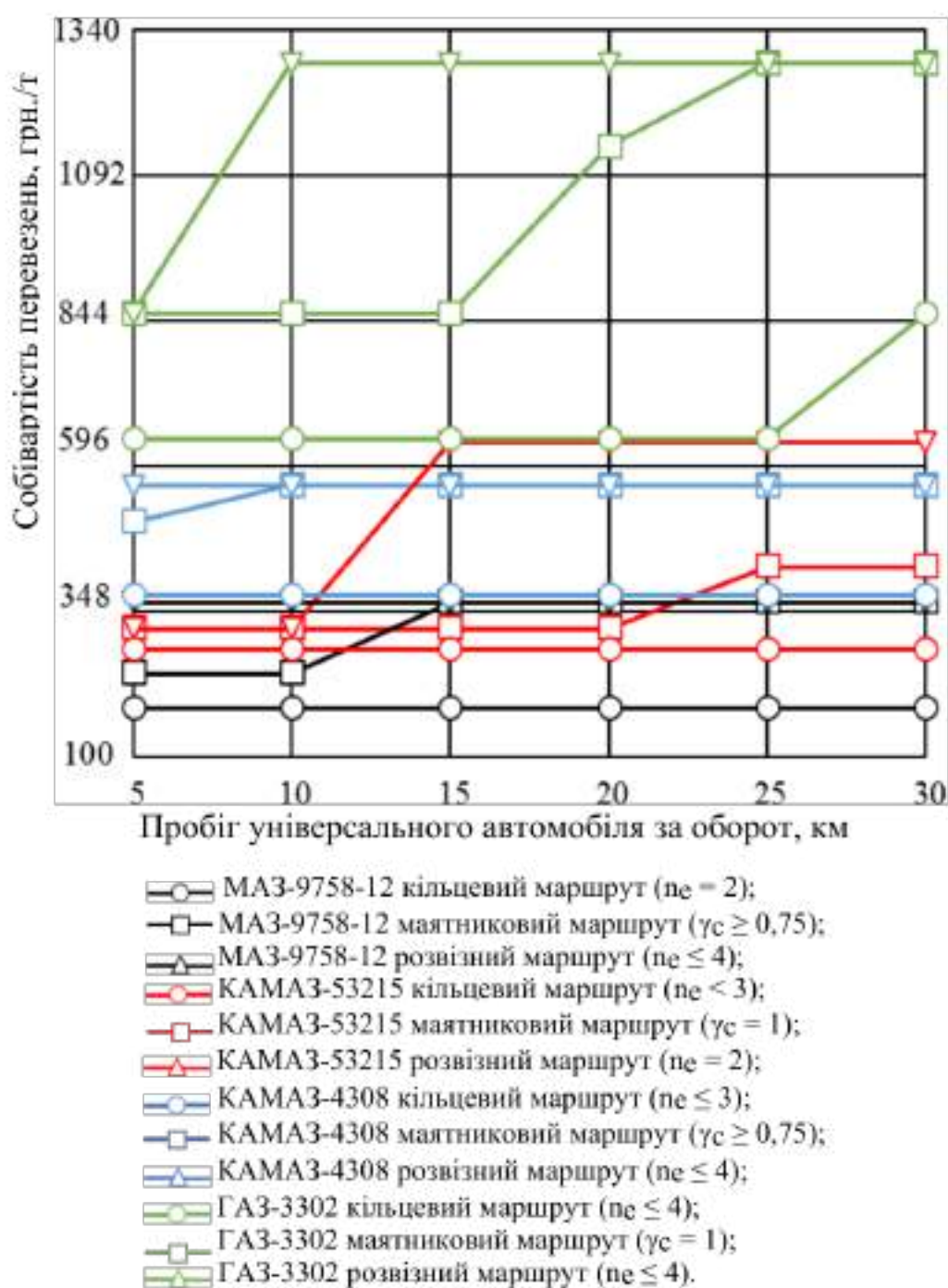


Рисунок 3.11 – Залежність собівартості перевезень тарно-штучних вантажів від техніко-експлуатаційних параметрів транспортного процесу

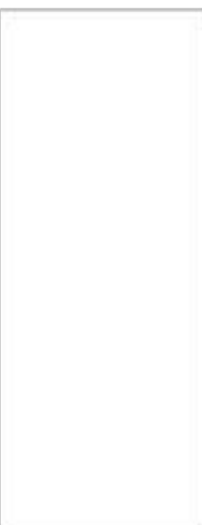
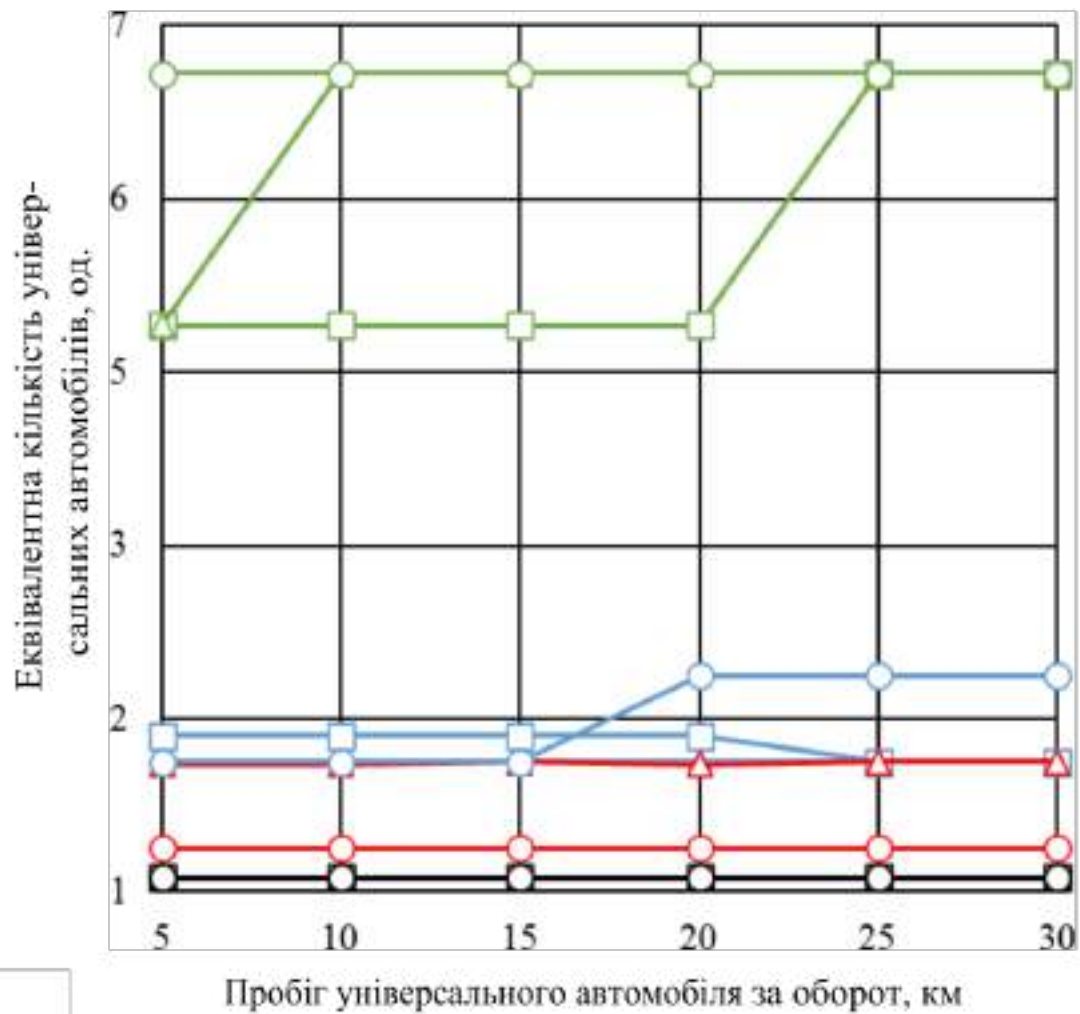


Рисунок 3.12 – Залежність еквівалентної чисельності універсальних автомобілів від техніко-експлуатаційних параметрів транспортного процесу

4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОПОЗИЦІЙ З ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

4.1 Інформаційна система керування транспортним обслуговуванням металургійного підприємства

Ефективне керування автомобільним транспортом у сучасних економічних умовах неможливе без об'єктивної та своєчасної інформації про перебіг транспортного процесу, умови його протікання та стан його учасників, технологічні можливості та обсяг розташованих перевізником ресурсів [6]. Ця інформація реєструється в процесі моніторингу та контролю над перебігом транспортного процесу та накопичується в інформаційній системі керування транспортним процесом. Своєчасність та достовірність інформації, що реєструється та накопичується, визначається можливістю автоматизації процесів контролю роботи автомобільного транспорту в рамках TMS-системи (TMS).

Концепція TMS металургійного підприємства заснована на інтеграції функцій з реєстрації інформації про рух та простої автомобілів, а також про витрату виробничих ресурсів у транспортному процесі [9]. Умовою працездатності такої системи є забезпечення можливості накопичення та обробки інформації, одержаної різними способами: в автоматичному режимі за допомогою технічних засобів, даних, що заносяться до системи оператором з первинних документів, розрахункових даних. Функціональна модель TMS наведена на рис. 4.1.

Для організації контролю роботи промислового автомобільного транспорту на металургійному підприємстві використовуються різні комп'ютерні технології [4]. Часто виникає необхідність обміну даними інформаційної системи перевізника та даними прикладних додатків ERP-системи металургійного підприємства (рис. 4.2).

Одним із рішень проблем інтеграції інформаційних систем є використання так званих відкритих баз даних, які підтримують з'єднання через ODBC (Open Data Base Connectivity). Це стандартна програма Windows. Вона дозволяє зв'язатися практично з будь-якою базою даних, до яких є доступ із персонального комп'ютера, використо-

вуючи спеціальні програми-драйвери.



Рисунок 4.1 – Функціональна модель Transportation Management System



Рисунок 4.2 – Взаємозв'язок системи контролю за автотранспортом з прикладними додатками ERP-системи металургійного підприємства

Прикладом результату інтеграції інформаційних систем є фіксація часу прибуття-вибуття транспортного засобу з гаража. Водій фіксує момент підїзду автомобіля до шлагбауму спеціальним пристроєм (пластиковою картою). Ця інформація автоматично потрапляє до бази даних інформаційної системи. Після цього користувач може зробити запит про час виїзду-повернення транспорту у заданому періоді.

Ще одним прикладом результативної інтеграції інформаційних систем є використання в управлінських цілях інформації з бортових комп'ютерів транспортних засобів. Сучасна автомобільна та дорожньо-будівельна техніка оснащена вбудованими бортовими комп'ютерами (електронними модулями) ECU, призначеними для накопичення інформації про роботу двигуна та інших систем з метою діагностики, технічного обслуговування та ремонту. Інформація про роботу систем автомобіля надходить за допомогою CAN-шини ECU. Ці дані мають цінність для контролю роботи автопарку, нормування його технічної експлуатації. Ця інформація експортується до текстових редакторів, а також до табличних електронних додатків, після чого її легко обробляти та формувати у зручну для аналізу форму.

В даний час можливий бездротовий обмін даними між інформаційними системами. Це стало можливо останнім часом завдяки розвитку інформаційних технологій GPS, RFID, Bluetooth, WI-FI).

Дані з бортових електронних систем рухомого складу зчитуються автоматично при їх поверненні до гаража за підсумками робочої зміни. Таким чином, у систему контролю роботи автотранспорту автоматично передаються дані про наявні несправності, експлуатаційні показники, включаючи пробіг, напрацювання, маршрут руху,

місця та об'єм заправок паливом, інші дані. Також в on-line-режимі відбувається передача даних про роботу водія та транспортну роботу.

Технічно інтеграцію інформаційних систем істотно спрощує використання можливостей віддаленого доступу за допомогою Інтернету через смартфони та переносні планшетні мобільні пристрої. На металургійному підприємстві це зручно, оскільки об'єкти, що обслуговуються перевізником, найчастіше територіально видалені. Це значно спрощує оперативний обмін інформацією між прикладними інформаційними системами.

Автоматизація контролю роботи автотранспорту в сучасних умовах неможлива без системи глобального позиціонування GPS. Для використання можливостей систем супутникового моніторингу необхідне виконання низки умов, пов'язаних з технічним переозброєнням автопарку, що експлуатується, розробкою ряду алгоритмів передачі даних і регламентів роботи обслуговуючого персоналу. Насамперед потрібно обладнати весь парк рухомого складу, задіяний на перевезеннях, комплектом приладів моніторингу (маячками) та датчиками рівня палива (ДРП).

Ефективна робота системи контролю потребує розробки модуля обробки та передачі даних (вивантаження даних) системи моніторингу у функціонали контролю руху, простоїв та витрати ресурсів автотранспорту у процесі виконання перевізного процесу. Крім того, для забезпечення можливості сприйняття даних системи супутникового моніторингу персоналом необхідно розробити алгоритм їхньої візуалізації.

Користувачі на підставі отриманих даних можуть бачити місцезположення автомобілів на карті, переглядати різні параметри та події, а також показання різних датчиків. Крім того, передбачено генерацію різних видів звітів і графіків, як за кожним транспортним засобом, так і за їх групами в цілому. Для взаємодії з різними зовнішніми програмами, включаючи, наприклад, 1С, у системі супутникового моніторингу передбачений вбудований OLE-сервер (COM-сервер), що дозволяє здійснювати обмін даними з іншими прикладними інформаційними системами.

Виконавцем транспортних послуг регламентовано граничні значення контрольованих відхилень при роботі автотранспорту у замовника (таблиця 4.1). Величина цих відхилень узгоджена із замовником, який вживає заходів щодо недопущення їх

перевищення у процесі виконання робіт. Функціоналом контролю руху транспортних засобів передбачено можливість складання звітів на запит наявності відхилень у їх роботі. Також є можливість компонування даних у зручні для аналізу форми. Функціоналом передбачено модуль обробки та візуалізації відхилень.

Таблиця 4.1 – Приклад граничних значень контрольованих відхилень у роботі авто-транспортного замовника

Найменування параметра	Підрозділи перевізника			Прийняте значення
	Автоколону кар'єрного транспорту	Автоколону малотоннажного транспорту	Автоколону пасажирського транспорту	
Допустимий час простою	20 хв	30 хв	30 хв	20 хв – кар'єрний транспорт; 30 хв – для інших автомобілів
Допустимий час відсутності GPS-сигналу	1 год	5 хв	1 год	45 хв
Поріг перевищення швидкості	40 км/год	45 км/год – міські перевезення; 105 км/год – міжміські перевезення	45 км/год – міські перевезення; 90 км/год – міжміські перевезення	40 км/год – кар'єрний транспорт; 60 км/год – міські перевезення; 100 км/год – міжміські перевезення
Допустимий час перевищення швидкості	10 с	2 хв	3 хв	30

4.2 Результативність усунення втрат перевізної спроможності автопарку

Основна потреба в заводських автомобільних перевезеннях підрозділів метизного виробництва однієї з найбільших металургійних компаній покривається заявками на універсальні автомобілі малої (1,5 т) та середньої (8-10 т) вантажопідйомності, автосамоскиди вантажопідйомністю до 8 і 13-16 т. Затребуваний також довгомірний автотранспорт (бортові напівпричепи та автоцистерни).

На основі інформаційної системи управління транспортним обслуговуванням металургійного підприємства було проведено моніторинг втрат перевізної спромож-

ності промислового автопарку, задіяного на перевезенні вантажів метизного виробництва. Аналіз простоїв автотранспорту в підрозділах замовника дозволив виявити втрати перевізної здатності автопарку внаслідок великих простоїв автомобілів на лінії, що перевищують нормативні значення, встановлені на підприємстві (таблиця 4.2).

Наявність у підрозділах метизного виробництва втрат перевізної спроможності промислового автопарку дає підстави для розробки відповідних заходів. Частину транспортної роботи в структурних підрозділах, що розглядаються, можна поєднати. Також є можливість коригування графіків роботи автомобілів та направлення на заявки автомобілів меншої вантажопідйомності внаслідок невідповідності їх технічних параметрів вагогабаритним характеристикам сировини, що перевозиться, і напівфабрикатів. Загальну характеристику запропонованих заходів щодо зниження втрат перевізної спроможності автопарку наведено в таблиці 4.3.

Деталізація запропонованих заходів за типами автомобілів наведена у таблиці 4.4.

Доцільність практичної реалізації запропонованих заходів аргументована в такий спосіб.

Поєднання заявки СДКЦ на перевезення дроту та катанки між метизою та калібрувальним майданчиками бортовим автомобілем КАМАЗ-53215 із заявкою на автосамоскиди КАМАЗ-55111, закріплені за цим же об'єктом. В цьому випадку на бортовий автомобіль КАМАЗ-53215 (графік 5-Б-1) заявка не формується. Необхідна транспортна робота освоюватиметься трьома автосамоскидами (графік 5-Б-5, № 9 і 2-А). Відповідно до таблиці 4.1 загальний та нормативний простій бортового автомобіля КАМАЗ-53215 у СДКЦ становить 4,9 та 2,7 год/змін відповідно. Дефіцит потреби в транспорті, що утворюється, визначається як різниця часу в наряді (8 год) і величини наднормативного простою цього автомобіля на об'єкті (1,8 год), з урахуванням часу на нульовий пробіг (1 год): $8 - 1 - 1,8 = 5,2$ год. Цей дефіцит покривається резервом часу використання автосамоскидів у СДКЦ у вигляді їх сумарного наднормативного простою, що дорівнює: $0,9 + 2,0 + 3,1 = 6$ год.

Таблиця 4.2 – Результати аналізу наднормативних простоїв автотранспорту у під-
розділах метизного виробництва, год/зміна

Тип автомобіля	Графік роботи	Загальний простій	Нормативний простій	Наднормативний простій
Цех підготовки виробництва (ЦПВ)				
Бортові	5-Б-1	4,5	4,2	0,3
Самоскид	2-А	8,9	2,7	6,2
Самоскиди	№9	7,6	1,2	6,4
Самоскид	5-Б-1	5,3	1,7	3,6
Бортовий напівпричіп	5-Б-1	4,3	4,2	0,1
Цвяховий і калібрувально-пресовий цехи (ЦКПЦ)				
Самоскид	2-А	8,5	8,1	0,4
Самоскиди	5-Б-1	2,9	2,1	0,8
Сталедротово-канатний цех (СДКЦ)				
Самоскид	2-А	8,3	7,4	0,9
Самоскид	5-Б-1	4,1	2,1	2
Бортовий	5-Б-1	4,9	3,1	1,8
Калібрувальний цех (Калібр. цех)				
Самоскид	№9	8,3	1,8	6,5
Самоскиди	5-Б-1	5,3	2,6	2,7
Бортовий	5-Б-1	6,3	6,0	0,3
Енергоцех				
Самоскиди	5-Б-1	4,2	4,1	0,1
Автоцистерна-напівпричіп	5-Б-1	6,5	6,4	0,1
Сталедротяний цех (СДЦ)				
Самоскиди	5-Б-1	3,2	2,9	0,3
Самоскид	2-А	9,1	2,8	6,3
Бортовий	5-Б-1	3,5	3,3	0,2
Бортовий напівпричіп	2-А	8,2	7,2	1
Благоустрій				
Самоскид	5-Б-1	3,5	3,3	0,2
Господарський відділ				
Бортовий	5-Б-1	4,9	4,0	0,9
Електродний цех №1 (ЕЦ №1)				
Самоскид	5-Б-1	3,5	3,0	0,5
Бортовий	5-Б-1	4,0	3,9	0,1

Примітка. 5-Б-1 – одnobригадний графік роботи за одну денну зміну по 8 год, п'ять днів на тиждень; № 9 – двобригадний графік роботи за одну денну зміну по 12 год, сім робочих днів на тиждень; 2-А – чотирибригадний графік, цілодобова робота.

Таблиця 4.3 – Загальна характеристика запропонованих заходів щодо зниження втрат перевізної спроможності розглянутого промислового автопарку

Захід, що пропонується		Підрозділ	Джерело ефективності
Зміст	Найменування		
Зменшення кількості автомобілів на об'єкті	1. Заявка на перевезення дроту та катанки між метизою та калібрувальними майданчиками бортовим автомобілем КАМАЗ-53215 поєднується із заявкою на автосамоскиди КАМАЗ-55111, закріплені за цим же об'ємом.	СДКЦ	Виконання заявки меншим автопарком
	2. Виведення з транспортного процесу самоскида КАМАЗ-55111 (перевезення дроту та катанки в бухтах за графіком № 9). Перевезення буде здійснено другим автосамоскидом за таким же графіком.	ЦПВ	
	3. Відмова від використання автосамоскиду КАМАЗ-55111 для перевезення круга в бухтах, дроту навалом, пакетованих заготовок за графіком № 9. Вантажі перевозитимуться автосамоскидами КАМАЗ-65115	Калібр. цех	
Коригування графіка роботи автомобілів	4. Переведення автосамоскида КАМАЗ-55111 (перевезення дроту в якорях, катанки в бухтах, хімічних реагентів за графіком 2-А) на графік № 9.	СДЦ	Найменший час знаходження авто-транспорту на об'єкті замовника
Використання автомобілів меншої вантажопід'ємності	5. Два бортові автомобілі КАМАЗ-53125 (11 т) для перевезення спецодягу та інших тарно-штучних вантажів замінюються на два бортові автомобілі КАМАЗ-4308 (5,5 т)	ЦПВ	Виконання заявки автомобілями з меншою собівартістю перевезень

Втрати перевізної спроможності автопарку СДКЦ від простоїв на лінії оцінюються за формулою (2.20). До реалізації заходу величина цих втрат дорівнює:

$$L_{\text{пр}}^{\text{до}} = \left[\frac{(4,9 - 3,1)}{8} + \frac{(8,3 - 7,4)}{12} + \frac{(4,1 - 2,1)}{8} + \frac{(6,7 - 3,6)}{12} \right] / 4 = 0,202.$$

Таблиця 4.4 – Деталізація пропонованих заходів щодо типів автомобілів

Найменування підрозділу	Вид автотранспорту, що заявляється					
	Автосамоскиди		Універсальні		Напівпричепи	
	8 т	13-16 т	1,5 т	8-10 т	Універсальні	Автоцистерни
ЦПВ	1, 5-Б-1	1, 2-А	-	4, 5-Б-1	1, 5-Б-1	-
	-	2, № 9		1, 5-Б-1	-	
СДЦ	1, 5-Б-1	4, 2-А	-	1, 5-Б-1	1, 2-А	-
	-	2, 5-Б-1		-	-	
ЦКПЦ	-	1, 2-А	-	-	-	-
		3, 5-Б-1				
СДКЦ	-	1, 2-А	-	4, 5-Б-1		
		1, 5-Б-1		-	-	-
		1, № 9				
Благоустрій	-	1, 5-Б-1	-	-	-	-
Калібр. цех	-	4, № 9	-	1, 5-Б-1	-	-
		2, 5-Б-1		-	-	
Енергоцех	1, 5-Б-1	1, 5-Б-1	-	-	-	1, 5-Б-1
	-	-				-
Госп. відділ	-	-	1, 5-Б-1	-	-	-
ЕЦ №1	-	1, 5-Б-1	-	1, 5-Б-1	-	-

Примітки. 1. Кольором виділено графікові (постійні) заявки, без кольору – епізодичні заявки.

2. У комірках через кому вказано кількість автомобілів і графіки їх роботи на об'єкті замовника.

3. Закреслюванням зазначено запропоновані до коригування заявки.

При економії одного універсального автомобіля після реалізації заходу величина цих втрат складе:

$$L_{\text{втр}}^n = \left[\frac{(8,3 - 7,4)}{12} + \frac{(4,1 - 2,1)}{8} + \frac{(6,7 - 3,6)}{12} \right] / 4 = 0,194$$

Виведення з транспортного процесу автосамоскида КАМАЗ-55111 в ЦПВ (графік № 9) для перевезення дроту та катанки в бухтах. Необхідна транспортна робота освоюватиметься одним автосамоскидом за таким же графіком і одним автосамоскидом за графіком 2-А. Утворений дефіцит потреби у транспорті визначається як різниця часу в наряді (12 год) та величини наднормативного простою цього автомобіля на об'єкті (6,4 год) з урахуванням часу на нульовий пробіг (1 год): $12 - 1 - 6,4 = 4,6$ год. Цей дефіцит покривається резервом часу використання автосамоскидів у

ЦПВ як їх сумарного наднормативного простою, рівного 6,4 год.

Втрати перевізної здатності автопарку ЦПВ від простоїв на лінії до реалізації заходу рівні:

$$L_{\text{уп}}^{\text{до}} = \left[\frac{(4,5 - 4,2)}{8} + \frac{(8,9 - 2,7)}{12} + \frac{(7,6 - 1,2)}{12} + \frac{(7,6 - 1,2)}{12} + \frac{(5,3 - 1,7)}{8} + \frac{(4,3 - 4,2)}{8} \right] / 6 = 0,347$$

При економії одного автосамоскида після реалізації заходу величина цих втрат становитиме:

$$L_{\text{уп}}^{\text{до}} = \left[\frac{(4,5 - 4,2)}{8} + \frac{(8,9 - 2,7)}{12} + \frac{(7,6 - 1,2)}{12} + \frac{(5,3 - 1,7)}{8} + \frac{(4,3 - 4,2)}{8} \right] / 5 = 0,31$$

Відмова від використання автосамоскида КАМАЗ-55111 у Калібрувальному цеху для перевезення круга в бухтах, дроту навалом, пакетованих заготовок за графіком № 9. Перевезення вантажу здійснюватиметься автосамоскидами КАМАЗ-65115 (графік 5-Б-1). Дефіцит потреби в транспорті, що утворюється, визначається як різниця часу в наряді (12 год) і величини наднормативного простою цього автомобіля на об'єкті (5,1 год) з урахуванням часу на нульовий пробіг (1 год): $12 - 1 - 6,5 = 4,5$ год. Цей дефіцит покривається резервом часу використання автосамоскидів у ЦПВ у вигляді їх сумарного наднормативного простою, що дорівнює: $2,7 + 2,7 = 5,4$ год.

Втрати перевізної здатності автопарку ЦПВ від простоїв на лінії до реалізації заходу рівні

$$L_{\text{уп}}^{\text{до}} = \left[\frac{(8,3 - 2,9)}{12} + \frac{(5,3 - 2,9)}{8} + \frac{(5,3 - 2,6)}{8} + \frac{(6,3 - 6,0)}{8} \right] / 4 = 0,29$$

При економії одного автосамоскида після реалізації заходу величина цих втрат

становитиме

$$L_{\text{тп}}^{\text{н}} = \left[\frac{(5,3 - 2,9)}{8} + \frac{(5,3 - 2,6)}{8} + \frac{(6,3 - 6,0)}{8} \right] / 3 = 0,238.$$

Переведення автосамоскида КАМАЗ-55111 (перевезення дроту в якорях, ка-
танки в бухтах, хімічних реагентів за графіком 2-А) до СДЦ на графік №9. Дефіцит
потреби в транспорті, що утворюється, визначається як різниця часу в наряді (12
год) і величини наднормативного простою цього автомобіля на об'єкті (6,3 год), з
урахуванням часу на нульовий пробіг (1 год): $12 - 1 - 6,3 = 4,7$ год. Це значення не-
обхідно подвоїти з урахуванням цілодобової роботи за графіком 2-А, тому дефіцит
потреби у транспорті СДЦ становить 9,4 год на добу. Цей дефіцит менший за трива-
лість часу в наряді при графіку роботи № 9, за вирахуванням часу на нульовий про-
біг – 2 години (2 зміни по 1 годині), рівним 10 год.

Втрати перевізної спроможності автопарку СДЦ від простоїв на лінії до реалі-
зації заходу дорівнюють

$$L_{\text{тп}}^{\text{во}} = \left[\frac{(3,2 - 2,9)}{8} + \frac{(3,2 - 2,9)}{8} + \frac{(9,1 - 2,8) \times 2}{12} + \frac{(3,5 - 3,3)}{8} + \frac{(8,2 - 7,2)}{12} \right] / 5 = 0,247.$$

Після реалізації заходу величина цих втрат складе:

$$L_{\text{тп}}^{\text{н}} = \left[\frac{(3,2 - 2,9)}{8} + \frac{(3,2 - 2,9)}{8} + \frac{(9,1 - 2,8)}{12} + \frac{(3,5 - 3,3)}{8} + \frac{(8,2 - 7,2)}{12} \right] / 4 = 0,177.$$

Заміна двох бортових автомобілів КАМАЗ-53125 (11 т) для перевезення спец-
одягу та інших тарно-штучних вантажів у ЦПВ на два бортові автомобілі КА-
МАЗ-4308 (5,5 т). Доцільність практичної реалізації запропонованого оптимізацій-
ного заходу аргументована тим, що коефіцієнт використання вантажопідйомності
бортового автомобіля КАМАЗ-53125 не перевищує 0,5, що відповідає місткості ку-
зова бортового автомобіля КАМАЗ-4308. Втрати перевізної здатності автопарку при

цьому скоротилися на величину втрат від невідповідності технічних параметрів автомобілів вагогабаритним характеристикам вантажів $L_{вгх}$, що визначаються за формулою (2.21): $[(1 - 0,5) + (1 - 0,5)] / 2 = 0,5$. Результати проведених розрахунків зведено до таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Результати розрахунку ефекту від зниження втрат перевізної спроможності автопарку

Найменування заходу	Баланс часу використання транспорту в підрозділі замовника, маш.-год		Скорочуваний автопарк, од.	Величина втрат перевізної спроможності автопарку			
	Виникаючий дефіцит	Наявні резерви		Позначення	До реалізації	Після реалізації	Ефект
1. Поєднання заявки СДКЦ на перевезення дроту та катанки між метизою та калібрувальними майданчиками бортовим автомобілем КАМАЗ-53215 із заявкою на автосамоскиди КАМАЗ-55111, закріплені за цим же об'єктом	5,2	6,0	1	$L_{пр.}$	0,202	0,194	0,008
2. Виведення з транспортного процесу автосамоскида КАМАЗ-55111 в ЦПВ (графік № 9) для перевезення дроту та катанки в бухтах	4,6	6,4	1	$L_{пр.}$	0,347	0,31	0,037
3. Відмова від використання автосамоскида КАМАЗ-55111 в Калібрувальному цеху для перевезення круга в бухтах, дроту навалом, пакетованих заготовок за графіком № 9	4,5	5,4	1	$L_{пр.}$	0,29	0,238	0,052
4. Переведення автосамоскида КАМАЗ-55111 (перевезення дроту в якорях, катанки в бухтах, хімічних реагентів за графіком 2-А) у СДЦ на графік № 9	9,4	10,0	0	$L_{пр.}$	0,247	0,177	0,07

5. Заміна двох бортових автомобілів КАМАЗ-53125 (11 т) для перевезення спец-одягу та інших тарно-штучних вантажів на два бортові автомобілі КАМАЗ-4308 (5,5 т)	-	-	0	$L_{вдх}$	0,5	0	0,5
--	---	---	---	-----------	-----	---	-----

Економічний ефект від реалізації запропонованих рекомендацій виходить із різниці витрат на перевезення за існуючим та запропонованим варіантами, що забезпечує скорочення річного бюджету замовника на транспортне обслуговування метизного виробництва. Розрахунок витрат проводиться таким чином.

Посадження заявки СДКЦ на перевезення дроту та катанки між метизою та калібрувальним майданчиками бортовим автомобілем КАМАЗ-53215 із заявкою на автосамоскиди КАМАЗ-55111, закріплені за цим же об'єктом. При існуючому варіанті перевезень добова потреба у транспорті за підрозділом складає: 1 КАМАЗ-55111 за графіком 2-А на 23 години (з урахуванням обіду), 1 КАМАЗ-55111 за графіком № 9 на 12 годин, 1 КАМАЗ-55111 за графіком 5-Б-1 на 8 годин, 1 КАМАЗ-53215 графіку 5-Б-1 на 8 годин.

З урахуванням собівартості години експлуатації автотранспорту, числа робочих днів у році за графіком 5-Б-1 – 253 дні, інших графіках – 365 днів, витрати на перевезення становитимуть

$$1 \cdot 23 \cdot 1000 \cdot 365 + 1 \cdot 12 \cdot 1000 \cdot 365 + 1 \cdot 8 \cdot 1000 \cdot 253 + 1 \cdot 8 \cdot 1000 \cdot 253 = \\ = 16823000 \text{ грн. / рік.}$$

Запропонований варіант перевезень забезпечить зниження потреби у транспорті по підрозділу. Витрати на перевезення становитимуть

$$1 \cdot 23 \cdot 1000 \cdot 365 + 1 \cdot 12 \cdot 1000 \cdot 365 + 1 \cdot 8 \cdot 1000 \cdot 253 = 14\,799\,000 \text{ грн. / рік.}$$

Виведення з транспортного процесу автосамоскида КАМАЗ-55111 в ЦПВ (графік № 9) для перевезення дроту та катанки в бухтах. При існуючому варіанті перевезень добова потреба у транспорті за підрозділом становить: 1 КАМАЗ-4308 за графіком 5-Б-1 на 8 год, 1 КАМАЗ-55111 за графіком 2-А на 23 год, 2 КАМАЗ-55111 за графіком № 9 на 12 год, 1 КАМАЗ-53215 за графіком 5-Б-1 на 8 год, 3 КАМАЗ-53215 за графіком 5-Б-1 на 8 год, 1 напівпричіп за графіком 5-Б-1 на 8 год.

З урахуванням собівартості години експлуатації автотранспорту, числа робочих днів у році за графіком 5-Б-1 – 253 дні, інших графіках – 365 днів, витрати на перевезення становитимуть

$$1 \cdot 8 \cdot 883,81 \cdot 253 + 1 \cdot 23 \cdot 1000 \cdot 365 + 2 \cdot 12 \cdot 1000 \cdot 365 + 1 \cdot 8 \cdot 1000 \cdot 253 + \\ + 3 \cdot 8 \cdot 1000 \cdot 253 + 1 \cdot 8 \cdot 1038,1 \cdot 253 = 29\,140\,910 \text{ грн. / рік.}$$

Запропонований варіант перевезень забезпечить зниження потреби у транспорті по підрозділу. Витрати на перевезення становитимуть:

$$1 \cdot 8 \cdot 883,81 \cdot 253 + 1 \cdot 23 \cdot 1000 \cdot 365 + 1 \cdot 12 \cdot 1000 \cdot 365 + 1 \cdot 8 \cdot 1000 \cdot 253 + \\ + 3 \cdot 8 \cdot 1000 \cdot 253 + 1 \cdot 8 \cdot 1038,1 \cdot 253 = 24\,760\,910 \text{ грн. / рік.}$$

Відмова від використання автосамоскида КАМАЗ-55111 у Калібрувальному цеху для перевезення круга в бухтах, дроту навалом, пакетованих заготовок за графіком № 9. При існуючому варіанті перевезень добова потреба у транспорті по підрозділу складає: 1 КАМАЗ-55111 за графіком № 9 на 12 год, 2 КАМАЗ-65115 за графіком 5-Б-1 на 8 год, 1 КАМАЗ-53215 за графіком 5-Б-1 на 8 год.

З урахуванням собівартості години експлуатації автотранспорту, числа робочих днів у році за графіком 5-Б-1 – 253 дні, інших графіках – 365 днів, витрати на перевезення становитимуть

$$1 \cdot 12 \cdot 1000 \cdot 365 + 2 \cdot 8 \cdot 1000 \cdot 253 + 1 \cdot 8 \cdot 1000 \cdot 253 = 10\,452\,000 \text{ грн. / рік.}$$

Запропонований варіант перевезень забезпечить зниження потреби у транспорті по підрозділу. Витрати на перевезення становитимуть

$$2 \cdot 8 \cdot 1000 \cdot 253 + 1 \cdot 8 \cdot 1000 \cdot 253 = 6072000 \text{ грн. / рік.}$$

Переведення автосамоскида КАМАЗ-55111 (перевезення дроту в якорях, катанки в бухтах, хімічних реагентів за графіком 2-А) до СДЦ на графік №9. При існуючому варіанті перевезень добова потреба у транспорті за підрозділом становить: 1 КАМАЗ-4308 за графіком 5-Б-1 на 8 год, 1 КАМАЗ-55111 за графіком 2-А на 23 год, 2 КАМАЗ-55111 за графіком 5-Б-1 на 8 год, 1 КАМАЗ-53215 за графіком 5-Б-1 на 8 год, 1 напівпричіп за графіком 2-А на 23 год.

З урахуванням собівартості години експлуатації автотранспорту, числа робочих днів у році за графіком 5-Б-1 – 253 дні, інших графіках – 365 днів, витрати на перевезення становитимуть

$$1 \cdot 8 \cdot 883,81 \cdot 253 + 1 \cdot 23 \cdot 1000 \cdot 365 + 2 \cdot 8 \cdot 1000 \cdot 253 + 1 \cdot 8 \cdot 1000 \cdot 253 + \\ + 1 \cdot 23 \cdot 1038,1 \cdot 365 = 24\,970\,650 \text{ грн. / рік.}$$

Запропонований варіант перевезень забезпечить зниження потреби у транспорті по підрозділу. Витрати на перевезення становитимуть

$$1 \cdot 8 \cdot 883,81 \cdot 253 + 1 \cdot 12 \cdot 1000 \cdot 365 + 2 \cdot 8 \cdot 1000 \cdot 253 + 1 \cdot 8 \cdot 1000 \cdot 253 + \\ + 1 \cdot 23 \cdot 1038,1 \cdot 365 = 20\,955\,650 \text{ грн. / рік.}$$

Заміна двох бортових автомобілів КАМАЗ-53125 (11 т) для перевезення спецодягу та інших тарно-штучних вантажів у ЦПВ на два бортові автомобілі КАМАЗ-4308 (5,5 т). При існуючому варіанті перевезень добова потреба у транспорті за підрозділом становить: 1 КАМАЗ-4308 за графіком 5-Б-1 на 8 год, 1 КАМАЗ-55111 за графіком 2-А на 23 год, 2 КАМАЗ-55111 за графіком № 9 на 12 год, 1 КАМАЗ-53215 за графіком 5-Б-1 на 8 год, 3 КАМАЗ-53215 за графіком 5-Б-1 на 8 год, 1 напівпричіп за графіком 5-Б-1 на 8 год.

З урахуванням собівартості години експлуатації автотранспорту, числа робочих днів у році за графіком 5-Б-1 – 253 дні, інших графіках – 365 днів, витрати на перевезення становитимуть

$$1 \cdot 8 \cdot 883,81 \cdot 253 + 1 \cdot 23 \cdot 1000 \cdot 365 + 2 \cdot 12 \cdot 1000 \cdot 365 + 1 \cdot 8 \cdot 1000 \cdot 253 + \\ + 3 \cdot 8 \cdot 1000 \cdot 253 + 1 \cdot 8 \cdot 1038,1 \cdot 253 = 29\,140\,910,0 \text{ грн. / рік.}$$

Запропонований варіант перевезень забезпечить зниження потреби у транспорті по підрозділу. Витрати на перевезення становитимуть

$$3 \cdot 8 \cdot 883,81 \cdot 253 + 1 \cdot 23 \cdot 1000 \cdot 365 + 2 \cdot 12 \cdot 1000 \cdot 365 + 1 \cdot 8 \cdot 1000 \cdot 253 + \\ + 1 \cdot 8 \cdot 1000 \cdot 253 + 1 \cdot 8 \cdot 1038,1 \cdot 253 = 28\,670\,600,0 \text{ грн. / рік.}$$

Таким чином, зменшення чисельності автомобілів, на об'єктах замовника, коригування графіка їх роботи, а також використання автомобілів меншої вантажопідйомності дозволило отримати економію річного бюджету на автотранспортне обслуговування метизного виробництва у розмірі 15,3 млн грн. Результати розрахунків наведено у таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Розмір економії річного бюджету на транспортне обслуговування метизного виробництва, тис. грн.

Найменування заходу	Розмір бюджету		Економія бюджету
	до реалізації	після реалізації	
1. Посидання заявки СДКЦ на перевезення дроту та катанки між метизною та калібрувальною площадками бортовим автомобілем КАМАЗ-53215 із заявкою на автосамоскиди КАМАЗ-55111, закріплені за цим же об'єктом	16 823,0	14 799,0	2 024,0
2. Виведення з транспортного процесу автосамоскида КАМАЗ-55111 в ЦПВ (графік № 9) для перевезення дроту та катанки в бухтах	29 140,9	24 760,9	4 380,0
3. Відмова від використання автосамоскиду КАМАЗ-55111 у Калібрувальному цеху для перевезення кругів в бухтах, дроту, пакетованих заготовок за графіком № 9	10 452,0	6 072,0	4 380,0
4. Переведення автосамоскида КАМАЗ-55111 (перевезення дроту в якорях, катанки в бухтах, хімічних реагентів за графіком 2-А) до СДЦ на графік №9	24 970,65	20 955,65	4 015,0
5. Заміна двох бортових автомобілів КАМАЗ-53125 (11 т) для перевезення спецодягу та інших тарноштучних вантажів на два бортові автомобілі КАМАЗ-4308 (5,5 т)	29 140,9	28 670,6	470,3
РАЗОМ:	110 527,5	95 258,15	15 269,3

4.3 Організації кільцевих маршрутів перевезення металургійних шлаків

З використанням інформаційної системи управління транспортним обслуговуванням металургійного підприємства, що розглядається, було проведено моніторинг втрат перевізної спроможності промислового автопарку, задіяного на перевезенні металургійних шлаків на відвалі ділянки з переробки шлаків (ДПШ). Результати моніторингу дозволили насамперед визначити добові обсяги перевезення шлаку автотранспортом, необхідну чисельність автосамоскидів БЕЛАЗ-7540 на ДПШ, протяжність маршрутів перевезення шлаків, продуктивність вантажно-розвантажувального обладнання та переробних пристроїв, графіки їх роботи в зв'язці з роботою технологічного транспорту, ідентифікувати систему взаємодії персоналу в процесі оператив-

вного управління перевезенням та переробкою металургійних шлаків згідно з регламентами.

Проведений аналіз дозволяє зробити висновок, що перевезення та переробка металургійних шлаків є невід'ємною ланкою безперервного технологічного циклу доменного та сталеплавильного виробництва металургійного підприємства [9]. Гарячі шлаки транспортуються у шлаковозних ківшах залізничним транспортом з доменних цехів (ДЦ), електросталеплавильного (ЕСПЦ) та киснево-конвертерного (ККЦ) цехів до шлакових естакад (тверда та рідка ями). Після остигання шлаку на естакадах він завантажується екскаваторами ЕКГ-5 в автосамоскиди БЕЛАЗ-7540 і транспортується у відвал 3-ї черги (сталеплавильний шлак) та у відвал доменних шлаків (доменний шлак) для складування та розкислення. У ряді випадків перевезення шлаку від естакад може здійснюватися через проміжні або середні склади.

Твердіння є важливим елементом технологічного процесу перевезення металургійних шлаків. Для цього естакади оснащені кількома ямами, які по черзі приймають рідкий шлак. Доменна естакада складається із трьох ям. Якщо в першій ямі проводиться розвантаження рідкого шлаку, в другій ямі в цей час шлак остигає і твердне, а з третьої ями шлак, що охолонув, відвантажується екскаваторами ЕКГ-5 в автосамоскиди для перевезення у відвал доменних шлаків. Кожної доби проводиться ротація ям. У літній період для охолодження гарячого шлаку використовуються гідромонітори, вода до яких подається з водоймища технічної води. У зимовий період водяне охолодження шлаку не застосовується. Для прийому сталеплавильних шлаків є дві естакади-ями.

На ДПШ функціонують три установки (заводи) з переробки поточних та відвальних металургійних шлаків. Установка 1 призначена для переробки поточних шлаків ККЦ, що надходять зі сталеплавильної естакади. Установка 2 призначена для переробки сталеплавильних шлаків (лежачі шлаки радянського періоду) і холодильних шлаків з ЕСПЦ. Дробильно-сортувальний комплекс (ДСК) призначений для переробки відвальних доменних шлаків, а установка 3 – для переробки відвальних сталеплавильних шлаків відвалу 3-ї черги.

У процесі переробки на установках із сталеплавильного шлаку відокремлю-

ються залізовмісні фракції та порожня порода. Технологічне обладнання для вилучення заліза зі шлаків обслуговується комплексом вантажних машин та механізмів, що складаються з екскаваторів, фронтальних навантажувачів, перевантажувачів. Ними проводиться вилучення брухту та скрапу, а також завантаження порожньої породи, шлаків та металевих фракцій в рухомий склад. Обладнання розраховане на роботу в зимовий час за умов, коли шлак змерзається.

Після переробки сталеплавильного шлаку на установках металоутримуючі фракції відвантажуються в залізничні вагони фронтальними навантажувачами з подальшим транспортуванням на переплавку. Порожня порода також відвантажувачами в думпкери фронтальними навантажувачами та транспортується у вироблений простір родовища залізняку для розвантаження. Доменний шлак, що лежав, розвантажувачами в приймальний бункер ДСК. У процесі переробки з доменного шлаку виходить готова продукція – фракційний шлаковий щебінь. Щебінь відвантажувачами у напіввагони та транспортується споживачам на зовнішню мережу. Слід зазначити, що установки є взаємозамінними. При виході з ладу якоїсь із них, вантажопотік лежачих шлаків з відвалу 3-ї черги можна перенаправити до справного агрегату, а надмірна кількість автосамоскидів перенаправляється для роботи на проміжних складах.

Технологічний процес характеризується складною системою вантажопотоків. Їх обсяг та протяжність на ділянці залежать від технологічного графіка роботи установок, вантажних машин та іншого технологічного обладнання. Маршрути перевезень технологічних вантажів є маятниковими. Тому продуктивність автосамоскидів сильно залежить від відстані перевезень, числа їздок та нульових пробігів.

Внаслідок випадкового характеру відмов технологічного обладнання на ділянці постійного закріплення автосамоскидів за навантажувальними механізмами не проводиться. Виняток становить перевезення гарячого шлаку ККЦ та ЕСПЦ від естакади у відвал, а також перевезення охолодженого доменного шлаку у відвал. На цих об'єктах автосамоскиди закріплені постійно, що обумовлено безперервним технологічним циклом роботи доменних цехів, ККЦ і ЕСПЦ. Збій у роботі цих установок може призвести до зривів графіка плавки чавуну та сталі.

Без порушення ритму технологічного процесу переробки шлаків можлива організація його перевезення за 6-ти кільцевими маршрутами. Порівняльний розрахунок техніко-експлуатаційних показників за існуючим і пропонованим варіантом організації перевезень свідчить про результативність запропонованих заходів, що забезпечили незмінне значення перевізної спроможності промислового автопарку, скорочення числа автосамоскидів на ДПШ, їх пробіги на маршрутах, тим самим дозволяє отримати економію палива та скоротити витрати замовника на перевезення металургійних шлаків.

Зіставлення техніко-експлуатаційних показників за варіантами перевезень наведено в таблицях 4.7-4.12.

Таблиця 4.7 – Зіставлення техніко-експлуатаційних показників за варіантами перевезень на маршруті «Доменна естакада – Відвал доменного шлаку – Відвал поточних сталеплавильних шлаків – Дробильно-сортувальний комплекс»

Найменування показника	Маршрути перевезень						
	Існуючий варіант			Пропонований варіант			
	Маятниковий 1: Доменна естакада – Відвал доменного шлаку	Маятниковий 2: Відвал поточних сталеплавильних шлаків – Дробильно-сортувальний комплекс	Усього	Кільцевий: Доменна естакада – Відвал доменного шлаку – Відвал поточних сталеплавильних шлаків – Дробильно-сортувальний комплекс	Залишки (маятниковий 1): Доменна естакада – Відвал доменного шлаку	Усього	Відхилення
Число оборотів автосамоскида, об./зміна	43	58	-	26	43	-	-
Продуктивність автосамоскида, тис. т/зміна	1,0		-	1,25		-	-0,25
Потрібен автопарк, од.	4	1	5	1	3	4	-1
Об'єм перевезень, тис.т/зміна	3,5	1,5	5	2,73	2,27	5	0
Загальний автопарком пробіг з вантажем, км/зміна	270,9	57,42	328,32	75,4	170,28	245,68	-82,64
Загальний по автопарку холостій пробіг, км/зміна	270,9	57,42	328,32	53,3	170,28	223,58	-104,7
Загальний автопарком пробіг, км/зміна	541,8	114,84	656,64	128,7	340,56	469,26	-187,4
Перевізна здатність автопарку, тис. т-км/зміна	6,3	1,65	7,95	3,87	4,08	7,95	0

Таблиця 4.8 – Зіставлення техніко-експлуатаційних показників за варіантами перевезень на маршруті «Відвали лежачих сталеплавильних шлаків – Установа 1 – Естакада ККЦ – Середній склад»

Найменування показника	Маршрути перевезень						
	Існуючий варіант			Пропонований варіант			Відхилення
	Маятниковий 1: Відвали лежачих сталеплавильних шлаків – Установа 1	Маятниковий 2: Естакада ККЦ – Середній склад	Усього	Кільцевий: Відвали лежачих сталеплавильних шлаків – Установа 1 – Естакада ККЦ – Середній склад	Залишки (маятниковий 2): Естакада ККЦ – Середній склад	Усього	
Число оборотів автосамоскида, об./зміна	23	55	-	18	55	-	-
Продуктивність автосамоскида, тис.т/зміна	1,1		-	1,1		-	0
Потрібний автопарк, од.	1	2	3	2	1	3	0
Об'єм перевезень, тис.т/зміна	0,72	2,6	3,32	1,44	1,88	3,32	0
Загальний за автопарком пробіг з вантажем, км/зміна	75,9	140,25	216,15	117,0	99,15	216,5	0
Загальний по автопарку холостій пробіг, км/зміна	75,9	140,25	216,15	67,86	99,15	167,01	-49,14
Загальний за автопарком пробіг, км/зміна	151,8	280,5	432,3	184,86	198,3	383,16	-49,14
Перевізна здатність автопарку, тис.т-км/зміна	2,38	4,42	6,8	3,6	3,2	6,8	0

Таблиця 4.9 – Зіставлення техніко-експлуатаційних показників за варіантами перевезень на маршруті «Екскаватор 2 – Середній склад – Екскаватор 1 – Установа 1»

Найменування показника	Маршрути перевезень						
	Існуючий варіант			Пропонований варіант			Відхилення
	Маятниковий 1: ЕКГ-2 – Середній склад	Маятниковий 2: ЕКГ-1 – Установа 1	Усього	Кільцевий: Екскаватор 2 – Середній склад – Екскаватор 1 – Установа 1	Залишки (маятниковий 1): ЕКГ-2 – Середній склад	Усього	
Число оборотів автосамоскида, об./зміна	62	28	-	18	62	-	-
Продуктивність автосамоскида, тис. т/зміна	1,3		-	1,3		-	0
Потрібний автопарк, од.	7	5	12	7	5	12	0
Об'єм перевезень, тис. т/зміна	12	3,6	15,6	7,2	8,4	15,6	0
Загальний за автопарком пробіг з вантажем, км/зміна	992	258,72	1250,7	558,36	692,36	1250,7	0
Загальний по автопарку холостой пробіг, км/зміна	992	258,72	1250,7	475,2	692,36	1167,6	-83,1
Загальний за автопарком пробіг, км/зміна	1984	517,44	2501,4	1033,6	1384,7	2418,3	-83,1
Перевізна здатність автопарку, тис. т-км/зміна	30	7,92	37,92	16,92	21	37,92	0

Таблиця 4.10 – Зіставлення техніко-експлуатаційних показників за варіантами перевезень на маршруті «Екскаватор 1 – Установка-2 – Естакада ККЦ – Середній склад»

Найменування показника	Маршрути перевезень						
	Існуючий варіант			Пропонований варіант			Відхилення
	Маятниковий 1: ЕКГ-1 – Установка 2	Маятниковий 2: Естакада ККЦ – Середній склад	Усього	Кільцевий: Екскаватор 1 – Установка-2 – Естакада ККЦ – Середній склад	Залишки (маятниковий 1): ЕКГ-1 – Установка-2	Усього	
Число оборотів автосамосвала, про./зміна	37	55	-	21	37	-	-
Продуктивність автосамоскида, тис.т/зміна	1,03		-	1,24		-	-0,21
Потрібен автопарк, од.	4	2	6	4	1	5	-1
Обсяг перевезень, тис.т/зміна	3,6	2,6	6,2	5,2	1	6,2	0
Загальний по автопарку пробіг з вантажем, км/зміна	59,2	140,25	199,45	182,8	16,65	199,45	0
Загальний по автопарку холостой пробіг, км/зміна	59,2	140,25	199,45	174,78	16,65	191,43	-8,0
Загальний по автопарку пробіг, км/зміна	118,4	280,5	398,9	357,6	33,3	390,9	-8,0
Перевізна здатність автопарку, тис.т-км/зміна	1,8	4,42	6,22	5,72	0,5	6,22	0

Таблиця 4.11 – Зіставлення техніко-експлуатаційних показників за варіантами перевезень на маршруті «Екскаватор 2 – Установа 1 – Естакада ККЦ – Середній склад»

Найменування показника	Маршрути перевезень						
	Існуючий варіант			Пропонований варіант			Відхилення
	Маятниковий 1: ЕКГ-2 – Установа 1	Маятниковий 2: Естакада ККЦ – Середній склад	Усього	Кільцевий: ЕКГ-2 – Установа 2 – Естакада ККЦ – Середній склад	Залишки (маятниковий 1): ЕКГ-2 – Установа 1	Усього	
Число оборотів автосамоскида, об./зміна	28	55	-	20	28	-	-
Продуктивність автосамоскида, тис.т/зміна	0,89		-	0,89		-	0
Потрібний автопарк, од.	5	2	7	5	2	7	0
Об'єм перевезень, тис.т/зміна	3,6	2,6	6,2	5,2	1	6,2	0
Загальний за автопарком пробіг з вантажем, км/зміна	258,72	140,25	398,97	331,21	67,76	398,97	0
Загальний по автопарку холостой пробіг, км/зміна	258,72	140,25	398,97	68,8	67,76	136,56	-262,4
Загальний за автопарком пробіг, км/зміна	517,44	280,5	797,94	400,01	135,52	535,53	-262,4
Перевізна здатність автопарку, тис.т-км/зміна	7,92	4,42	12,34	10,14	2,2	12,34	0

Таблиця 4.12 – Зіставлення техніко-експлуатаційних показників за варіантами перевезень на маршруті «Екскаватор 2 – Установа 3 – Естакада ККЦ – Середній склад»

Найменування показника	Маршрути перевезень						
	Існуючий варіант			Пропонований варіант			Відхилення
	Маятниковий 1: ЕКГ-2 – Установа 3	Маятниковий 2: Естакада ККЦ – Середній склад	Усього	Кільцевий: ЕКГ-2 – Установа 3 – Естакада ККЦ – Середній склад	Залишки (маятниковий 1): ЕКГ-2 – Установа 3	Усього	
Число оборотів автосамоскиду, об./зміна	30	55	-	20	30	-	-
Продуктивність автосамоскиду, тис.т/зміна	1,03		-	1,03		-	0
Потрібний автопарк, од.	4	2	6	5	1	6	0
Об'єм перевезень, тис.т/зміна	3,6	2,6	6,2	5,2	1	6,2	0
Загальний за автопарком пробіг з вантажем, км/зміна	96	140,25	236,25	209,85	26,4	241,4	0
Загальний по автопарку холостий пробіг, км/зміна	96	140,25	236,25	134,16	26,4	160,56	-75,69
Загальний за автопарком пробіг, км/зміна	192	280,5	472,5	344,01	52,8	396,81	-75,69
Перевізна здатність автопарку, тис.т-км/зміна	2,88	4,42	7,3	6,5	0,8	7,3	0

Результати проведеного розрахунку показують, що організація перевезень металургійних шлаків за пропонованими кільцевими маршрутами забезпечить виконання плану перевезень з незмінною перевізною здатністю автопарку. При цьому скорочується чисельність необхідного автопарку на 2 одиниці, пробіги на маршрутах – на 665,73 км за зміну. У перерахунку на 730 робочих змін, витрата палива автосамоскидами БЕЛАЗ-7540 – 115 л/100 км, а також вартості дизельного палива –

59,1 грн./л, зниження витрат на перевезення металургійних шлаків через скорочення витрат на паливо по автопарку становитиме 33 031,6 тис. грн./рік. Результати розрахунку економічного ефекту наведено у таблиці 4.13.

Таблиця 4.13 – Результати розрахунку річного економічного ефекту від організації кільцевих маршрутів перевезення металургійних шлаків

Маршрут	Відхилення пробігу за автопарком від існуючого варіанта перевезень		Річна економія палива	
	км/змінa	тис. км/рік	тис. л	тис. грн.
1. Доменна естакада – Відвал доменного шлаку – Відвал поточних сталеплавильних шлаків – Дробильно-сортувальний комплекс	187,4	136,8	157,32	9297,6
2. Відвали лежачих сталеплавильних шлаків – Установа 1 – Естакада ККЦ – Внутрішній склад	49,14	35,9	41,29	2440,2
3. Екскаватор 2 – Середній склад – Екскаватор 1 – Установа 1	83,1	60,66	69,76	4122,8
4. Екскаватор 1 – Установа 2 – Естакада ККЦ – Середній склад	8,0	5,84	6,72	397,2
5. Екскаватор 2 – Установа 1 – Естакада ККЦ – Середній склад	262,4	191,55	220,28	13018,6
6. Екскаватор 2 – Установа 3 – Естакада ККЦ – Середній склад	75,69	55,25	63,54	3755,2
РАЗОМ:	665,73	486,0	558,91	33 031,6

Таким чином, проведені розрахунки та отримані результати є обґрунтуванням доцільності практичної реалізації результатів проведених досліджень. Подальші дослідження передбачається вести у напрямку розвитку цифрових систем керування автомобільними перевезеннями.

ВИСНОВОК

На основі виконаних досліджень запропоновано вирішення актуального науково-практичного завдання підвищення ефективності перевезень вантажів при транспортному обслуговуванні металургійного підприємства за рахунок підвищення продуктивності автомобілів на основі усунення втрат перевізної спроможності автопарку.

1. Розроблено математичні моделі розрахунку перевізної спроможності автопарку при перевезенні технологічних вантажів, що враховують втрати перевізної спроможності, що визначається потенційним ефектом у збільшенні кількості оборотів автомобіля, виконуваної транспортної роботи або обсягу перевезень, зменшення чисельності використовуваних транспортних засобів.

2. Запропоновано коефіцієнти кількісної оцінки втрат перевізної спроможності автопарку на перевезенні технологічних вантажів, засновані на визначенні частки нерегламентованих простоїв автомобілів на лінії, сумуванні невикористаного тоннажу вантажопідйомності на об'єкті замовника за наявності вільного місця в кузові універсального автомобіля, частки пробігів з вантажем у загальному пробігу автомобілів.

3. Розроблено методику підвищення продуктивності автомобілів при транспортному обслуговуванні металургійного підприємства, засновану на виявленні та усуненні втрат перевізної спроможності автопарку за рахунок керування черговістю та тривалістю навантаження-розвантаження, контролю та огляду транспортних засобів, консолідації транспортної роботи кількох підрозділів замовника одним транспортним засобом для формування збірно-розвізних та кільцевих маршрутів.

4. Проведено дослідження та встановлено вплив техніко-експлуатаційних параметрів на показники транспортного обслуговування металургійного виробництва. Отримані залежності є інформаційною основою та методичним інструментарієм для вибору та обґрунтування варіантів підвищення продуктивності автомобілів.

5. Доцільність практичної реалізації результатів проведених досліджень обґрунтована наявністю економії річного бюджету на автотранспортне обслуговування

метизного виробництва однієї з найбільших металургійних компаній України в розмірі 15,3 млн грн., за рахунок зменшення чисельності та структури автопарку на об'єктах, зміни графіка його роботи. Перевезення металургійного шлаку кільцевими маршрутами дозволило скоротити пробіг автосамоскидів БЕЛАЗ-7540 на 486 тис. км/рік та отримати економічний ефект 33 млн грн./рік.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. T. Goldsby, R. Martichenko. Lean Six Sigma Logistics: Strategic Development to Operational Success. J. Ross Publishing. 2005. 248 p.
2. B. Villarreal, J. Garza-Reyes, V. Kumar, M. Lim. Improving Road Transport Operations through Lean Thinking: A Case Study. *International Journal of Logistics Research and Applications*. 2016. vol. 20, no 2. P. 163-180.
3. J. Garza-Reyes, J. Beltran Forero, V. Kumar, B. Villarreal, M. Gaston Cedillo-Campos, L. Rocha-Lona. Improving Road Transport Operations using Lean Thinking. 27th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing, FAIM2017, 27-30 June 2017, Modena, Italy. *Procedia Manufacturing*, no 11, 2017, pp. 1900-1907.
4. Ohno T. Toyota Production System. Beyond Large-Scale Production. Portland, Oregon: Productivity Press, 1988. 143 p.
5. B. Villarreal, J. Garza-Reyes, V. Kumar. Lean road transportation – A systematic method for the improvement of road transport operations. *Production Planning & Control*, 2016, vol. 27, no 11, pp. 865-877.
6. J. Womack, D. Jones. Lean Thinking. Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. New York et al.: Free Press, 2003. 397 p.
7. Розміщення продуктивних сил і регіональна економіка: підручник під редакцією С. І. Дорогунцова. Київ: КНЕУ, 2005. 988 с.
8. Борисюк Д. В., Зелінський В. Й., Равицький С. В. Економіко-математична модель вантажних 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.
9. Біліченко В. В. Виробничі системи на транспорті: стратегії розвитку : монографія. Вінниця: ВНТУ, 2016. 268 с.
10. Гунько І. В., Гуцаленко О. В. Транспорт – актуальні проблеми та сьогодення. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*, 2015. Випуск 2 (90). С. 98-103.

11. 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.

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

13. 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.

14. 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.

15. Чухрай Н., Гірна О. Формування ланцюга поставок: питання теорії та практики: монографія. Львів: «Інтелект-Захід», 2007. 232 с.

16. 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.

17. 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.

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

19. Герзель В.М., Марчук М.М., Фабрицький М.А., Рижий О.П. Організація автомобільних перевезень, дорожні умови та безпека руху: Навч. посіб. Рівне: НУВГП, 2008. 199 с.

20. Лебідь В.В. Підвищення ефективності управління міжнародними автомобільними перевезеннями на маршрутах МТК з використанням результатів експериментальних досліджень. *Збірка тез доповідей LXIX науково – практичної*

конференції науково-педагогічних працівників, аспірантів, студентів та структурних підрозділів НТУ. Київ: НТУ, 2013. С. 225.

21. Бережна Н.Г., Біляєва О.С., Войтов В.А., Горяїнов О.М., Карнаух М.В., Кравцов А.Г., Кутя О.В., Музильов Д.О., Шраменко Н.Ю. Проблеми транспортно-логістичного забезпечення в аграрній галузі. Харків: Міськдрук, 2019. 180 с.

22. Дуна Н., Матвієнко А. Перспективи розвитку українського ринку автомобільних вантажоперевезень: євроінтеграційний аспект. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. 2022. Випуск 44. С. 21–29.

23. Стасюк О., Чмирьова Л., Федяй Н. Ринки вантажних та пасажирських перевезень в Україні: проблеми та тенденції. *Ефективна економіка*. 2020. № 9. С. 1–19.

24. Швець В., Бойченко М. Аутсорсинг в логістиці автомобільних вантажоперевезень в Україні: стан, проблеми та перспективи. *Економічний вісник Донбасу*. 2019. № 3(57). С. 103–109.

25. Функціонування ринку вантажних перевезень в Україні: фактори впливу та пріоритети розвитку: науково-аналітична доповідь (електронне видання) / наук. ред. Х. М. Притула; ДУ «Інститут регіональних досліджень імені М. І. Долишнього НАН України». Львів, 2021. 94 с.

26. В.О. Огневий, Є.В. Смирнов, В.П. Кужель, Д.В. Борисюк. Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни «Вантажознавство» для студентів спеціальності 275 – «Транспортні технології». Вінниця : ВНТУ, 2023. 86 с.

27. Д.В. Борисюк, Є.В. Смирнов. Дослідження операцій в транспортних системах. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт (студентам спеціальності 275 «Транспортні технології»). Частина 1. Вінниця: ІРВЦ ВНТУ, 2022. 52 с.

28. Д.В. Борисюк., В.О. Огневий. Дослідження операцій в транспортних системах. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт (студентам спеціальності 275 «Транспортні технології»). Частина 2. Вінниця: ІРВЦ ВНТУ, 2022. 57 с.

29. Економіка міжнародних транспортних перевезень: підручник / М.І. Данько, В.Л. Дикань, О.Г. Дейнека, Л.О. Позднякова, Ю.М. Юрченко. Харків: "Олант", 2004. 352 с.
30. Окландер М. А., Хромов О. П. Промислова логістика. Київ: Цент навчальної літератури, 2004. 222 с.
31. Анісімов О.О., Довгалюк І.А. Дослідження показників роботи кар'єрних самоскидів та підвищення їх продуктивності в умовах Стрижавського родовища мігматитів. Збірник наукових праць Національного гірничого університету. 2015. № 49. С. 25-31.
32. Шарай С.М., Стефанович О.М., Рой М.П. Методика вибору послідовності виконання замовлень на міжміські вантажні автомобільні перевезення. World Science. 2021. № 9(70). С. 1–7.
33. Чупрін Є. С., Кондратенко Є. В., Гелеверя Є. М. Аналіз та перспективи розвитку транспортної галузі України з позиції автотранспортних підприємств. Науковий вісник Ужгородського національного університету. 2019. Вип. 24. С. 125–130.
34. Літвінова Я. В., Барановський О. Д. Пошук та обґрунтування шляхів підвищення ефективності перевезень тарно-штучних вантажів. Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту. 2020. № 5(89). С. 22–31.
35. Калініченко О. П., Павленко О. В., Нефьодов В. М. Оптимізація рішення задач оперативного планування вантажних перевезень на автомобільному транспорті. Комунальне господарство міст. 2018. Вип. 142. С. 108–113.
36. Ziebuhr M., Kopfer H. Solving an integrated operational transportation planning problem with forwarding limitations. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review. 2016. Vol. 87. P. 149–166.
37. Дослідження економічної доцільності автомобільних перевезень / Г. І. Нестеренко та ін. Логістичне управління та безпека руху на транспорті: зб. наук. пр. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти та молодих вчених, м. Рубіжне (Луганська обл.), 1–2 груд. 2020 р. Сєверодонецьк, 2020. С. 126–129.

38. Формування показників оцінки ефективності транспортного процесу перевезень / В. В. Аулін та ін. Вісник машинобудування та транспорту. 2020. № 1(11). С. 4–10.

39. Кусяк М.М., Мельник В.М. Критерії вибору парку транспортних засобів для забезпечення ефективної системи вантажних перевезень. Актуальні задачі сучасних технологій: збірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. 2019. № 1. С. 194–195.

40. Галкін А.С. Щодо оцінки ефективності перевезень вантажів однотипними транспортними засобами. Technology audit and production reserves. 2013. № 6/3(14). С. 11–14.

41. Методика вибору рухомого складу, маршруту і графіка перевезення вантажів / А. П. Поляков. Наукові праці ВНТУ. 2011. № 3. С. 1–10.

42. Khavruk V.O., Parkhomenko O.O. Критерії оцінки й вибору рухомого складу АТП. Science and Transport Progress. 2021. Вип. 2(92). С. 17–28.

43. Glaeser, K.P., Ritzinger, M.A. Comparison of the Performance of Heavy Vehicles Results of the OECD Study: «Moving Freight with Better Trucks». Procedia – Social and Behavioral Sciences. 2012. № 48. С. 106–120.

44. Савченко Л.В. Задача вибору виду транспорту для вантажоперевезення. Вісник Національного транспортного університету. 2012. Вип. 26(2). С. 267–272.

45. Шматко Д.З., Сасов О.О., Сподинець М.Д. Розв'язання задачі вибору кількості та типу автомобілів при забезпеченні вантажних перевезень. Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва: проблеми теорії та практики: збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 90-річчю від дня народження професора Рибак Тимотія Івановича та 60-річчю кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин. 2022. С. 178–179.

46. Борисюк Д.В., Чернієнко Р.В. Транспортування вантажів у рамках концепцій «lean transportation» та ситуаційного управління. *Матеріали XVII-ї міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту»*, 21-23 жовтня 2024 р. ДУ «Житомирська політехніка» (м. Житомир). С. 39-40.

Додаток А (основний).

**РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ АВТОСАМОСКИДА
ЗА ЗМІНУ ПІД ЧАС ПЕРЕВЕЗЕННЯ МЕТАЛУРГІЙНИХ ШЛАКІВ
НА ВІДВАЛІ**

Результати моделювання продуктивності автосамоскида за зміну під час перевезення металургійних шлаків на відвалі, т-км/зміна

Вид маршруту	$\beta_{об.}$	$L_{пр.}$	$l_{об.}, \text{ км}$					
			1,2	2,4	3,6	4,8	6,0	7,2
БЕЛАЗ-7540								
Маятниковий	0,5	0,10	1254,1	1857,5	2212,3	2445,8	2611,2	2734,5
		0,35	1021,9	1513,5	1802,6	1992,9	2127,7	2228,1
		0,60	862,2	1277,0	1520,9	1681,5	1795,2	1880,0
Кільцевий з двома їздками	0,7	0,10	1277,2	2107,0	2689,3	3120,6	3452,8	3716,6
		0,35	1040,7	1716,8	2191,3	2542,7	2813,4	3028,3
		0,60	878,1	1448,5	1848,9	2145,4	2373,8	2555,2
	0,9	0,10	1642,2	2709,0	3457,7	4012,2	4439,3	4778,5
		0,35	1338,1	2207,3	2817,4	3269,2	3617,2	3893,6
		0,60	1129,0	1862,4	2377,2	2758,4	3052,0	3285,2
SHACMAN X3000								
Маятниковий	0,5	0,10	677,9	1104,8	1398,3	1612,4	1775,6	1904,0
		0,35	552,4	900,2	1139,3	1313,8	1446,8	1551,4
		0,60	466,1	759,5	961,3	1108,5	1220,7	1309,0
Кільцевий з двома їздками	0,7	0,10	642,5	1138,9	1534,1	1856,1	2123,5	2349,1
		0,35	523,5	928,0	1250,0	1512,3	1730,2	1914,1
		0,60	441,7	783,0	1054,7	1276,0	1459,9	1615,0
	0,9	0,10	826,0	1464,4	1972,4	2386,4	2730,2	3020,2
		0,35	673,1	1193,2	1607,1	1944,4	2224,6	2460,9
		0,60	567,9	1006,7	1356,0	1640,6	1877,0	2076,4
КамАЗ-6520								
Маятниковий	0,5	0,10	562,8	910,8	1147,2	1318,4	1448,0	1549,5
		0,35	458,6	742,1	934,8	1074,2	1179,8	1262,6
		0,60	386,9	626,2	788,7	906,4	995,5	1065,3
Кільцевий з двома їздками	0,7	0,10	535,9	945,5	1268,6	1530,1	1746,0	1927,4
		0,35	436,7	770,4	1033,7	1246,8	1422,7	1570,4
		0,60	368,5	650,0	872,2	1051,9	1200,4	1325,1
	0,9	0,10	689,1	1215,6	1631,1	1967,3	2244,9	2478,0
		0,35	561,5	990,5	1329,0	1603,0	1829,2	2019,1
		0,60	473,7	835,7	1121,4	1352,5	1543,4	1703,7

Додаток Б (основний).

**РЕЗУЛЬТАТИ ХРОНОМЕТРАЖУ ЧАСУ НАВАНТАЖЕННЯ ТА РОЗВАН-
ТАЖЕННЯ АВТОМОБІЛІВ**

Результати хронометражу часу навантаження автосамоскидів

Но- мер замі- ру	КамАЗ-6520			SHACMAN X3000			БЕЛАЗ-7540			SHACMAN X3000		
	Чис- ло цик- лів, шт.	Ван- тажо- під- йом- ність авто- само- скиду, т	Три- ва- лість наван- тажен- ня, с	Число цик- лів, шт.	Ван- тажо- під- йом- ність авто- само- скиду, т	Три- ва- лість наван- тажен- ня, с	Число цик- лів, шт.	Ван- тажо- під- йом- ність авто- само- скиду, т	Три- ва- лість наван- тажен- ня, с	Число цик- лів, шт.	Ван- тажо- під- йом- ність авто- само- скиду, т	Три- ва- лість наван- тажен- ня, с
ЕКГ-5												
1	2	20	152	3	25	170	3	30	156	4	41	236
2	2	20	150	3	25	175	3	30	164	4	41	242
3	2	20	143	3	25	166	3	30	168	4	41	244
4	2	20	152	3	25	172	3	30	164	4	41	224
5	2	20	144	3	25	172	3	30	160	4	41	230
6	2	20	154	3	25	173	3	30	169	4	41	253
7	2	20	150	3	25	169	3	30	159	4	41	256
8	2	20	144	3	25	156	3	30	157	4	41	261
9	2	20	153	3	25	158	3	30	162	4	41	268
10	2	20	158	3	25	170	3	30	158	4	41	243
x, сек.	-	-	150	-	-	168	-	-	162	-	-	246
x, хв.	-	-	2,5	-	-	2,8	-	-	2,7	-	-	4,1
Навантажувач фронтальний (смність ковша 4,5 м ³)												
1	2	20	226	3	25	291	3	30	294	4	41	384
2	2	20	240	3	25	282	3	30	288	4	41	390
3	2	20	240	3	25	288	3	30	288	4	41	372
4	2	20	234	3	25	294	3	30	300	4	41	378
5	2	20	216	3	25	294	3	30	288	4	41	390
6	2	20	222	3	25	300	3	30	294	4	41	396
7	2	20	228	3	25	282	3	30	300	4	41	384
8	2	20	228	3	25	294	3	30	306	4	41	378
9	2	20	222	3	25	300	3	30	294	4	41	390
10	2	20	216	3	25	294	3	30	300	4	41	396
x, сек.	-	-	227,2	-	-	291,9	-	-	295,2	-	-	385,8
x, хв.	-	-	3,8	-	-	4,9	-	-	4,9	-	-	6,4

Результати хронометражу часу навантаження автосамоскидів-шламовозів

Номер заміру	КАМАЗ-55111-15			КамАЗ-65115			МАЗ-6501В5			БЕЛАЗ-7540		
	Число циклів, шт.	Вантажопідйомність авто-самоскиду, т	Тривалість навантаження, хв	Число циклів, шт.	Вантажопідйомність авто-самоскиду, т	Тривалість навантаження, хв	Число циклів, шт.	Вантажопідйомність авто-самоскиду, т	Тривалість навантаження, хв	Число циклів, шт.	Вантажопідйомність авто-самоскиду, т	Тривалість навантаження, хв
Бункер												
1	-	13	15,1	-	15	16,2	-	20,9	21,1	-	30	-
2	-	13	15,7	-	15	15,4	-	20,9	25,1	-	30	-
3	-	13	17,4	-	15	16,5	-	20,9	19,8	-	30	-
4	-	13	15,8	-	15	15,7	-	20,9	18,4	-	30	-
5	-	13	14,5	-	15	17,5	-	20,9	18,9	-	30	-
6	-	13	14,8	-	15	17,9	-	20,9	19,2	-	30	-
7	-	13	15,2	-	15	17,1	-	20,9	22,7	-	30	-
8	-	13	14,5	-	15	16,5	-	20,9	22,1	-	30	-
9	-	13	14,2	-	15	17,1	-	20,9	21,6	-	30	-
10	-	13	13,9	-	15	17,3	-	20,9	22,0	-	30	-
x	-	13	15,1	-	15	16,7	-	20,9	21,1	-	30	-
Грейферний кран (ємність ковша 1,5 м³)												
1	6	13	10,1	7	15	12,1	10	20,9	18,8	14	30	24,7
2	6	13	10,2	7	15	12,0	10	20,9	18,7	14	30	25,2
3	6	13	8,9	7	15	12,2	10	20,9	18,2	14	30	24,9
4	6	13	9,9	7	15	12,1	10	20,9	18,5	14	30	25,2
5	6	13	9,5	7	15	11,7	10	20,9	18,3	14	30	24,9
6	6	13	9,9	7	15	11,9	10	20,9	18,5	14	30	24,8
7	6	13	10,7	7	15	11,9	10	20,9	18,9	14	30	24,9
8	6	13	9,1	7	15	12,2	10	20,9	18,3	14	30	24,8
9	6	13	12,8	7	15	11,7	10	20,9	18,3	14	30	24,9
10	6	13	10,1	7	15	12,2	10	20,9	18,5	14	30	25,6
x	6	13	10,1	7	15	12,0	10	20,9	18,5	14	30	25,0
Навантажувач фронтальний (ємність ковша 3,0 м³)												
1	3	13	5,4	5	15	6,2	6	20,9	7,6	10	30	11,9
2	3	13	5,1	5	15	5,7	6	20,9	7,0	10	30	12,0
3	3	13	5,9	5	15	6,3	6	20,9	6,9	10	30	12,2
4	3	13	5,8	5	15	6,4	6	20,9	8,1	10	30	11,9
5	3	13	5,5	5	15	6,2	6	20,9	8,0	10	30	11,5
6	3	13	5,9	5	15	6,3	6	20,9	7,9	10	30	11,0
7	3	13	5,5	5	15	5,1	6	20,9	7,6	10	30	11,6
8	3	13	5,8	5	15	5,9	6	20,9	7,2	10	30	12,9
9	3	13	5,9	5	15	6,1	6	20,9	7,3	10	30	11,7
10	3	13	5,9	5	15	5,9	6	20,9	7,9	10	30	12,6
x	3	13	5,7	5	15	6,0	6	20,9	7,6	10	30	11,9

Результати хронометражу часу навантаження автоцистерн-шламовозів

Но- мер замі- ра	КО-501К		КО-507А-2		КО-530		ТЦ-13	
	Ванта- жопід- йомність, т	Трива- лість на- ванта- ження, хв	Ванта- жопід- йомність, т	Трива- лість на- ванта- ження, хв	Ванта- жопід- йомність, т	Трива- лість на- ванта- ження, хв	Ванта- жопід- йомність, т	Трива- лість на- ванта- ження, хв
1	3,74	15,9	9,2	28,9	11,2	46,5	14	46,9
2	3,74	14,2	9,2	32,7	11,2	42,7	14	47,5
3	3,74	14,8	9,2	29,1	11,2	39,8	14	50,9
4	3,74	13,7	9,2	33,6	11,2	42,5	14	50,1
5	3,74	14,2	9,2	32,6	11,2	39,9	14	45,9
6	3,74	16,4	9,2	29,2	11,2	43,7	14	50,1
7	3,74	15,1	9,2	29,6	11,2	45,1	14	48,9
8	3,74	14,7	9,2	32,9	11,2	46,2	14	47,2
9	3,74	16,4	9,2	33,6	11,2	39,7	14	49,8
10	3,74	14,9	9,2	29,8	11,2	41,8	14	46,9
x	3,74	15,0	9,2	31,2	11,2	42,8	14	48,4

Результати хронометражу часу розвантаження автосамоскидів, хв

Но- мер ви- міру	КАМАЗ-55111- 15 (13 т)	КАМАЗ - 65115 (15 т)	КАМАЗ- 6520 (20 т)	МАЗ-6501В5 (20,9 т)	SHACMAN X3000 (25 т)	БЕЛАЗ-7540 (30 т)	SHACMAN X3000 (41 т)
Металургійний шлак							
1	2,7	3,2	2,9	3,1	3,6	2,9	4,9
2	2,8	3,1	3,3	2,8	3,2	3,1	4,8
3	3,1	2,7	3,1	3,9	2,8	2,9	5,5
4	2,5	2,9	2,7	3,4	2,9	2,6	5,2
5	2,2	3	2,5	2,6	3,1	3,1	5,7
6	2,4	2,8	2,9	2,7	3,7	3,2	4,9
7	2,6	2,7	3,4	2,6	2,8	2,5	5,9
8	2,5	3,4	3,1	2,9	3,3	2,8	5,8
9	2,7	2,4	2,8	3,8	3,4	3,3	5,7
10	2,5	2,3	2,9	3,4	2,7	2,8	6,1
x	2,6	2,9	3,0	3,1	3,15	3,0	5,45
Зневоднений шлак							
1	11,3	16	20	23	-	-	-
2	12,4	16,2	21	22,7	-	-	-
3	12,6	15,5	21,9	22	-	-	-
4	12	16,3	22,3	24,3	-	-	-
5	11,8	16	19,7	20,1	-	-	-
6	12,1	15,9	21,4	23	-	-	-
7	11,9	15,8	20,9	23,2	-	-	-
8	12,6	15,5	22,1	23,8	-	-	-
9	11,6	16,3	20,8	22,7	-	-	-
10	12,1	15,8	20,5	23,4	-	-	-
x	12,0	15,9	21,0	22,8	-	-	-

Результати хронометражу часу розвантаження автоцистерн-шламовозів, хв

Номер виміру	КО-501К (3,74 т)	КО-507А-2 (9,2 т)	КО-530 (11,2 т)	ТЦ-13 (14 т)
При $T > 25^{\circ}\text{C}$				
1	11,8	29,1	36	41,9
2	12,7	28,4	37,5	39,9
3	13,6	30,1	35,6	40,8
4	14	28,1	35,9	43,6
5	13,7	26,3	36,3	43,9
6	14,9	27,5	37,1	43,2
7	13,9	26,9	36,4	43,7
8	13,8	29,3	35,9	43,1
9	12,9	27,3	36,2	40,1
10	13,4	26,4	36,9	39,9
x	13,5	27,9	36,4	42,0
При $T \leq 25^{\circ}\text{C}$				
1	16,6	30,9	41,6	50
2	16,9	34,8	42,7	50,9
3	17,1	33,6	46,1	49,9
4	16,9	36,2	45,8	52,7
5	17,8	34,1	46,9	53,1
6	17,5	32,5	45,8	53,9
7	16,7	32,1	44,9	54,1
8	16,9	33,4	45,6	53,5
9	17,2	33,6	44,8	50,2
10	16,8	34,2	45,1	51,4
x	17,0	33,5	45,0	52,0

Додаток В (обов'язковий).

**ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ
РОБОТИ**

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

**Підвищення продуктивності вантажних автомобілів при
обслуговуванні приватного акціонерного товариства
«Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат»
(місто Горішні Плавні Полтавської області)**

ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА

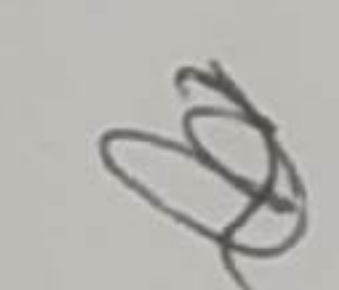
магістерської кваліфікаційної роботи

Галузь знань 27 – «Транспорт»

Спеціальність 275 – «Транспортні технології (за видами)»

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

Виконав студент гр. ІТТ-23м



Чернієнко Р.В.

Керівник к.т.н., доцент кафедри АТМ



Борисюк Д.В.

Вінниця – 2024

2024/12/24 12:42

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

**Підвищення продуктивності вантажних автомобілів при
обслуговуванні приватного акціонерного товариства
«Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат»
(місто Горішні Плавні Полтавської області)**

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. ІТТ-23м

Чернієнко Р.В.

Керівник к.т.н., доцент кафедри АТМ

Борисюк Д.В.

Вінниця – 2024

1

Підвищення продуктивності вантажних автомобілів при обслуговуванні приватного акціонерного товариства «Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат» (місто Горішні Плавні Полтавської області)

Метою роботи є підвищення продуктивності автомобілів при транспортному обслуговуванні металургійного виробництва ПрАТ «Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат» на основі усунення втрат перевізної спроможності автопарку.

Завдання дослідження полягають у наступному:

- аналіз сучасного стану транспортного обслуговування металургійного виробництва ПрАТ «Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат» автомобільним транспортом;
 - дослідження втрат перевізної здатності, що виникають при транспортному обслуговуванні металургійного виробництва ПрАТ «Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат», та розробка показника їх кількісної оцінки;
 - обґрунтування методики підвищення продуктивності автомобілів під час транспортного обслуговування металургійного підприємства;
 - дослідження впливу техніко-експлуатаційних параметрів на показники перевізного процесу при транспортному обслуговуванні металургійного виробництва;
 - техніко-економічна оцінка реалізації пропозицій щодо підвищення продуктивності автомобілів з використанням інформаційної системи управління транспортним обслуговуванням металургійного підприємства відповідно до проведених досліджень.
- Об'єктом дослідження** є процес перевезення технологічних вантажів ПрАТ «Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат» автомобільним транспортом.

Предметом дослідження є вплив втрат перевізної спроможності автопарку на техніко-експлуатаційні параметри транспортного процесу, продуктивність автомобіля та собівартість перевезень при транспортному обслуговуванні металургійного підприємства.



Міністерство освіти і науки України
Державний університет "Житомирська політехніка"

Сертифікат

20.01-515-048-24

Чернієнко Роман Вадимович

свідчить про те, що

приймав(ла) участь у роботі XVII міжнародної науково-практичної конференції
"Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту"

з 21 жовтня 2024 р. по 23 жовтня 2024 р.

та пройшов підвищення кваліфікації тривалістю 15 годин (0,5 кредитів ECTS) за такими напрямками:

- стратегії та перспективи розвитку автомобільного транспорту та транспортних засобів;
- сучасні технології на автомобільному транспорті;
- транспортні системи, логістика, організація і безпека руху;
- системотехніка і діагностика транспортних машин;
- стратегії, зміст та нові технології підготовки спеціалістів з вищою технічною освітою в галузі автомобільного транспорту.

Ректор

Віктор ЄВДОКИМОВ

Дата видачі: 23 жовтня 2024 р.

ПрАТ «Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат»

ПрАТ «Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат» — провідний виробник та експортер залізрудних окатишів, що використовуються в чорній металургії та сталевиробництві. Продукція підприємства поставляється до країн Європи, включаючи Австрію, Румунію, Польщу, Болгарію, Чехію, Словаччину, Сербію, Чорногорію, Італію та інші. Комбінат є основним постачальником залізрудних окатишів для металургійних підприємств Європи.

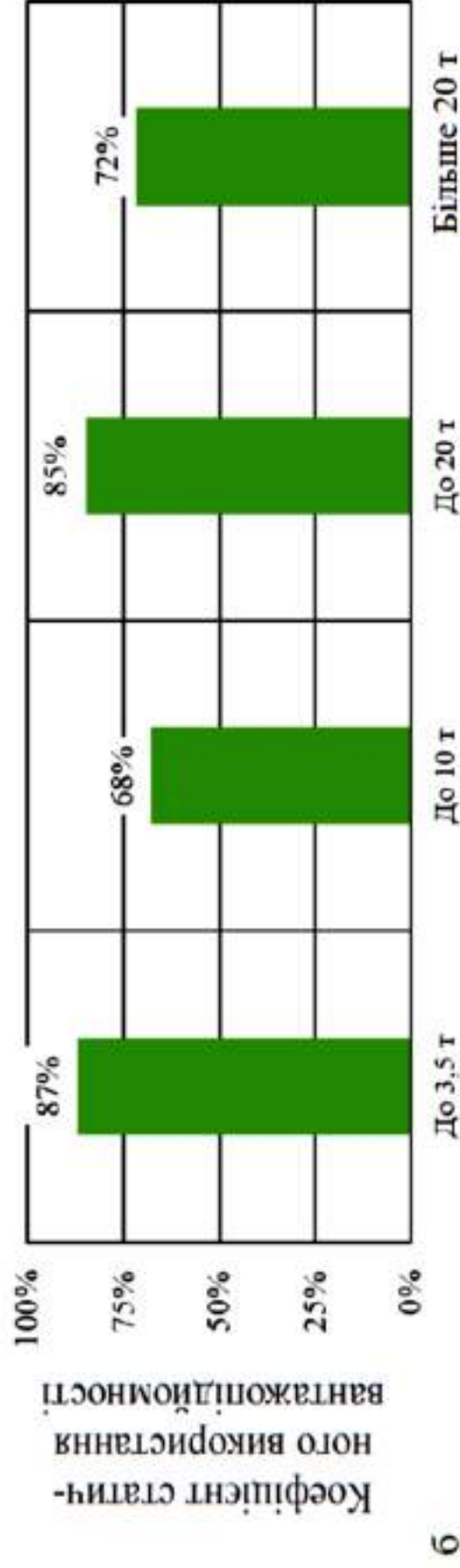
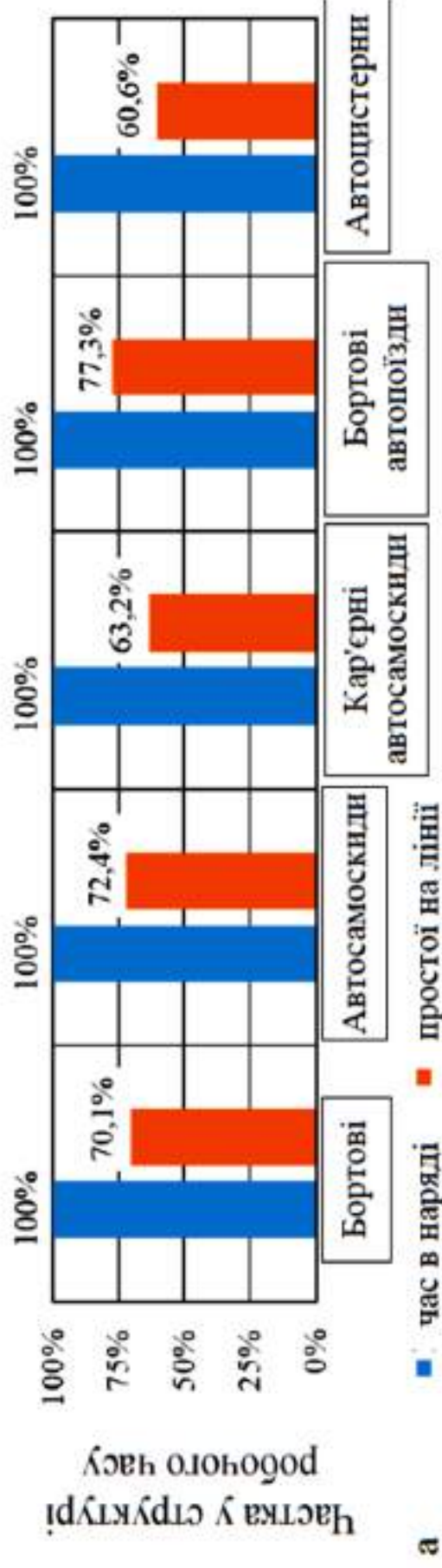


Адміністративно-виробничий корпус приватного акціонерного товариства «Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат»



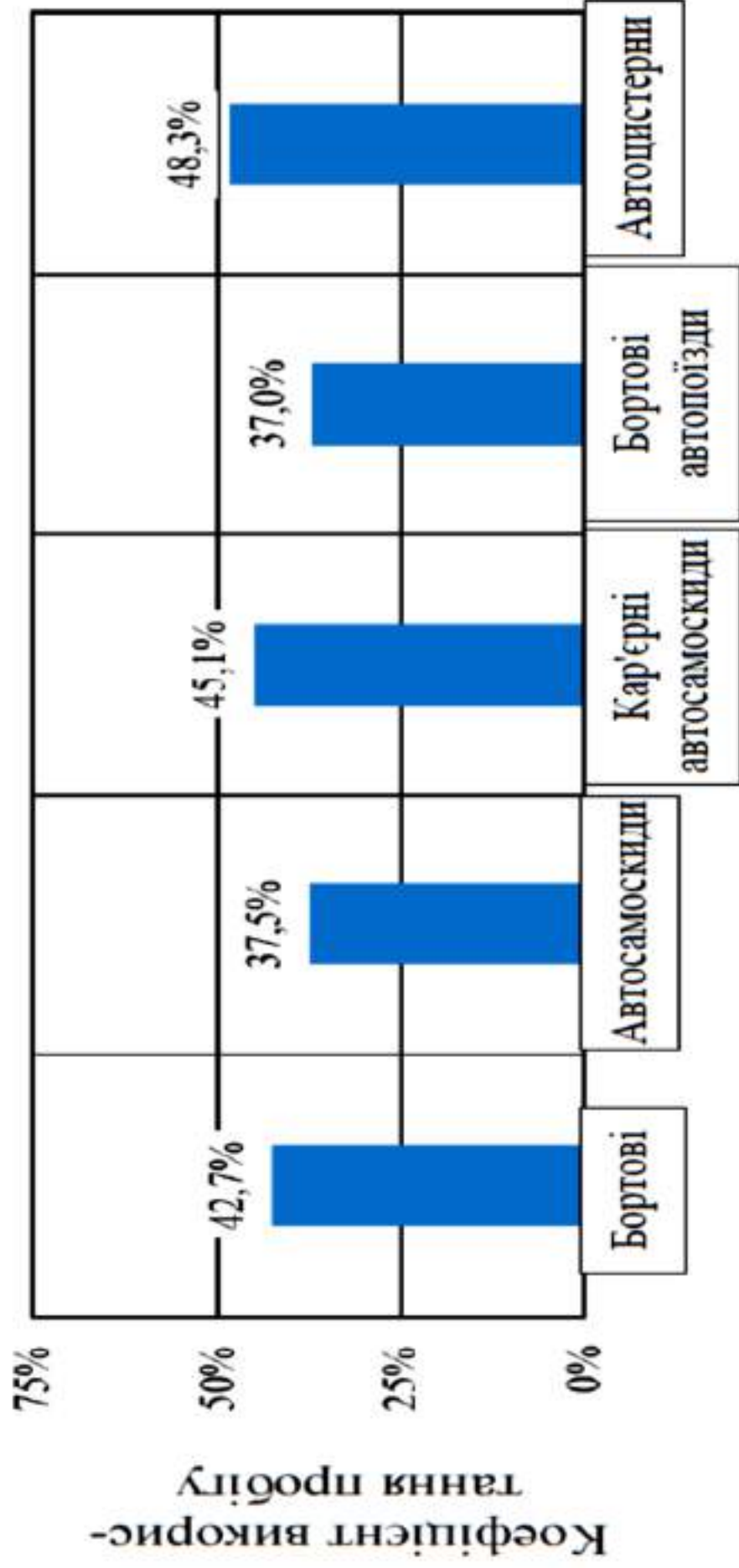
Кар'єр приватного акціонерного товариства «Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат»

перевезенні технологічних вантажів



а - частка простоїв автомобілів на лінії у структурі робочого часу;

б - коефіцієнт статичного використання вантажопідйомності бортових автомобілів



Коефіцієнт використання транспортного засобу автосамоскидів протягом зміни

Характеристика способів зниження витрат на перевезення технологічних вантажів металургійного підприємства автомобільним транспортом

Найменування способу	Замовник транспортних послуг (металургійне підприємство)		Перевізник	
	Переваги	Недоліки	Переваги	Недоліки
1. Підвищення продуктивності автомобілів за рахунок зниження втрат перевізної спроможності автопарку	Зниження витрат на автотранспортне обслуговування структурних підрозділів	Необхідність пошуку додаткових перевізних можливостей при сплеску потреб у транспортному обслуговуванні	Скорочення дефіциту транспорту для обслуговування основних та сторонніх замовників	Необхідність додаткових витрат на створення та підтримку TMS-системи (Transportation management system)
2. Скорочення вартості автотранспортних послуг на величину прибутку	Зниження витрат на автотранспортне обслуговування структурних підрозділів	Зниження надійності транспортного обслуговування структурних підрозділів через старіння автопарку	-	Втрата рентабельності та відсутність коштів на розвиток виробництва

Матриця балансу інтересів металургійного підприємства та перевізника

7

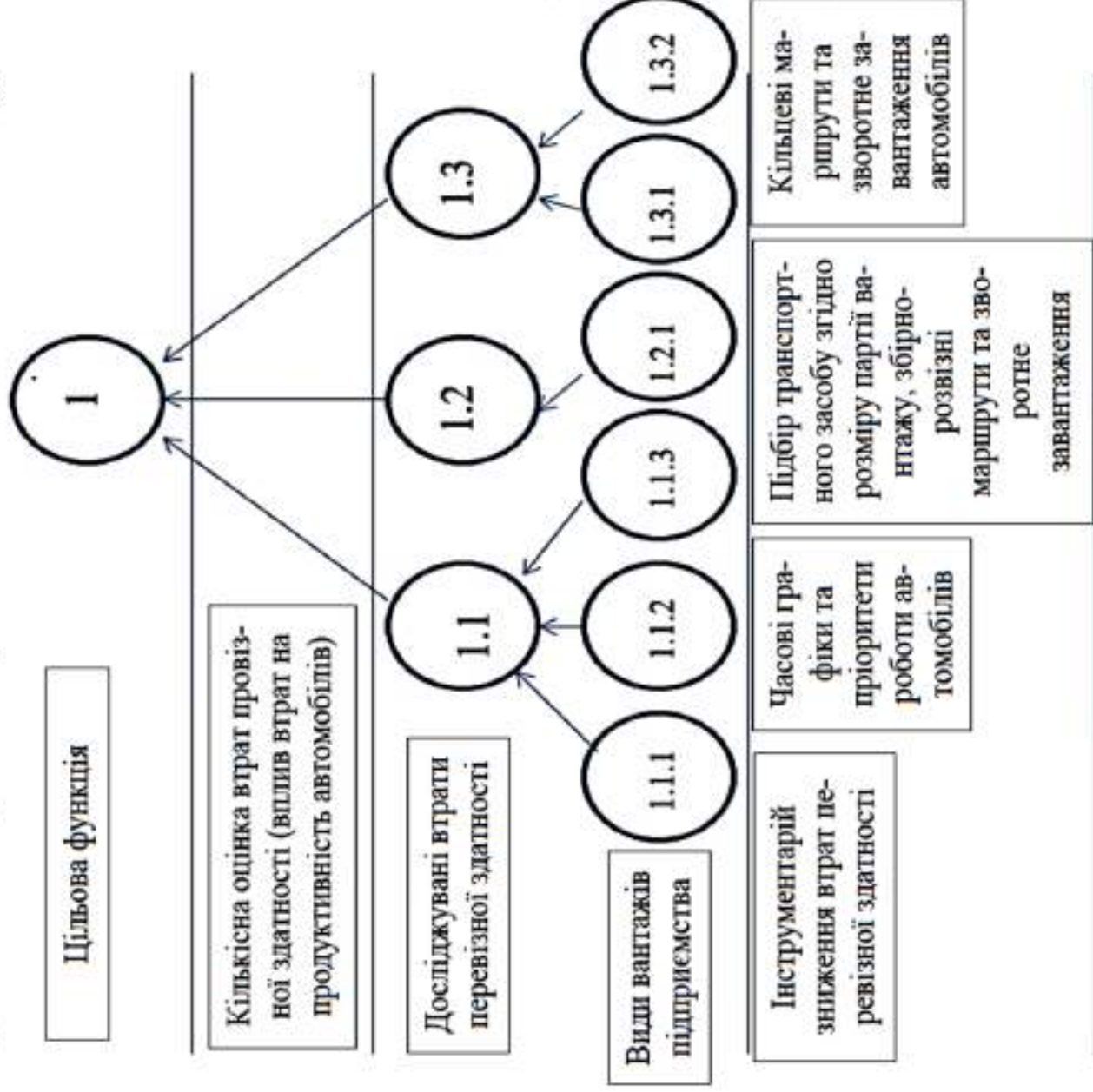
Спосіб зниження витрат на перевезення	Наявність інтересу	
	у металургійного підприємства	у перевізника
1. Підвищення продуктивності автомобілів на основі усунення втрат перевізної спроможності автопарку	+	+
2. Скорочення вартості автотранспортних послуг на величину прибутку	+	-
	- область пошуку балансу інтересів замовника та перевізника.	

Взаємозв'язок причин втрат перевізної спроможності автопарку, виду вантажу, що перевозиться, і способів усунення виникаючих втрат

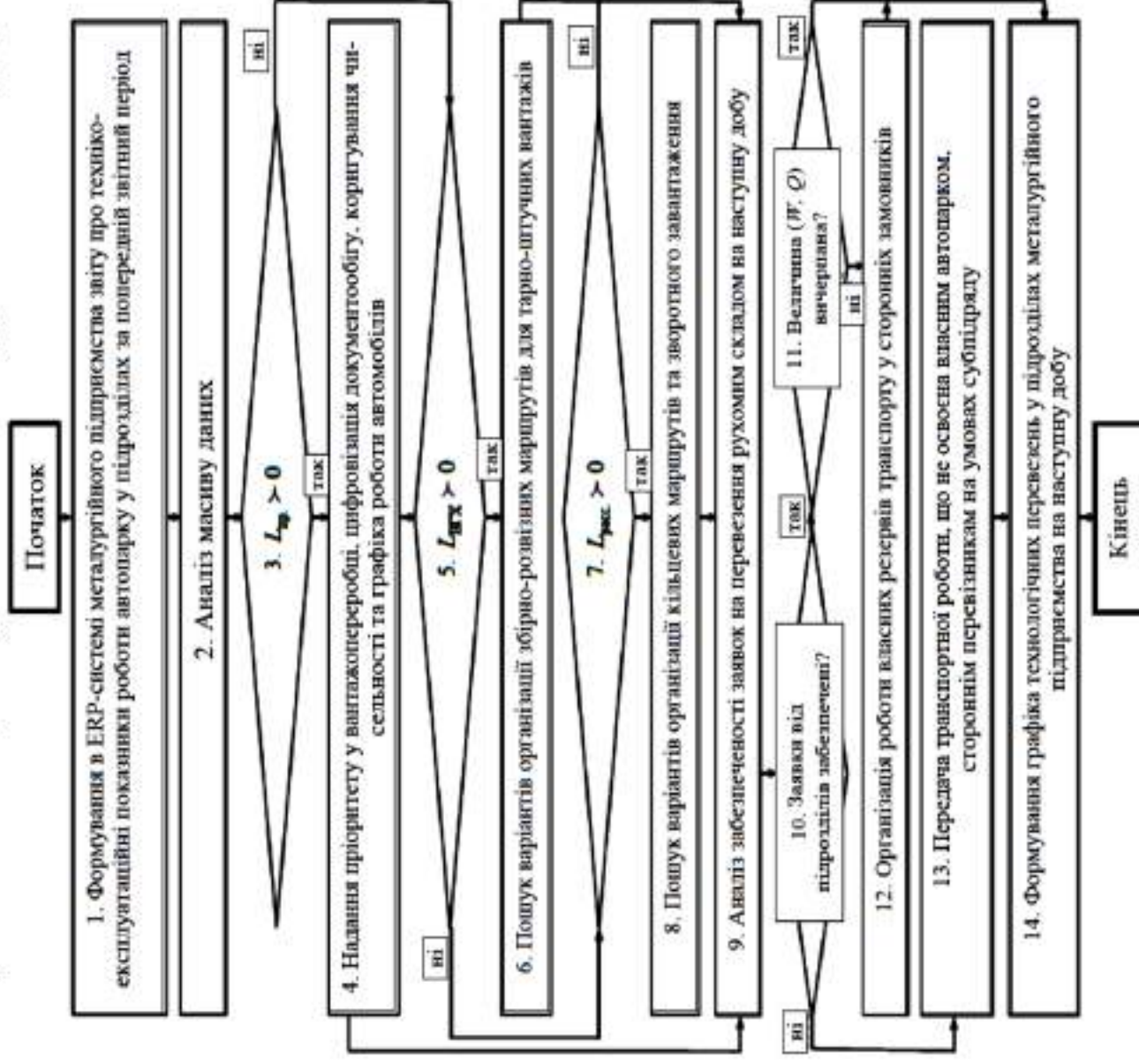
Причини втрат	Вид вантажу, що перевозиться	Способи та інструментарій усунення втрат	
		Способи	Інструментарій
Простої на лінії	Металургійні шлаки на відвалі, навалочні і наливні виробничі відходи, тарно-штучні вантажі	Управління черговістю транспортного потоку в пунктах навантаження-розвантаження і контролю автомобілів, а також і тривалістю виконання технологічних операцій транспортного процесу	Надання пріоритету в навантаженні-розвантаженні та огляді автомобілів на контрольно-пропускних пунктах, коригування чисельності та графіка роботи автомобілів у підрозділі замовника
Невідповідність технічних параметрів автомобілів, що перевозяться вантажі, вагогабаритним характеристикам	Тарно-штучні вантажі	Консолідація транспортної роботи кількох підрозділів замовника одним транспортним засобом	Організація збірно-розвізних та кільцевих маршрутів, зворотного завантаження
Розузгодженість взаємодії учасників транспортного процесу	Металургійні шлаки на відвалі, тарно-штучні вантажі		Організація кільцевих маршрутів та зворотного завантаження

Ієрархічна схема причинно-наслідкових зв'язків втрат перевізної здатності під час перевезення вантажів металургійного виробництва

9



під час транспортного обслуговування металургійного підприємства



Рухомий склад, який обрано для моделювання

Вантажопідйомність автомобіля визначається його типом. Аналіз практичного досвіду показує, що на внутрішньозаводських перевезеннях технологічних вантажів металургійного підприємства знаходить широке застосування наступний модельний ряд, прийнятий у подальших розрахунках:

- металургійні шлаки: БЕЛАЗ-7540 – 30 т, SHACMAN X3000 – 25 т, КАМАЗ-6520 – 20 т;
- зневоднені шлами: БЕЛАЗ-7540 – 30 т, МАЗ-6501В5 – 20,9 т, КАМАЗ-55111-15 – 13 т;
- рідкі шлами: ТЦ-13 – 14 т (напівпричіп), КО-507А-2 – 9,2 т, КО-510К – 3,74 т;
- тарно-штучні вантажі: МАЗ-9758-12 – 20 т (напівпричіп), КАМАЗ – 53215 – 11 т, КАМАЗ-4308 – 5,5 т, ГАЗ-3302 – 1,5 т.

1. Перевезення металургійних шлаків на відвалі

Продуктивність автосамоскида в тонно-кілометрах за зміну визначається за формулами:

- маятниковий маршрут:

$$P_{3M} = Q_{3M} \cdot l_B,$$

- кільцевий маршрут із двома їздками:

$$P_{3M} = Q_{3M1} \cdot l_{e1} + Q_{3M2} \cdot l_{e2},$$

де Q_{3M} – об'єм перевезень автосамоскида за зміну, т-км,
 l_B – пробіг автомобіля з вантажем за оборот, км.

де Q_{3M1} , Q_{3M2} – обсяг перевезень автосамоскида за зміну відповідно на 1-й та 2-й їздах за оборот, т;

l_{e1} , l_{e2} – відповідно довжина 1-ї та 2-ї їздки за оборот, км.

Обсяг перевезень автосамоскида за зміну визначається за формулами:

- маятниковий маршрут:

$$Q_{3M} = q_n^{a/c} \cdot n_{об},$$

- кільцевий маршрут із двома їздками: $Q_{3M} = 2 \cdot q_n^{a/c} \cdot n_{об}.$

Число оборотів автосамоскида на маршруті за зміну визначається за формулою

$$n_{об} = \frac{T_n - T_{об} - t_0}{t_{об} \cdot (1 + L_{тр})},$$

де $T_{об}$ – час обідньої перерви, год.

Час обороту розраховується за формулами:

- маятниковий маршрут:

$$t_{об} = \frac{t_{мп} + t_{оп} + t_n + t_{мр} + t_p + t_r}{60},$$

де $t_{м.п}$ – час маневрування на завантаженні, хв;
 $t_{о.п}$ – простий у черзі на завантаження, хв;
 t_n – час навантаження, хв;
 $t_{м.р}$ – час маневрування на розвантаження, хв;

$$t_{\text{об.}} = \frac{2 \cdot (t_{\text{мп}} + t_{\text{оп}} + t_{\text{п}} + t_{\text{мр}} + t_{\text{р}})}{60} + t$$

$t_{\text{р}}$ – час розвантаження, хв;

t – час автосамоскида в русі за оборот, год;

Час навантаження визначається за формулою

$$t_{\text{п}} = \frac{t_{\text{п}} \cdot q_{\text{н}}^{\text{a/c}}}{60 \cdot Q_{\text{к}} \cdot \gamma_{\text{к}} \cdot \rho},$$

де $t_{\text{п}}$ – час циклу вантажної машини, с;

$Q_{\text{к}}$ – місткість ковша, м³;

$\gamma_{\text{к}}$ – коефіцієнт наповнюваності ковша;

ρ – насипна щільність вантажу, т/м³.

Час автосамоскида в русі за оборот

$$t = \frac{l_{\text{об.}}}{V_{\text{т}}},$$

Пробіг автосамоскида за оборот

$$l_{\text{об.}} = \frac{l_{\text{об.}}}{\beta_{\text{об.}}}.$$

Собівартість перевезень металургійних шлаків на відвалі

$$C = \frac{(T_{\text{н}} - T_{\text{об.}}) \cdot C_{\text{т}}}{P_{\text{зм.}}},$$

де $C_{\text{т}}$ – собівартість години експлуатації

автотранспортного засобу розглянутого типу, грн./год.

2. Перевезення зневоднених шлаків

Продуктивність автосамоскида в тонах за зміну

$$Q_{\text{зм}} = q_{\text{н}}^{\text{a/c}} \cdot n_{\text{об.}}, \quad \text{де } q_{\text{н}}^{\text{a/c}} - \text{номінальна вантажопідйомність автосамоскида-шламовоза, т;}$$

$n_{\text{об.}}$ – число оборотів автосамоскида-шламовоза за зміну, об.

Час обороту розраховується за формулою

де $n_{\text{кпп}}$ – число контрольно-пропускних пунктів в дорозі автосамосвала-шламовоза за оборот, од.;

$$t_{\text{об.}} = \frac{t_{\text{мп}} + t_{\text{оп}} + t_{\text{п}} + t_{\text{мр}} + t_{\text{р}} + n_{\text{кпп}} \cdot t_{\text{кпп}}}{60} + t$$

$t_{\text{кпп}}$ – середня тривалість огляду на контрольно-пропускному пункті, хв.

3. Перевезення рідких шламів

Продуктивність автосамоскида в тонах за зміну

$$Q_{\text{зм}} = q_{\text{н}}^{a/ц} \cdot \gamma_{\text{с}} \cdot n_{\text{об}}, \text{ де } q_{\text{н}}^{a/ц} - \text{номінальна вантажопідйомність автоцистерни-шламовоза.}$$

Число оборотів автоцистерни-шламовоза на маршруті за зміну, час автоцистерни в русі за оборот, час обороту, собівартість перевезень рідких шламів визначаються відповідно до п 1 та 2.

4. Перевезення тарно-штучних вантажів

Продуктивність універсального автомобіля в тонах за зміну:

- маятниковий та кільцевий маршрути: - розвізний маршрут для сумісних вантажів:

$$Q_{\text{зм}} = q_{\text{н}}^y \cdot n_{\text{с}} \cdot \gamma_{\text{с}}, \quad Q_{\text{зм}} = q_{\text{н}}^y \cdot n_{\text{об}} \cdot \gamma_{\text{с}}.$$

де $n_{\text{с}}$ – число їздок в обороті, шт.;

Час обороту розраховується за формулою

$$t_{\text{об}} = \frac{t_{\text{п-р}} + n_{\text{кпш}} \cdot t_{\text{кпш}}}{60} + t$$

Час навантаження-розвантаження універсального автомобіля за оборот визначається за формулами:

- маятниковий маршрут:

$$t_{\text{п-р}} = t_{\text{п-р}}^{\text{м}} \cdot n_{\text{м}} \cdot \gamma_{\text{с}} + t_{\text{оп}} + t_{\text{ор}},$$

- розвізний маршрут:

$$t_{\text{п-р}} = t_{\text{п-р}}^{\text{м}} \cdot n_{\text{м}} \cdot \gamma_{\text{с}} + (t_{\text{оп}} + t_{\text{ор}}) \cdot n_{\text{с}};$$

- кільцевий маршрут:

$$t_{\text{п-р}} = n_{\text{с}} \cdot (t_{\text{п-р}}^{\text{м}} \cdot n_{\text{м}} \cdot \gamma_{\text{с}} + t_{\text{оп}} + t_{\text{ор}}).$$

де $t_{\text{п-р}}^{\text{м}}$ – час технологічних операцій на

завантаження-розвантаження, хв/вантажне місце;

$n_{\text{м}}$ – число вантажних місць у кузові автомобіля, шт.;

$t_{\text{оп}}$ – середня тривалість очікування навантаження,

включаючи оформлення документів, хв/оборот;

$t_{\text{ор}}$ – середня тривалість очікування розвантаження,

включаючи оформлення документів, хв/оборот.

Результати аналізу наднормативних простойв автотранспорту у підрозділах метизного виробництва, год/зміна

Тип автомобіля	Графік роботи	Загальний простій	Нормативний простій	Наднормативний простій
Цех підготовки виробництва (ЦПВ)				
Бортові	5-Б-1	4,5	4,2	0,3
Самоскид	2-А	8,9	2,7	6,2
Самоскиди	№9	7,6	1,2	6,4
Самоскид	5-Б-1	5,3	1,7	3,6
Бортовий напівпричіп	5-Б-1	4,3	4,2	0,1
Цвяховий і калібрувально-пресовий цехи (ЦКПЦ)				
Самоскид	2-А	8,5	8,1	0,4
Самоскиди	5-Б-1	2,9	2,1	0,8
Сталедротово-канатний цех (СДКЦ)				
Самоскид	2-А	8,3	7,4	0,9
Самоскид	5-Б-1	4,1	2,1	2
Бортовий	5-Б-1	4,9	3,1	1,8
Калібрувальний цех (Калібр. цех)				
Самоскид	№9	8,3	1,8	6,5
Самоскиди	5-Б-1	5,3	2,6	2,7
Бортовий	5-Б-1	6,3	6,0	0,3
Енергоцех				
Самоскиди	5-Б-1	4,2	4,1	0,1
Автоцистерна-напівпричіп	5-Б-1	6,5	6,4	0,1
Сталедротягний цех (СДЦ)				
Самоскиди	5-Б-1	3,2	2,9	0,3
Самоскид	2-А	9,1	2,8	6,3
Бортовий	5-Б-1	3,5	3,3	0,2
Бортовий напівпричіп	2-А	8,2	7,2	1
Благоустрій				
Самоскид	5-Б-1	3,5	3,3	0,2
Господарський відділ				
Бортовий	5-Б-1	4,9	4,0	0,9
Електродний цех №1 (ЕЦ №1)				
Самоскид	5-Б-1	3,5	3,0	0,5
Бортовий	5-Б-1	4,0	3,9	0,1

втрат перевізної спроможності розглянутого промислового автопарку

Захід, що пропонується		Підрозділ	Джерело ефективності
Зміст	Найменування		
Зменшення кількості автомобілів на об'єкті	1. Заявка на перевезення дроту та катанки між метизою та калібрувальними майданчиками бортовим автомобілем КАМАЗ-53215 поєднується із заявкою на автосамоскиди КАМАЗ-55111, закріплені за цим же об'єктом.	СДКЦ	Виконання заявки меншим автопарком
	2. Виведення з транспортного процесу самоскида КАМАЗ-55111 (перевезення дроту та катанки в бухтах за графіком № 9). Перевезення буде здійснено другим автосамоскидом за таким же графіком.	ЦПВ	
	3. Відмова від використання автосамоскиду КАМАЗ-55111 для перевезення круга в бухтах, дроту навалом, пакетованих заготовок за графіком № 9. Вантажі перевозитимуться автосамоскидами КАМАЗ-65115	Калібр. цех	
Коригування графіка роботи автомобілів	4. Переведення автосамоскида КАМАЗ-55111 (перевезення дроту в якорях, катанки в бухтах, хімічних реагентів за графіком 2-А) на графік № 9.	СДЦ	Найменший час знаходження автотранспорту на об'єкті замовника
Використання автомобілів меншої вантажо-під'ємності	5. Два бортові автомобілі КАМАЗ-53125 (11 т) для перевезення спецодягу та інших тарно-штучних вантажів замінюються на два бортові автомобілі КАМАЗ-4308 (5,5 т)	ЦПВ	Виконання заявки автомобілями з меншою собівартістю перевезень

Найменування	Вид автотранспорту					
	Автосамоскиди		Універсальні		Напівпричепа	
	8 т	13-16 т	1,5 т	8-10 т	Універсальні	Автоцистерни
ЦПВ	1, 5-Б-1	1, 2-А	-	1, 5-Б-1	1, 5-Б-1	-
	-	2, №9		1, 5-Б-1	-	
СДЦ	1, 5-Б-1	1, 2-А	-	1, 5-Б-1	1, 2-А	-
	-	2, 5-Б-1		-	-	
ЦКПЦ	-	1, 2-А	-	-	-	-
		3, 5-Б-1				
СДКЦ	-	1, 2-А	-	1, 5-Б-1		
		1, 5-Б-1		-	-	-
		1, №9				
Благоустрій	-	1, 5-Б-1	-	-	-	-
Калібр. цех	-	1, №9	-	1, 5-Б-1	-	-
		2, 5-Б-1		-	-	
Енергоцех	1, 5-Б-1	1, 5-Б-1	-	-	-	1, 5-Б-1
	-	-				
Госп. відділ	-	-	1, 5-Б-1	-	-	-
ЕЦ №1	-	1, 5-Б-1	-	1, 5-Б-1	-	-

Примітки. 1. Кольором виділено графікові (постійні) заявки, без кольору – епізодичні заявки. 2. У комірках через кому вказано кількість автомобілів і графіки їх роботи на об'єкті замовника. 3. Закреслюванням зазначено запропоновані до коригування заявки.

Розмір економії річного бюджету на транспортне обслуговування метизного виробництва, тис. грн.

Найменування заходу	Розмір бюджету		Економія бюджету
	до реалізації	після реалізації	
1. Поєднання заявки СДКЦ на перевезення дроту та катанки між метизною та калібрувальною площадками бортовим автомобілем КАМАЗ-53215 із заявкою на автосамоскиди КАМАЗ-55111, закріплені за цим же об'єктом	16 823,0	14 799,0	2 024,0
2. Виведення з транспортного процесу автосамоскида КАМАЗ-55111 в ЦПВ (графік № 9) для перевезення дроту та катанки в бухтах	29 140,9	24 760,9	4 380,0
3. Відмова від використання автосамоскиду КАМАЗ-55111 у Калібрувальному цеху для перевезення кругів в бухтах, дроту, пакетованих заготовок за графіком № 9	10 452,0	6 072,0	4 380,0
4. Переведення автосамоскида КАМАЗ-55111 (перевезення дроту в якорях, катанки в бухтах, хімічних реагентів за графіком 2-А) до СДЦ на графік №9	24 970,65	20 955,65	4 015,0
5. Заміна двох бортових автомобілів КАМАЗ-53125 (11 т) для перевезення спецодягу та інших тарно-штучних вантажів на два бортові автомобілі КАМАЗ-4308 (5,5 т)	29 140,9	28 670,6	470,3
РАЗОМ:	110 527,5	95 258,15	15 269,3

ВИСНОВОК

На основі виконаних досліджень запропоновано вирішення актуального науково-практичного завдання підвищення ефективності перевезень вантажів при транспортному обслуговуванні металургійного підприємства за рахунок підвищення продуктивності автомобілів на основі усунення втрат перевізної спроможності автопарку.

1. Розроблено математичні моделі розрахунку перевізної спроможності автопарку при перевезенні технологічних вантажів, що враховують втрати перевізної спроможності, що визначається потенційним ефектом у збільшенні кількості оборотів автомобіля, виконуваної транспортної роботи або обсягу перевезень, зменшення чисельності використовуваних транспортних засобів.

2. Запропоновано коефіцієнти кількісної оцінки втрат перевізної спроможності автопарку на перевезенні технологічних вантажів, засновані на визначенні частки нерегламентованих простоїв автомобілів на лінії, сумуванні невикористаного тоннажу вантажопідйомності на об'єкті замовника за наявності вільного місця в кузові універсального автомобіля, частки пробігів з вантажем у загальному пробігу автомобілів.

3. Розроблено методику підвищення продуктивності автомобілів при транспортному обслуговуванні металургійного підприємства, засновану на виявленні та усуненні втрат перевізної спроможності автопарку за рахунок керування черговістю та тривалістю навантаження-розвантаження, контролю та огляду транспортних засобів, консолідації транспортної роботи кількох підрозділів замовника одним транспортним засобом для формування збірно-розвізних та кільцевих маршрутів.

4. Проведено дослідження та встановлено вплив техніко-експлуатаційних параметрів на показники транспортного обслуговування металургійного виробництва. Отримані залежності є інформаційною основою та методичним інструментарієм для вибору та обґрунтування варіантів підвищення продуктивності автомобілів.

5. Доцільність практичної реалізації результатів проведених досліджень обґрунтована наявністю економії річного бюджету на автотранспортне обслуговування метизного виробництва однієї з найбільших металургійних компаній України в розмірі 15,3 млн грн., за рахунок зменшення чисельності та структури автопарку на об'єктах, зміни графіка його роботи. Перевезення металургійного шлаку кільцевими маршрутами дозволило скоротити пробіг автосамоскидів БЕЛАЗ-7540 на 486 тис. км/рік та отримати економічний ефект 33 млн грн./рік.

Додаток Г (обов'язковий).

**ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ
РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ**

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Підвищення продуктивності вантажних автомобілів при обслуговуванні приватного акціонерного товариства «Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат» (місто Горішні Плавні Полтавської області)

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра автомобілів та транспортного менеджменту
(кафедра, факультет)

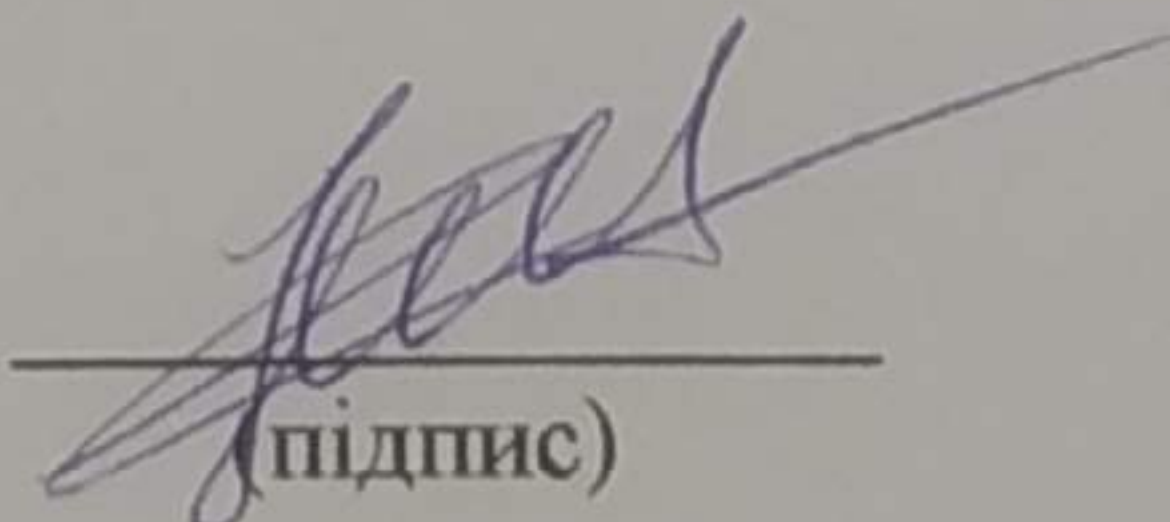
Показники звіту подібності Turnitin

Оригінальність 97 % Схожість 3 %

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.

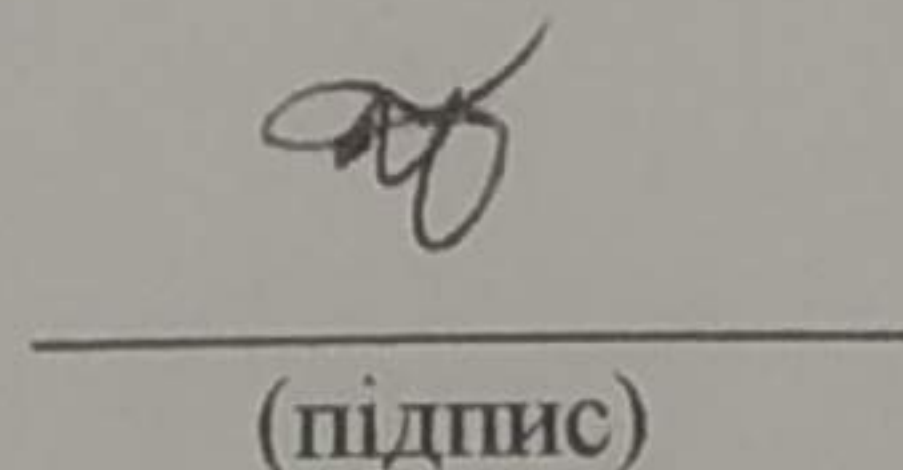
Особа, відповідальна за перевірку


(підпис)

Цимбал О.В.
(прізвище, ініціали)

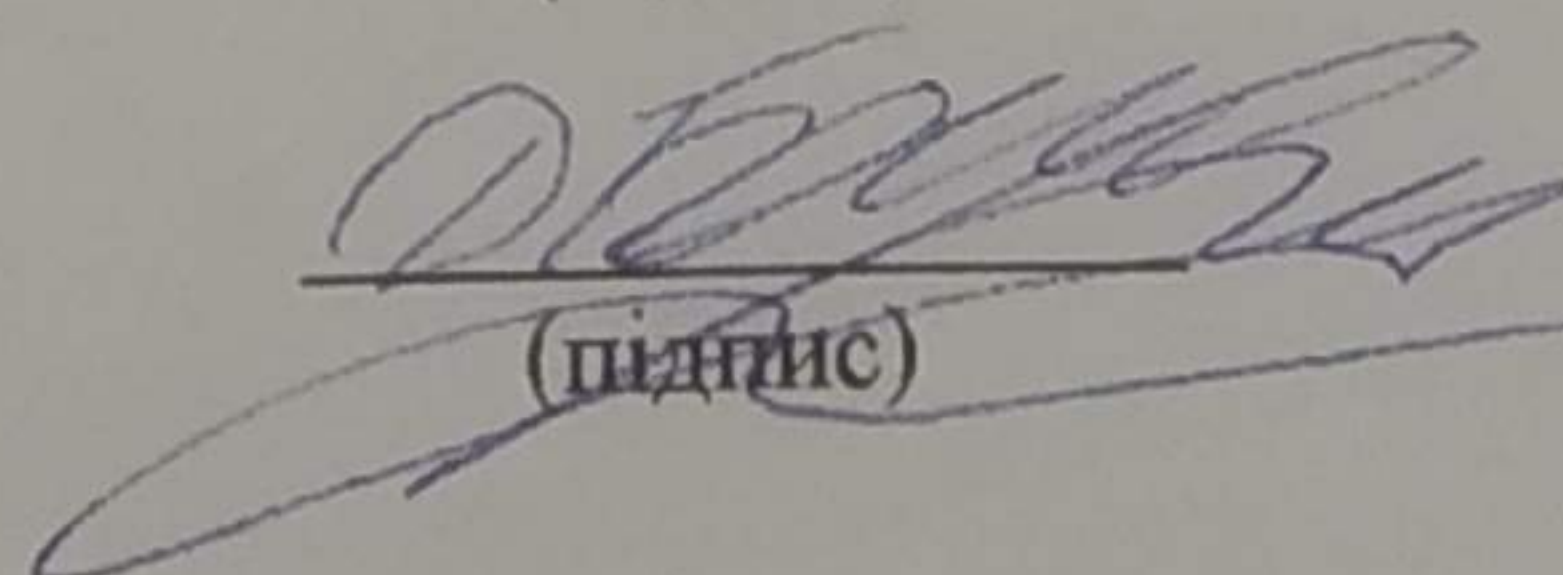
Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Turnitin щодо роботи.

Автор роботи


(підпис)

Чернієнко Р.В.
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Борисюк Д.В.
(прізвище, ініціали)

2024/12/24 12:43