

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ДНІПРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО  
ТРАНСПОРТУ ІМЕНІ АКАДЕМІКА В. ЛАЗАРЯНА**

Кваліфікаційна наукова  
праця на правах рукопису

**САННИЦЬКИЙ НАЗАР МИРОСЛАВОВИЧ**

УДК 656.225:23.03

**ДИСЕРТАЦІЯ**

**ФОРМУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТЯГОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ ПРИВАТНИМИ ЛОКОМОТИВАМИ**

Спеціальність 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту  
Галузь знань 27 – Транспорт

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,  
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело



Санницький Н.М.

Науковий керівник:

**Козаченко Дмитро Миколайович**  
доктор технічних наук, професор

**Дніпро – 2020**

## АНОТАЦІЯ

*Санницький Н.М.* Формування технології тягового забезпечення перевезень вантажів приватними локомотивами. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту (Галузь знань 27 – Транспорт). – Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Дніпро, 2020.

Дисертація присвячена вирішенню актуального наукового завдання з формування технології тягового забезпечення перевезень вантажів залізничним транспортом приватними локомотивами в умовах розділення діяльності з експлуатації інфраструктури й виконання перевезень.

Із застосуванням методів математичної статистики та кореляційного аналізу досліджено обсяги перевезень вантажів та динаміку показників використання рухомого складу, що їх забезпечує. Таким чином встановлено, що на транспортному ринку України відбувається перерозподіл обсягів перевезень вантажів між залізничним та автомобільним транспортом. За період з 2003 року частка залізничних перевезень скоротилася з 73 до 64 %. Однією з основних причин такої ситуації є критичний знос основних засобів, зокрема локомотивного парку. На сьогодні локомотивний парк АТ «Українська залізниця» становить 3 871 одиниць. При цьому знос парку електровозів – майже 95 %, знос парку тепловозів 99 %. Зменшення експлуатаційного парку локомотивів призводить як до зменшення обсягів перевезень, так і до погіршення показників використання вантажних вагонів. Встановлено, що між експлуатаційним парком локомотивів та обігом вантажних вагонів існує дуже сильний обернений зв'язок з коефіцієнтом кореляції 0,94. Таким чином, проблема розвитку залізничного парку тягового

рухомого складу є актуальною для України.

Сучасні методи тягового забезпечення перевезення вантажів залізничним транспортом формувалися для умов, коли залізниці є одночасно і перевізниками, і операторами інфраструктури. У таких обставинах використання приватних локомотивів ускладнюється через необхідність значних інвестицій у створення локомотивного парку. Тому методи тягового обслуговування перевезення вантажів на залізничному транспорті при впровадженні послуг приватних перевізних компаній на транспортному ринку вимагають удосконалення. Для формування технології тягового забезпечення перевезення вантажів в умовах функціонування незалежних перевізників використано методи математичного програмування, економіко-математичного моделювання та теорію експлуатаційної роботи залізниць.

Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої, підписано Угоду про асоціацію, згідно з якою Україна взяла на себе зобов'язання імплементації норм Європейського Союзу до свого законодавства, зокрема і Директив Європейського Союзу щодо організації ринку залізничних перевезень. Зважаючи на те що одним з основних принципів організації цього ринку є формування конкурентного сектору у сфері залізничних перевезень, Україна має зовнішні зобов'язання щодо організації допуску незалежних перевізників до магістральної залізничної інфраструктури.

Розробка технології перевезення вантажів у поїздах з власними (орендованими) локомотивами вимагає надання оператором інфраструктури перевізникам інформації про інфраструктуру залізничного транспорту. У країнах ЄС така інформація викладена в «Умовах користування інфраструктурою» (Network statements), які видаються відповідно до вимог Директиви 2012/34/ ЄС та реєстру інфраструктури, який ведеться згідно з Директи-

вою 2008/57/ЄС.

Для можливості допуску приватної локомотивної тяги удосконалено методи формалізації опису залізничної інфраструктури, що дозволяє організувати взаємодію між оператором інфраструктури та незалежним від нього перевізником.

У дисертації розроблено модель опису залізничної мережі. Як модель залізничної інфраструктури пропонується використовувати параметричний граф  $G = (V, E)$ . Вершинам графа  $v \in V$  відповідають операційні точки, а дугам  $e \in E$  – секції. Як операційні точок розглядаються елементи транспортної мережі, на яких виконуються деякі пасажирські, вантажні, комерційні або технічні операції, де змінюються функціональні параметри основних підсистем залізничної інфраструктури або здійснюється перехід від одного оператора інфраструктури до іншого. Як секції розглядають ділянки колій між операційними точками. Розроблено пропозиції щодо вдосконалення структури технологічних процесів дирекцій залізничних перевезень та інформації, яка стосується опису залізничної мережі, відповідно до вимог Європейського Союзу. Також розроблено структуру бази даних, на підставі якої може бути створена інтерактивна карта для інформування перевізників про технічні характеристики магістральної залізничної інфраструктури та про послуги, що надаються її оператором.

Схеми обслуговування перевезень тяговим рухомим складом залежать від розташування на мережі локомотивної інфраструктури. Тепловози незалежних перевізників зможуть обслуговувати перевезення між станціями навантаження та вивантаження на відстані до 822 км, а електровози – до 1000 км зі спорудженням основної частини локомотивної інфраструктури на станції навантаження чи вивантаження. За умов організації перевезень на відстані понад 500 км на шляху прямування повинні бути передбачені зміни локомотивних бригад. Виконані розрахунки підтверджують потен-

ційну можливість виконання залізничних перевезень незалежними перевізниками зі створенням виключно власної локомотивної інфраструктури.

У дисертації розроблено метод закріплення приватних локомотивів за нитками поїздів, що ґрунтується на розв'язанні задачі про призначення, а також запропоновано організаційну структуру приватної перевізної компанії. Основний ефект від допуску незалежних перевізних компаній до транспортного ринку полягає в значному покращенні показників використання вагонів. Так, при організації перевезень на напрямку Полтавський ГЗК – Транспортний вузол ТІС обіг вагона скорочується з 105,56 до 68,73 год.

Використання приватних локомотивів забезпечує зменшення витрат на перевезення до 35 %. Ефективність використання приватної локомотивної тяги залежить від виду вантажу й нелінійно залежить від відстані перевезень. Для визначення сфери ефективного застосування приватної локомотивної тяги на залізницях України застосовано економіко-математичне моделювання. Так, максимальний ефект від впровадження приватної локомотивної тяги досягається при перевезенні вантажів на відстані до 300 км. Встановлено залежності між відстанями перевезень та мінімальними обсягами перевезень, що забезпечують окупність капітальних видатків у розвиток локомотивного парку.

Наукові результати, які отримані в дисертаційній роботі, а також розроблені методи дозволяють організувати взаємодію між АТ «Укрзалізниця» та власниками локомотивів при організації перевезень вантажів з власними (орендованими) локомотивами, а також визначати техніко-економічну ефективність таких перевезень. Результати роботи використовуються в навчальному процесі Львівської філії Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна під час підготовки бакалаврів зі спеціальності 275 «Транспортні технології», під час виконання дипломних магістерських робіт та в курсі лекцій з дис-

ципліни «Управління експлуатаційною роботою», для удосконалення роботи служби перевезень Регіональної філії «Львівська залізниця» АТ «Укрзалізниця».

**Ключові слова:** залізнична інфраструктура, бази даних, технологічний процес, реформування залізниць, умови користування інфраструктурою, залізничний транспорт, вантажні перевезення, приватна локомотивна тяга, реструктуризація залізниць, організація вантажних перевезень, організація перевезень.

## **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

### **Основні праці:**

1. Санницький Н. М. Дослідження ефективності використання приватної локомотивної тяги на залізницях України // Вчені записки Таврійського нац. ун-ту ім. В. І. Вернадського. Сер.: Технічні науки. 2018. Т. 29 (68), № 4, ч. 2. С.147-155.

2. Козаченко Д., Верлан А., Санницький Н. Розвиток конкурентного середовища на ринку залізничних перевезень // Українська залізниця. 2016. № 9(39). С. 46-50.

3. Kozachenko D., Vernigora R., Balanov V., Sannytskyu N., Berezovy N., Bolvanovska T. Improving the methods of estimation of the unit train effectiveness // Transport problems. 2016. Vol. 11, Iss. 3. P. 91-101.

4. Козаченко Д. Н., Березовый Н. И., Санницкий Н. М. Формализация описания железнодорожной инфраструктуры // Транспортні системи та технології перевезень : зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. Дніпропетровськ, 2015. С. 23-28.

5. Козаченко Д. М., Очкасов О. Б., Шепотенко А. П., Санницький Н. М. Перспективи використання приватних локомотивів для перевезення вантажів у напрямку морських портів // Наука та прогрес транспорту. Вісник

Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. 2017. № 6(72). С 7-19.

**Праці апробаційного характеру:**

6. Kozachenko D., Vernigora R., Balanov V., Sannytskyu N., Berezovy N., Bolvanovska T. Improving the methods of estimation of the unit train effectiveness // V International Symposium of Young Researchers «Transport Problems 2016». Poland, Katowice : Silesian University of Technology Faculty of Transport, 2016.

7. Березовий М. І., Санницький Н. М. Формалізація опису залізничної інфраструктури Укрзалізниці відповідно до вимог ЄС // Збірник наукових праць Укр. держ. ун-ту залізн. трансп. 2016. Вип.160 (додаток). С. 123-124.

8. Санницький Н. М. Економічна оцінка впровадження приватної локомотивної тяги на залізницях України // Збірник матеріалів X міжнар. конф. молодих вчених «Молоді вчені 2019 – від теорії до практики». Дніпро, 2019. С. 150-154.

9. Козаченко Д. М., Санницький Н. М., Мурадян О. В. Можливості застосування приватних локомотивів при перевезенні вантажів у напрямку морських портів // Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту : тези доп. 79-ї міжнар. науково-практ. конф. (Дніпро, ДНУЗТ, 2019 р.). Дніпро: ДНУЗТ, 2019. С.165-167.

10. Kozachenko D., Gera B., Sannytskyu N., Hermaniuk Yu., Shargun T. Estimation of private locomotives usage efficiency for freight transportation in Ukraine // Energy-optimal technologies, logistic and safety on transport: International Scientific and Practical Conference. Lviv, DNUZT, 2019. P. 90.

## ABSTRACT

*Sannytskyy N.M.* Formation of traction support technology for cargo transportation by private locomotives. – Qualifying scientific work as a manuscript.

Thesis for the degree of Ph.D. in Technical Science (Doctor of Philosophy) specialty 05.22.20 – Operation and repair of transport modes (Field of knowledge 27 – Transport). – Dnipro National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Dnipro, 2020.

The thesis is devoted to the solution of the relevant scientific task of forming the technology of traction support of freight railway transportation by private locomotives under conditions of separation of activity on infrastructure operation and transportations.

Using the mathematical statistics and correlation analysis, the volumes of cargo transportations and the dynamics of use indicators of the rolling stock providing them were investigated. Thus, it is found out that in the Ukrainian transport market there is a redistribution of freight transportation volumes between the railway and road transport. For the period since 2003, the share of railway transport has decreased from 73 to 64%. One of the main reasons for this situation is the critical deterioration of its fixed assets, in particular the locomotive fleet. At present, the locomotive fleet of Ukrainska zaliznytsia JSC consists of 3871 units. The wear of the electric locomotive fleet is about 95%; the wear of the diesel locomotive fleet is 99%. As well, the reduction of locomotive fleet leads to both a decrease in the volume of transportations and a deterioration in the use indicators of freight cars. A very strong inverse relationship with a correlation coefficient of 0.94 was found between the locomotive fleet and the freight cars turnover. Thus, the problem of the development of the traction rolling stock is urgent for Ukraine.

The modern methods of traction support for freight transportations by



railway have been evolved for the conditions where the railway is both a carrier and an infrastructure operator. In such circumstances, the use of private locomotives is complicated by the need for significant investments in the locomotive fleet creation. Therefore, the formation of traction service technology for freight transportations by railway when introducing the private transportation companies in the transport market requires improvement. The methods of mathematical programming, economic and mathematical modeling and the theory of operational work of railways have been used to form the technology of traction support of cargo transportation in the conditions of functioning of independent carriers.

Ukraine, on the one hand, and the European Union, the European Atomic Energy Community and their Member States, on the other, have signed an Association Agreement under which Ukraine has assumed the obligations to implement the European Union norms in its legislation including the European Union Directives on the organization of the railway transportations market. Given that one of the basic principles of organizing this market is the formation of a competitive sector in the field of railway transportations, Ukraine has external obligations to admit the independent carriers to the main railway infrastructure.

The development of freight transportation technology in the trains with own (leased) locomotives requires the provision of information about the railway infrastructure by the infrastructure operator to the carriers. In the EU countries, these functions fulfill the "Conditions of the use of infrastructure" (Network statements) issued in accordance with the requirements of Directive 2012/34/EU and the infrastructure register maintained under Directive 2008/57/EU.

In order to admit the private locomotive traction, the methods for formalizing the railway infrastructure description have been improved, which

enables the interaction between the infrastructure operator and the independent carrier.

The model of the railway network description is developed in the thesis. It is proposed to use the parametric graph  $G = (V, E)$  as a model of railway infrastructure. The operation points correspond to the graph vertices  $v \in V$  and the sections – to the arcs  $e \in E$ . One considers the transport network elements where some passenger, freight, commercial, or technical operations are performed that change the functional parameters of the major subsystems of the railway infrastructure or make the transition from one infrastructure manager to another as operating points. Proposals have been developed to improve the technological processes` structure of the management of railway transportations and information concerning the railway network description according to the requirements of the European Union. A database structure has also been developed, on the basis of which an interactive map can be created to inform the carriers about the technical characteristics of the main railway infrastructure and about the services provided by its manager.

The schemes of servicing by traction rolling stock depend on the location of the locomotive infrastructure in the network. Diesel locomotives of independent carriers will be able to service transportations between loading and unloading stations up to 822 km, and electric locomotives – up to 1000 km with the construction of the main part of locomotive infrastructure at the station of loading or unloading. When organizing transportations over a distance of more than 500 km, the changes of locomotive crews during transportation should be provided. The calculations show the potential possibility for independent railway carriers to perform railway transportations with the creation of their own locomotive infrastructure.

The method of assigning the private locomotives to train lines based on the solution of the destination task, the organizational structure of the private

transportation company are developed in the thesis. The main effect of admission of independent transportation companies to the transport market lies in a significant improvement in the use indicators of the cars. Thus, when organizing transportations in the direction of Poltava Mining and Refining Plant – TIS Transport node, the car turnover is reduced from 105.56 to 68.73 hours.

The use of private locomotives reduces transportation costs by up to 35%. The efficiency of using a private locomotive traction depends on the type of cargo and nonlinearly depends on the transportation distance. Economic and mathematical modeling was applied to determine the area of effective use of private locomotive traction at the Ukrainian railways. Thus, the maximum effect of the implementation of private locomotive traction is achieved when transporting cargoes up to 300 km. The dependencies between the transportation distances and the minimum transportation volumes, which provide recoupment of capital expenditures for the development of locomotive fleet were developed.

The scientific results obtained in the thesis, as well as the developed methods, make it possible to organize interaction between Ukrzaliznytsia JSC and the owners of locomotives when organizing the cargo transportations with own (leased) locomotives, as well as to determine the technical and economic efficiency of such transportations. The results of the work are used during education in the Lviv Branch of Dnipro National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan when training the bachelors of the specialty 275 "Transport Technologies", when writing master's graduation theses and during the lectures on the discipline "Management of Operational Work", for the operation improvement of the transportation service in the Regional Branch "Lviv Railway" of Ukrzaliznytsia JSC.

**Key words:** railway infrastructure, databases, technological process, reforming of railways, conditions of the use of infrastructure, railway transport, freight transportations, private locomotive traction, restructuring of railways, organization of freight transportations.

## ЗМІСТ

ЗМІСТ	12
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	14
ВСТУП	15
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ ТЯГОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ	20
1.1 Сучасна організація обслуговування поїздів локомотивами	20
1.2 Удосконалення обслуговування поїздів локомотивами	25
1.3 Сучасний стан та проблеми тягового забезпечення перевезення вантажів залізничним транспортом України	30
1.4 Реформування ринку залізничних перевезень	32
1.5 Постановка завдань дослідження	42
1.6 Висновки за розділом 1	44
РОЗДІЛ 2 ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСТУПУ ДО ІНФРАСТРУКТУРИ НЕЗАЛЕЖНИХ ПЕРЕВІЗНИКІВ	46
2.1 Аналіз показників роботи залізничного транспорту України	46
2.2 Аналіз нормативної бази, що регламентує допуск власних (орендованих) локомотивів до магістральної залізничної мережі України	51
2.3 Організація взаємодії операторів інфраструктури та незалежних перевізників	54
2.4 Висновки за розділом 2	68
РОЗДІЛ 3 ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ НЕЗАЛЕЖНИХ ПЕРЕВІЗНИХ КОМПАНІЙ НА ЗАЛІЗНИЧНІЙ МЕРЕЖІ	70
3.1 Організація роботи локомотивів та локомотивних бригад незалежних перевізників при обслуговуванні поїздів	70

3.2 Методи визначення робочого парку локомотивів, необхідного для забезпечення перевезень	80
3.3 Організація роботи незалежної перевізної компанії	84
3.4 Структура і штат відділу перевезень та відділу експлуатації приватної перевізної компанії	97
3.5 Висновки за розділом 3	102
<b>РОЗДІЛ 4 ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПРИВАТНОЇ ЛОКОМОТИВНОЇ ТЯГИ НА ЗАЛІЗНИЦЯХ УКРАЇНИ</b>	<b>104</b>
4.1 Визначення частки локомотивної складової у тарифі на перевезення вантажів	104
4.2 Визначення додаткових витрат, пов'язаних з організацією перевезення вантажів	110
4.3 Визначення економічної ефективності впровадження приватних локомотивів для перевезення вантажів	115
4.4 Висновки за розділом 4	123
<b>ВИСНОВКИ</b>	<b>124</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b>	<b>127</b>
<b>ДОДАТОК А</b>	<b>142</b>
<b>ДОДАТОК Б</b>	<b>144</b>
<b>ДОДАТОК В</b>	<b>160</b>

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ**

АТ	Акціонерне товариство
ВАТ «РЖД»	Відкрите акціонерне товариство «Російські залізниці»
ДНУЗТ	Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна
ПТОЛ	Пункт технічного обслуговування локомотивів
ПТЕ	Правила технічної експлуатації залізниць України
ТІС	ТОВ з іноземними інвестиціями «Трансінвестсервіс»
BNSF	Burlington Northern Santa Fe– трансконтинентальна залізниця Північної Америки
NS	Умови користування інфраструктурою
DB Netze	Оператор залізниць ФРН
TSI	Технічні специфікації інтероперабельності
RINF	Регістр інфраструктури
ПТО	Пункт технічного огляду
ГЗК	Гірничо-збагачувальний комбінат

## ВСТУП

**Актуальність роботи.** Однією з основних проблем сучасного залізничного транспорту в Україні, яка загрожує як стабільності, так і безпеці роботи галузі, є критичний знос його основних засобів, зокрема локомотивного парку. На сьогодні локомотивний парк АТ «Українська залізниця» становить 3 871 одиницю. При цьому знос парку електровозів сягає майже 95 %, а парку тепловозів – 99 %. Через дефіцит тягового забезпечення залізничний транспорт України має значну внутрішню потребу в розвитку локомотивного парку, зокрема шляхом залучення приватного капіталу. Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої, підписано Угоду про асоціацію, згідно з якою Україна взяла на себе зобов'язання імплементації норм Європейського Союзу до свого законодавства, зокрема це стосується й Директив Європейського Союзу щодо організації ринку залізничних перевезень. Зважаючи на те що одним з основних принципів організації цього ринку є формування конкурентного сектору у сфері залізничних перевезень, Україна має зовнішні зобов'язання щодо організації допуску незалежних перевізників до магістральної залізничної інфраструктури. У цих умовах формування технології тягового забезпечення перевезень вантажів залізничним транспортом приватними локомотивами є актуальним науковим завданням для залізничного транспорту України.

**Зв'язок теми з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконана відповідно до пріоритетних напрямків розвитку залізничної галузі, які визначені в Транспортній стратегії України до 2020 року (розпорядження Кабінету Міністрів України від 20.10.2010), а також пов'язана з НДР, що виконана Дніпровським національним університетом

залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна: «Формування підходів щодо покращення використання вантажних вагонів та оперативного управління просуванням вагонопотоків в міжнародних перевезеннях» (№ державної реєстрації 0115U002423), у якій автор є виконавцем та автором звітів.

**Мета і завдання дослідження.** Метою дисертаційної роботи є підвищення ефективності перевезень вантажів залізничним транспортом за рахунок використання приватного тягового рухомого складу.

Поставлена мета досягається в результаті розв'язання таких **завдань дослідження:**

- аналіз сучасних методів тягового обслуговування перевезення вантажів на залізничному транспорті;
- дослідження існуючої технології та обсягів перевезень вантажів на залізничному транспорті України, а також динаміки показників використання рухомого складу, що їх забезпечує;
- розробка методів організації взаємодії між перевізниками та оператором інфраструктури;
- формування технології тягового забезпечення перевезень вантажів в умовах функціонування незалежних перевізників;
- визначення області ефективного застосування приватної локомотивної тяги на залізницях України.

**Об'єктом дослідження** є процес тягового забезпечення перевезення вантажів залізничним транспортом.

**Предметом дослідження** є вплив тягового забезпечення перевезень вантажів приватними локомотивами на показники роботи рухомого складу та інфраструктури залізничного транспорту.

**Методи дослідження.** Математична статистика та кореляційний аналіз – для дослідження обсягів перевезень вантажів та динаміки показ-



ників використання рухомого складу, що їх забезпечує; теорія експлуатаційної роботи залізниць, реляційний аналіз – для розробки методів організації взаємодії між перевізниками та оператором інфраструктури; методи математичного програмування, економіко-математичного моделювання та теорія експлуатаційної роботи залізниць – для формування технології тягового забезпечення перевезень в умовах функціонування незалежних перевізників; економіко-математичного моделювання – для визначення області ефективного застосування приватної локомотивної тяги на залізницях України.

**Наукова новизна** отриманих результатів полягає у вирішенні актуального наукового завдання формування технології тягового забезпечення перевезень вантажів приватними локомотивами. Зокрема, новизна роботи полягає в такому:

- вперше встановлено області ефективного використання приватних локомотивів, що дозволяє визначати доцільність їх застосування в залежності від виду вантажу, відстані та обсягу перевезень;
- удосконалено метод закріплення локомотивів за нитками графіка руху поїздів за рахунок використання методів лінійного програмування, що, на відміну від існуючих, забезпечує рівномірне завантаження локомотивів;
- удосконалено методи формалізації опису інфраструктури залізниць на основі методів реляційних баз даних, що, на відміну від існуючих, дозволяють організувати взаємодію між оператором інфраструктури та незалежними від нього перевізниками;
- набули подальшого розвитку методи тягового обслуговування руху вантажних поїздів, які, на відміну від існуючих, враховують особливості роботи незалежних від оператора інфраструктури перевізників і дозволяють визначати схеми обігу їх локомотивів та локомотивних бригад.

**Практичне значення отриманих результатів.** Наукові результати, які отримані в дисертаційній роботі, а також розроблені методи дозволяють організувати та забезпечувати взаємодію між АТ «Укрзалізниця» та власниками локомотивів під час організації перевезень вантажів власними (орендованими) локомотивами, а також визначати техніко-економічну ефективність таких перевезень. Результати роботи використано для удосконалення роботи служби перевезень Регіональної філії «Львівська залізниця» АТ «Укрзалізниця». Результати роботи застосовуються в навчальному процесі ЛФ ДНУЗТ під час підготовки бакалаврів зі спеціальності 275 «Транспортні технології», під час виконання дипломних магістерських робіт та в курсі лекцій з дисципліни «Управління експлуатаційною роботою».

Практичне впровадження результатів роботи підтверджується відповідними документами, які наведено в додатках до дисертаційного дослідження.

**Особистий внесок здобувача.** Усі наведені в роботі результати теоретичних та експериментальних досліджень отримані автором самостійно. Стаття [62] опублікована без співавторів. У працях, опублікованих у співавторстві, особистий внесок автора такий: у статті [23] виконано аналіз світового досвіду впровадження конкуренції на ринку залізничних перевезень; у статті [93] зроблено оцінку показників використання рухомого складу під час організації руху вантажних поїздів за розкладом; у статті [21] виконано аналіз нормативних документів Європейського Союзу щодо організації ринку залізничних перевезень та розроблено метод формалізації опису інфраструктури, що дозволяє організувати взаємодію між оператором інфраструктури та незалежними від нього перевізниками; у статті [20] розроблено схеми організації роботи приватних локомотивів та локомотивних бригад залежно від відстані перевезень.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення дисертаційної роботи доповідалися та були схвалені: на 79-й Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту» (Дніпро, ДНУЗТ, 2019); на 78-й Міжнародній науково-технічній конференції «Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті» (м. Харків, УДУЗТ, 2016); на V International Symposium of Young Researchers «Transport Problems 2016» (Poland, Katowice, Silesian University of Technology Faculty of Transport, 2016); на X міжнародній конференції молодих вчених «Молоді вчені 2019 – від теорії до практики» (м. Дніпро, НУБіП України, 2019); на 2-й Міжнародній науково-практичній конференції «Енергооптимальні технології, логістика та безпека на транспорті» (м. Львів, ДНУЗТ, 2019). У повному обсязі дисертація доповідалась і була схвалена на міжкафедральному науковому семінарі у Дніпровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна (2019 р.).

**Публікації.** За результатами дисертації опубліковано 10 наукових праць, з них 1 наукова стаття в закордонному виданні, що входить до наукометричної бази Scopus, 4 наукові статті у фахових виданнях, які входять до переліку Міністерства освіти і науки України, зокрема 2 статті у виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз, та 5 тез доповідей на міжнародних наукових конференціях.

## РОЗДІЛ 1

### АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ ТЯГОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ

На сучасному етапі розвитку Україна має економіку, яка орієнтована на сировинний експорт. Така структура економіки вимагає переміщення значних обсягів вантажів, яке забезпечує залізничний транспорт. Отже, залізничний транспорт є основою транспортної системи України й суттєво впливає на конкурентоспроможність вітчизняних товарів на світовому ринку. На залізничний транспорт припадає 82,8 % вантажообігу країни (без урахування трубопровідного транспорту). Залізниці України із загальною експлуатаційною довжиною колій майже 21 тис. км посідають одинадцяте місце у світі та четверте в Європі. Вантажонапруженість вітчизняних залізниць у 3–5 разів перевищує відповідний показник розвинених європейських країн. Однак, незважаючи на результати своєї діяльності та надзвичайну важливість для економіки держави, реальною проблемою функціонування залізничного транспорту України є критичний знос інфраструктури та рухомого складу. Тому питання фінансування оновлення матеріально-технічної бази галузі є надзвичайно важливим як для залізничного транспорту, так і для економіки країни в цілому.

#### **1.1 Сучасна організація обслуговування поїздів локомотивами**

Одним із основних завдань експлуатаційної роботи залізниць є забезпечення поїздів локомотивами та локомотивними бригадами. У сучасних умовах усі локомотиви, які перебувають на балансі АТ «Укрзалізниця», складають його інвентарний парк та прописані до певних локомотивних депо. Ці локомотиви обслуговують поїзди в межах ділянок залізничних ліній, що обмежені основним та оборотними депо. Магістральна залізнична мережа України на сьогодні нараховує 43 локомотивних депо.

Частина залізничної мережі, у рамках якої обертаються локомотиви, що приписані до одного локомотивного депо, називається ділянкою обертання локомотивів. Якщо довжина ділянок обертання велика, у їх межах можуть розміщуватися проміжні пункти обороту локомотивів, пункти технічного обслуговування, екіпірувальні пункти, пункти зміни локомотивних бригад тощо. Тяговим плечем називається ділянка між станцією основного й оборотного депо. Ділянка обертання локомотивів може складатися з одного або декількох тягових плечей. Тягове плече може складатися з однієї чи декількох ділянок роботи локомотивних бригад. У процесі руху поїзд може проходити кілька ділянок роботи локомотивних бригад і ділянок обігу локомотивів. З потребою виконання регламентованих видів технічного обслуговування й екіпіровки локомотивів, а також з дотриманням встановлених норм часу роботи локомотивних бригад пов'язана необхідність зупинки поїздів для їх зміни.

При встановленні на планований місяць норм експлуатаційної роботи підрозділів Укрзалізниці виконуються розрахунки потрібного парку локомотивів вантажного руху та явочного штату локомотивних бригад, тобто здійснюється місячне планування цих показників, яке передбачає:

- розрахунок середньодобового за місяць явочного штату локомотивних бригад для освоєння заданих за планом розмірів вантажного руху;
- розподіл наявного в пункті приписки штату локомотивних бригад на ділянках роботи, за родом перевезень і видом робіт з метою приведення його розмірів у відповідність до майбутніх обсягів роботи;
- уточнення на наступний місяць річного графіка надання чергових відпусток для локомотивних бригад.

Оперативне планування та управління роботою локомотивів і локомотивних бригад на різних рівнях здійснюється дорожніми локомотивними диспетчерами в межах залізниці, локомотивними диспетчерами в ме-

жах дирекцій залізничних перевезень і черговими локомотивних депо. Розробка методів вирішення завдання пошуку раціональних варіантів обслуговування поїздів локомотивами й бригадами має досить тривалу історію, їй присвячена велика кількість наукових праць. Одні з перших математичних методів розв'язання вказаного завдання були запропоновані в 60-х роках 20-го століття. У роботі [86] Charnes та Miller використовували лінійне програмування для призначення локомотивних бригад до набору можливих поїздок таким чином, щоб забезпечити кожен поїзд у заданому графіку. Bartlett у праці [82] запропонував алгоритм мінімізації локомотивного парку, який базується на ідеї, що при фіксованому часовому горизонті це завдання рівносильне мінімізації загального часу простою.

У роботах [88] Cordeau та Piu and Speranza [106] було виділено два типи локомотивних систем планування: одномодельні й багатомодельні. Одномодельна система планування передбачає, що для призначення є тільки один тип локомотива й ведення поїзда виконується лише одним локомотивом. Припускається, що при багатомодельній системі планування локомотивів кожен поїзд може обслуговуватися одним чи декількома локомотивами, при цьому може використовуватися декілька типів локомотивів. На сьогодні розроблено методи розв'язання вказаних завдань.

У праці Carrao та ін. [85] розглянуто проблему обслуговування руху поїздів італійських залізниць і наведено алгоритм її вирішення. У роботі [114] Vaidyanathan та ін. описано алгоритм вирішення завдання планування роботи локомотивів для залізниць США.

У працях [94, 26, 24] описано дослідження, які спрямовані на вирішення завдань обслуговування поїздів локомотивами й локомотивними бригадами для умов Російської Федерації. Необхідно зауважити, що наведені моделі й методи планування роботи локомотивів і локомотивних бригад розроблені для випадків, коли графік руху поїздів відомий, водночас

робота залізничного транспорту значною мірою залежить від впливу випадкових факторів, у зв'язку із цим рух поїздів характеризується великою місячною, середньодобовою й добовою нерівномірністю. При цьому призначення вантажного поїзда на нитку графіка є випадковою подією. Тому завдання оперативного планування роботи локомотивів і локомотивних бригад має розглядатися в динамічній та стохастичній постановці. Однак відсутність зараз моделей побудови графіка прогнозного обороту локомотивів і локомотивних бригад на місячний період не дозволяє розв'язати поставлену задачу методом імітаційного моделювання перевізного процесу, тому основним залишається індексний метод на основі формування витрат часу роботи локомотивів і локомотивних бригад за статистичними даними за минулий аналогічний період. Для побудови імітаційних моделей і перевірки їх адекватності необхідно виконати оцінку фактичних умов роботи залізничного транспорту й встановити розподіл часу роботи локомотивів і локомотивних бригад за видами робіт при обслуговуванні поїздів різних категорій.

Обслуговування поїздів локомотивами здійснюється різними способами [72, 71, 28] залежно від розміщення на залізничній лінії основних і оборотних депо, транзитності поїздопотоку, протяжності тягових плечей та інших факторів.

Історично першим способом обслуговування поїздів локомотивами, що застосовувався за часів паровозної тяги, був плечовий спосіб. При цьому локомотиви, що приписані до основного локомотивного депо, курсують до пунктів обороту та повертаються назад з поїздами зворотного напрямку. Після чого локомотив відчіплюється від состава й повертається в депо для екіпірування, технічного обслуговування й зміни локомотивних бригад та в разі готовності подається на станцію під наступний поїзд. Основними недоліком такої експлуатації локомотивів є велика кількість перечеплень

локомотива від поїзда до поїзда, що викликає збільшення непродуктивного простою, додаткове зайняття стрілочних горловин станції та в цілому збільшення локомотивного парку.

Поява електровозів та тепловозів дозволила суттєво збільшити довжину дільниць обертання та надала можливість обслуговування декількох поїздів локомотивом протягом одного рейсу без заходу до основного депо. Тому на сьогодні досить поширеними є кільцевий та петльовий способи обслуговування поїздів локомотивами.

У разі використанні кільцевого способу локомотив, який виїжджає з депо, прямує до пункту обороту, а на зворотному шляху проходить станцію основного депо без заїзду в інший пункт обороту. Таким чином, у пунктах обороту здійснюється його екіпірування, а зміна локомотивних бригад на станції основного депо відбувається на станційних коліях без відчеплення локомотива від поїзда. В основне депо локомотив заходить тільки для чергового технічного обслуговування або поточного ремонту. Петльовий спосіб є різновидом кільцевого, його доцільно використовувати у випадку примикання до станції основного депо не менше ніж двох тягових плечей. Цей спосіб є ефективним при переформуванні поїздів на станції основного депо або за відсутності екіпірувальних пристроїв на ній і примусовому відправленні локомотива на екіпіровку або на технічне обслуговування ТО-2 в основне депо.

Існує декілька способів обслуговування локомотивів локомотивними бригадами. Історично склалося, що спочатку виник спосіб роботи прикріпленими бригадами, за якого за кожним локомотивом постійно закріплюються бригади. Це давало змогу забезпечити збереження технічного стану локомотива на високому рівні, але при цьому не було можливості покращувати показники його використання й збільшувати дільниці обслугову-



вання. Також у такому випадку були проблеми оперативного управління, оскільки локомотивні бригади повинні очікувати лише свій локомотив.

На сьогодні найбільш поширеним способом обслуговування локомотивів є використання змінних локомотивних бригад. Такий спосіб застосовувався ще 1927-1930 рр. для паровозної тяги [38]. Цей варіант дає можливість збільшити ділянки обслуговування й різко інтенсифікувати роботу локомотивів. Довжини деяких ділянок обслуговування становить 1000 км і більше. Перехід до подовжених ділянок обслуговування дозволив збільшити безвідчипний пробіг локомотивів і скоротити за рахунок цього потрібний парк локомотивів на 10-15 %, підвищити маршрутні швидкості руху поїздів на 3-5 %, скоротити час обігу локомотива на 1-1,5 години, подовживши ділянку обслуговування на 100 км.

## **1.2 Удосконалення обслуговування поїздів локомотивами**

Система обслуговування поїздів локомотивами суттєво впливає на витрати, що пов'язані як з утриманням та експлуатацією парку локомотивів та штату локомотивних бригад, так і з експлуатацією парку вантажних вагонів, величиною вантажної маси на колесах та розміри складських запасів. У зв'язку з цим виникають різноманітні задачі, що пов'язані зі зниженням величини витрат на перевезення. Прикладами таких задач [10, 25, 18, 6, 44,] є:

- визначення раціональної довжини ділянок обертання локомотивів;
- впровадження раціональної системи управління локомотивами та локомотивними бригадами у різних часових періодах і різної технології виконання поїзної роботи;
- побудова системи нормування локомотивного парку й локомотивних бригад на різні часові періоди (зміну, добу, місяць, графік руху поїздів і т.д.);

- оптимізація схем та довжин дільниць роботи локомотивних бригад;
- вибір порядку явки локомотивних бригад на роботу;
- методи регулювання чисельності локомотивних бригад і способи розрахунку їхньої необхідності;
- оптимізація розподілу локомотивних депо на мережі залізниць;
- удосконалення графіка руху з метою підвищення ефективності використання поїзних локомотивів і локомотивних бригад.

Вирішенню питань, пов'язаних з удосконаленням обслуговування поїздів локомотивами, присвячено чимало вітчизняних та іноземних праць [83, 99, 110, 112, 115, 80]. Зокрема, Booler та Wright у дослідженнях [83, 115] описали евристичний метод визначення мінімальних витрат, який базується на моделі лінійного програмування, та стохастичні алгоритми вирішення цієї проблеми, а в статті [110] Powell та ін. описали стратегічне, тактичне та реальне планування руху локомотивів з використанням приблизного динамічного програмування.

У статті Гершвальда [10] запропоновано математичну постановку задачі прикріплення локомотивів до поїздів з формуванням плану, оптимального за критерієм забезпечення максимальної кількості поїздів локомотивами з обмеженнями за термінами прибуття на станції їх технічного обслуговування. Пропонується алгоритм розв'язків з використанням методів комбінаторного програмування. Як критерій оптимальності обирається максимальна кількість поїздів, що обслуговується локомотивами. Недоліком такої постановки задачі є те, що критерій оптимальності не відбиває техніко-експлуатаційні чи техніко-економічні показники перевізного процесу.

Дослідження у сфері схем обігу локомотивів присвячені праці [84, 31]. У роботі [84] Бутько та ін. розроблено методи оптимізації схем обороту локомотивів та створено математичну модель для визначення способу

обслуговування локомотивів, що дозволяє автоматизувати процес планування обслуговування цих локомотивів.

У роботі Вакуленко та Козлова [6] дільниця обігу розглядається як багатоканальна, багатофазна, керована, стохастична та динамічна система масового обслуговування. Вхідний потік у цю систему створюють поїзди, що прибувають на дільницю чи формуються на дільниці, а вихідний потік створюють поїзди, що відправляються з дільниці чи розформовуються на ній. Апаратами обслуговування є поїзні локомотиви. Як основний метод дослідження обрано імітаційне моделювання. У процесі моделювання фіксуються прості составів у очікуванні локомотивів, прості локомотивів у очікуванні составів, величина резервного пробігу локомотивів та ін. Цільова функція полягає в мінімізації витрат, необхідних для пропуску заданого поїздопотіку. Вибір порядку обслуговування поїздів локомотивами досягається в результаті розв'язання динамічної транспортної задачі із затримками. Недоліком наведеної в [6] моделі є те, що в ній не повною мірою врахована необхідність забезпечення технічного обслуговування локомотивів. Цей недолік враховано в роботі [27]. У ній Козлов при моделюванні функціонування дільниці обертання локомотивів розглядає процеси обслуговування поїздів локомотивами та технічного обслуговування локомотивів. Цільова функція при цьому має вигляд

$$\sum_{(ij)} \sum_t \sum_k c_{ij}^k u_{ij}^k(t) + \sum_j \sum_t \sum_k c_{jj}^k u_{jj}^k(t) + \sum_j \sum_t \sum_k c_{iq}^k u_{iq}^k(t) \rightarrow \min, \quad (1.1)$$

де  $c_{iq}^k$  – вартість технічного обслуговування локомотива в  $j$ -му пункті  $k$ -го типу,  $0 \leq k \leq n$ ,  $n$  – кількість типів локомотивів;

$c_{ij}^k(t)$  – вартість переміщення локомотива до станції з ПТОЛ;

$u_{ij}^k(t)$  – потік локомотивів від станції зупинки до ПТОЛ;

$c_{jj}^k(t)$  – вартість очікування обслуговування;

$u_{jj}^k(t)$  – очікування обслуговування локомотива;

$u_{iq}^k(t)$  – локомотиви в обслуговуванні.

Проблема організації технічного обслуговування локомотивів розглянута в [59] у зв'язку із впровадженням системи сервісного технічного обслуговування та ремонту локомотивів. Принципова відмінність від попередньої моделі управління – економічна мотивація сервісних компаній на ефективне технічне обслуговування та ремонт: оплата йде не за виконаний обсяг ремонту, а за корисний пробіг магістральних і години роботи маневрових локомотивів.

Також виникає питання використання пропускної спроможності, що розглянуто в [58, 57, 55, 56, 100]. У [57] Прохорченком зроблено аналіз функціонування залізничного транспорту при розподілі пропускної спроможності залізничної інфраструктури. В умовах дефіциту пропускної спроможності на вантажонапружених лініях важливим напрямком освоєння зростаючого обсягу перевезень є подальше підвищення маси й довжини складів поїздів, що потребує вдосконалення системи їх тягового обслуговування [5]. Тягове обслуговування вантажного складу поїзда характеризується набором тягових одиниць, які складаються з одного або декількох локомотивів, що виділяються для ведення складу поїзда встановленої вагової норми на конкретному напрямку. При обслуговуванні складу поїзда двома й більше локомотивами можливі три варіанти їх роботи: перший – для ведення поїзда виділяється два й більше локомотиви, коли кожним з них керує окрема бригада; другий – для ведення поїзда виділяється одна тягова одиниця, що складається з декількох локомотивів (двох, трьох і більше), з'єднаних на заводі або в депо для роботи за системою багатьох одиниць і керованих однією локомотивною бригадою; третій – за системою багатьох одиниць із застосуванням принципу оперативного секціонування локомотивів. Питанням визначення необхідної кількості локомоти-

вів присвячені статті [41, 37, 109]. У роботі [41] Некрашевич та Ігнатов запропонували методику, що дозволяє визначити потрібну кількість локомотивів при їх оперативному секціонуванні та кратній тязі.

Важливим завданням, що впливає як на витрати, що пов'язані з утриманням штату локомотивних бригад, так і на простої локомотивів, є організація обслуговування локомотивів бригадами [42, 9, 39, 13]. В [42] Одуденко й Санькова зауважили, що в багатьох випадках у вантажному русі застосовують систему, при якій планують явку бригад практично на всі нитки графіка руху поїздів. В умовах значної добової нерівномірності руху поїздів, коли фактична кількість поїздів досягає рівня графікових лише в окремі доби, неминуче виникають значні непродуктивні витрати часу в очікуванні роботи, що погіршує режим праці й відпочинку бригади.

Питання оперативного управління роботою локомотивів та локомотивних бригад розглянуті в [35, 60, 76, 40, 8]. Запропоновано методи для створення удосконаленої автоматизованої системи оптимального керування роботою локомотивного парку. Описаний метод моделювання оперативного планування роботи локомотивів і локомотивних бригад ґрунтується на застосуванні багатокритеріальних нечітких моделей задачі про оптимальне призначення.

На сьогодні одним із способів покращення роботи локомотивів та обслуговування їх локомотивними бригадами є запровадження жорстких ниток графіка вантажного руху, що розглянуто в статтях [90, 78, 65, 74, 77, 32, 29]. Їх аналіз показує, що запровадження графіка руху поїздів за жорсткими нитками сприяє підвищенню безпеки руху, конкурентоспроможності залізничного транспорту та підвищенню експлуатаційних показників роботи.

Виконаний аналіз свідчить про те, що існуючі методи організації тягового обслуговування поїздів спрямовані на досягнення мінімальних тра-

нспортних витрат при виконанні заданого обсягу перевезень. Недоліком такого підходу є те, що він не враховує інтереси окремих вантажовідправників - клієнтів залізничного транспорту і в умовах дефіциту тягового рухомого складу задачі оптимізації його використання вироджуються в задачі забезпечення максимально можливих обсягів перевезень існуючим парком локомотивів за умови забезпечення мінімальних вимог за показниками якості перевезень.

### **1.3 Сучасний стан та проблеми тягового забезпечення перевезення вантажів залізничним транспортом України**

У 1991 році локомотивний парк України налічував 1 910 електровозів і 4 210 тепловозів, його середній ступінь зносу при цьому становив майже 60 %. За 26 років незалежності інвентарний парк Укрзалізниці щороку зменшувався в середньому на 1,7 %, або на 93 локомотиви. Зараз [47] український парк локомотивів налічує 1720 електровозів і 2151 тепловоз; при цьому майже 95 % електровозів і 40 % тепловозів використовуються для здійснення перевезень магістральними залізничними лініями.

Таким чином, з 1991 року парк локомотивів Укрзалізниці зменшився на 2 249 локомотивів (близько 37 %), причому здебільшого за рахунок списання тепловозів, кількість яких зменшилася на 2 059 одиниць (49 %), у той час як загальна кількість електровозів зменшилася всього на 190 одиниць (10 %). Водночас слід зазначити, що основною проблемою для українських залізниць сьогодні є не стільки зменшення локомотивного парку в цілому, як значний його знос.

Так, на фоні загального рівня зношеності основних фондів Укрзалізниці, який дорівнює 80 %, знос парку електровозів становить 95 %, парку маневрових тепловозів – 96 %, магістральних тепловозів – 99 %, при цьому більше ніж 50 % тепловозів експлуатуються понад 25 років, а 55 % електровозів – більше 40 років. З 2 151 тепловоза зараз експлуатується всього

1 018, а з 1 720 електровозів – 1 061. Списанню підлягають 195 електровозів і 340 тепловозів. При експлуатації рухомого складу за межами терміну служби істотно погіршуються показники безпеки й економічної ефективності, зростає ресурсо- та енергоємність перевезень. У перспективі виникають загрози: з одного боку – різкого підвищення витрат на експлуатацію застарілого рухомого складу, з іншого – неможливість здійснювати перевезення через фізичну відсутність тягового рухомого складу. Таким чином, дослідження у сфері забезпечення тяговим рухомим складом є актуальним. Для покращення ситуації з тяговим рухомим складом є можливість відкриття ринку залізничних перевезень для приватних перевізників [22, 19], які б мали власний парк локомотивів та надавали послуги з транспортування вантажів та перевезення пасажирів паралельно з Укрзалізницею.

Питанню оновлення тягового рухомого складу присвячено чимало досліджень [69]. Так, на державному рівні була затверджена програма оновлення локомотивного парку [52]. Вказана програма передбачала закупівлю 509 локомотивів на суму 28,7 млрд грн (3,6 млрд USD за курсом 2011 року). Як результат «Програма оновлення локомотивного парку залізниць України» залишилася невиконаною. На практиці розроблені плани придбання нових локомотивів постійно зриваються внаслідок недофінансування: наприклад, замість запланованих у 2009-2010 рр. 172 локомотивів було закуплено лише 49 машин (45 електровозів і 4 тепловози). Так, за всі роки незалежності Україна отримала всього лише майже 100 локомотивів. Відповідно до чинної «Стратегії розвитку АТ «Укрзалізниця» до 2021 року компанія планує придбати лише 120 вантажних локомотивів.

Слід зауважити, що така ситуація характерна практично для всіх залізничних адміністрацій СНД, однак при цьому локомотивний парк України зношений найбільшою мірою. На ВАТ «РЖД» при загальному інвентарному парку понад 20 000 локомотивів середній знос електровозів стано-

виль 76,3 %, тепловозів – 86,7 %. Для Білоруської залізниці (загальний парк більше ніж 1000 одиниць) середній знос локомотивів становить майже 50%. Інвентарний парк Національної залізничної компанії «Казахстан Темір Жоли» містить понад 1500 одиниць, при цьому знос становить приблизно 70 %.

У сучасних умовах основний тягар з оновлення матеріально-технічної бази залізничного транспорту прямо або опосередковано буде покладено на вітчизняний бізнес. При цьому спроби отримати відповідні кошти через тариф при монопольному стані ринку перевезень, що здійснювались останні 15 років, були безуспішними. Змінити ситуацію може лише держава за рахунок впровадження нової структури ринку перевезень, такої, щоб, з одного боку, забезпечувала збереження магістральної мережі, технологічної стійкості роботи галузі та безпеки перевезень, а з іншого – створювала стимули для приватних інвестицій у галузь. Вирішити проблему можна з допомогою впровадження конкуренції на ринку залізничних перевезень.

#### **1.4 Реформування ринку залізничних перевезень**

Кризові явища на ринках залізничних перевезень, які перебувають у монопольному стані, характерні для багатьох країн, і їх подолання досягається за рахунок реформування та впровадження ринкових механізмів у діяльність галузі [3, 4, 64, 17, 75, 36].

Аналіз методів організації конкурентного середовища в галузі залізничних перевезень наведено, наприклад, у [91]. Як основні моделі ринку при цьому виділяються:

— «конкуренція на ринку», коли на ринку залізничних перевезень одночасно працюють декілька вертикально-інтегрованих залізничних компаній, що володіють інфраструктурою та рухомим складом;



— «конкуренція на ринку між перевізниками з регульованим доступом до інфраструктури», коли на ринку діють незалежні перевізники, послуги інфраструктури яким на недискримінаційних умовах надає деяка інфраструктурна компанія;

— «конкуренція за ринок», коли деяка компанія на підставі конкурсу отримує право надавати послуги залізничних перевезень протягом певного періоду часу.

Перша модель функціонує в США та Канаді, друга є типовою для Європейського Союзу, за третьою працюють Мексика, Бразилія та Аргентина.

Необхідно зауважити, що модель «конкуренція за ринок», як правило, використовується в умовах, коли залізничний транспорт займає незначну частку ринку перевезень і на ринку присутні альтернативні види транспорту. Тому для умов України впровадження такої моделі є недоцільним.

Загальним напрямком державної політики України є євроінтеграція. У зв'язку з цим зрозумілим є орієнтація реформ вітчизняного законодавства на модель ринку з конкуренцією між перевізниками та регульованим доступом до інфраструктури. Водночас модель функціонування залізничного транспорту, що впроваджена в США та Канаді, відкидається як така, що не може бути впроваджена в Україні. Необхідно наголосити, що реформування залізниць США, рушійною силою якого був Акт Стаггерса, викликало бурхливий розвиток залізничної галузі та оцінюється як безперечно успішне. А ось успішність європейських реформ досі є дискусійною. Акт Стаггерса не ставить на меті формування саме моделі з «конкуренцією на ринку». Його основними принципами є дерегуляція тарифів та обмеження державного регулювання тарифів тими секторами, де умови конкуренції можуть порушуватись, забезпечення взаємного доступу рухомого складу одних залізничних компаній на інфраструктуру інших, максималь-

не спрощення виходу компаній на ринок надання послуг, пов'язаних із залізничними перевезеннями. Сучасний поділ залізничної мережі між залізничними компаніями, що забезпечує конкуренцію на паралельних маршрутах, є результатом переформатування мережі 43 залізниць, яке відбулося за рахунок ринкових процесів їх укрупнення, подрібнення та перетворення, а не під впливом державних органів. Площі, які обслуговують компанії Union Pacific та BNSF на заході США без можливості паралельних маршрутів, перевищують площу України. Сучасний ринок залізничних перевезень не можна розглядати в контексті лише залізниць 1-го класу. У цілому на ринку перевезень США функціонує майже 600 залізничних компаній, серед яких залізниці 1-го класу, регіональні та локальні залізниці, Switching and Terminal оператори (незалежні станції), приміські компанії, оператори рухомого складу та ін. Така структура ринку перевезень забезпечує жорстку конкуренцію в усіх сферах діяльності та утримує вартість послуг залізниць на одному з найнижчих рівнів у світі.

Тому для вітчизняної залізничної галузі при впровадженні досвіду реформування Північно-Американських залізниць важливим є не поділ мережі на окремі залізниці з паралельними маршрутами перевезень, а виділення на ринку перевезень конкурентних секторів, максимальне спрощення доступу бізнесу до них, розробка механізмів забезпечення умов рівноправної конкуренції.

У Європейському Союзі у якості вирішення цієї проблеми реалізовано вертикальний поділ залізничної галузі шляхом відділення інфраструктури залізничного транспорту від перевізної діяльності. При цьому було видано чотири пакети Директив Європейського Союзу [14, 89, 15,], однією з основних цілей якого є забезпечення недискримінаційного допуску незалежних перевізників на залізничну інфраструктуру [102, 96, 92]. Дослідження проблем, з якими стикаються незалежні перевізники, виконано

Mäkitalo в [98]. Зокрема в [98] досліджені умови роботи залізниць Фінляндії. Як основні проблеми залізничних перевізників у Фінляндії вказуються необхідність значних інвестицій у рухомий склад, дискримінація на етапі складання розкладу руху поїздів, складність бюрократичних процедур при отриманні дозвільних документів. Для умов Польщі та Швеції відповідно до досліджень Laisi та ін. [95] основними бар'єрами для входу на ринок є висока вартість тягового рухомого складу та бюрократія. Для зменшення початкових інвестицій у локомотиви перевізники вважають за краще використовувати локомотиви, які були у вжитку.

У роботі Link [97] зроблено аналіз умов роботи незалежних перевізників у Німеччині, де реалізована модель часткового вертикального розділення залізничної галузі, коли оператор інфраструктури має також підрозділи, які надають послуги з перевезення вантажів і пасажирів. При цьому вказується, що в рамках чинної в Німеччині нормативної бази оператор інфраструктури має можливість створювати преференції для залежних від нього перевізників за рахунок варіювання складу та якості послуг доступу до залізничної інфраструктури. Додатковими проблемами, з якими стикаються незалежні перевізники в Німеччині, згідно з дослідженнями Slack і Vogt [108], є те, що залізнична інфраструктура в країні насамперед адаптована для перевезення пасажирів групою DeutscheBahn, тому для вантажних перевізників технічними стандартами висувуються підвищені вимоги, також проблеми створює відсутність повного доступу до інформації, що характеризує інфраструктуру та ін.

На сьогодні магістральний залізничний транспорт України перебуває повністю в державній власності. Україна є однією з небагатьох держав Східної та Центральної Європи, де збереглася подібна структура організації ринку залізничних перевезень. Аналіз процесів реформування Укрзалізниці виконаний у [103, 105, 95, 96, 104]. Реформування залізничного тран-

спорту України було формально розпочато у 2006 році з ухваленням «Концепції Державної програми реформування залізничного транспорту», проте істотних змін на ринку залізничних перевезень за 11 років так і не відбулося, що є однією з причин його незадовільного стану сьогодні й може призвести до колапсу залізничного транспорту в майбутньому. У цих умовах демонополізація ринку залізничних перевезень є одним із кроків, спрямованих на створення конкурентного середовища в цьому секторі транспортного ринку та підвищення його привабливості для інвесторів, а також як метод зниження логістичних витрат у вантажовідправників [38, 30].

Додатковим стимулом до реформування залізничної галузі є підписання Україною угоди про асоціацію з Європейським Союзом, відповідно до якої Україна взяла на себе зобов'язання щодо імплементації Директив Європейського Союзу, які передбачають недискримінаційний допуск до залізничної інфраструктури незалежних перевізників. Зокрема, Пшінько, Мямлін, Козаченко, Мних та ін. в [16, 34] розглянули питання адаптації нормативно-правової бази АТ «Укрзалізниця» до законодавства Європейського Союзу з метою досягнення відповідності правової системи України з урахуванням критеріїв, що ставляться Європейським Союзом до держав, які мають намір вступити до нього.

Важливим аспектом подальшого розвитку залізничних перевезень в умовах розділення управління інфраструктурою та процесом перевезень вантажів є необхідність зміни підходів до ціноутворення на вантажні перевезення та дотримання термінів доставки вантажу залізницями України. Цим питанням присвячені такі праці, як [61, 45, 63, 70, 81, 113]. Зокрема, в [61] Рудаковим пропонується удосконалення існуючої системи ціноутворення та забезпечення рівних умов для всіх учасників ринку залізничних вантажних перевезень, що передбачає впровадження комплексу інституціональних, економічних та адміністративних заходів. А в роботі [45] Про-

хорченко, Бугай та ін. пропонується поділ залізничних дільниць на категорії і класи для подальшої їх тарифікації. У праці Кириченко та ін. [81] забезпечення дотримання терміну доставки вантажу пропонується реалізувати шляхом створення автоматизованої системи, яка б надавала диспетчерському апарату можливість в оперативному прийнятті рішень пропуску вагонів на основі даних про закінчення терміну доставки вантажу й відповідно першочерговому пропуску вагонів саме із цим вантажем.

Водночас необхідно вказати й на суттєві відмінності в умовах роботи залізничного транспорту України та залізниць країн Європейського Союзу, зокрема:

- вантажонапруженість залізниць України істотно перевищує вантажонапруженість залізниць Європейського Союзу; для прикладу вона вище вантажонапруженості залізниць Німеччини в 4 рази і Польщі в 7 разів;

- середня відстань перевезень в Україні становить 544 км, у той час як у країнах Європейського Союзу 200-350 км;

- рівень тарифів на послуги з перевезень вантажів, які надає Укрзалізниця, є одним з найнижчих у світі; для прикладу вартість тонно-кілометра перевезення вантажів залізницею в Україні більше ніж в 11 разів нижче, ніж у Польщі [15];

- рух вантажних поїздів в Європейському Союзі переважно виконуються за розкладом в той час, як в Україні перевезення вантажів здійснюються без розкладу.

Вказані фактори будуть суттєво впливати на умови роботи незалежних від Укрзалізниці перевізників.

У Російській Федерації з 2001 року діє «Программа структурной реформы на железнодорожном транспорте» [53]. Відповідно до неї на третьому етапі реформ (2006-2010 роки) повинні були здійснюватися заходи щодо підвищення рівня конкуренції на ринку вантажних перевезень на ді-

льницях мережі, що мають паралельні ходи. Програмою було передбачено, що на цьому етапі реформування велика частина вагонного парку й частина локомотивного парку буде перебувати в приватній власності. На основі системи ліцензування приватні компанії отримують можливість виходити на магістральні мережі та здійснювати вантажні перевезення власними локомотивами.

Першою компанією, що організувала експлуатацію власних магістральних локомотивів, була ТОВ «Линк Ойл Спб» (зараз ТОВ «Трансойл»), яка почала свою роботу в 1997 р [12]. При цьому вирішувалося завдання забезпечення поставок сировини й нафтопродуктів від виробництва нафти «Сургутнефтегазом» на завод «Киришиннефтеоргсинтез» і далі споживачам в Естонії. В умовах забезпечення перевезень рухомим складом залізниць швидкість просування вагонопотоків становила майже 170 км/добу при обігу вагонів – 6 діб. Перехід до забезпечення перевезень кільцевими маршрутами з використанням власного локомотива дозволив підвищити швидкість доставки до 600 км/добу і зменшити робочий парк цистерн у три рази.

Сьогодні на ВАТ «РЖД» працює 8 компаній-операторів, які мають власні магістральні локомотиви. Серед найбільших компаній-перевізників холдинг «Globaltrans» (58 локомотивів), «Трансойл» (37), група «ОТЭКО» (9), «Трансгарант» (7). Загальний парк приватних локомотивів становить понад 130 одиниць, що складає менше 1% від загального парку магістральних локомотивів ВАТ«РЖД».

У статті [73] Хусаїнов наводить аналіз реформ ВАТ «РЖД» з лібералізації залізничних тарифів та допуску вагонів приватного капіталу до перевезення вантажів. Дослідження показують, що результати реформ неоднозначні. З одного боку реформування призвело до збільшення парку ван-

тажних вагонів, а з іншого – не торкнулась важливих складових перевізного процесу, таких як лібералізація ринку послуг локомотивної тяги.

Однією з основних проблем, з якими доводиться стикатися компаніям-перевізникам, це недосконалість нормативно-правової бази й неврегульованість питань тарифікації, що регламентують відносини перевізників з власником інфраструктури. Водночас за останні роки прийнято низку нормативно-правових актів [48, 46, 49], які дозволяють будувати відносини приватних перевізників із залізницею. На багатьох залізницях прийняті місцеві накази про порядок виїзду залізничного рухомого складу, що не належить ВАТ «РЖД», на колії загального користування.

Як уже зазначалося, на сьогодні однією з головних проблем, що виникають у приватних перевізників на ВАТ «РЖД», є питання тарифного регулювання тягової (локомотивної) складової в тарифі на перевезення. Ще з 1 січня 2008 року на ВАТ «РЖД» повинен був бути введений окремий облік витрат із забезпечення локомотивної тяги й експлуатації інфраструктури, проте аж до недавнього часу в тарифах ВАТ «РЖД» не була виділена інфраструктурна складова, яка визначає, скільки оператор, який використовує власний локомотив, повинен платити за послуги монополії. Для «виняткових» випадків використовувався пункт 2.17 преїскуранта 10-01. І тільки в липні 2011 року Федеральна служба з тарифів Російської Федерації виділила в загальному тарифі локомотивну складову, яка в існуючому тарифі на перевезення приватними локомотивами перебуває на рівні 30% від величини інфраструктурної складової. Для порівняння в Європі величина локомотивної складової перебуває в межах 35-39 % від загальної вартості перевезення, тобто в 1,46-1,62 раза вище (з урахуванням вагонної складової). Існує й низка інших проблем. Так, на думку керівництва ВАТ «РЖД», якщо приватна компанія має намір отримати статус перевізника, то вона повинна дотримуватися всіх вимог, які прописані в чинних норма-

тивних актах. Це, насамперед, вимога публічності перевізника, згідно з якою він зобов'язаний перевезти пред'явлений йому вантаж за встановленими тарифами на будь-яку станцію призначення. Однак жодна приватна компанія просто не зможе розвинути до такого рівня, щоб цій вимозі відповідати.

Ще одна складність, з якою стикаються власники локомотивів, це організація праці локомотивних бригад. Сьогодні власні бригади є лише у ТОВ «Трансойл» (десь 30 бригад), інші оператори користуються послугами ВАТ «РЖД». При цьому, як відзначають учасники ринку, при роботі з «державними» бригадами практично неможливо контролювати витрату палива й збереження локомотивів. Для власних локомотивних бригад приватного перевізника існує інша проблема – отримання допуску на управління локомотивом, який видають відповідні структури ВАТ «РЖД».

Усі приватні магістральні локомотиви на ВАТ «РЖД» – виключно тепловози, тому що економічно ефективно використовувати невеликі парки електровозів зараз неможливо, оскільки мережа залізниць електрифікована нерівномірно. При цьому операторам поки вигідніше купувати техніку, що була у використанні, – якщо новий тепловоз типу 2ТЭ116 [68] коштує від 3 млн \$ і вище, то такий самий після капітального ремонту – від 1,5 млн \$. У цих умовах суттєвою є проблема отримання для приватного локомотива дозволу на вихід на магістральні колії ВАТ «РЖД». При цьому технічний стан такого локомотива має як відповідати існуючим нормативам, так і забезпечувати необхідний рівень безпеки руху.

Таким чином, сьогодні на ВАТ «РЖД» існує цілий комплекс проблем як правового, так і організаційно-технічного характеру, які поки перешкоджають широкому розвитку приватної локомотивної тяги на магістральних перевезеннях. У зв'язку з цим повномасштабна реалізація цього пункту структурної реформи ВАТ «РЖД» переноситься з року в рік.



Зараз уряд Російської Федерації спільно з експертами ВАТ «РЖД» опрацьовує 2 способи отримати доступ до залізничної мережі. Перший – «модель конкуренції за маршрут» – передбачає 5-10-річну монополію обраного державою перевізника на 200-700-кілометровій тупиковій ділянці (переважно в регіонах) поза під'їздами до портів і прикордонних переходів, поза міжнародними транспортними коридорами, з нормальною пропускною спроможністю і однаковим видом тяги, а також без переваги пасажирських перевезень. Другий – «модель конкуренції на маршруті» – передбачає, що певні перевізники будуть надавати послуги на окремих ділянках і маршрутах та боротися за клієнтів як між собою, так і з ВАТ «РЖД» за ціною і якістю послуг.

У той же час компанії, які зуміли закріпитися на цьому сегменті транспортного ринку, досить успішно працюють в статусі приватного перевізника. Як показує аналіз, найбільш ефективним є використання приватних локомотивів для здійснення стійких маршрутних перевезень на порівняно невеликій відстані, коли на всьому шляху перевезення може використовуватися один вид тяги і є можливість пройти весь шлях без зміни локомотива. При цьому найдоцільніше обслуговувати якийсь певний полігон, а не розпорошуватися на перевезення по всій мережі. Однак є й винятки: наприклад, компанія «Трансойл» обслуговує плечі довжиною до 800 км, а «БалтТрансСервис» – ділянки довжиною до 1100 км. Як правило, приватними локомотивами обслуговуються так звані власні поїзні формування, що складаються з вагонів і локомотивів, що належать приватним компаніям. В основному це перевезення нафтопродуктів і руди. Так, у 2011 році обсяг перевезень вантажів власними поїзними формуваннями склав майже 3 % від всіх навантажень по мережі залізниць Росії; при цьому близько 75 % із загального обсягу склали експортні перевезення нафтопродуктів, а 13 % припало на перевезення кольорової руди по Росії.

Використання приватних локомотивів дозволяє, насамперед, підвищити їх продуктивність, скорочуючи при цьому оборот вагонів, що призводить до зменшення їх потрібного робочого парку для здійснення перевезення. Так, «Новим перевізним компаніям» на деяких напрямках вдалося зменшити оборот вагонів у 3 рази, скоротивши потрібний робочий парк вагонів на 120 одиниць. Як показав досвід ТОВ «Трансойл», використання власних локомотивних бригад дозволяє компанії не тільки підвищити збереження локомотивного парку, а й отримати економію палива до 20 %.

У середньому запуск маршруту з власним локомотивом дозволяє окупати придбання тепловоза за 5-6 років, що менше терміну звичайних лізингових договорів на рухомий склад, який становить, як правило, 7 років. При використанні приватних локомотивів залізниці отримують доходи від використання інфраструктури оператором, обслуговування й ремонту локомотивів власника, доходи від надання локомотивних бригад оператору.

Водночас домінуюче положення ВАТ «РЖД» на магістральних маршрутах залишається. У «Целевой модели развития рынка грузовых железнодорожных перевозок до 2015 года» передбачається збереження ВАТ «РЖД» як загальномережевого публічного перевізника вантажів, зберігається державне регулювання тарифів на послуги загальномережевого перевізника, а також не допускається подальше розширення обсягів перевезень вантажів власними поїзними формуваннями.

### **1.5 Постановка завдань дослідження**

У наукових працях подано аналіз динаміки технічного стану тягового рухомого складу, методи обґрунтування розвитку локомотивного парку залізниць, методи оптимізації схем обігу локомотивів на мережі та оптимізації призначення локомотивів і бригад на поїзди в умовах функціонування на ринку єдиного перевізника, аналіз ефективності впровадження різнома-

нітних моделей організації ринку залізничних перевезень. Водночас завданням організації перевезень вантажів залізничним транспортом незалежними перевізними компаніями приділяється незначна увага. Аналіз умов функціонування залізничного транспорту країн Європейського Союзу показує, що вони суттєво відрізняються від вітчизняних через різну номенклатуру вантажів, що перевозяться, різну вантажонапруженість мережі, а також у зв'язку з тим, що в країнах Європейського Союзу відправлення вантажних поїздів переважно здійснюється за розкладом, у той час як в Україні відправлення вантажних поїздів відбувається за готовністю. Тому досвід країн Європейського Союзу щодо організації перевезень вантажів незалежними перевізними компаніями вимагає адаптації до вітчизняних умов. На підставі виконаного аналітичного огляду наукових робіт сформульовано мету дослідження, визначено основні завдання дослідження, обрано порядок та методи їх вирішення.

Для досягнення поставленої мети слід вирішити такі основні завдання:

- аналіз сучасних методів тягового обслуговування перевезення вантажів на залізничному транспорті;
- дослідження існуючої технології та обсягів перевезень вантажів на залізничному транспорті України, а також динаміки показників використання рухомого складу, що їх забезпечує;
- розробка методів організації взаємодії між перевізниками та оператором інфраструктури;
- формування технології тягового забезпечення перевезень вантажів в умовах функціонування незалежних перевізників;
- визначення області ефективного застосування приватної локомотивної тяги на залізницях України.

Для вирішення зазначених завдань необхідно використати такі методи дослідження:

- математична статистика та кореляційний аналіз – для дослідження обсягів перевезень вантажів та динаміки показників використання рухомого складу, що їх забезпечує;
- теорія експлуатаційної роботи залізниць, реляційний аналіз – для розробки методів організації взаємодії між перевізниками та оператором інфраструктури;
- методи математичного програмування, економіко-математичного моделювання та теорія експлуатаційної роботи залізниць – для розробки методів тягового забезпечення перевезення вантажів в умовах функціонування незалежних перевізників;
- економіко-математичного моделювання – для визначення області ефективного застосування приватної локомотивної тяги на залізницях України.

## **1.6 Висновки за розділом 1**

1. На основі виконаного аналізу літератури встановлено, що законодавство України, яке регулює діяльність залізничного транспорту у сфері виконання перевезення вантажів, має суттєві відмінності від вимог Європейського Союзу. Зокрема, оператор інфраструктури повинен інформувати перевізників про технічні можливості залізничної мережі й послуги, які їм надаються. Такий узагальнений опис на сьогодні є тільки для рівня станцій. Опис інфраструктури більших підрозділів залізничного транспорту частково узагальнено в технологічних процесах дирекцій залізничних перевезень і залізниць. Тому під час імплементації угоди про асоціацію України з Європейським союзом АТ «Укрзалізниця» зіштовхнеться з необхідністю вдосконалення структури технологічних процесів дирекцій залізничних перевезень.

2. Сучасні методи тягового забезпечення перевезення вантажів залізничним транспортом формувалися для умов, коли залізниці є одночасно і перевізниками, і операторами інфраструктури. При цьому парк тягового рухомого складу розподілений по мережі й має централізоване управління, а локомотиви здійснюють обслуговування перевезень у межах своїх ділянок обертання. Подібна модель не може використовуватись у сучасних умовах приватними перевізниками через необхідність значних інвестицій у створення локомотивного парку. Тому методи тягового обслуговування перевезення вантажів на залізничному транспорті при впровадженні послуг приватних перевізних компаній на транспортному ринку вимагають удосконалення.

## РОЗДІЛ 2

### ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСТУПУ ДО ІНФРАСТРУКТУРИ НЕЗАЛЕЖНИХ ПЕРЕВІЗНИКІВ

#### 2.1 Аналіз показників роботи залізничного транспорту України

Після здобуття Україною незалежності обсяги та структура вантажних перевезень значно змінились. У цей період спад обсягів перевезень становив понад 70 %. Таким чином обсяги вантажних перевезень у 2003 р. становили 855,8 млн т, а у 2017 р скоротились ще на 33 % і становили 571 млн т. При цьому вантажообіг 2003 р. складав 450,7 млрд т·км та 303,7 млрд т·км у 2003 р. Незважаючи на зниження вантажообігу за останні роки основним перевізником вантажів залишається залізничний транспорт (рис.2.1), на частку якого припадає від 48 % до 62 % усього вантажообігу України.

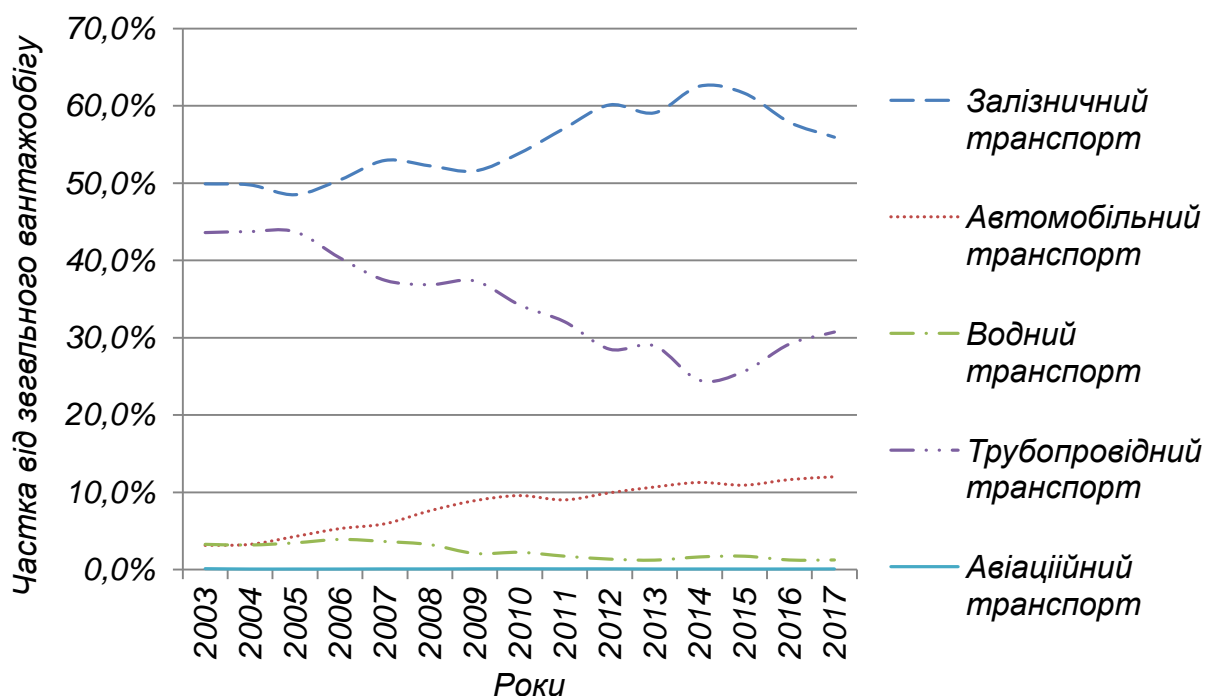


Рисунок 2.1 – Динаміка розподілу вантажообігу між видами транспорту

Основною тенденцією, що спостерігається з 2003 року, є перерозподіл обсягу перевезених вантажів між залізничним та автомобільним транспортом на користь останнього. Динаміка частки перевезень цих видів транспорту наведена на рис. 2.2. Зважаючи на те що автомобільний транспорт для перевезень використовує здебільшого імпортовані нафтопродукти, а залізничний – вітчизняну електроенергію, то такий перерозподіл негативно впливає на енергетичний баланс країни.

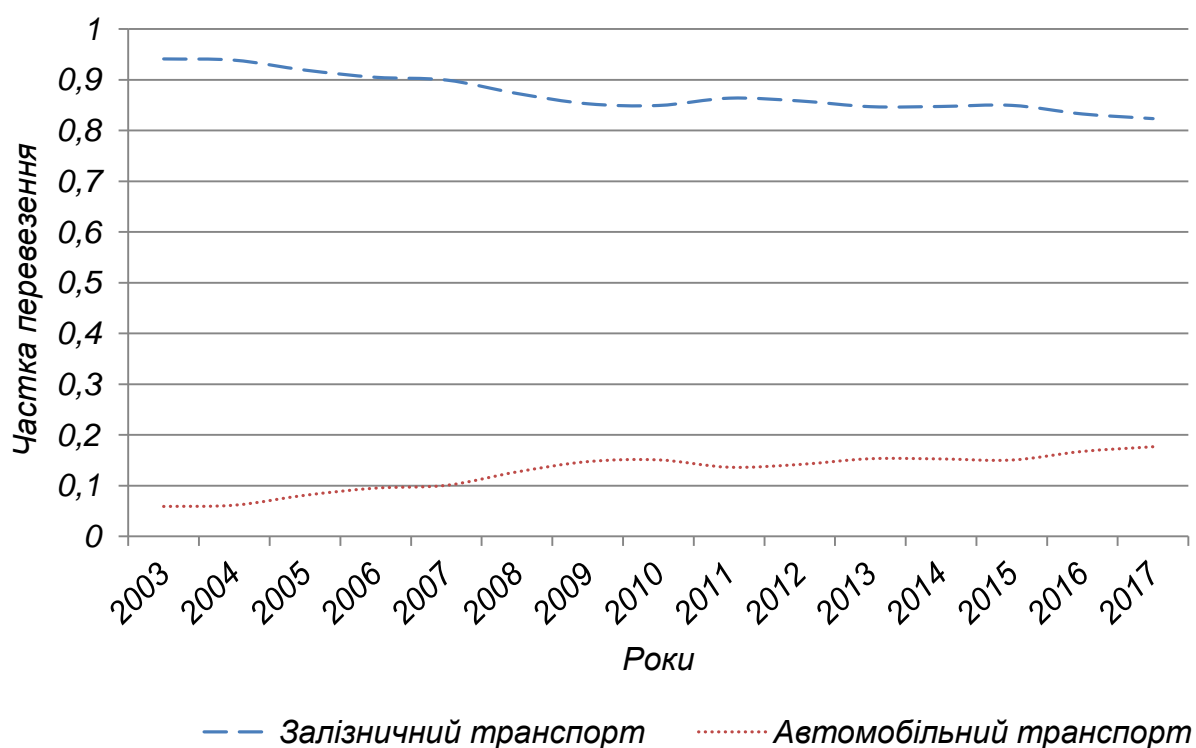


Рисунок 2.2 – Зміна частки перевезень вантажів, що виконується залізничним і автомобільним транспортом

На рис. 2.3 наведено динаміку експлуатаційного парку локомотивів Укрзалізниці та обігу вантажних вагонів по відношенню до 2006 року. Експлуатаційний парк локомотивів Укрзалізниці має стійку тенденцію до зниження, і за період з 2006 по 2016 рік їх кількість зменшилася на 33 %, за той самий період обіг вантажних вагонів зріс на 53 %. На рис. 2.4 наведено

поле точок, що характеризує зв'язок між величиною експлуатаційного парку локомотивів та обігом вагонів. Аналіз показує, що між ними існує дуже сильний обернений зв'язок з коефіцієнтом кореляції 0,94.

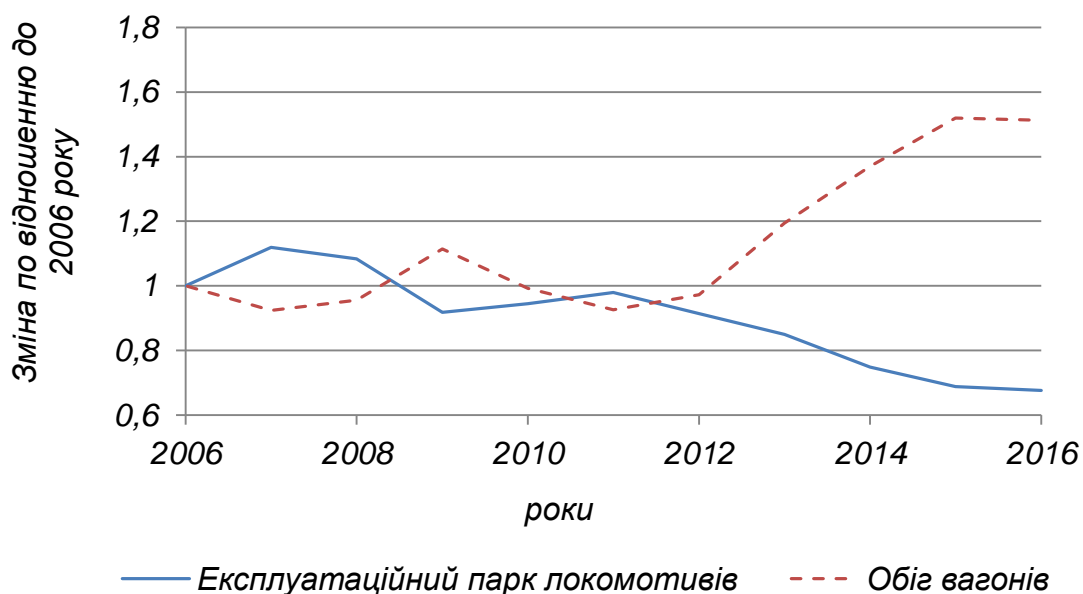


Рисунок 2.3 – Динаміка експлуатаційного парку локомотивів та обігу вагонів

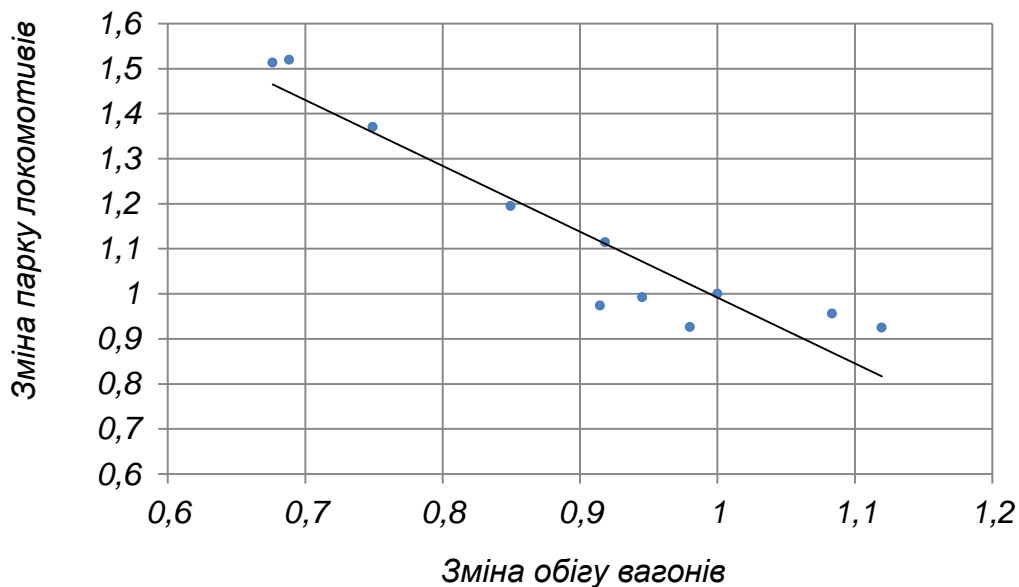


Рисунок 2.4 – Поле точок, що характеризує зв'язок між парком локомотивів та обігом вагонів



У зв'язку з цим нестача тягового рухомого складу призводить до збільшення потреби у вантажних вагонів, погіршення техніко-експлуатаційних показників їх роботи та зменшення зацікавленості інвесторів у оновленні парку вантажних вагонів.

Незважаючи на значний спад обсягів перевезень на мережі залізниць, експлуатаційна довжина залізничної мережі суттєво не змінилася. Динаміка відповідних показників наведена на рис. 2.5.

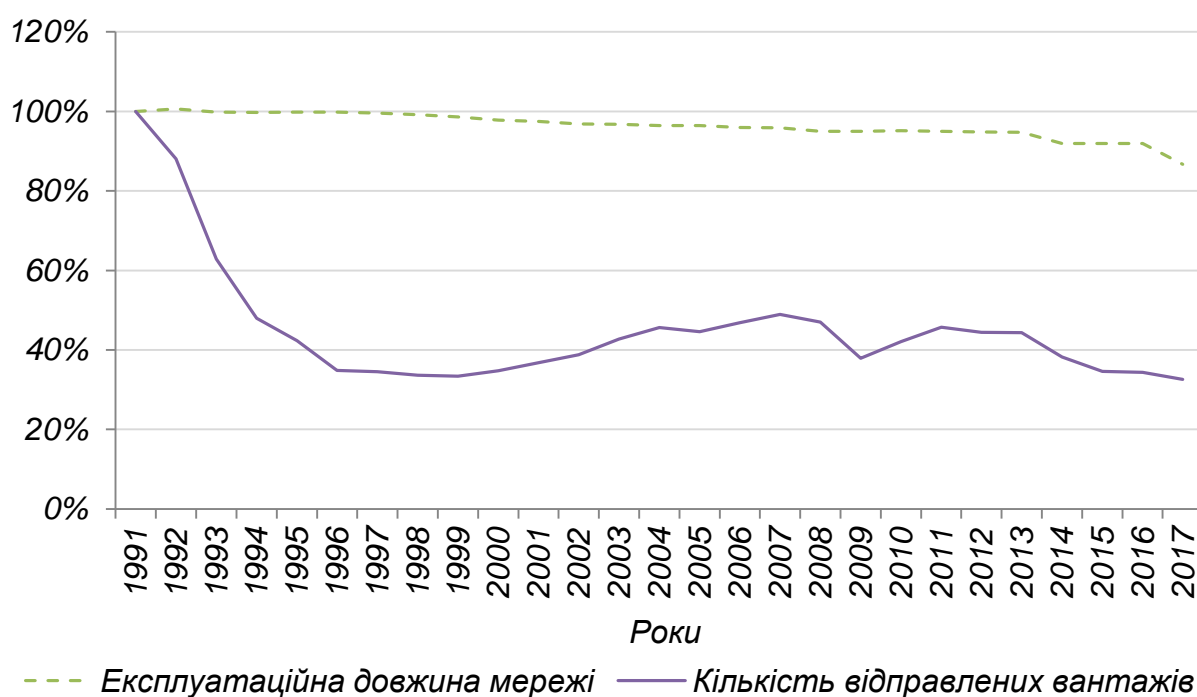


Рисунок 2.5 – Динаміка довжини залізничної мережі та кількості відправлених вантажів залізничним транспортом

Необхідно зауважити, що спад обсягів вантажної роботи на мережі відбувається нерівномірно. Характерними рисами залізничних перевезень, які склалися на сьогодні в Україні, є висока концентрація навантаження та вивантаження на невеликій кількості станцій. Так, 50 % вантажної роботи Укрзалізниці припадає на 4 % станцій. Основні станції навантаження й ви-

вантаження наведені на рис. 2.6, де розмір кругів відповідає обсягу виконуваної вантажної роботи.

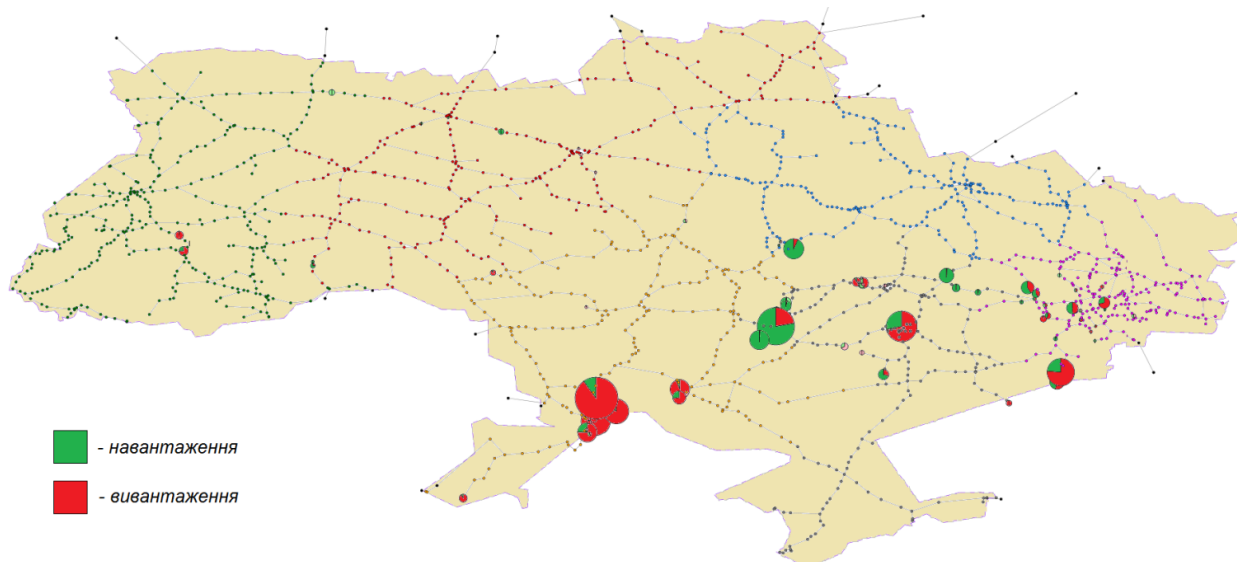


Рисунок 2.6 – Розташування основних станцій навантаження й вивантаження на території України

Цей дисбаланс збільшує постійні витрати, що відносяться на тариф, та зменшує конкурентоспроможність залізничного транспорту.

Таким чином, збільшення парку тягового рухомого складу дозволить як збільшити обсяги вантажних перевезень на мережі залізниць України, так і зменшити їх собівартість.

Необхідно зауважити, що в Україні були спроби масового оновлення локомотивного парку. Зокрема, у різні періоди часу діяли програми з оновлення локомотивного парку АТ «Укрзалізниця». Усі вони частково або цілком були невиконані через недофінансування. Таким чином, спостерігається гостра нестача тягового рухомого складу і в майбутньому ця проблема буде лише прогресувати.

## **2.2 Аналіз нормативної бази, що регламентує допуск власних (орендованих) локомотивів до магістральної залізничної мережі України**

Відносини, пов'язані з організацією, функціонуванням та експлуатацією залізничного транспорту, регулюються Конституцією України, Цивільним та Господарським кодексами України, Законами України «Про транспорт», «Про природні монополії», «Про ціни і ціноутворення», «Про захист економічної конкуренції», «Про охорону праці». Правові, організаційні та соціально-економічні засади функціонування залізничного транспорту України визначаються Законом України «Про залізничний транспорт».

Чинний Закон України «Про залізничний транспорт» був прийнятий у 1996 році і введений в дію постановою Верховної Ради № 274/96-ВР. Редакція, що діяла та той час, встановлювала визначення поняття «залізниця» як «статутне територіально-галузеве об'єднання, до складу якого входять підприємства, установи та організації залізничного транспорту і яке, при централізованому управлінні, здійснює перевезення пасажирів та вантажів у визначеному регіоні транспортної мережі».

Зміни, внесені Законами України № 4443-VI від 23.02.2012 та N 2210-VIII від 16.11.2017, встановили нове визначення поняття «залізниця» – як «відокремлений підрозділ акціонерного товариства залізничного транспорту загального користування (далі - АТ «Укрзалізниця»), утвореного відповідно до Закону України «Про особливості утворення акціонерного товариства залізничного транспорту загального користування», який здійснює перевезення пасажирів та вантажів у визначеному регіоні залізничної мережі».

Водночас Законом України № 4443-VI від 23.02.2012 внесено нове поняття «підприємства залізничного транспорту» – суб'єкти господарю-

вання, які провадять діяльність у сфері залізничного транспорту. Згідно з абзацом 2 статті 2 Закону, підприємства залізничного транспорту у взаємодії з іншими видами транспорту повинні своєчасно і якісно здійснювати перевезення пасажирів і вантажів, забезпечувати безпеку руху, розвивати сферу транспортного обслуговування народного господарства та населення. Чинний Закон України «Про залізничний транспорт» не встановлює вимог щодо форми власності підприємств залізничного транспорту. У зв'язку з цим чинна законодавча база не надає можливості недискримінаційного доступу перевізників до магістральної мережі та не регулює їх взаємовідносини з оператором інфраструктури, однак вона і не забороняє виконання перевезень підприємствами, що не належать до сфери управління АТ «Укрзалізниця». Фактично такі перевезення здійснюються на залізничній мережі на дільницях, що межують з Державним кордоном.

Іншу можливість доступу до магістральної залізничної мережі надають технологічні перевезення, коли підприємства виконують перевезення нею власних вантажів. Чинна законодавча та нормативна база України надає можливість роботи на магістральній залізничній мережі локомотивів, що не належать Укрзалізниці. Робота таких локомотивів на залізницях загального користування регламентується п. 9.12. «Збірник тарифів на перевезення вантажів у межах України та пов'язані з ними послуги» [67] включає пункт 20, згідно з яким здійснюється тарифікація перевезень вантажів залізничними коліями загального користування поїздами з власними (орендованими) локомотивами.

На сьогодні на магістральній залізничній мережі працюють сотні маневрових локомотивів промислових підприємств, що мають право виходу на колії залізничних станцій, а в окремих випадках підприємства виконують транспортування своїх вантажів по перегонах між станціями Укрзалізниці з використанням магістральних локомотивів. Як приклади можуть бу-

ти представлені перевезення ПАТ «Волинь-цемент» між станціями Кривин та Здолбунів (38 км), ДП «Червоноградвантажтранс» між станціями Червоноград, Гірник та Соснівка (6-14 км), ПАТ «Укрграфіт» між станціями ім. Анатолія Алімова і Запоріжжя Ліве (10 км). Особливої уваги заслуговує робота ПАТ «Івано-Франківськцемент», парк магістральних локомотивів якого включає новий тепловоз ТЕ33А виробництва General Electric, три локомотиви 2М62 і один локомотив М62, які здійснюють транспортування сировини на маршрутах Дубівці-Ямниця (15 км) і Ямниця-Ходорів (70 км). Економічна ефективність роботи локомотивів власності промислових підприємств на коротких ділянках пов'язана в основному з можливістю істотного скорочення нерівномірності перевезень, підвищення продуктивності рухомого складу та зменшення вантажної маси на колесах. Так, на ділянці Дубівці-Ямниця локомотив ПАТ «Івано-Франківськцемент» виконує до 4 обертів за добу, у той час коли нормативний строк доставки вантажів Укрзалізницею на цій ділянці становить 2 доби. Однак зазначені випадки пов'язані з перевезеннями на незначні відстані по малодіяльних ділянках, де оновлення локомотивного парку при існуючому рівні регульованих тарифів для Укрзалізниці є недоцільним.

У цілому можливість широкого використання приватної локомотивної тяги на магістральному залізничному транспорті в межах України стримує не застарілий Закон «Про залізничний транспорт» [51], а такі проблеми нормативного характеру:

- відсутність правил, що регулюють порядок та умови перевезень залізничним транспортом загального користування вантажів у поїздах з локомотивами, які не належать залізниці;
- відсутність технології, що забезпечує узгодженість, стійкість і безпечність роботи залізничного транспорту як єдиного комплексу в умо-

вах експлуатації власних локомотивів для виконання перевезень вантажів магістральною мережею.

Питання нормативного визначення порядку та умов перевезень залізничним транспортом загального користування вантажів із локомотивами, що не належать залізницям, повинні бути визначені у «Правилах перевезення вантажів» як «Правила перевезення вантажів у поїздах з власними (орендованими) локомотивами». Ці правила мають бути розроблені Міністерством інфраструктури. Нормативне забезпечення узгодженості, стійкості й безпеки роботи залізничного транспорту як єдиного технологічного комплексу в умовах експлуатації власних локомотивів при виконанні перевезень на магістральних лініях загальної мережі повинно реалізовуватися за рахунок розробки «Порядку обігу власних (орендованих) локомотивів на мережі залізниць загального користування» і «Технології перевезення вантажів в поїздах з власними (орендованими) локомотивами» для окремих напрямків.

Таким чином, сьогодні обмеженням для появи приватних локомотивів на магістральному залізничному транспорті не є застарілість вітчизняного законодавства. Вирішення проблеми може бути досягнуто навіть зараз і в існуючому законодавчому полі. Допуск на магістральну інфраструктуру власних локомотивів дозволить відпрацювати відповідну технологію і дасть можливість сформуватися на базі операторів локомотивної тяги незалежним вітчизняним перевізникам, які будуть конкурентоспроможними після відкриття сегмента ринку перевізної діяльності відповідно до вимог законодавства Європейського Союзу.

### **2.3 Організація взаємодії операторів інфраструктури та незалежних перевізників**

У 2014 році було підписано Угоду про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським Співтовариством

з атомної енергії і їхніми державами-членами – з іншої. Відповідно до угоди Україна взяла на себе зобов'язання щодо демонополізації залізничного ринку, а саме розділення АТ «Укрзалізниця» на операторів інфраструктури та операторів залізничного рухомого складу. Такий підхід передбачений Проектом закону про залізничний транспорт, який станом на вересень 2019 року перебуває на розгляді Верховної Ради України. У зв'язку з тим що операторами залізничного рухомого складу можуть бути приватні перевізники, виникає питання опису залізничної інфраструктури та відкритого доступу до неї. Аналіз опису інфраструктури залізниць Європейського Союзу показує, що в більшості випадків він має стандартизовану структуру, що визначається [101]. До його складу входять такі підрозділи:

- «Вступ», де наводяться загальні відомості про структуру та зміст розділу;
- «Масштаби мережі», у якому здійснюється характеристика території, що обслуговується залізничною інфраструктурою, вказуються залізничні інфраструктури, що з нею межують, та станції стикування з ними, наводиться перелік під'їзних колій та приватних залізничних станцій;
- «Опис мережі», у якому наводяться технічні характеристики залізничної інфраструктури, зокрема інформація про одноколіїні, двоколіїні та багатоколіїні ділянки, ширина колії, список станцій, габарити, відомості про допустимі значення навантаження на вісь, довжини поїздів та швидкості їх руху, інформація про системи енергопостачання, СЦБ та зв'язку тощо;
- «Експлуатаційні обмеження», у якому вказуються обмеження, що накладає спеціалізована інфраструктура, вимоги охорони зовнішнього середовища, ділянки із заборонаю перевезення небезпечних вантажів, обмеження зі здійснення перевезень через мости та тунелі;

- «Час роботи інфраструктури», у якому вказуються обмеження у часі, що накладаються на роботу інфраструктури, наприклад через необхідність виконання робіт з її обслуговування;

- «Обслуговуючі об'єкти», наводиться опис та умови доступу до пристроїв, споруд технічних засобів залізничних станцій, депо, вантажних терміналів що належить оператору інфраструктури та примикають до інфраструктури і надають послуги перевізникам;

- «Розвиток інфраструктури», у якому наводиться опис заходів щодо розвитку та модернізації інфраструктури.

Необхідно зауважити, що залізниці країн Європейського Союзу суттєво відрізняються за потужністю інфраструктури. Так, довжина залізниць Люксембургу – 278 км, Німеччини – 42,0 тис. км. Також ці залізниці суттєво відрізняються за конфігурацією мережі, характером їх роботи та технічним оснащенням. У зв'язку з цим зміст опису інфраструктури у «Умовах користування залізницею» відрізняється для різних країн.

Як правило, опис інфраструктури надається в додатках до NS, однак є і винятки. Так, технічна характеристика HighSpeed 1 (Великобританія) наведена безпосередньо в тексті NS, а технічна характеристика Німецьких залізниць (DB Netze) надана у вигляді інтерактивної карти.

Узагальнений аналіз відомостей, які залізничні адміністрації надають у цьому розділі, наведено в табл. 2.1.

Для прикладу детально розглянемо описання інфраструктури французьких залізниць оператором інфраструктури Réseau Ferré de France (RFF) [111]. У Франції реалізовано принцип часткового розділення ринку залізничних перевезень. При цьому залізничною інфраструктурою володіє RFF, однак вона передана в управління перевізнику – Національній компанії французьких залізниць (SNCF). До того ж зараз здійснюється злиття RFF та SNCF. SNCF на сьогодні займає домінуюче положення на ринку заліз-



ничних перевезень і здійснює майже 85 % загального їх обсягу. Водночас на ринку присутні й інші перевізники, такі як EuroCargoRail, Europorte та ін.

Таблиця 2.1 – Відомості, які залізничні адміністрації надають у розділі інфраструктура

Показник	Наявність інформації			Ілюстративний матеріал			
	Так	Ні	%	Таблиці	GIS карти	Схематичні карти	Інше
1	2	3	4	5	6	7	8
Кількість колій	33	4	89	16	1	14	6
Ширина колії	33	4	89	13	2	8	11
Габарит навантаження	29	8	78	7	2	10	10
Навантаження на вісь	31	6	84	14	1	10	5
Ухили	26	11	70	16	2	5	2
Максимальна швидкість	28	9	76	14	1	5	3
Максимальна довжина поїзда	26	11	70	14	0	3	6
Енергопостачання	34	3	92	13	2	14	8
Системи управління рухом	32	5	86	10	1	11	6
Системи сигналізації	31	6	84	9	1	6	10
Системи зв'язку	33	4	89	12	1	11	11
Системи автоматичного управління поїздом	26	11	70	8	1	13	6

Опис залізничної інфраструктури RFF подано в основному в додатках, зміст яких наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Зміст додатків, що описують залізничну інфраструктуру RFF

№ додатка	Зміст	Форма подачі матеріалу
1	2	3
4.1	Список основних секцій національної залізничної мережі	Таблиця. Секції в основному відповідають перегонам між станціями. Кожній секції надано п'ятизначний цифровий код. Окрім того, для секції вказується регіон, станція початку та кінця, довжина, категорія тарифікація та ін.
4.2	Основні секції залізничної мережі	Карта. Наводиться графічна інтерпретація поданого в додатку 4.1 матеріалу
4.3	Список прикордонних секцій	Таблиця. Вказуються залізничні інфраструктури або порти, з якими межує інфраструктура Réseau ferré de France
4.4	Список під'їзних колій, що примикають до залізничної мережі загального користування	Таблиця
4.5	Національна залізнична мережа	Карта. Наведено інформацію про кількість колій на перегонах, спеціалізацію ліній та номери інформаційних документів з їх описом. Інформаційні документи викладені на сайті компанії та є доступними в обмеженому доступі її клієнтам та партнерам

Продовження таблиці 2.2

1	2	3
6.1	Габарити навантаження	Карта, де позначені лінії з різними габаритами навантаження
6.2	Допустимі навантаження на вісь	Карта, де позначені лінії з різним навантаженням на вісь
6.3	Суміжність тягового рухомого складу і колії	Карта
6.4	Максимально допустимі швидкості	Карта
6.5	Електрифіковані лінії	Карта. Наведена напруга та сила струму в контактній мережі
6.6, 6.7,6.8, 6.10	Системи СЦБ та зв'язку	Карти
6.9, 6.11, 6.12, 6.14, 6.15	Спеціалізовані лінії	Карти високошвидкісних ліній, напрямки перевезення великовагових та негабаритних вантажів, напрямки руху поїздів підвищеної довжини, карта міжнародних транспортних коридорів
6.13	Розташування пристроїв контролю нагріву букс	Карта

Іншим нормативним документом, метою якого є забезпечення сумісності залізниць Європейського Союзу, є Директива 2008/57/ЄС [15]. Статтею 35 цієї Директиви встановлено, що країни-члени повинні забезпечити розробку, публікацію та підтримку в актуальному стані «Реєстру інфраструктури» (RINF). Цей реєстр повинен відображати основні риси вказаних у «Технічних специфікаціях інтероперабельності» (TSI) підсистем колійної інфраструктури, енергопостачання та СЦБ.

В RINF залізнична мережа розглядається як параметричний граф. Вершинам графа відповідають операційні точки, а дугам – секції. Як опе-

раційні точки розглядаються елементи транспортної мережі, де виконуються деякі пасажирські, вантажні, комерційні чи технічні операції, де змінюються функціональні параметри основних підсистем залізничної інфраструктури або здійснюється перехід від одного оператора інфраструктури до іншого.

Як секції розглядають ділянки колії між операційними точками. Перелік інформації, що надається в RINF, наведено в [87]. Порівняння змісту опису інфраструктури залізниць в RINF та NS виконано в [107]. При цьому відмічено, що RINF та NS мають різне законодавче підґрунтя, їх створення пов'язано з різними цілями і вони не можуть бути поєднані в одному документі. Водночас значний обсяг інформації у них повторюється. У зв'язку з цим доцільним є уніфікація інформації, що наводиться в RINF та NS, для уникнення дублюванням даних та можливих помилок, пов'язаних з ним.

Принцип узгодження інформації в RINF та NS реалізовано оператором інфраструктури німецьких залізниць DB Netze. При цьому NS німецьких залізниць містить посилання на інтерактивну карту, що описує залізничну інфраструктуру й організована згідно з вимогами до RINF.

На карті наведена немасштабна схема німецьких залізниць, на якій виділені станції та ділянки між ними. Загальний вигляд цієї карти наведено на рис. 2.7.

При виділенні станції можна переглянути її основні характеристики, а для окремих станцій і файл з її схемою та описом її колійного розвитку.

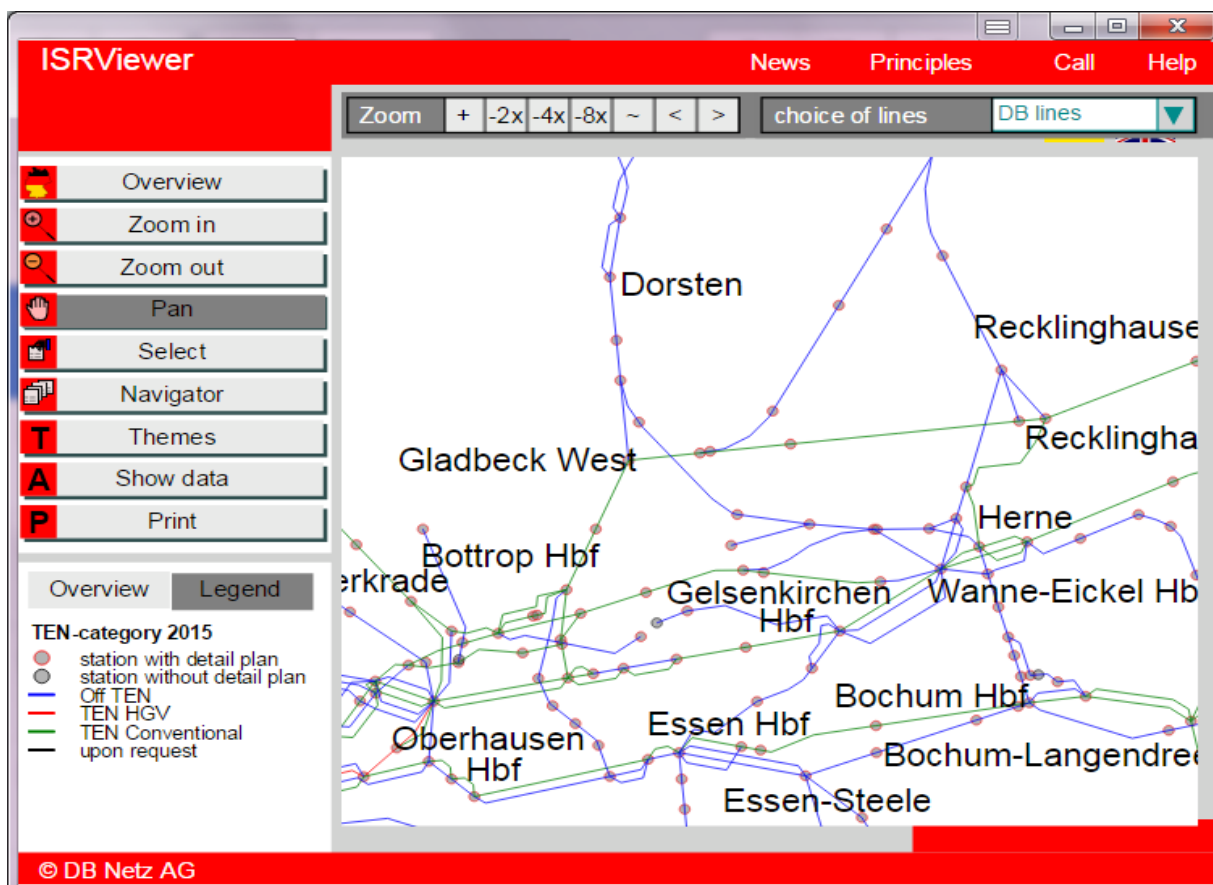


Рисунок 2.7 – Графічне подання реєстру інфраструктури DB Netze

При виділенні ділянки можна переглянути її загальні характеристики, а також опис колійної інфраструктури, системи СЦБ, системи енергопостачання та умов її експлуатації.

Аналіз інформації, що наведена в RINF та NS, показує, що вона дозволяє оцінювати експлуатаційну сумісність рухомого складу перевізників та залізничної інфраструктури, а також розробляти маршрути перевезень. Водночас вказаної інформації недостатньо для виконання тягових розрахунків та технологій обслуговування рухомого складу перевізників на станціях, у депо тощо.

Адаптація нормативної бази, що регулює діяльність залізничного транспорту України, до норм Європейського Союзу на початкових етапах буде вимагати формального виконання вимог Директив «Залізничних па-

кетів», а у подальшому розробку власних підходів для урахування особливостей функціонування залізниць України.

У сучасних умовах в Україні основну роботу щодо перевезення вантажів і пасажирів виконують шість залізниць – регіональних філій АТ «Укрзалізниця», які є як оператором інфраструктури, так і перевізниками. При цьому тяговий рухомий склад переважно використовується в межах залізниць. Питання щодо забезпечення доступу тягового рухомого складу одних перевізників на інфраструктуру інших виникають і сьогодні. Так, локомотиви одних залізниць заходять на територію інших як у внутрішньодержавному, так і міждержавному сполученні. Більше того, у 2012 році у складі Укрзалізниці було створено Державне підприємство «Українська залізнична швидкісна компанія», яке є пасажирським перевізником та використовує для своєї діяльності інфраструктуру АТ «Укрзалізниця». При такій організації інформації, яка наводиться залізницями країн Європейського Союзу в NS та RINF, вона переважно систематизована у їх внутрішніх документах, доступ до вказаної інформації регулюється внутрішніми нормативними документами «Укрзалізниці». Необхідно також наголосити, що за останнє десятиріччя Укрзалізницею виконано значний обсяг роботи із систематизації технологічних документів, переведення їх на електронні носії, створення системи підтримки актуальності. Зокрема розроблено технологічні процеси дирекцій залізничних перевезень та залізниць, що містять описи їх залізничної інфраструктури.

У цих умовах, з метою спрощення адаптації нормативної бази Укрзалізниці до вимог Європейського Союзу доцільно переглянути вимоги щодо оформлення опису залізничної інфраструктури в нормативних документах, зокрема в технологічних процесах роботи дирекцій залізничних перевезень та залізниць. У майбутньому це може бути технологічний процес Укрзалізниці. За основу доцільно прийняти опис залізничної інфра-

структури оператором німецьких залізниць DB Netze, що представляє реєстр інфраструктури у вигляді інтерактивної карти. Формалізація опису залізничних станцій у цьому реєстрі не буде представляти суттєвої проблеми у зв'язку з тим, що інформація, яку надає DB Netze про станції, міститься в технічних розпорядчих актах станцій, а інформація, яка описує перегони, наведена в базі даних, що використовується для побудови графіків руху поїздів.

Як базовий підрозділ залізниць при виконанні досліджень прийнята дирекція залізничних перевезень. Дирекція є організаційною ланкою на залізничному транспорті, яке здійснює перевезення пасажирів, вантажу, вантажобагажу й пошти в певному регіоні та іншу виробничу діяльність. Виробнича діяльність дирекцій залізничних перевезень організовується на підставі їх технологічних процесів. Цей документ містить певний обсяг даних, що характеризує залізничну інфраструктуру, а саме опис роздільних пунктів дирекції, характеристику пунктів продажу проїзних документів на дирекції, характеристику пристроїв контролю технічного стану рухомого складу під час руху. Однак цієї інформації недостатньо для вирішення завдань організації експлуатації залізничної інфраструктури і організації комерційної роботи з клієнтами.

Як модель залізничної інфраструктури пропонується використовувати параметричний граф  $G = (V, E)$ . Вершинам графа  $v \in V$  відповідають операційні точки, а дугам  $e \in E$  – секції. Як операційні точки розглядаються елементи транспортної мережі, на яких виконуються деякі пасажирські, вантажні, комерційні або технічні операції, де змінюються функціональні параметри основних підсистем залізничної інфраструктури або здійснюється перехід від одного оператора інфраструктури до іншого. Як секції розглядають ділянки колій між операційними точками.

Кожна вершина характеризується такими параметрами:

$$V = \{n, T, d, k, g, A\}, \quad (2.1)$$

де  $n$  – ідентифікатор вершини;

$T$  – тип вершини;

$g$  – географічні координати вершини;

$k$  – транспортні коридори, на напрямку яких лежить елемент транспортної системи;

$d$  – дирекція, якій належить елемент транспортної системи;

$A$  – вектор додаткових параметрів, що характеризують операційну точку залежно від її типу.

Основними типами вершин є проміжні точки, які не мають додаткових параметрів, а також роздільні пункти з колійним розвитком точки примикання інших операторів інфраструктури.

На сьогодні всі станції, окремі роз'їзди й обгінні пункти залізничної мережі мають унікальний код єдиної мережевої розмітки. Він складається з чотирьох цифр, що містять інформацію по мережевому району й порядковий номер станції в мережевому районі. При описі інфраструктури залізниць доцільним є збереження цієї структури й кодування їх у вигляді

$$TNNYYU, \quad (2.2)$$

де  $NN$  – номер мережевого району;

$YYU$  – порядковий номер в мережевому районі серед вершин типу  $T$ .

Аналіз існуючої технічної та технологічної документації свідчить про те, що інформація, необхідна для забезпечення безпечної експлуатації роздільних пунктів з колійним розвитком, суворо формалізована й міститься в їх технічно-розпорядчих актах (ТРА). Перелік операцій, що виконуються на станціях, формалізований менше й міститься в їх технологіч-



них процесах. Як параметр А характеризують роздільний пункт з колійним розвитком і доцільно вказувати його назву, призначення за основним і додатковим характером роботи, код ЕМР, перелік вантажних і комерційних, пасажирських, технічних операцій, виконуваних на ньому, тип засобу СЦБ і зв'язку на станції, стандартну довжину вантажного, пасажирського та приміського поїзда, контактну інформацію керівництва станції, відмітки про виконання на станції операцій з небезпечними вантажами й можливість пропуску вагонів з негабаритними вантажами. Також вектор повинен містити посилання на ТРА відповідного роздільного пункту. Основна частина зазначених даних міститься в Додатку «Характеристика роздільних пунктів» до технологічного процесу роботи дирекцій.

Інформація про довжину поїздів, що обслуговуються на станції, повинна бути запозичена з ТРА станцій і додана в технологічні процеси дирекцій. Інформація про пасажирські, вантажні й комерційні операції вказується в Тарифному керівництві № 4 [66] та міститься в технологічних процесах станцій та дирекцій. При допуск на магістральну інфраструктуру незалежних перевізників оператором інфраструктури також можуть надаватися йому послуги, пов'язані з виконанням технічних операцій, таких як: виконання маневрової роботи, екіпірування локомотивів і пасажирського рухомого складу, його огляд, ремонт тощо. У зв'язку з цим необхідно систематизувати відповідні переліки й вказувати їх як у тарифному керівництві № 4, так і в технологічних процесах роботи станцій і дирекцій.

Для можливості отримання більш детальної інформації про послуги, що надаються на станціях, у технологічних процесах дирекцій також необхідно ведення реєстру підрозділів залізниць, незалежних підприємств і організацій, що працюють на інфраструктурі залізничних станцій, із зазначенням їх контактної інформації.

Окрім того, як додаток доцільно включити в технологічний процес роботи дирекції інформацію про адреси, телефони, електронну пошту роздільних пунктів.

Дирекції залізничних перевезень можуть межувати з іншими дирекціями, залізницями інших держав, а також з підприємствами та організаціями, на залізничну інфраструктуру яких рухомий склад пройде поїзним порядком [7]. Для точок, що являють собою кордон дирекцій, повинна вказуватися контактна інформація про суміжного оператора інфраструктури й опис режиму пропуску.

Значним недоліком існуючої структури технологічних процесів роботи дирекцій є відсутність систематизованої інформації про перегони між станціями. Залізниці Європейського Союзу для перегонів вказують загальну інформацію, характеристики шляху, систем енергопостачання, сигналізації і зв'язку.

У зв'язку з цим дуги графа, які відповідають секціям шляхів між операційними точками (переважно перегони чи їх частини), пропонується описувати як

$$e = \{v_n, v_k, d, m, k, p_o, p_n, p_e, p_c, O_n, C\}, \quad (2.3)$$

де  $v_n, v_k$  – відповідно початкова і кінцева вершини дуги;

$d$  – дирекція, якій належить перегін;

$m$  – диспетчерська дільниця, яка управляє рухом на перегоні;

$p_o, p_n, p_e, p_c$  – відповідно характеристики перегону загальні, колії, систем енергопостачання та сигналізації і зв'язку.

$O_n$  – характеристики зупиночних пунктів на перегоні;

$C$  – характеристика пристроїв дистанційного контролю рухомого складу.

До загальних характеристик перегону належить його довжина, пікети початку й кінця перегону, кількість колій, ширина колії, спеціалізація лінії, максимальне допустиме навантаження на вісь, розмір, максимально допустима швидкість поїзда, позначки про можливість пропуску вагонів з небезпечними й негабаритними вантажами, наявність підштовхувальних локомотивів. Характеристиками колії перегону є максимальний ухил у парному і непарному напрямках, мінімальний радіус кривої. До характеристик пристроїв енергопостачання належить тип тяги й параметри струму в контактній мережі, дозвіл на рекуперативне гальмування. Характеристиками систем сигналізації та зв'язку вважаються їх типи.

Пункти зупинок на перегонах характеризуються становищем відповідно початку перегону, довжиною й висотою платформи, а також переліком пасажирських операцій, що виконуються на зупиночному пункті.

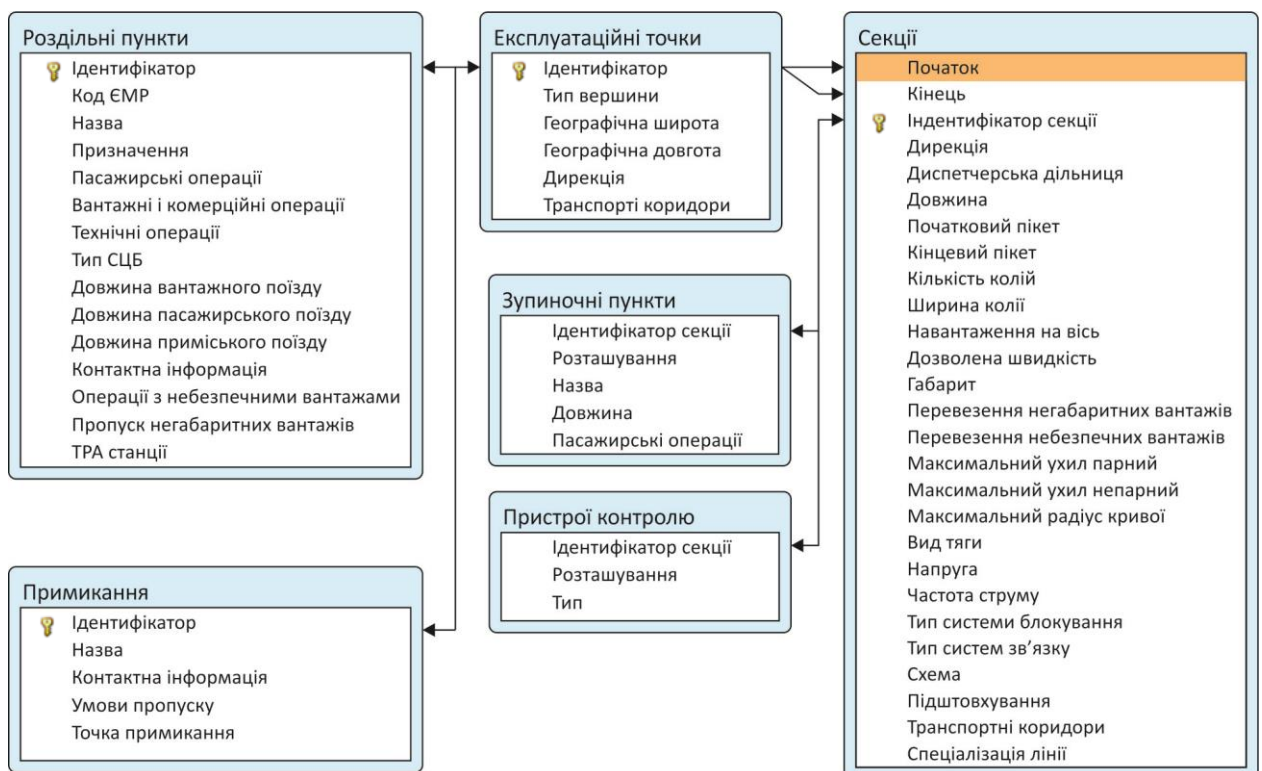


Рисунок 2.8 – Схема даних опису інфраструктури дирекції залізничних перевезень

Інформація з описом перегонів зараз переважно міститься в технічних документах служб колії, енергопостачання, автоматики, телемеханіки і зв'язку.

З огляду на те що залізнична інфраструктура являє собою складний комплекс взаємопов'язаних об'єктів, технічні характеристики яких змінюються в часі, то для її опису доцільно використовувати методи баз даних.

Схема даних опису інфраструктури дирекції залізничних перевезень наведена на рис. 2.8. В подальшому за аналогією з DB Netze на підставі поданої бази даних може бути розроблена інтерактивна карта, яка дозволить перевізникам отримувати інформацію про інфраструктуру у відкритому доступі через інтернет.

## **2.4 Висновки за розділом 2**

Виконані дослідження дозволяють зробити такі висновки.

1. Європейське законодавство у галузі залізничного транспорту передбачає необхідність опису залізничної інфраструктури й надання його у відкритому доступі в складі «Умов користування залізницею», публікація якого передбачена Директивами 2001/14/ЄС [14] та 2012/34/ЄС [89], та у вигляді «Реєстру інфраструктури», ведення якого регламентовано Директивою 2008/57/ЄС [15]. Аналіз описів інфраструктури різних операторів показує, що вони мають спільну структуру за розділами, водночас форма подання інформації в розділах може суттєво відрізнитися для різних країн.

2. На сьогодні опис інфраструктури залізниць України здійснюється переважно у внутрішніх документах, оскільки залізниці одночасно є як операторами інфраструктури, так і перевізниками й потреба в розміщенні цієї інформації у відкритому доступі відсутня.

3. Опис інфраструктури залізниць України являє собою складне завдання, оскільки за розміром мережі та обсягами роботи залізниці України займають провідне місце у Європі. У зв'язку з цим доцільно розробити

структуру відповідних документів та методи підтримки їх відповідності, а також узгодити опис залізничної інфраструктури в технологічних процесах роботи залізниць та дирекцій залізничних перевезень з вимогами до опису інфраструктури, що висуває Європейський Союз. Це суттєво спростить формування «Умов користування залізницею» та «Реєстру інфраструктури» після імплементації норм європейського права до законодавства України.

4. Зміна відповідно до вимог Європейського Союзу законодавства України, що регулює діяльність залізничного транспорту, викличе необхідність зміни технічних і технологічних документів, пов'язаних з виконанням залізничних перевезень. Зокрема, оператор інфраструктури повинен буде інформувати перевізників про технічні можливості залізничної мережі й послуги, що ним надаються.

5. На сьогодні узагальнений опис експлуатаційних характеристик залізничної інфраструктури є тільки для рівня станцій. Опис інфраструктури більш великих підрозділів залізничного транспорту частково узагальнено в технологічних процесах дирекції залізничних перевезень і залізниць, а переважно він міститься в документах господарюючих служб.

6. Розроблено пропозиції щодо вдосконалення структури технологічних процесів дирекцій залізничних перевезень, які наближають обсяг вміщеної в них інформації до вимог Європейського Союзу, що висуваються до опису залізничної мережі. Розроблено також структура бази даних, на підставі якої може бути створена інтерактивна карта для інформування перевізників про технічні характеристики магістральної залізничної інфраструктури та про послуги, що надаються її оператором.

## РОЗДІЛ 3

### ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ НЕЗАЛЕЖНИХ ПЕРЕВІЗНИХ КОМПАНІЙ НА ЗАЛІЗНИЧНІЙ МЕРЕЖІ

#### 3.1 Організація роботи локомотивів та локомотивних бригад незалежних перевізників при обслуговуванні поїздів

У випадку вертикального розділення ринку залізничних перевезень система зазнає значних змін через те, що експлуатація локомотивів нерозривно пов'язана із роботою локомотивної інфраструктури (локомотивні депо, пункти екіпірування, пункти технічного огляду локомотивів, пункти відпочинку локомотивних бригад та ін.), тому розташування технічних станцій на мережі, що мають таку інфраструктуру, має визначальний вплив на показники роботи локомотивного парку. Сучасна технологія вантажних перевезень передбачає, що Укрзалізниця є одночасно як оператором інфраструктури, так і громадським перевізником. Локомотиви, які обслуговують перевезення вантажів, приписані до певних локомотивних депо і працюють у встановлених зонах обертання. Вирішення конфліктних ситуацій здійснюється диспетчерським апаратом з метою досягнення загально-системного ефекту. Між незалежними перевізниками та оператором інфраструктури виникає взаємна фінансова відповідальність за надання інфраструктури та її використання. При цьому затримки поїздів, окрім прямих витрат на експлуатацію інфраструктури та рухомого складу, викликають додаткові втрати в таких випадках:

- затримка поїздів незалежних перевізників, що виникла з вини оператора інфраструктури чи інших перевізників, може викликати порушення термінів роботи їх локомотивних бригад і значні вторинні затримки та позапланові витрати на доставку бригад на станції їх зміни;

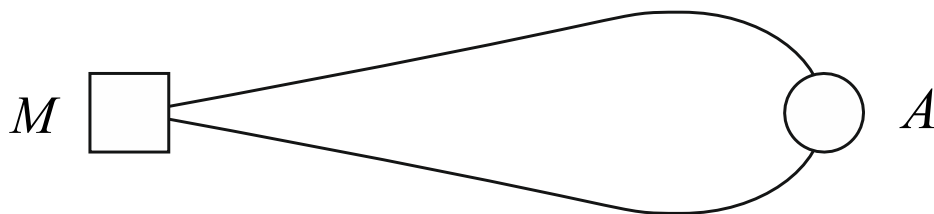
- затримки поїздів незалежних перевізників, що виникли з вини оператора інфраструктури чи інших перевізників, можуть викликати порушення умов роботи підприємств, які ними обслуговуються;

- затримки поїздів незалежних перевізників, що виникли з їхньої вини, можуть викликати вторинні затримки поїздів інших перевізників.

У таких умовах проблеми забезпечення доступу рухомого складу до головних та приймально-відправних колій і усунення конфліктних ситуацій з поїзними та маневровими пересуваннями рухомого складу Укрзалізниці може бути вирішене шляхом пропуску поїздів незалежних перевізників за жорстким розкладом [90, 2]. Організація доступу до локомотивної інфраструктури локомотивів приватних перевізників в умовах, коли перевезення здійснюються без дотримання розкладу руху вантажних поїздів, є проблемним питанням, пов'язаним як із забезпеченням недискримінаційного доступу, так і з відсутністю тарифів на такі послуги. До того ж затримки в обслуговуванні локомотивів будуть викликати й простой составів поїздів на магістральній інфраструктурі, тарифи на використання якої також відсутні. У зв'язку з цим на етапі формування ринку перевезень працездатною буде схема, коли пункти технічного обслуговування локомотивів будуть розташовані в пунктах, де сконцентровано навантаження чи розвантаження відправницьких маршрутів. Зокрема, імовірними пунктами призначення поїздів, що обслуговуються приватними локомотивами, можуть бути морські порти Великої Одеси, де концентрується майже 20 % вивантаження вагонів по Укрзалізниці і які можуть бути основою для формування транспортно-логістичних кластерів [1].

Організація роботи приватних локомотивів у цьому випадку буде здійснюватися за плечовим способом, як це зображено на рис. 3.1, коли локомотив рухається від станції *A* до порту *M* із завантаженим маршрутом,

на станції  $M$  проходить технічне обслуговування та рухається з порожнім маршрутом до станції завантаження  $A$ .



□ – основне депо

○ – оборотне депо

Рисунок 3.1 – Схема роботи локомотивів за плечовим способом

Необхідно зауважити, що потенційно локомотивні депо можуть споруджуватись як на станції навантаження  $A$ , так і на припортовій станції  $M$ . Однак, враховуючи що припортові станції співпрацюють з великою кількістю вантажовідправників, а крупні станції навантаження, як правило, орієнтовані лише на один вид вантажу, то більш стійкою економічно буде схема розташування депо на припортовій станції, коли незалежні перевізники виконують завезення вантажів у морські порти.

Відстань, яку може обслуговувати локомотив при організації його роботи за плечовим способом, обмежена запасом екіпірувальних матеріалів і регламентованим часом між технічним обслуговуванням. Зокрема, для тепловозів ця відстань обмежується запасами палива та піску, а для електровоза лише запасами піску. Також додатковим обмеженням для електровозів є вид струму в контактній мережі.

Технічна норма витрати енергоносія локомотивом визначається як витрата енергоносія, віднесена до одиниці виконаної ним тоннокілометрової роботи бруто [33]. Залежність технічної норми від експлуатаційних і технічних факторів визначається рівнянням тягово-енергетичного паспорту локомотива. Це рівняння використовують для розрахунку планових норм по депо, для виявлення складу нормотворчих фак-



торів і визначення коефіцієнтів їх впливу, а також безпосередньо для розрахунку норми витрат енергоносія на конкретну поїздку. При цьому рівняння тягово-енергетичного паспорта локомотива, що використовується при визначенні планових норм по депо, встановлює залежність між технічною нормою та енергетичними характеристиками локомотива, составом поїзда і параметрами колії, отриману за умови руху поїзда масою  $Q$  із середньою технічною швидкістю  $v_t$  по спрямленій ділянці колії з постійним ухилом  $i$ .

У випадку коли станція відправлення  $A$  буде розташовуватися в центральній частині України, а станція призначення в морському порту  $M$ , то еквівалентний ухил на ділянці обслуговування буде становити приблизно 0,25%. Вихідні дані для розрахунку наведено в табл. 3.1.

Як розрахункові типи локомотивів прийняті тепловоз серії 2ТЭ116 та електровоз серії ВЛ80 т.с [68, 79].

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для розрахунку довжини дільниці, що обслуговується локомотивом

Показник	Значення	
	у напрямку порту	у напрямку станції навантаження
Еквівалентний ухил, ‰	-0,25	0,25
Відсоток порожніх вагонів	0	100
Навантаження на вісь, т/вісь	23,5	6
Маса состава поїзда, т	5 170	1 320
Технічна швидкість, км/год	60	60
Дільнична швидкість, км/год	45	45

Рівняння тягово-енергетичного паспорта локомотива визначає норму витрат палива чи електроенергії на 10 000 т·км брутто і має такий узагальнений вигляд:

$$N_B = \frac{A_T}{Q \cdot \eta_{\text{лн}}} \left[ \frac{K_X \bar{b}_X N_{\text{кн}}}{v_T} + \frac{K_{\text{ТС}} - K_X \cdot \bar{b}_X}{367,2} (P + Q)(W_0 + i) \right], \quad (3.1)$$

де  $A_T$  – індекс виду тяги, який для електричної тяги становить 10 000, а для тепловозної тяги приймається рівним 843 при вимірюванні витрат палива в натуральних та 1 222,4 при вимірюванні витрат палива в умовних одиницях [33];

$Q$  – маса состава поїзда, т;

$\bar{b}_X$  – відносні витрати енергоносіїв на холостому ході:

$$\bar{b}_X = \frac{b_X}{B_{\text{чн}}}, \quad (3.2)$$

$K_{\text{ТС}}$  – коефіцієнт технічного стану локомотива;

$K_X$  – коефіцієнт використання потужності допоміжних споживачів локомотива на холостому ході;

$W_0$  – основний питомий опір руху поїзда [50].

Розрахунки витрат палива для тепловоза серії 2ТЭ116 показують, що при русі із составом масою 5 170 т у напрямку порту норма витрати палива буде становити 13,5 кг натурального палива (кгнп) на  $10^4$  т·км брутто, або 6,9 кгнп на поїздо-км, а при русі із составом масою 1 320 т в напрямку станції навантаження цей показник буде складати 39,4 кгнп на  $10^4$  т·км, або 5,2 кгнп на поїздо-км.

Норма витрати електроенергії для електровоза серії ВЛ80 при русі із составом масою 5 170 т у напрямку порту становить 56,5 кВт на  $10^4$  т·км брутто, або 29,2 кВт на поїздо-км, а при русі із составом масою 1320 т у

напрямку станції навантаження цей показник буде становити 169,6 кВт на  $10^4$  т·км, або 22,4 кВт на поїздо-км.

Пункти екіпіровки локомотивів встановлюються на мережі з урахуванням найбільшого пробігу локомотивів між наповненнями баків дизельним паливом та бункерів піском.

Найбільший пробіг тепловозів між пунктами забезпечення дизельним паливом, км, визначається за формулою

$$L_{\text{дп}} = \frac{K_{\text{дп}} V_{\text{дп}} E_{\text{дп}}}{Q e_{\text{дп}} k_T} 10^4, \quad (3.3)$$

де  $K_{\text{дп}}$  – коефіцієнт, який враховує 10...20%-ний запас палива;

$V_{\text{дп}}$  – сумарна місткість паливних баків локомотива, кг;

$E_{\text{дп}}$  – паливний еквівалент;

$k_T$  – корегуючий коефіцієнт, який враховує вплив низьких температур зимою на витрату палива;

$e_{\text{дп}}$  – норма витрат натурального дизельного палива, кг/10<sup>4</sup> т·км брутто.

Найбільший пробіг тепловозів між пунктами забезпечення бункерів піском, км, визначається за формулою

$$L_{\text{п}} = \frac{K_{\text{п}} V_{\text{п}}}{Q e_{\text{п}}} 10^6, \quad (3.4)$$

де  $K_{\text{п}}$  – коефіцієнт, який враховує 10...20%-ний запас піску;

$V_{\text{п}}$  – сумарна місткість пісочних бункерів локомотива, м<sup>3</sup>;

$e_{\text{п}}$  – норма витрат піску, м<sup>3</sup>/10<sup>6</sup> т·км брутто.

Окрім того, відстань, яку може проходити локомотив, обмежується необхідністю виконання його технічного обслуговування ТО-1, ТО-2, які призначені для запобігання появі несправностей локомотивів у експлуата-

ції, підтримання їх у працездатному стані, забезпечення безпечної експлуатації, пожежної безпеки та безаварійної роботи.

Технічне обслуговування ТО-1 виконується локомотивними бригадами під час приймання локомотива та під час стоянок. При виконанні ТО-1 локомотивна бригада перевіряє технічний стан найбільш відповідальних вузлів локомотива. Враховуючи, що виконавцем ТО-1 є локомотивна бригада, то вказаний вид ТО не обмежує величину пробігу локомотива.

У ході технічного обслуговування ТО-2 локомотивів виконуються операції з перевірки та огляду вузлів і систем локомотива, зокрема екіпажної (ходової) частини, гальмівного, електричного і допоміжного обладнання, дизеля, радіостанції та інших пристроїв забезпечення безпеки руху.

Технічне обслуговування ТО-2 поїзних локомотивів виконується в пунктах технічного обслуговування (ПТО), які мають штат слюсарів і, як правило, являють собою криті приміщення, оснащені оглядовими канавами, естакадами та іншим необхідним обладнанням, пристроями та інструментами.

Технічне обслуговування ТО-2 поїзних локомотивів при закріпленій їзді виконується слюсарями за участю закріпленої локомотивної бригади.

Відстань, яку може пройти локомотив між ТО-2, може бути визначена за виразом

$$L_{\text{ТО2}} = \frac{(T_{\text{ТО2}} - t_{\text{сн}} - t_{\text{св}}^{\text{пр}} - t_{\text{св}}^{\text{вд}}) t_{\text{лб}}^{\text{н}} v_{\text{д}}}{t_{\text{зм}} + t_{\text{лб}}^{\text{н}}}, \quad (3.5)$$

де  $T_{\text{ТО2}}$  – встановлена тривалість пробігу тепловозів між ТР-2;

$t_{\text{сн}}$  – тривалість перебування локомотива на станції навантаження;

$v_{\text{д}}$  – дільнична швидкість;

$t_{св}^{пр}, t_{св}^{вд}$  – тривалість перебування локомотива на станції вивантаження відповідно від моменту прибуття до моменту здачі локомотива та від моменту закінчення ТО-2 до відправлення;

$t_{н}$  – тривалість перебування локомотива на станції зміни локомотивної бригади;

$t_{лб}^{н}$  - допустима тривалість перебування бригади на шляху прямування, яка визначається виразом

$$t_{лб}^{н} = T_{лб}^{н} - t_{пр} - t_{зд}, \quad (3.6)$$

де  $T_{лб}^{н}$  – норма тривалості неперервної роботи локомотивних бригад;

$t_{пр}, t_{зд}$  – витрати часу на приймання та здавання локомотива.

Враховуючи, що тривалість пробігу тепловозів між ТР-2 на Укрзалізниці згідно з наказами начальників залізниць становить 24-78 годин, то пробіг тепловозів між ТО-2 може складати до 2 500 км. Результати розрахунків максимальних відстаней між припортовими станціями вивантаження та станціями навантаження для тепловозної та електровозної тяги зведено в табл. 3.2. У таблиці в чисельнику вказані можливі відстані пробігу локомотива із завантаженим, а в знаменнику з порожнім поїздом.

Таблиця 3.2 – Визначення максимальних відстаней між припортовими станціями вивантаження та станціями навантаження для тепловозної та електровозної тяги

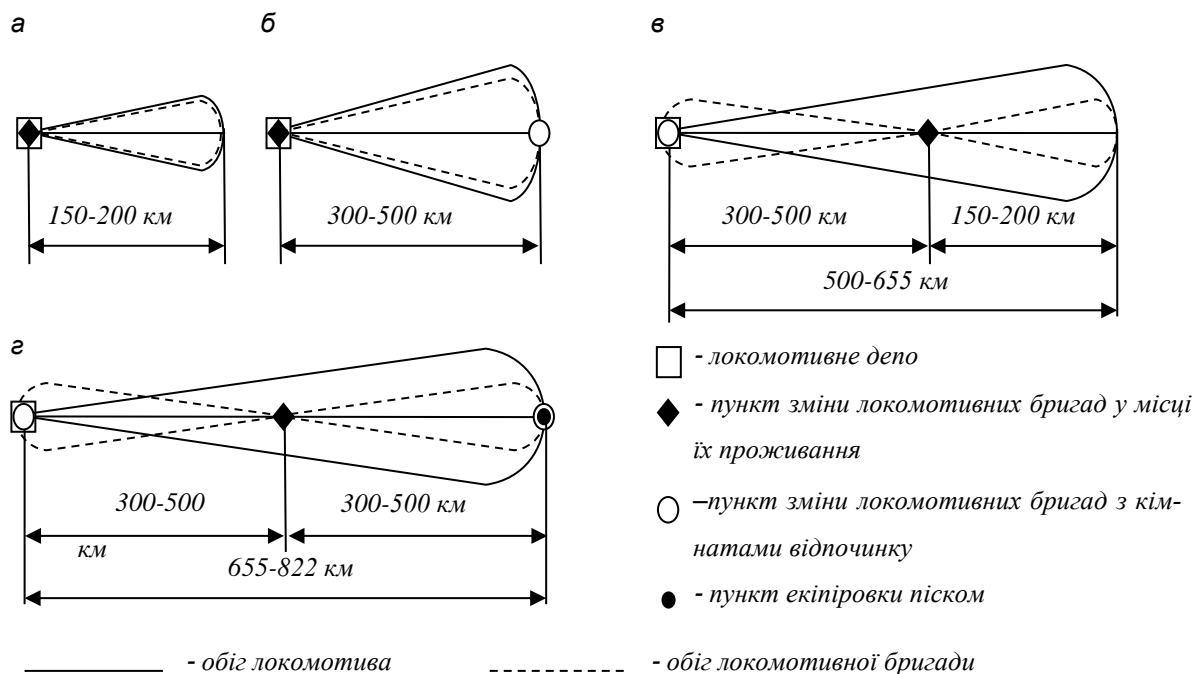
Тип локомотива	Екіпірування паливом та ТО-2	Екіпірування піском	Відстань пробігу, км			
			Паливо	Пісок	ТО-2	L <sub>МА</sub>
1	2	3	4	5	6	7
Тепловоз	На припортовій станції	На припортовій станції	977	655	1 250	655
			977	655	1 250	

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6	7
Тепловоз	На припортовій станції	На припортовій станції і на станції навантаження	977 977	822 3 219	1 250 1 250	822
	На припортовій станції і на станції навантаження	На припортовій станції і на станції навантаження	1 706 2 690	822 3 219	2 500 2 500	822
Електровоз	На припортовій станції	На припортовій станції	-	1 755 1 755	1 250 1 250	1 250
	На припортовій станції	На припортовій станції і на станції навантаження	-	2 203 8 627	1 250 1 250	1 250
	На припортовій станції і на станції навантаження	На припортовій станції і на станції навантаження	-	2 203 8 627	2 500 2 500	2 203

Враховуючи те що навіть відстані транзитних залізничних перевезень вантажів по Україні в напрямку Північ-Південь становлять 800-1100 км, то технічно можливо організувати доставку значної частини маршрутизованих вантажів у порти тепловозною тягою з улаштуванням локомотивної інфраструктури на припортових станціях та пунктів екіпірування піском на станціях навантаження. Максимальна дальність пробігу електровозів при виконанні ТО-2 на припортовій станції становить 1 250 км і до-

зволяє виконувати доставку вантажів у порти з переважної частини мережі зі змінним струмом у контактній мережі.



а – схема організації роботи при розміщенні локомотивного депо і пункту зміни локомотивної бригади у місці відправлення поїзда, б – схема організації роботи при розміщенні локомотивного депо у пункті відправлення, а пункту зміни локомотивної бригади в місці призначення, в – схема організації роботи при розміщенні локомотивного депо і пункту зміни локомотивної бригади у місці відправлення поїзда та додаткових пунктів зміни локомотивних бригад на шляху слідування, з – схема організації роботи при розміщенні локомотивного депо і пункту зміни локомотивної бригади у місці відправлення поїзда та додаткових пунктів зміни локомотивних бригад на шляху слідування і на станції призначення пунктів екіпірування локомотивів піском

Рисунок 3.2 – Схеми організації роботи тепловозів та локомотивних бригад незалежних перевізників

Іншим важливим завданням, яке повинні будуть вирішувати незалежні перевізники, є організація роботи локомотивних бригад та забезпечення режиму їх роботи та відпочинку. Згідно з [43] тривалість безперервної роботи локомотивних бригад встановлюється 8 годин. В окремих випадках може встановлюватись тривалість безперервної роботи понад 8 годин, але не більше ніж 12 годин. Для виконання вказаних вимог довжина діляниць

роботи локомотивних бригад повинна становити приблизно 300 км і може досягати 500 км при тривалості роботи бригади 12 годин. Відстань, яку може проїжджати локомотивна бригада з поверненням у пункт відправлення, становить до 150-200 км. Для більших відстаней по маршруту перевезень між станцією навантаження та припортовою станцією вивантаження перевізники повинні біти передбачені зупинки поїздів на станціях для зміни локомотивних бригад, а також необхідний штат та інфраструктура для забезпечення їх роботи та відпочинку. Можливі схеми обігу тепловозів та локомотивних бригад, що їх обслуговують, наведені на рис. 3.2. Схеми роботи електровозів є аналогічними, за виключенням того, що при роботі за схемою, що зображена на рис. 3.2, в, відстань між станціями *A* та *M* може досягати 1000 км та немає потреби в спорудженні пункту екіпірування піском в пункті *A*.

### **3.2 Методи визначення робочого парку локомотивів, необхідного для забезпечення перевезень**

Відповідно до розроблених схем одним з можливих варіантів використання приватних перевізних компаній на етапі впровадження їх послуг буде обслуговування кільцевих маршрутів, що здійснюють перевезення вантажів між станцією відправлення та призначення кільцевими маршрутами. У цьому випадку робочий парк локомотивів, необхідний для освоєння заданих розмірів руху, може бути визначений за формулою

$$M = \left[ \alpha_p \frac{N_d \theta k_n}{T_n} \right], \quad (3.7)$$

де  $\alpha_p$  – коефіцієнт, що враховує резерв локомотивів на випадок значних порушень розкладу руху поїздів, а також необхідності планового чи позапланового ремонту локомотивів;



$N_d$  – кількість ниток графіка, що обслуговуються локомотивами протягом розрахункового періоду;

$\theta$  – обіг локомотивів на маршруті перевезень;

$k_n$  – коефіцієнт місячної нерівномірності перевезень;

$T_n$  – розрахунковий період, діб.

Величина обігу локомотивів у виразі (3.7) встановлюється за графіком руху поїздів.

Іншим напрямком використання приватних локомотивів є обслуговування пунктів масового завантаження чи вивантаження вантажів. Зокрема, імовірними пунктами призначення поїздів, що обслуговуються приватними локомотивами, можуть бути морські порти Великої Одеси, де концентрується майже 20 % вивантаження вагонів по Укрзалізниці. У дисертації розглянута задача визначення необхідного робочого парку локомотивів для обслуговування перевезень зернових вантажів, що відправляються в порт з 7 елеваторів відправницькими маршрутами, та розробки графіків обороту локомотивів. Основне локомотивне депо, де виконуються операції з ТО-2, розміщене в порту. Робочий парк локомотивів, необхідний для забезпечення перевезень, у цьому випадку визначається в результаті розв'язання оптимізаційної задачі

$$M = \left[ \frac{\alpha_p}{T_n} \left( \sum_{i=1}^n T_{pi} + \sum_{i=1}^n S_i \right) \right], \quad (3.8)$$

де  $T_{pi}$  – тривалість перебування  $i$ -го локомотива в русі із завантаженим та порожнім поїздом та його простою на станції завантаження;

$S_i$  – загальний простій  $i$ -го локомотива на станції основного депо (станції вивантаження);

$n$  – кількість ниток графіка.

Зважаючи на те що величина  $\sum_{i=1}^n T_{pi}$  є постійною і визначається графіком обороту составів, то мінімальна кількість локомотивів, необхідна для забезпечення перевезень, досягається при мінімальному загальному простоті локомотивів на станції основного депо. Тому розв'язання задачі (3.8) є еквівалентним до розв'язання задачі

$$M = \left[ \alpha_p \frac{\sum_{i=1}^n T_{pi} + S_{\min}}{T_{\Pi}} \right] \rightarrow \min \quad (3.9)$$

$$S_{\min} = s_{uj} x_{ij} \rightarrow \min \quad (3.10)$$

при обмеженнях

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n x_{ij} = 0 \\ \sum_{j=1}^n x_{ij} = 0 \\ x_{ij} \in [0, 1] \end{cases} \quad (3.11)$$

У такій постановці задача мінімізації загального простою локомотивів на станції основного депо зведена до задачі про призначення.

Враховуючи цілочисельне значення кількості локомотивів, необхідність резерву локомотивів на випадок значних порушень розкладу руху поїздів, а також необхідності планового чи позапланового ремонту локомотивів, за нормальних умов експлуатації наявна кількість локомотивів має резерв

$$S_{\text{рез}} = MT_{\Pi} - \sum_{i=1}^n T_{pi} - S_{\min} \cdot \quad (3.12)$$

Вказаний резерв може бути перерозподілений між локомотивами з метою створення рівномірних резервів часу їх перебування на станції ос-

нового депо. У цих умовах задача розробки графіка обороту  $M$  локомотивів при обслуговуванні перевезень може бути сформульована як у виразі (3.13):

$$\min(b_{ij}) \rightarrow \max, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, n} \quad (3.13)$$

$$b_{ij} = \begin{cases} s_{ij} & \text{при } x_{ij} = 1 \\ \infty & \text{при } x_{ij} = 0 \end{cases} \quad (3.14)$$

Обмеження задачі (3.13) накладаються умовами (3.14) та додатково умовою

$$MT_{\Pi} - \sum_{i=1}^n T_{pi} - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n s_{ij} x_{ij} \geq 0 \quad (3.15)$$

Оптимальний графік обслуговування елеваторів наведено на рис. 3.3.

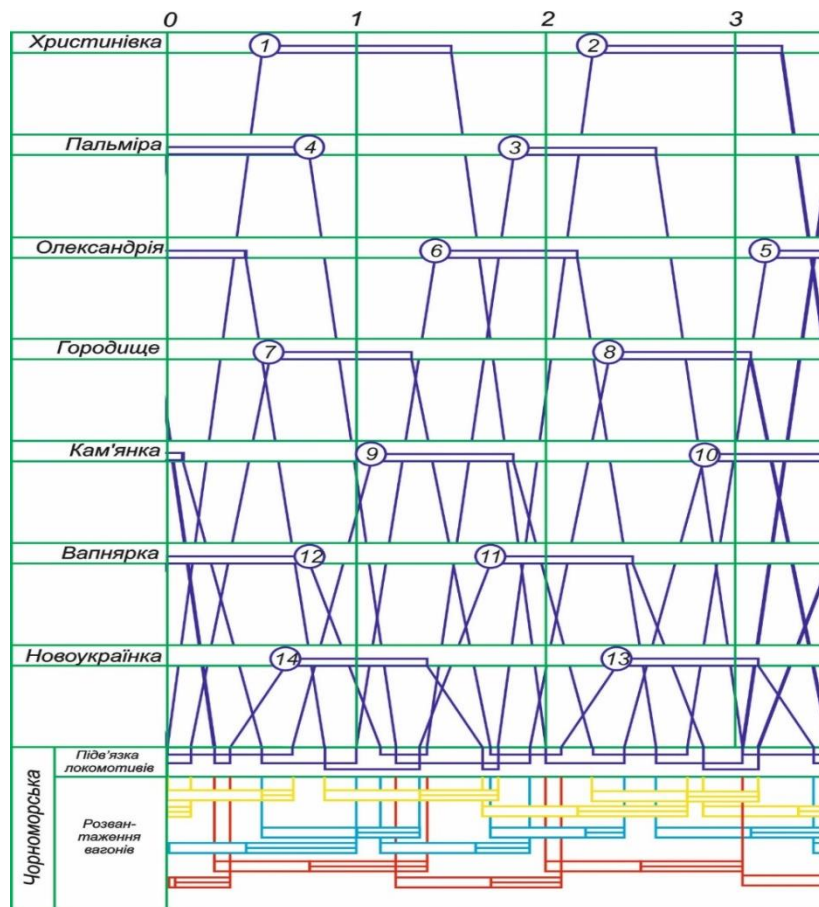


Рисунок 3.3 – Оптимальний графік обслуговування елеваторів при-  
ватними локомотивами

### 3.3 Організація роботи незалежної перевізної компанії

Сьогодні в Україні формуються умови для придбання власного тягового рухомого складу та створення незалежних перевізних компаній підприємствами чи групами підприємств, які мають власні потужні вантажопотоки. Перевезення котунів для металургійного виробництва між ПАТ «Полтавський ГЗК» і транспортним вузлом «ТІС» є саме таким сегментом ринку залізничних перевезень, де використання приватної локомотивної тяги буде ефективним і прибутковим для підприємства. Так, відстань перевезення між станціями Хімічна та Золотнішино становить 514 км. Перевезення котунів здійснюється кільцевими замкнутими маршрутами у власних піввагонах, тобто, по суті, власними поїзними формуваннями. При цьому обсяги даних перевезень є стійкими, тобто перевезення котунів за даним маршрутом здійснюється постійно. Саме в цих умовах з досвіду перевізників інших країн використання приватних локомотивів є найбільш ефективним.

Зараз річний обсяг перевезень котунів між ПАТ «Полтавський ГЗК» і терміналами ТОВ «Трансінвестсервіс» становить майже 3,5 млн т, тобто 3 маршрути на добу. Перспективні плани розвитку ПАТ «Полтавський ГЗК» припускають зростання обсягів перевезення від 5 до 15 млн т (4 і 12 маршрутів за добу відповідно). Таким чином, створена компанія-перевізник буде мати довгостроковий і стабільний ринок збуту своїх послуг.

Технологія перевезення котунів власними поїзними локомотивами між станціями Золотнішино Південної залізниці і Хімічна ТОВ «Трансінвестсервіс» повинна бути спрямована на зменшення терміну доставки вантажу навантаженими маршрутами від відправника до одержувача і скорочення часу проходження маршрутів з порожніх вагонів у зворотному напрямку. Це може бути досягнуто за рахунок скорочення непродуктивних простоїв порожніх і навантажених маршрутів на шляху прямування і на

станціях відправлення та прибуття. Технологічною основою прискорення просування вагонів є кільцева маршрутизація перевезень.

Також передбачається, що весь маршрут прямування, ділянка між станціями Золотнішино і Хімічна, до моменту реалізації проєкту буде повністю обладнано контактною мережею змінного струму. У зв'язку з цим, магістральний рух між станціями відправлення та прибуття може обслуговуватися тепловозами типу 2ТЭ116 або 2ТЭ10 або електровозами змінного струму типу 2ЭС5К, що дозволить виключити зміну локомотива на шляху прямування маршрутів.

Перевезення котунів доцільно здійснювати маршрутами з  $m=52$  піввагонів, що відповідає ваговій нормі складів 4800 т за маршрутом слідування між станціями відправлення та прибуття.

Таким чином, цей проєкт передбачає реалізацію такої технології перевезення котунів між ПАТ «Полтавський ГЗК» і транспортним вузлом «ТІС».

Корисна довжина приймально-відправних колій ПАТ «Полтавський ГЗК» дозволяє накопичувати і формувати, а також приймати склади із 52 вагонів. Радіуси кривих залізничної колії ГЗК дозволяють проходження поїзних локомотивів зазначених типів.

Це говорить про те, що накопичення, закінчення формування, технічний огляд вагонів, приймально-здавальні операції, подачу поїзного локомотива й випробування автогальм необхідно проводити на під'їзній колії. При цьому технічний огляд та проєктні операції повинні бути суміщені з випробуванням автогальм. Після виконання зазначених операцій навантажений маршрут відправляється поїзним порядком з під'їзної колії на станцію Золотнішино і далі за розпорядженням поїзного диспетчера по маршруту прямування поїзда (на станцію Хімічна).

Порожні маршрути після прибуття на станцію Золотнішино повинні бути подані тим самим локомотивом поїзним порядком на під'їзну колію ПАТ «Полтавський ГЗК» для виконання приймально-здавальних операцій, технічного огляду вагонів, розформування складу й вантажних операцій.

Основними операціями під час перевезення є технічні операції з вагонами. Технічний огляд вагонів як навантаженого, так і порожнього маршруту доцільно проводити на сортувальній станції Знам'янка Одеської залізниці, де розташований пункт технічного огляду вагонів (ПТО) і є достатня кількість бригад ПТО. Крім цього, проведення технічного огляду вагонів на цій станції відповідає положенню кордонів вагонних плечей при перевезенні котунів за заданим маршрутом.

Навантажений маршрут прибуває на станцію Хімічна транспортного вузла «ТІС», де в установленому порядку виконуються приймально-здавальні операції, технічний огляд вагонів, розформування складу й вантажні операції. Після відчеплення поїзний локомотив подається в локомотивне депо для виконання операцій ТО-2.

Після накопичення порожнього маршруту й закінчення формування виконується технічний огляд вагонів, приймально-здавальні операції, подача поїзного локомотива й випробування автогальм. При цьому технічний огляд та проєктні операції повинні бути суміщені з випробуванням автогальм. Після виконання зазначених операцій навантажений маршрут за розпорядженням поїзного диспетчера відправляється по маршруту прямування поїзда (на станцію Золотнішино).

Подальші розрахунки виконані для річних розмірів перевезення котунів  $Q_{\text{год}}$  5, 8, 10 і 15 млн т, складу маршруту  $m = 52$  вагони і фактичної статичної норми завантаження котунів  $q_{\text{ст}} = 69,94$  т.

Середньодобовий вагонопотік при цьому визначається за формулою

$$n_{\text{доб}} = \frac{Q_{\text{год}}}{365q_{\text{ст}}} \quad (3.16)$$

і для перспективних річних розмірів перевезення складе відповідно:

$$n_{\text{доб5}} = 196, n_{\text{доб8}} = 314, n_{\text{доб10}} = 392 \text{ и } n_{\text{доб15}} = 588 \text{ вагонів.}$$

Середньодобовий поїздопотік визначається за формулою

$$N_{\text{доб}} = \frac{n_{\text{доб}}}{m} \quad (3.17)$$

і для перспективних річних розмірів перевезення складе відповідно:

$$N_{\text{доб5}} = 3,77, N_{\text{доб8}} = 6,0, N_{\text{доб10}} = 7,54 \text{ і } N_{\text{сут15}} = 11,3 \text{ поїздів.}$$

Таблиця 3.3 – Добове прибуття поїздів з котунами на «ТІС» з Полтавського ГЗК

Числа міс.	Липень 2016	Серпень 2016	Вересень 2016	Жовтень 2016	Листопад 2016	Грудень 2016
1	2	3	4	5	6	7
1	7	2	3	3	3	4
2	3	4	5	5	5	5
3	4	2	5	7	1	3
4	3	5	2	5	3	8
5	3	3	2	3	1	6
6	3	5	5	6	0	2
7	3	4	5	4	1	4
8	3	4	3	6	2	6
9	5	3	4	7	1	2
10	0	3	2	6	3	7
11	0	5	5	3	2	9
12	3	5	4	6	2	4

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6	7
13	5	1	5	5	4	4
14	2	3	2	6	1	5
15	4	1	6	7	7	5
16	3	6	2	5	4	7
17	2	2	3	4	5	7
18	5	3	3	4	3	8
19	6	4	3	4	7	4
20	2	5	5	5	3	5
21	5	3	2	4	6	6
22	5	4	4	4	4	5
23	5	5	4	2	4	11
24	3	3	5	3	6	6
25	2	1	5	3	6	2
26	4	5	6	5	5	4
27	6	5	6	4	7	6
28	0	5	4	5	3	5
29	2	3	7	5	4	3
30	2	2	4	4	8	6
31	3	3		3		7
Середнє значення	3,32	3,52	4,03	4,61	3,70	5,35

Прогнозування розрахункових обсягів перевезення котунів безпосередньо пов'язано з визначенням відповідного коефіцієнта нерівномірності. Як показав аналіз, добові обсяги перевезення котунів з ПАТ «Полтавський ГЗК» в «ТІС» мають значні коливання, що істотно впливає на роботу як залізниці, так і під'їзних колій, і вимагає додаткових резервів переробної та пропускної спроможності їх технічних засобів для освоєння пікових обсягів. Для оцінки нерівномірності перевезення котунів виконаний аналіз до-



бового прибуття з котунами на «ТІС» за 2-ге півріччя 2016 року; відповідна вибірка наведена в табл. 3.3.

Середня кількість поїздів з котунами, що прибувають на адресу «ТІС» з Полтавського ГЗК, становить 4,09 поїзда на добу.

Коефіцієнт місячної нерівномірності визначається як

$$k_m = \frac{M_{\max}}{\bar{M}}, \quad (3.18)$$

де  $M_{\max}, \bar{M}$  – відповідно розміри перевезень у максимальний місяць і середньомісячні розміри перевезень.

$$k_m = \frac{5,35}{4,09} = 1,31.$$

Для визначення добової нерівномірності встановлені розміри руху, що не перевищують із імовірністю 90 % і становлять 6,54 поїздів на добу. Звідси коефіцієнт добової нерівномірності прийнятий рівним  $k_{\text{доб}} = 6,54 / 4,09 = 1,6$ . Таким чином, середньодобові коливання обсягів прибуття котунів з Полтавського ГЗК на «ТІС» становлять 60 %.

Для розрахунку обігу вагонів і тривалості окремих його елементів була використана інформація про дислокацію і стан вагонів, отримана з АСК ВП УЗ за період з 01.07.2016 р по 31.12.2016 р. Як вихідні дані застосовано масив інвентарних номерів власних вагонів, які використовуються для перевезення котунів між ПАТ «Полтавський ГЗК» і під'їзною колією ТОВ «Трансінвестсервіс».

Елементи обігу вагона розраховані для існуючої технології обробки вагонопотоків з котунами із Полтавського ГЗК, тобто при виконанні операцій з накопичення й формування маршрутів з порожніх власних вагонів на станції Чорноморська Одеської залізниці. У результаті обробки інформації про дислокацію і стан вагонів визначено їх оборот з поділом його на

окремі елементи. Аналіз даних таблиці 3.4 показав, що при існуючій організації оборот вагона становить  $\theta=105,56$  год, або 4,40 доби.

Таблиця 3.4 – Тривалість окремих елементів обороту вагонів при існуючій технології перевезень

№ пор.	Елементи обороту вагонів	Тривалість, час		
		$t_{i\min}$	$\bar{t}_i$	$t_{i\max}$
1	Прямуювання навантаженого маршруту зі ст. Золотнішино до ст. Чорноморська	13,83	20,13	43,50
2	Перебування вагонів на станції Чорноморська і під'їзній колії ПІСа (включаючи вивантаження вагонів) до здачі порожнього вагона на залізницю	-	23,04	-
3	Тривалість від моменту здачі порожнього вагона на залізницю до моменту відправлення зі станції Чорноморська порожнього маршруту	-	12,13	-
4	Прямуювання порожнього маршруту зі ст. Чорноморська до ст. Золотнішино	15,07	21,96	53,32
5	Перебування порожніх вагонів на ст. Золотнішино до здачі на п/п	0,52	2,33	6,92
6	Вантажні операції на п/п Полтавського ГЗК	2,12	21,15	76,13
7	Перебування навантажених вагонів на ст. Золотнішино від здачі на дорогу до відправлення	0,61	4,82	42,25
Усього		-	105,56	-

Далі зроблено розрахунок обороту вагона за умови, що для ведення навантажених і порожніх маршрутів використовуються закріплені (приватні) поїзні електровози на всій ділянці між станціями Золотнішино і Хімічна із можливістю вивезення та подачі вагонів безпосередньо на ГЗК.

Аналіз вихідних даних про дислокацію вагонів показав, що на ділянці між станцією Золотнішино і Хімічна може бути реалізована ходова швидкість 45 км/год в завантаженому напрямку і 50 км/год у порожньому. Тарифна відстань між станціями Хімічна та Знам'янка становить 387 км, між станціями Знам'янка і Золотнішино – 127 км. Час ходу без урахування зупинок на технічних станціях може бути визначено як відношення відстані до ходової швидкості, і на ділянці між станціями Золотнішино і Знам'янка час ходу для навантаженого маршруту складе  $127/45 = 2,82$  години, а для порожнього  $127/50 = 2,54$  години. На ділянці між станціями Знам'янка та Хімічна відповідно  $387/45 = 8,6$  години і  $387/50 = 7,74$  години.

На шляху прямування порожніх і навантажених маршрутів передбачена зупинка на станції Знам'янка для виконання технічного огляду вагонів тривалістю 1 година.

Вагони з котунами розвантажуються на вагоноперекидач №1, а кількість вагонів в подачі становить 10-11 вагонів. Тривалість вивантаження одного вагона прийнята рівною 5,0 хв. Тривалість вивантаження маршруту розрахована з таких умов. Склад розділений на  $52:11 = 5$  подач, перші дві подачі по 11 вагонів, наступні три з 10 вагонів. Постановка кожної наступної подачі під вивантаження виконується паралельно з вивантаженням попередньої подачі. Таким чином, при тривалості постановки першої подачі вагонів під вивантаження 0,5 години і прибирання останньої подачі маршруту на колію накопичення 0,5 години, тривалість вантажних операцій з маршрутом на під'їзній колії ТОВ «Трансінвестсервіс» може бути визначена як

$$T_M^{гр} = 0,5 + 2 \cdot 0,92 + 3 \cdot 0,83 + 0,5 = 5,33 \text{ год}$$

Розрахунок обороту вагонів при новій технології перевезень з урахуванням очікування виконання технічних операцій наведена в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Тривалість окремих елементів обороту вагонів при новій технології перевезення

№ пор.	Елементи обороту вагонів	Тривалість $t_i$ , час
1	2	3
1	Навантаження вагонів маршруту на під'їзній колії ГЗК, накопичення і формування складу з навантажених вагонів	24,2
2	Приймально-здавальні операції з навантаженим маршрутом на коліях ГЗК з урахуванням їх очікування, подача локомотива і випробування автогальм	1,5
3	Операція прямування поїзда з під'їзної колії ГЗК на станцію Золотнішино і очікування відправлення зі станції Золотнішино	1,5
4	Прямування навантаженого маршруту зі станції Золотнішино до станції Знам'янка (127 км)	2,82
5	Технічний огляд складу на станції Знам'янка з урахуванням очікування	1,5
6	Очікування відправлення навантаженого маршруту зі станції Знам'янка	1,0
7	Прямування навантаженого маршруту зі станції Знам'янка до станції Хімічна (387 км)	8,6
8	Прибирання поїзного локомотива та приймально-здавальні операції на станції Хімічна з урахуванням їх очікування	1,5

Продовження таблиці 3.5

1	2	3
9	Вивантаження вагонів маршруту на під'їзній колії ТІС, накопичення і формування маршруту з порожніх вагонів	8,33
10	Приймально-здавальні операції з порожнім маршрутом на станції Хімічна з урахуванням їх очікування, подача локомотива і випробування автогалем	1,5
11	Очікування відправлення порожнього маршруту зі станції Хімічна	1,0
12	Прямуювання порожнього маршруту зі станції Хімічна до станції Знамянка (387 км)	7,74
13	Технічний огляд складу на станції Знамянка з урахуванням його очікування	1,5
14	Очікування відправлення порожнього маршруту зі станції Знамянка	1,0
15	Прямуювання порожнього маршруту зі станції Знамянка до станції Золотнішино (127 км)	2,54
16	Прямуювання порожнього маршруту на під'їзну колію ГЗК	1,0
17	Прибирання поїзного локомотива та приймально-здавальні операції на шляхах ГЗК з урахуванням їх очікування	1,5
Усього		68,73

Таким чином, обіг вагона при впровадженні маршрутизації з місця вивантаження і використання для ведення поїздів власних (закріплених) локомотивів становить  $\theta_M = 68,73$  години. Порівняно з існуючою технологією економія вагоно-годин у розрахунку на один обіг вагона становить 36,83 години (35 %).

Максимальний пробіг локомотивів між пунктами екіпіровки визначається запасом піску для електровозів, а для тепловозів – запасом піску і палива. Для Укрзалізниці ця величина становить 48 ... 72 години. З огляду на те, що обіг локомотива не перевищує зазначених величин, то для забезпечення перевезень досить виконання однієї екіпіровки на станції Хімічна.

Для визначення тривалості обігу поїзних локомотивів на маршруті ПАТ «Полтавський ГЗК» - ТОВ «Трансінвестсервіс» був побудований графік руху поїздів на цьому маршруті. При побудові графіка руху поїздів як вихідні дані прийнята інформація, наведена в табл. 3.5. При цьому прийняті рівні інтервали між сформованими складами на під'їзних коліях ПАТ «Полтавський ГЗК» і «ТІС».

При відправці 5 млн т котунів на рік і середньодобовій кількості маршрутів, що відправляються з Полтавського ГЗК на адресу «ТІС», рівній 3,77 поїздів середній інтервал між готовністю маршрутів до відправлення становить  $24 / 3,77 = 6,37$  години.

Тривалість операцій з виконання технічного обслуговування ТО-2 і екіпіровці локомотивів у депо на станції Хімічна прийнята рівною 4 години. Інтервал між відчепленням локомотива від порожнього маршруту на під'їзній колії Полтавського ГЗК до причеплення до завантаженого маршруту становить 1,8 години, а оборот поїзного локомотива становить  $\theta_{\text{лок}} = 38,2$  години.

Робочий (експлуатаційний) парк локомотивів, необхідний для освоєння заданих розмірів руху, може бути визначений за формулою

$$M_{\text{лок(раб)}} = k_m \frac{N_{\text{сут}} \theta}{24}, \quad (3.19)$$

де  $k_m$  – коефіцієнт що враховує нерівномірність руху, у розрахунках прийнятий рівним 1,31.

Таким чином, робочий парк локомотивів, необхідний для здійснення річного обсягу перевезення 5 млн т становитиме

$$M_{\text{лок(раб)}}^{(5)} = 1,31 \cdot \frac{3,77 \cdot 38,2}{24} = 7,86 \text{ локомотива. Прийнято 8 локомотивів робочого}$$

парку.

З урахуванням 20 % запасу інвентарний парк локомотивів підприємства для таких обсягів перевезення котунів повинен становити  $M_{\text{лок(инв)}}^{(5)} = 10$  локомотивів. Для перспективних обсягів перевезення котунів 8, 10 і 15 млн т на рік інвентарний парк локомотивів становитиме відповідно  $M_{\text{лок(инв)}}^{(8)} = 16$ ,  $M_{\text{лок(инв)}}^{(10)} = 20$   $M_{\text{лок(инв)}}^{(15)} = 29$  локомотивів.

Робочий парк вагонів, задіяних для перевезення котунів, може бути визначений за формулою

$$n_{\text{раб}} = k_{\text{м}} \frac{Q_{\text{год}} \theta}{24 \cdot 365 \cdot q_{\text{ст}}}, \quad (3.20)$$

де  $Q_{\text{год}}$  – перспективний річний обсяг перевезення котунів, т;

$q_{\text{ст}}$  – фактична статична норма завантаження котунів,  $q_{\text{ст}}=69,94$  т.

При перспективному річному обсязі  $Q_{\text{год}} = 5$  млн т і розрахунковому обороті вагона для запропонованої технології перевезення 68,73 години (табл. 3.5) робочий парк вагонів становитиме:

$$n_{\text{раб}}^{5\text{млн}} = 1,31 \frac{5000000 \cdot 68,73}{24 \cdot 365 \cdot 69,94} = 735 \text{ вагонів}$$

Річна продуктивність вагона може бути визначена за формулою

$$П = \frac{24 \cdot 365 q_{\text{ст}}}{\theta}. \quad (3.21)$$

При перспективному річному обсязі  $Q_{\text{год}}=5$  млн т і розрахунковому обороті вагона продуктивність вагона становитиме

$$П_1 = \frac{24 \cdot 365 \cdot 69,94}{68,73} = 8914 \text{ т/год.}$$

Розрахунок необхідного робочого і інвентарного парку вагонів при різних перспективних обсягах перевезення котунів наведено в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Парк вантажних вагонів для забезпечення перевезень

№ пор.	$Q_{\text{год}}$ , млн т за рік	$n_{\text{раб}}$ при обороті вагона 105,56 год, ваг.	$n_{\text{раб}}$ при обороті вагона 68,73 год, ваг.	Економія робочого парку $\Delta n_{\text{раб}}$	Економія інвентарного парку $\Delta n_{\text{в}}$
1	5	1129	735	394	459
2	8	1806	1176	630	735
3	10	2258	1470	788	919
4	15	3386	2205	1181	1377

При цьому продуктивність вагона, при обслуговуванні перевезень власними локомотивами зростає на 3,2 тис. т в за рік (56%).

Існуюча технологія здійснення перевезень котунів передбачає виконання подачі й прибирання вагонів зі станції Золотнішино на під'їзну колію ПАТ «Полтавський ГЗК» і назад вивізним маневровими тепловозами ГЗК.

Таблиця 3.7 – Додатковий парк вивізних тепловозів на ГЗК

№ пор.	$Q_{\text{год}}$ , млн т за рік	$M_{\text{в.доп}}$ , год
1	5	0
2	8	1
3	10	1
4	15	2



Для освоєння планових обсягів перевезень котунів при існуючій технології ПАТ «Полтавський ГЗК» має задіяти додаткові вивізні локомотиви (табл. 3.7).

При обслуговуванні перевезень котунів власними локомотивами перевезення будуть здійснюватися поїзними локомотивами безпосередньо з Полтавського ГЗК на «ТІС». При цьому відпадає необхідність використання вивізних локомотивів.

### **3.4 Структура і штат відділу перевезень та відділу експлуатації приватної перевізної компанії**

Організаційна структура і штат співробітників створюваного підприємства повинні забезпечувати виконання ним усіх необхідних функцій, пов'язаних з наданням поїзних локомотивів для здійснення перевезень котунів між ПАТ «Полтавський ГЗК» і транспортним вузлом «ТІС». Відповідно до основних напрямків діяльності в створюваному підприємстві, крім адміністративно-керуючого апарату, виділені три підрозділи:

- відділ перевезень;
- відділ експлуатації;
- фінансово-економічний відділ.

Загальне керівництво підприємством здійснює директор. Директор має право розпоряджатися коштами й майном підприємства, укладати договори, відкривати рахунки й розпоряджатися ними, видавати накази по підприємству, приймати і звільняти працівників, застосовувати до них заходи заохочення та накладати стягнення. Директор відповідає за правильне й ефективне використання матеріальних і трудових ресурсів підприємства, поліпшення умов і охорону праці.

Основним завданням відділу перевезень є організація і управління процесом перевезень вантажів, забезпечення ефективного використання рухомого складу, ведення договірної роботи з клієнтами з надання послуг

перевезень та із залізницею з придбання послуг інфраструктури, забезпечення дотримання правил і умов перевезень вантажів, розслідування претензій.

Керує роботою відділу начальник відділу перевезень, який підпорядковується директору підприємства.

У складі відділу перевезень передбачаються посади двох інженерів, один з яких займається договірною роботою із залізницею, другий – організацією роботи з клієнтами і розрахунком тарифів на перевезення.

Робота підприємства організовується за змінами. Оперативним керівником зміни є диспетчер, який контролює просування поїздів залізницею, керує локомотивними бригадами після видачі їх з депо, взаємодіє із залізницею з питань оперативного управління процесом перевезень, контролює процес приймання і здачі вантажів і вагонів.

Приймально-здавальні операції з вантажами й вагонами на під'їзних коліях ПАТ «Полтавський ГЗК» і ТОВ «Трансінвестсервіс» здійснюють прийомоздавальник вантажу та вагонів. При цьому організацією роботи приймальників на «ТІС» займається безпосередньо начальник відділу перевезень, а на Полтавському ГЗК – спеціально виділений бригадир.

Загальна чисельність відділу перевезень становить 29 осіб.

Основними завданнями відділу експлуатації є забезпечення перевізної роботи локомотивами, комплектація штату локомотивних бригад, забезпечення режиму їх праці та відпочинку.

Керує роботою відділу начальник відділу експлуатації.

Планування режиму праці та відпочинку локомотивних бригад, а також організацію і керівництво їх роботою забезпечує заступник начальника відділу експлуатації.

Кількість локомотивних бригад визначається з місячної норми виробітку 174 години:

$$B = k_n k_z \frac{365 \theta_6 \cdot N}{174 \cdot 12}, \quad (3.22)$$

где  $k_n$  – коефіцієнт нерівномірності, прийнятий 1,3;

$k_z$  – коефіцієнт запасу, прийнятий 1,25.

$N$  – середньодобові розміри руху поїздів.

Прийнято, що оборот локомотивної бригади на ділянці Золотнішино-Знам'янка становить 11,3 години, а на ділянці Знам'янка-Хімічна - 28,5 годин. Розрахунок кількості локомотивних бригад наведено в табл. 3.8. У табл. 3.8 прийняті позначення:  $B_z$  – кількість локомотивних бригад, необхідних для обслуговування ділянки Золотнішино-Знам'янка,  $B_x$  – кількість локомотивних бригад, необхідних для обслуговування ділянки Знам'янка-Хімічна,  $B$  – загальна кількість бригад, необхідних для освоєння обсягів перевезень.

Таблиця 3.8 – Визначення кількості локомотивних бригад

№ пор.	$Q_{\text{год}}$ , млн т за рік	$B_z$ , бригад	$B_x$ , бригад	$B$ , бригад
1	5	13	31	44
2	8	20	49	69
3	10	25	62	87
4	15	37	92	129

Створювати матеріально-технічну базу для виконання технічного обслуговування локомотивів у обсязі ТО-2, ТО-3, ТО-4, а також їх поточних і капітальних ремонтів у зв'язку з незначною кількістю локомотивів на підприємстві недоцільно. Для планування обслуговування й ремонту локомотивів, а також для організації взаємодії з підприємствами, що виконують ці роботи, передбачається посада інженера.

Загальна чисельність відділу експлуатації становить 47-132 людини. Функції планування економічних показників роботи, відображення фактів господарської діяльності підприємства, обліку, контролю, оперативного представлення даних фінансово-господарської діяльності керівництву покладені на фінансово-економічний відділ. Керівництво роботою відділу здійснює головний бухгалтер. Головний бухгалтер здійснює організацію бухгалтерського обліку господарсько-фінансової діяльності підприємства та контроль над економним використанням матеріальних і трудових, і фінансових ресурсів. У складі бухгалтерії два бухгалтери, один з яких здійснює облік основних засобів та витрат на виробництво, другий виконує розрахунок заробітної плати й розрахунково-касові операції. Економіст займається плануванням витрат і нормуванням праці.

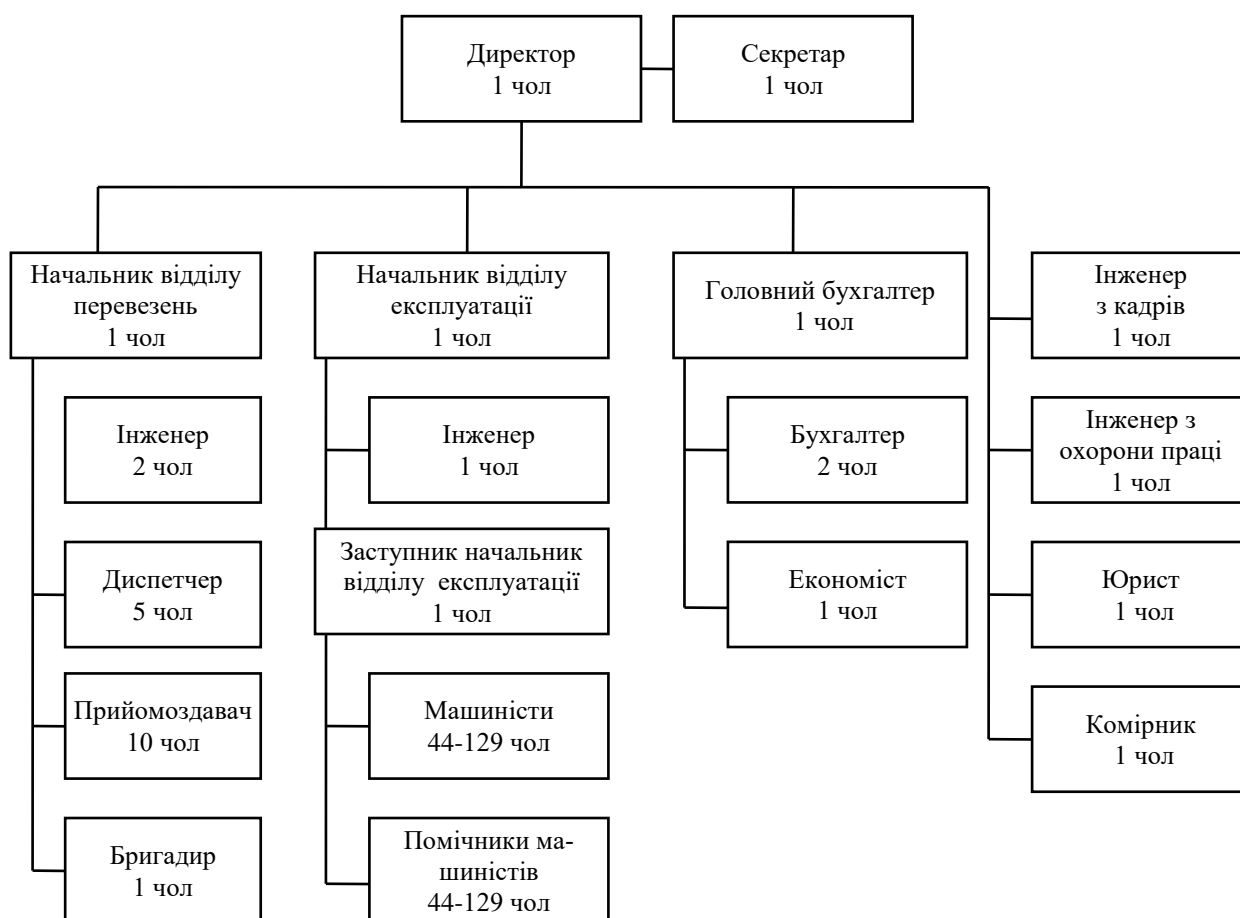


Рисунок 3.4 – Організаційна схема підприємства

Загальний штат працівників підприємства залежно від обсягів роботи становитиме 86-171 осіб. Загальна організаційна схема підприємства наведена на рис. 3.4.

Встановлено, що основний ефект від створення перевізної компанії полягає в підвищенні ефективності використання вагонів та зменшення плати за користування ними, зокрема, обіг вагонів може бути скорочений з 105,56 год до 68,73 год, а потрібний парк вагонів з 1129 до 735 вагонів. Для прикладу на рис. 3.5 наведено розподіл витрат, що пов'язані з перевезеннями залізної руди на відстань 500 км. Необхідно зауважити, що доходи Укрзалізниці від надання інфраструктури для перевезень приватними тепловозами, є близькими до доходів Укрзалізниці від плати за перевезення при виключенні з неї вартості пального та витрат на оплату праці локомотивних бригад.

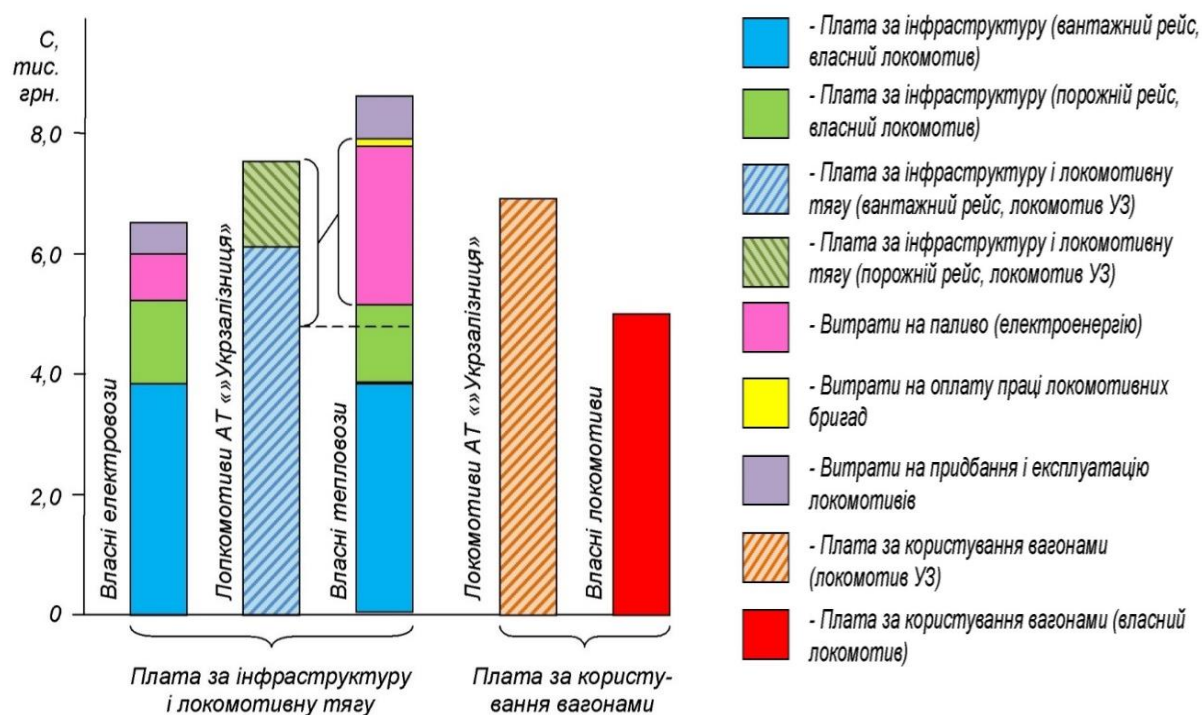


Рисунок 3.5 – Розподіл витрат на транспортування залізної руди на відстань 500 км локомотивами АТ «Укрзалізниця» та власними (орендованими) локомотивами

### 3.5 Висновки за розділом 3

Виконані дослідження дозволяють зробити такі висновки:

1. Прийняті Україною зобов'язання відповідно до Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом ставлять завдання демонополізації ринку залізничних перевезень і допуску до нього незалежних перевізників. Такий крок покликаний створити конкурентне середовище в цьому секторі транспортного ринку та зробити його привабливим для інвесторів.

2. Дослідження показують, що одним із можливих напрямків роботи незалежних перевізників буде забезпечення перевезень експортних вантажів у морські порти. Одним із завдань, яка стоятиме перед незалежними перевізниками, стане забезпечення перевезень локомотивною інфраструктурою. У результаті досліджень визначено схеми організації роботи тепловозів та локомотивних бригад незалежних перевізників з урахуванням обмежувальних факторів, таких як запас палива та піску, час між проведенням ТО-2 і тривалість безперервної роботи локомотивних бригад. Встановлено, що тепловози незалежних перевізників зможуть обслуговувати перевезення між станціями навантаження та вивантаження до 822 км, а електровози до 1 000 км із спорудженням основної частини локомотивної інфраструктури на припортовій станції. Виконані розрахунки показують потенційну можливість охоплення незалежними перевізниками залізничних перевезень у морські порти з використання виключно власної локомотивної інфраструктури.

3. За результатами розв'язаної задачі про призначення визначено робочий парк локомотивів, необхідний для обслуговування перевезень вантажів відправницькими маршрутами незалежних перевізних компаній, та розроблено графік обороту цих локомотивів. У результаті розрахунків

отримано матрицю підв'язки локомотивів за відповідними нитками графіка та мінімальні тривалості стоянок їх при перечепленні від поїзда до поїзда.

4. У розділі виконано детальні розрахунки, пов'язані з організацією перевезень залізничної сировини з Полтавського гірничозбагачувального комбінату в транспортний вузол «ТІС» для перевалки на морський транспорт. Розроблено план роботи перевізної компанії з обслуговування вказаних перевезень, її організаційну структуру, визначено штат співробітників для забезпечення усіх необхідних функцій, пов'язаних з експлуатацією поїзних локомотивів для здійснення перевезень між підприємствами. Встановлено, що основний ефект від створення перевізної компанії полягає у підвищенні ефективності використання вагонів, зокрема обіг вагонів може бути скорочений на 35 %.

## РОЗДІЛ 4

### ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПРИВАТНОЇ ЛОКОМОТИВНОЇ ТЯГИ НА ЗАЛІЗНИЦЯХ УКРАЇНИ

#### **4.1 Визначення частки локомотивної складової у тарифі на перевезення вантажів**

Сучасна тарифна система залізниць України не містить тарифів на послуги, які надає перевізникам оператор інфраструктури. Водночас «Збірник тарифів на перевезення вантажів у межах України та пов'язані з ними послуги» [67] містить пункт 20, згідно з яким здійснюється тарифікація перевезень вантажів залізничними коліями загального користування поїздами з власними (орендованими) локомотивами. При цьому плата за вагони в завантаженому або порожньому стані визначається за тарифними схемами 29.1-29.4 окремо за локомотив та вагони. Прямування власного або орендованого локомотива "своїм ходом" загальною мережею залізниць України (крім пов'язаного з передавальними операціями) оплачується за тарифними схемами 29.5 або 29.6. Таким чином, у сучасних умовах тарифікація послуг інфраструктури залізниць при перевезеннях локомотивами залізниці та промислових підприємств здійснюється за різними тарифними схемами. Отже, чинна нормативна база, зокрема «Правила технічної експлуатації залізниць України» та «Збірник тарифів на перевезення вантажів у межах України та пов'язані з ними послуги» [67], надає можливість виконання перевезень вантажів магістральними залізницями поїздами з власними локомотивами промислових підприємств, хоча вимоги щодо недискримінаційного доступу до залізничної інфраструктури не забезпечуються.

Необхідно наголосити, що переважна частина перевезень вантажів в Україні здійснюється за тарифними схемами 1 та 2. При виконанні перевезень вантажовідправник, використовуючи вагони та локомотив залізниці при перевезенні вантажів, сплачує базову ставку плати, що являє собою



суму інфраструктурної та вагонної складових плати (тарифу) для універсальних вагонів за схемою 1, а для спеціалізованих за схемою 2. При перевезенні того самого вантажу у власному або орендованому вагоні базовою ставкою плати є інфраструктурна складова за відповідними схемами. Також необхідно врахувати, що при перевезенні вантажів у власних вагонах вантажовідправнику необхідно сплачувати плату за порожній пробіг (повернення) вагонів у пункт відправлення, наступного навантаження за схемою 14. Зазначимо, що згідно з Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 1 лютого 2017 року № 64 та наказом Міністерства інфраструктури України від 7 грудня 2017 року № 425 «Про внесення змін до Збірника тарифів на перевезення вантажів залізничним транспортом у межах України та пов'язані з ними послуги» запроваджується дерегуляція вагонної складової тарифу й тарифікація перевезень у вагонах Укрзалізниці буде здійснюватися на тих самих принципах, що й тарифікація перевезень у власних (орендованих) вагонах.

Так, відповідно до [67] величина базових ставок тарифу при перевезенні вантажів у власних (орендованих) вагонах для тарифних схем 1 та 2 здійснюється за виразами:

$$T = T_{\text{ПКО}} + T_{\text{ОР}}, \quad (4.1)$$

де  $T$  – базова ставка тарифу;

$T_{\text{ПКО}}$  – складова базової ставки тарифу за початково-кінцеві операції;

$T_{\text{ОР}}$  – складова базової ставки тарифу за операції руху.

$$T_{\text{сх1}} = [406,99274 + 30,14761 \cdot k_L] + [(5,65778 + 0,4191 \cdot k_L + P(0,02201 + 0,00163 \cdot k_L)) \cdot L \cdot k],$$

$$T_{\text{сх2}} = [386,35865 + 28,61916 \cdot k_L] + [(6,37656 + 0,47234 \cdot k_L + P(0,0205 + 0,00152 \cdot k_L)) \cdot L \cdot k],$$

де  $T_{\text{сх1}}, T_{\text{сх2}}$  – базова ставка тарифу відповідно за схемою 1 та 2;

$k_L$  – коефіцієнт, що коригує вартість перевезення залежно від інтенсивності вантажних операцій;

$P$  – розрахункова маса вантажу, тонн;

$L$  – середня відстань тарифного поясу, км;

$k$  – коефіцієнт, що коригує вартість за операцію руху залежно від відстані перевезення.

Базові ставки тарифу при перевезенні вантажів поїздами з власними (орендованими) локомотивами визначаються за виразами:

$$T = T_{\text{ВІ}} + T_{\text{ІККО}} + T_{\text{ОР}}, \quad (4.2)$$

де  $T_{\text{ВІ}}$  – плата за використання інфраструктури при перевезеннях власним локомотивом;

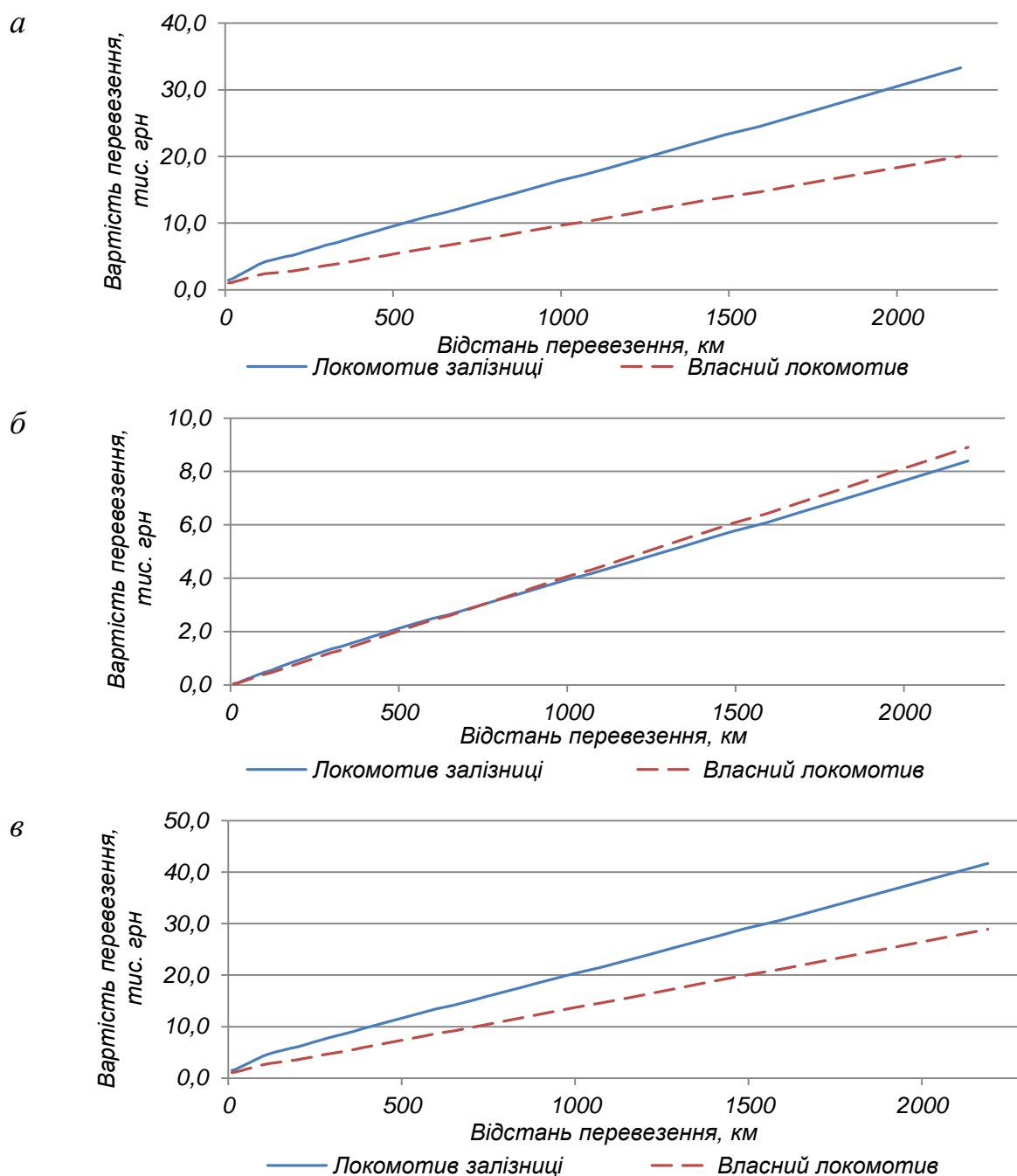
$$T_{\text{ВІ}}^{\text{зав}} = [(41,206 + 3,746 \cdot k_L) L] + [266,47275 + 24,22479 \cdot k_L] + [(3,44036 + 0,31276 \cdot k_L) L]$$

При прямуванні порожнього поїзда складова частина тарифу за операції руху ( $T_{\text{ОР}}$ ) відсутня й визначається за виразом

$$T_{\text{ВІ}}^{\text{пор}} = [39,333 \cdot L] + [1,79254 \cdot L], \quad (4.3)$$

де  $T_{\text{ВІ}}^{\text{зав}}, T_{\text{ВІ}}^{\text{пор}}$  – базова ставка тарифу при прямуванні відповідно завантаженого й порожнього поїзда, у складі якого є власний (орендований) рухомий склад.

У рамках дослідження виконані розрахунки вартості перевезення вантажів локомотивами залізниці та власними локомотивами. На рис. 4.1 наведено приклади залежності вартості послуг залізниці від відстані при перевезенні зерна кільцевими маршрутами з 54 вагонів для завантаженого (а), порожнього (б) рейсу та в цілому (в).



а – завантажений рейс; б – порожній рейс; в – загальна вартість перевезення

Рисунок 4.1 – Графік залежності вартості перевезення від відстані

При цьому витрати на перевезення завантаженого маршруту локомотивом залізниці визначалися за виразом (4.4), а власним локомотивом – за виразом (4.5).

$$C_{\text{ПЗ}}^3 = c_{\text{И}}^3 \cdot k, \quad (4.4)$$

$$C_{\text{ПВ}}^3 = \left( \frac{c_{\text{И}}^{\text{Л}}}{m_{\text{С}}} + c_{\text{И}}^{\text{ВЗ}} \right) k. \quad (4.5)$$

Витрати на перевезення порожнього маршруту локомотивом залізниці визначались за виразом (4.6), а власним локомотивом – за виразом (4.7).

$$C_{\text{ПЗ}}^{\text{П}} = c_{\text{И}}^{\text{П}} \cdot k, \quad (4.6)$$

$$C_{\text{ПВ}}^{\text{П}} = \frac{c_{\text{И}}^{\text{Л}}}{m_{\text{С}}} + c_{\text{И}}^{\text{ВП}}, \quad (4.7)$$

де  $c_{\text{И}}^{\text{П}}, c_{\text{И}}^{\text{Л}}$  – плата за використання інфраструктури та локомотивів залізниці;

$c_{\text{И}}^{\text{ВЗ}}, c_{\text{И}}^{\text{ВП}}$  – вартість перевезення відповідно завантаженого та порожнього вагона власним локомотивом;

$m_{\text{С}}$  – состав поїзда.

Загальні витрати визначались як сума витрат порожнього та завантаженого маршруту.

Аналіз залежностей, наведених на рис. 4.1, б, показує, що чинна тарифна система містить дискримінаційні положення щодо перевезень вантажів у поїздах з власними локомотивами, оскільки вартість перевезень вантажів у поїзді з власним локомотивом і локомотивом Укрзалізниці практично не відрізняється.

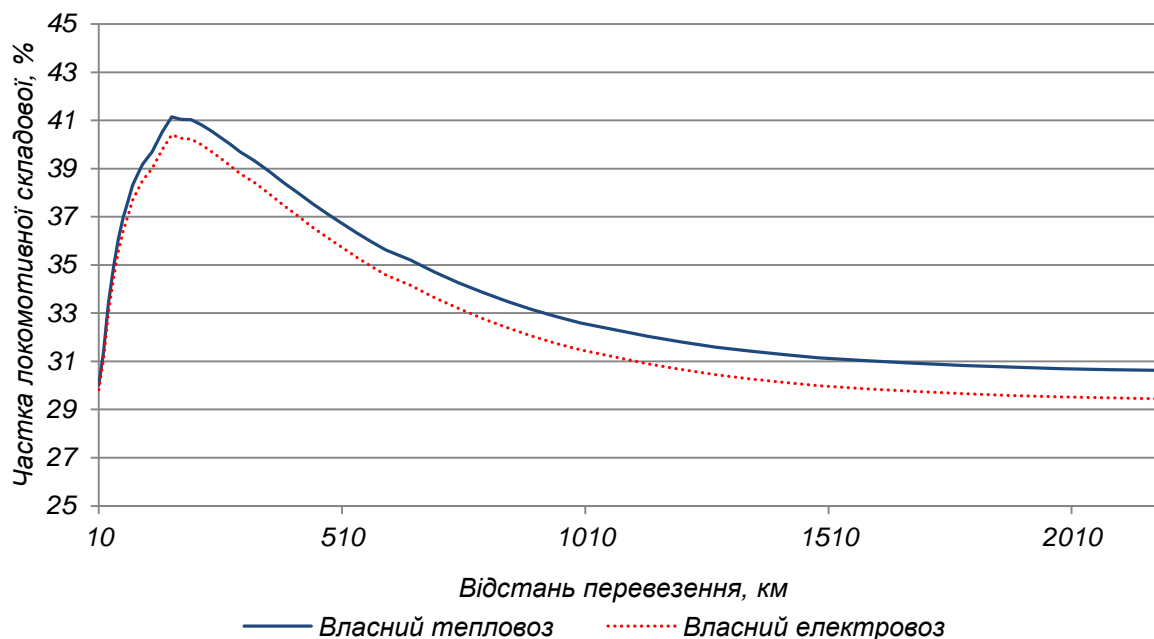


Рисунок 4.2 – Зміна частки локомотивної складової в тарифі залежно від відстані перевезень

Опосередковано величину локомотивної складової в тарифі можна визначити як різницю між величиною витрат на перевезення вантажів залізницею з її локомотивом та локомотивом підприємства. На рис. 4.2 наведено зміну частки локомотивної складової в тарифі залежно від відстані перевезень. При цьому частка локомотивної складової при перевезеннях електровозами є меншою на 1 %, що пояснюється додатковими витратами на утримання системи енергопостачання.

У цілому частка локомотивної складової в тарифі перебуває в межах 23-40 % для електровозної тяги та 30-41% – для тепловозної. Максимальне значення частки локомотивної складової в тарифі припадає на відстань 140-240 км.

## 4.2 Визначення додаткових витрат, пов'язаних з організацією перевезення вантажів

Окрім витрат, пов'язаних з оплатою тарифу за інфраструктуру та локомотивну тягу, вантажовідправник при перевезеннях сплачує послуги за користування вантажними вагонами. У цих умовах загальні витрати при перевезеннях локомотивами АТ «Укрзалізниця» можуть бути визначені як

$$C^3 = c_{\text{ил}}^{\text{вз}} + c_{\text{ил}}^{\text{вп}} + C_{\text{вв}}, \quad (4.8)$$

де  $c_{\text{ил}}^{\text{вз}}$ ,  $c_{\text{ил}}^{\text{вп}}$  – плата за використання інфраструктури та локомотива при перевезенні завантаженого та порожнього вагона відповідно;

$C_{\text{вв}}$  – плата за користування вагоном.

У випадку використання послуг приватних перевізників витрати на перевезення включають витрати на інфраструктуру, вагони, а також на локомотивну тягу, що, у свою чергу, включає витрати на паливо, оплату праці локомотивних бригад та витрати на закупівлю та подальше утримання локомотивів.

$$C_{\text{пв}}^{\text{п}} = \frac{2C_{\text{и}}^{\text{л}}}{m_{\text{с}}} + 2C_{\text{и}}^{\text{в}} + C_{\text{вв}} + C_{\text{п}} + C_{\text{б}} + C_{\text{л}}, \quad (4.9)$$

де  $C_{\text{и}}^{\text{л}}$  – плата за використання інфраструктури локомотивом;

$m_{\text{с}}$  – состав поїзда;

$C_{\text{и}}^{\text{в}}$  – плата за використання інфраструктури вагоном поїзда з власним локомотивом;

$C_{\text{п}}$  – вартість палива чи електроенергії;

$C_{\text{б}}$  – витрати на оплату праці локомотивних бригад;

$C_{\text{л}}$  – витрати на експлуатацію локомотива.

Розрахунок величини витрат на паливо та електроенергію виконано на підставі розв'язання рівняння тягово-енергетичного паспорту локомотива, що визначає норму витрат палива чи електроенергії на 10 000 т·км бруто, і наведено вище у формулі (3.1).

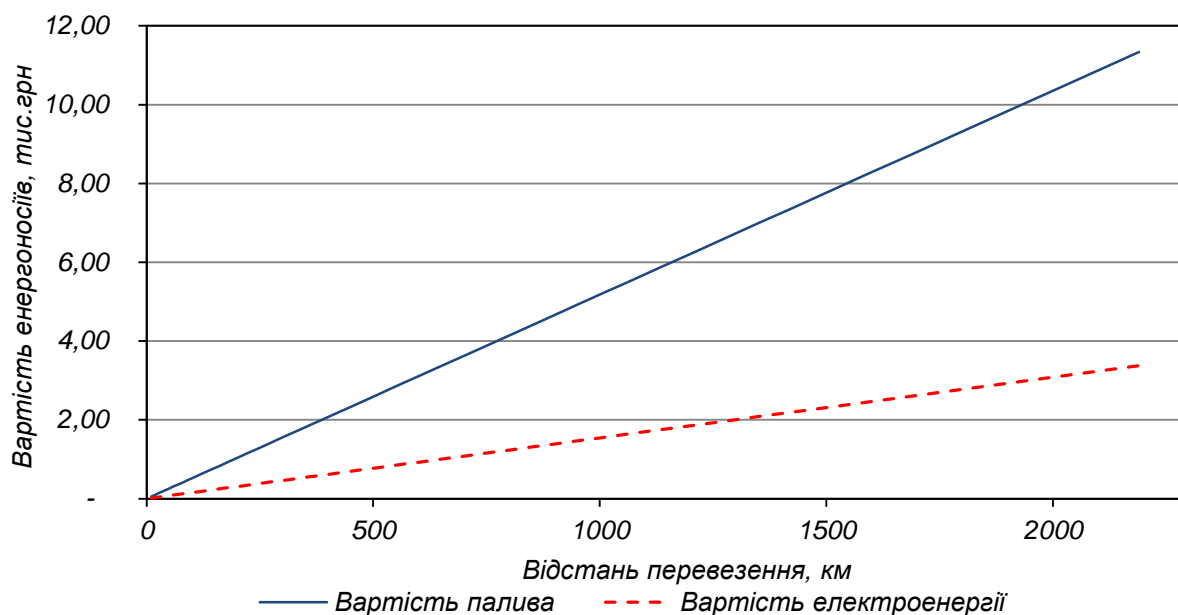


Рисунок 4.3 – Залежність витрат на паливо та електроенергію від відстані

У розрахунках прийнято, що завантажений поїзд рухається в напрямку порту, а порожній – у напрямку від порту. Залежність витрат на паливо та електроенергію від відстані перевезень має лінійну залежність й наведена на рис. 4.3.

Витрати, які пов'язані з оплатою праці локомотивних бригад на один вагон, враховують відстань перевезення вантажу в цьому вагоні й визначаються за виразом

$$C_{\sigma} = \frac{1}{m_c} \theta_{\sigma} c_{\sigma}, \quad (4.10)$$

де  $\theta_6$  – обіг локомотивної бригади;

$c_6$  – витрати за одну годину роботи локомотивної бригади.

Виконані у [20] дослідження показують, що при відстанях перевезення до 200 км локомотивна бригада за один рейс може повертатися до пункту відправлення. У зв'язку з цим при  $L_{\Pi} \leq 200$  витрати часу локомотивної бригади на поїздку можуть бути визначені як

$$t_{\text{лб}} = t_{\text{пр}} + \frac{2L_{\Pi}}{v_{\text{д}}} + t_{\text{зд}}, \quad (4.11)$$

де  $t_{\text{пр}}, t_{\text{зд}}$  – витрати часу відповідно на приймання та здавання локомотива;

$L_{\Pi}$  – відстань перевезення;

$v_{\text{д}}$  – дільнична швидкість, км/год.

При збільшенні відстані перевезень локомотивна бригада повинна відпочивати в пункті обороту не менше половини часу поїздки. Тому витрати часу локомотивної бригади на поїздку при  $L_{\Pi} > 200$  можуть бути визначені як

$$t_{\text{лб}} = 1,5t_{\text{пр}} + \frac{2,5L_{\Pi}}{v_{\text{д}}} + t_{\text{зд}}. \quad (4.12)$$

Фінансові витрати за одну годину роботи локомотивних бригад можуть бути визначені як

$$c_6 = \alpha_{\text{р}} \frac{\Phi_{\text{м}}}{T_{\text{м}}} (1 + k_{\text{нзп}} + k_{\text{нк}}), \quad (4.13)$$

де  $T_{\text{м}}$  – місячна норма часу роботи локомотивної бригади;

$\Phi_{\text{м}}$  – місячний фонд оплати праці локомотивної бригади;



$\alpha_p$  – коефіцієнт запасу, що враховує додаткові втрати часу під час поїздки;

$k_{\text{нзп}}, k_{\text{нк}}$  – коефіцієнти, що враховують відповідно нарахування на заробітну плату та накладні видатки.

Аналіз обігу вагонів показує, що майже 90 % його припадає на простої вагонів на станціях. Виключення простоїв поїздів у очікуванні локомотивів дозволить зменшити обіг вагонів. Залежність величини обігу вагонів від відстані перевезень може бути оцінена за виразом:

$$\theta_{\text{вз}} = \theta_{\text{в}} - T_{\text{тех}} - \frac{1}{24} \left( \frac{R}{v_{\text{д}}} + \frac{2L_{\text{п}}}{v_{\text{д}}} \right) + T_{\text{тех}} \frac{2L_{\text{п}}}{R}, \quad (4.14)$$

де  $\theta_{\text{в}}$  – обіг вагона згідно зі звітними даними;

$T_{\text{тех}}$  – простій вагона на технічних станціях протягом обігу;

$R$  – рейс вагона.

У випадку використання приватних локомотивів один локомотив буде здійснювати перевезення від станції відправлення до станції призначення й простої на технічних станціях будуть пов'язані лише зі зміною локомотивних бригад. Тому величина обігу вагона залежно від відстані перевезень може бути оцінена як

$$\theta_{\text{вз}} = \theta_{\text{в}} - T_{\text{тех}} + \left( \frac{2L_{\text{п}}}{l_{\text{зм}}} - 1 \right) t_{\text{зм}} + \frac{(2L_{\text{п}} - R)}{24v_{\text{д}}}, \quad (4.15)$$

$t_{\text{зм}}$  – витрати часу на зміну локомотивної бригади;

$l_{\text{зм}}$  – відстань між пунктами зміни локомотивних бригад.

З урахуванням вищевказаних витрат економія за рахунок використання власного локомотива зменшиться, як на рис 4.4. На графіку утворюються розриви ліній, що є наслідком значної зміни витрат на перевезення в

точках відстаней, де відбувається технічне обслуговування локомотива та зміна локомотивних бригад.

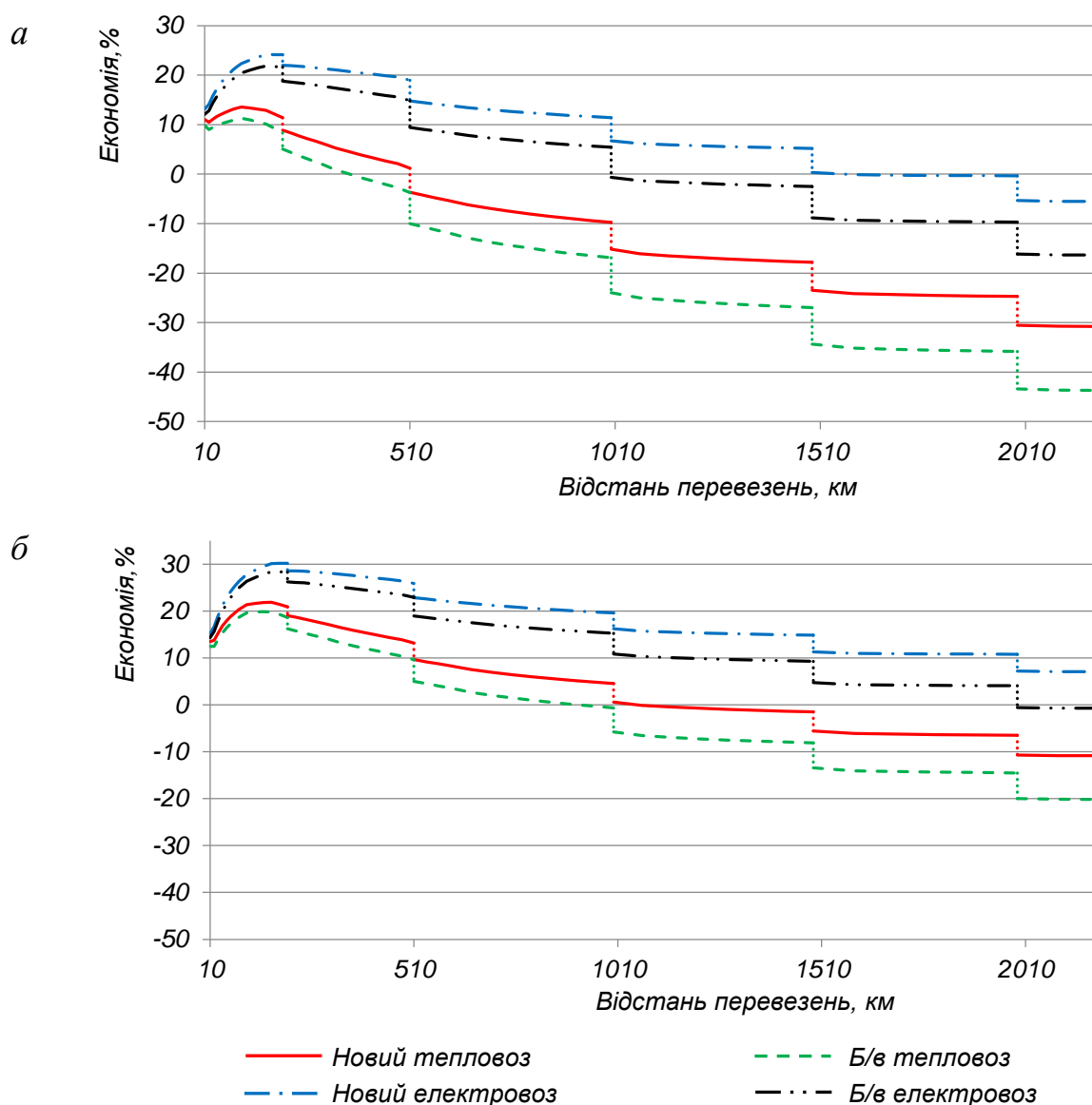


Рисунок 4.4 – Економія використання приватних локомотивів при перевезенні руди (*a*) та зерна (*б*)

Аналіз отриманих залежностей показує, що в умовах чинної нормативної бази використання приватних локомотивів є економічно обґрунтованим для підприємств, що формують стійкі вантажопотоки та мають локомотивну інфраструктуру. При використанні електровозів економія за-

безпечується для всіх відстаней перевезень, які є в Україні. Потенційними напрямками використання приватних електровозів змінного струму є перевезення вантажів у напрямку портів, постійного струму – перевезення руди та вугілля від місць видобування відповідно до металургійних підприємств та електростанцій. У той же час для використання приватних електровозів повинна бути вирішена проблема комерційного обліку електроенергії, що використовується окремим електровозом.

### 4.3 Визначення економічної ефективності впровадження приватних локомотивів для перевезення вантажів

Для забезпечення окупності капітальних вкладень у розвиток парку тягового рухомого складу незалежні перевізні компанії повинні виконувати відповідні обсяги перевезень. У сучасних умовах основними показниками економічної ефективності є: чиста поточна вартість (*NPV*); внутрішня норма доходу (*IRR*) та індекс прибутковості (*ID*).

У випадку впровадження приватних локомотивів для перевезення вантажів поточні чисті доходи інвестицій можуть розглядатися як постійні за роками життєвого циклу, а інвестиції є одноразовими й здійснюються на початку циклу. У зв'язку з цим вказані показники ефективності проекту можуть бути визначені за такими виразами:

$$NPV = (ND - TP + A) \cdot \frac{1 - (1 + R)^{-T}}{R} - I, \quad (4.16)$$

$$ID = \frac{(ND - TP + A) \cdot \frac{1 - (1 + R)^{-T}}{R}}{I}, \quad (4.17)$$

$$(ND - TP + A) \cdot \frac{1 - (1 + IRR)^{-T}}{IRR} - I = 0, \quad (4.18)$$

де  $NPV$  – чиста поточна вартість, грн;  
 $ND$  – чистий дохід інвестиційного проєкту, грн;  
 $TP$  – податок на прибуток, грн;  
 $A$  – амортизаційні відрахування, грн;  
 $R$  – ставка дисконту, %;  
 $T$  – термін життєвого циклу інвестицій, роки;  
 $I$  – загальні інвестиції, грн;  
 $ID$  – індекс прибутку, раз;  
 $IRR$  – внутрішня норма прибутку, %.

Чистий дохід – це економія на тарифі, що визначається як різниця між вартістю перевезення рухомим складом АТ «Укрзалізниця» та приватними локомотивами. Термін життєвого циклу інвестицій відповідає терміну ефективного використання магістральних локомотивів.

Амортизаційні відрахування визначаються прямолінійним методом за виразом

$$A = \frac{I}{T}. \quad (4.19)$$

Номінальна ставка дисконту визначається методом сумування й враховує такі складові:

- базову норму доходу, %;
- премію за низьку ліквідність, %;
- премію за ризик, %.

Базова норма доходу визначається як середня процентна ставка за довгострокові депозити юридичних осіб у національній валюті. За даними Національного банку України вказаний показник у 2018 році становив 14,4 %.

Премія за низьку ліквідність визначається як різниця між середніми процентними ставками довгострокових та короткострокових депозитів. Середня процентна ставка короткострокових депозитів юридичних осіб у

національній валюті за даними Національного банку України у 2018 році становила 12,6 %. Таким чином, премія за низьку ліквідність дорівнює  $14,4 - 12,6 = 1,8$  %. Премія за ризик у такому випадку досягає 3 %.

Таким чином, номінальна ставка дисконту дорівнює

$$R_n = 14,4 + 1,8 + 3,0 = 19,2 \% .$$

Реальна ставка дисконту визначається за формулою Фішера

$$R_b = \frac{R_n - i}{1 + i/100}, \quad (4.20)$$

де  $R_n$  – номінальна ставка дисконту (норма доходу), %

$i$  – темпи інфляції, %.

За даними Державної служби статистики України темпи інфляції в Україні у 2018 році становили 9,8 %.

Таким чином, реальна (очищена від інфляції) норма доходу становить

$$R_b = \frac{19,2 - 9,8}{1 + 9,8/100} = 8,56 \% .$$

Ставка дисконту визначається як очищена від податку на прибуток реальна норма доходу. При ставці на прибуток 18 % вона дорівнює

$$R = 8,56 \% \cdot (1 - 0,18) = 7,02 \% .$$

Інвестиція вважається ефективною, якщо виконуються такі умови:

$$NPV \geq 0, \quad (4.21)$$

$$ID \geq 1, \quad (4.22)$$

$$IRR \geq R. \quad (4.23)$$

Враховуючи, що використання приватної локомотивної тяги на початковому етапі впровадження повинно здійснюватися за умов, коли витрати на перевезення вантажів не будуть перевищувати витрат за відповідні перевезення при користуванні послугами АТ «Укрзалізниця» ефективність впровадження забезпечується підвищенням якості перевізного процесу, а саме скороченням терміну доставки вантажу. На підставі виразів (4.16), (4.17) та (4.18) за умови, коли  $NPV=0$ , визначено мінімізовані обсяги перевезень, за яких досягається мінімальна економія витрат на перевезення за виразом

$$n = \frac{I}{(1-0,18)E \cdot 365} \left( \frac{1}{K} - \frac{1}{T} \right). \quad (4.24)$$

Відповідно до показників економічної ефективності, які були наведені вище по тексту, та враховуючи обсяги вантажу, які локомотив може переробляти відповідно до своїх технічних характеристик, отримано залежності обсягу перевезеного вантажу від відстані при перевезенні руди залізної та зерна новими та б/в локомотивами.

Вказані залежності відображають зони ефективного використання приватних локомотивів, що обмежені лініями  $q_{\max}$  (ЛП) і  $q_{\min}$  (ЛП). Лінія  $q_{\max}$  (ЛП) відображає максимальний обсяг вантажу, який може перевезти один локомотив незалежного перевізника, а лінією  $q_{\min}$  (ЛП) – мінімальний обсяг перевезень, який повинен виконувати цей самий локомотив для забезпечення економічної доцільності його придбання.

Згідно з результатами отриманих розрахунків, що відображені на рис. 4.5, встановлено, що для першої тарифної схеми (руда залізна) ефективним буде використання б/в тепловоза на відстанях до 280 км, а нового – 300 км. При використанні електровозної тяги ефективність застосування

нового та б/в електровоза, як видно з рис. 4.6, можлива на відстанях до 540 км та 510 км відповідно.

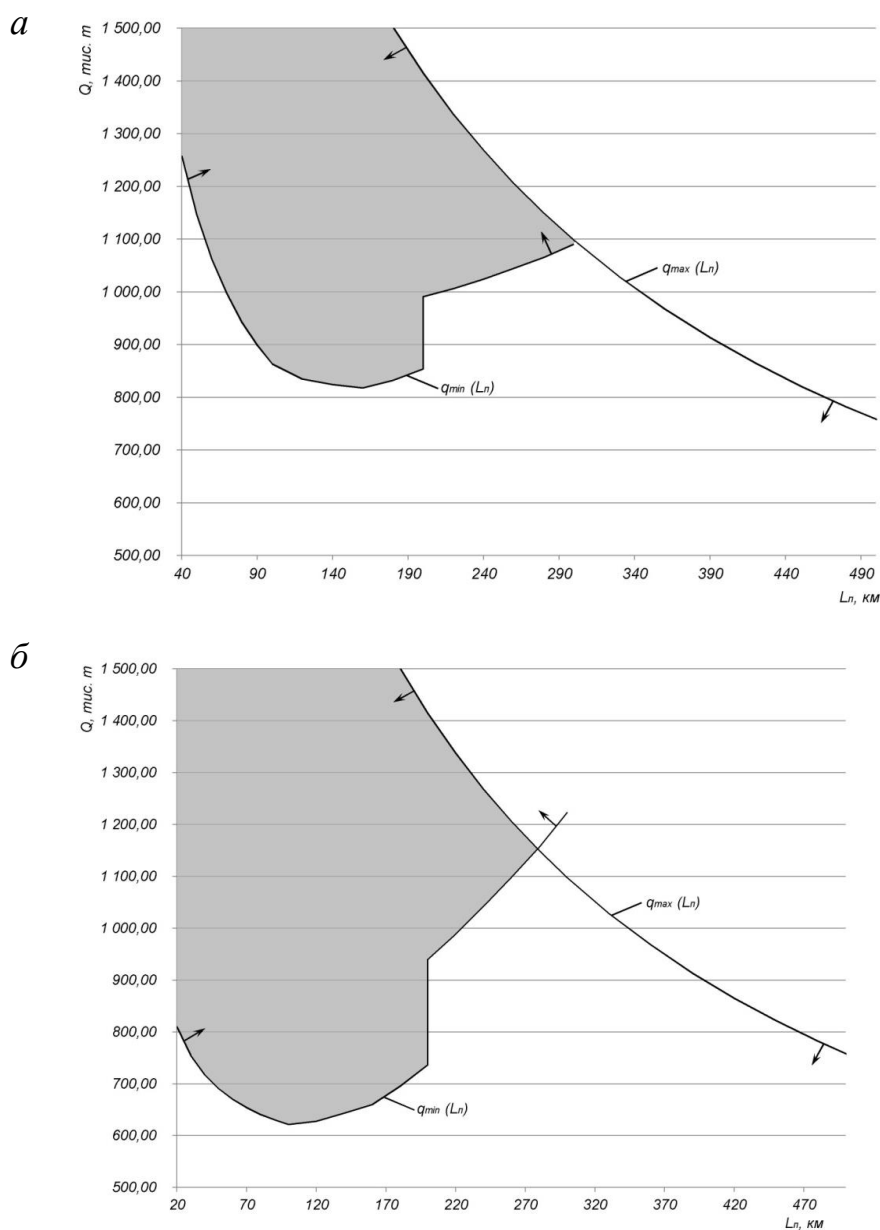


Рисунок 4.5 – Мінімальні та максимально можливі обсяги перевезень руди залізної, що може перевезти новий (*a*) та б/в (*б*) тепловоз

Окрім перевезення вантажів за тарифною схемою 1 широко застосовується тарифна схема 2 (зерно), оскільки за цією схемою здійснюється перевезення зерна, яке є масовим вантажем для українського ринку. Для

цієї тарифної схеми ефективне використання локомотивів (рис. 4.7) досягається на відстанях до 510 км для тепловозної тяги.

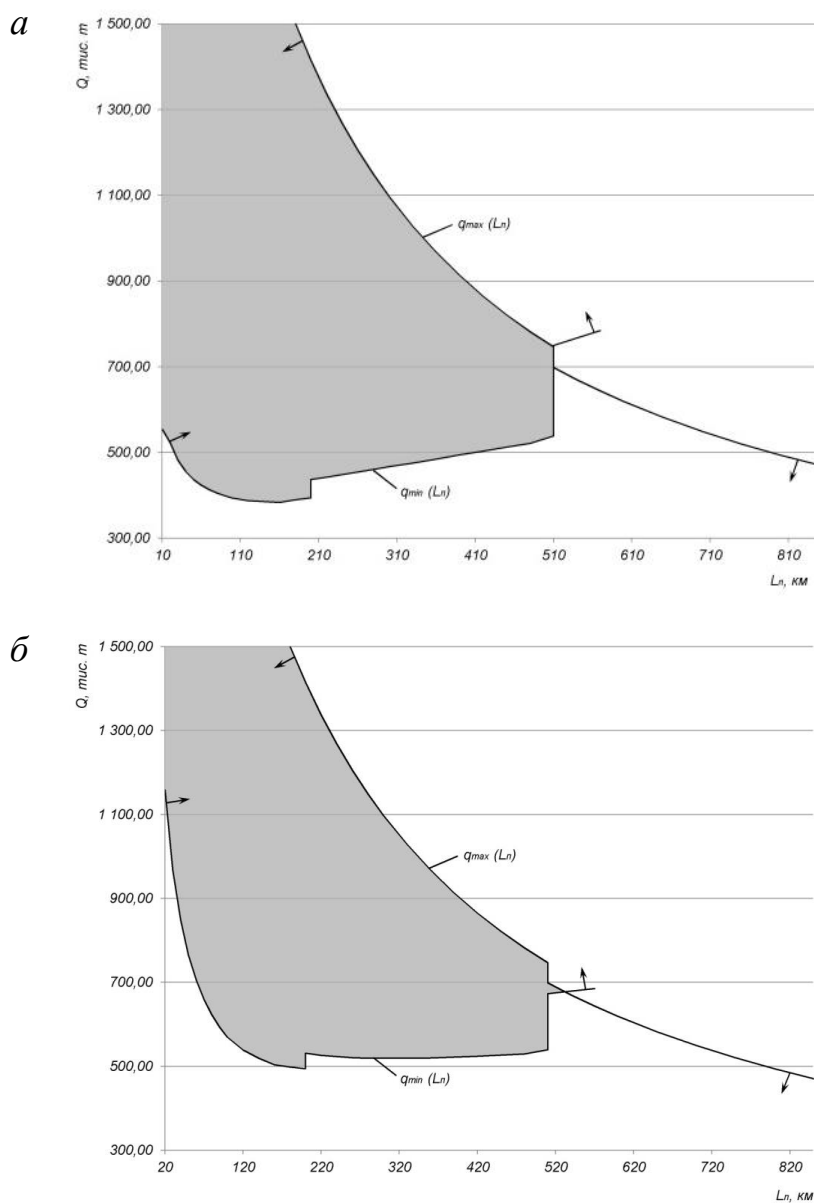


Рисунок 4.6 – Мінімальні та максимально можливі обсяги перевезень руди залізної, що може перевезти новий (а) та б/в (б) електровоз

Водночас, як видно з рис. 4.8, на відстанях до 800 і 700 км відповідно досягається ефективність для нового і б/в електровозів.



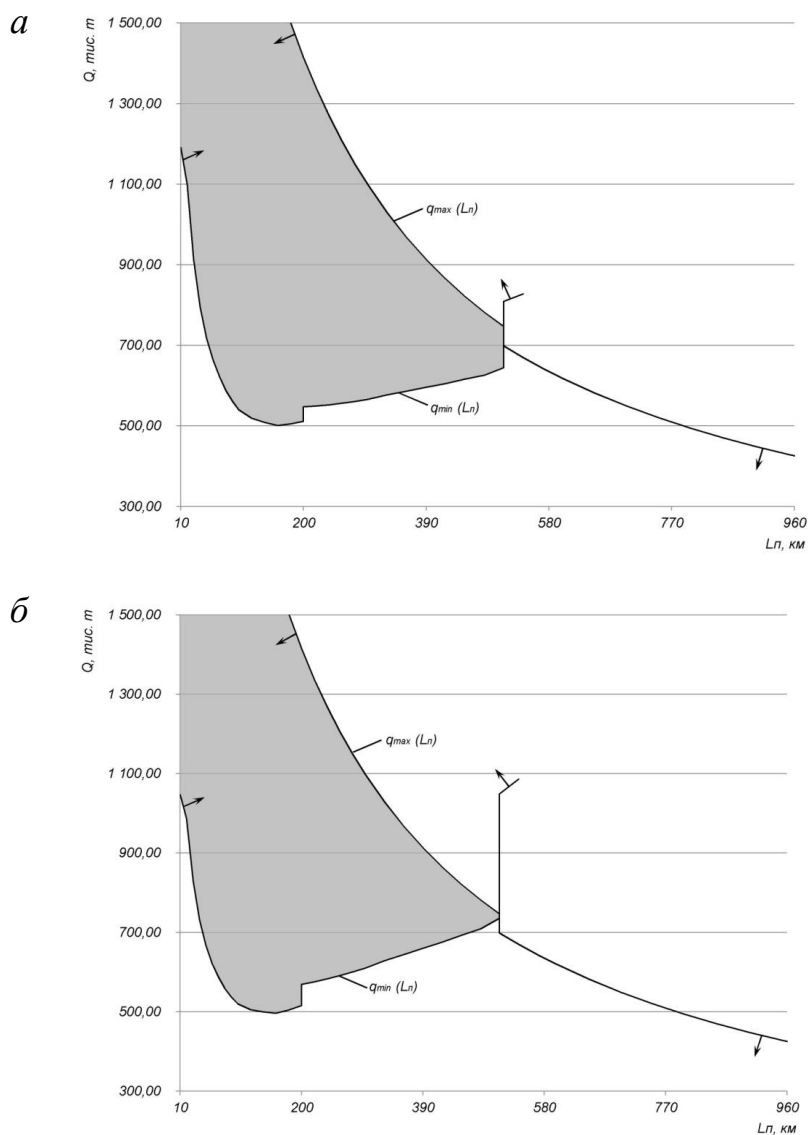


Рисунок 4.7 – Мінімальні та максимально можливі обсяги перевезень зерна, що може перевезти новий (а) та б/в (б) тепловоз

Як видно з вищенаведених даних аналізу графіків рис. 4.5–4.8, економічна ефективність від використання тепловозів є меншою, ніж електровозів, що пояснюється більшою вартістю енергоносіїв.

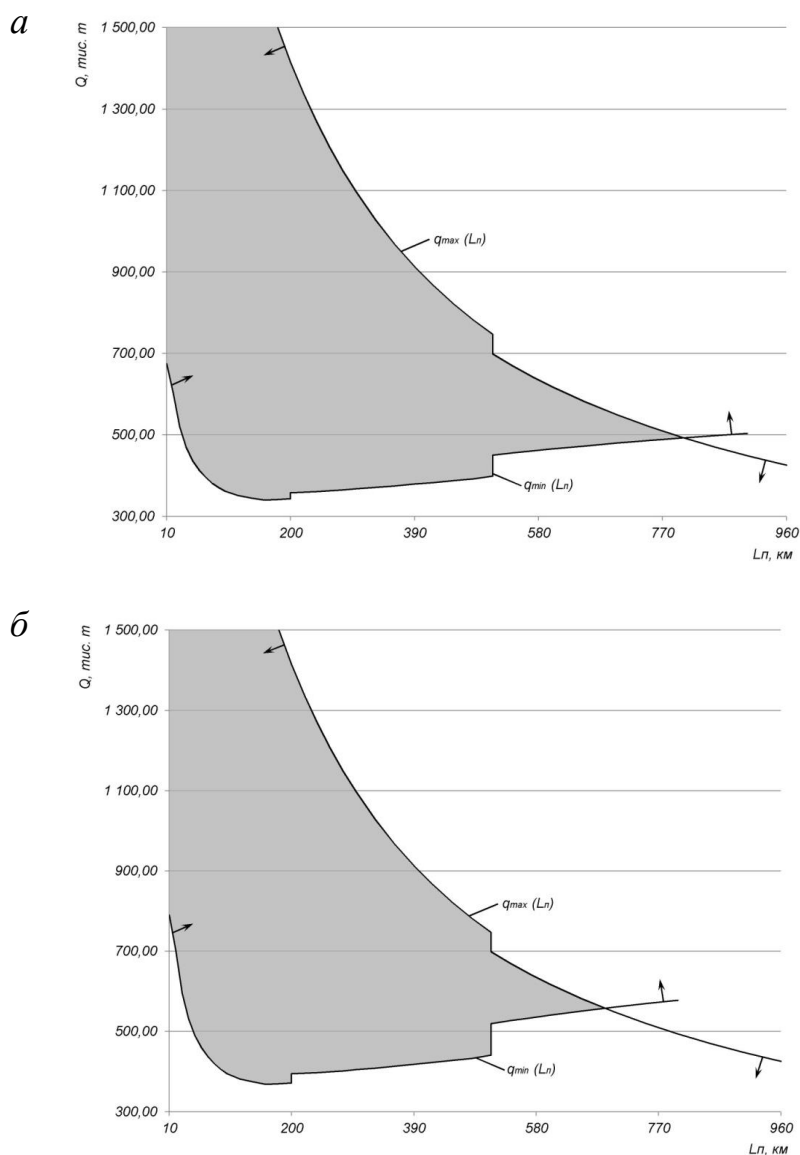


Рисунок 4.8 – Мінімальні та максимально можливі обсяги перевезень зерна, що може перевезти новий (а) та б/в (б) електровоз

Таким чином, вищенаведені області дають можливість встановити максимальні відстані прямування поїздів в власними (орендованими) локомотивами, за яких забезпечується їхня ефективна експлуатація. Водночас вони встановлюють граничні межі обсягів вантажу, що при цьому можуть бути перевезені.

#### 4.4 Висновки за розділом 4

1. Згідно з результатами, наведеними в додатку В, обмеження, що встановлюють ефективність придбання власних локомотивів, мають нелінійну залежність від відстані перевезень. Наведені залежності дозволяють визначати ефективність закупівлі локомотивів вантажовідправником, вантажоодержувачем та оператором вагонів у випадку відкриття ринку перевезень для приватної тяги.

2. У результаті досліджень вперше встановлено залежності величини економії витрат на залізничні перевезення від відстані в разі використання приватної локомотивної тяги. Виконані розрахунки показують, що застосування приватних локомотивів є економічно обґрунтованим і може забезпечити економію витрат до 35 %. У цих умовах допуск локомотивів підприємств до магістральної залізничної лінії є одним з ефективних методів вирішення проблеми старіння парку тягового рухомого складу Укрзалізниці.

## ВИСНОВКИ

1. Сучасні методи тягового забезпечення перевезення вантажів залізничним транспортом формувалися для умов, коли залізниці є одночасно і перевізниками, і операторами інфраструктури. При цьому парк тягового рухомого складу розподілений по мережі й має централізоване управління; локомотиви здійснюють обслуговування перевезень у межах своїх ділянок обертання. Така модель не може використовуватись у сучасних умовах приватними перевізниками через необхідність значних інвестицій у створення локомотивного парку. Тому методи тягового обслуговування перевезення вантажів на залізничному транспорті за умов уведення на транспортному ринку приватних перевізних компаній вимагають удосконалення.

2. На транспортному ринку України відбувається перерозподіл обсягів перевезень вантажів між залізничним та автомобільним транспортом. За період з 2003 року частка залізничних перевезень скоротилася з 73 до 64 %. Однією з причин цього є критичний стан тягового рухомого складу. Зокрема, знос парку електровозів становить 95 %, парку тепловозів – 99 %. Зменшення експлуатаційного парку локомотивів призводить як до зменшення обсягів перевезень, так і до погіршення показників використання вантажних вагонів. Встановлено, що між експлуатаційним парком локомотивів та обігом вантажних вагонів існує дуже сильний обернений зв'язок з коефіцієнтом кореляції 0,94. Таким чином, проблема розвитку залізничного парку тягового рухомого складу є актуальною для України.

3. Аналіз законодавства Європейського Союзу в галузі залізничного транспорту свідчить про необхідність надання опису залізничної інфраструктури у відкритому доступі. Враховуючи той факт, що АТ «Укрзалізниця» на сьогодні є одночасно оператором інфраструктури й перевізником,

опис її інфраструктури переважно здійснюється у внутрішніх документах, і немає потреби розміщення цієї інформації у відкритому доступі. У зв'язку зі зміною законодавства України відповідно до вимог Європейського Союзу виникає необхідність зміни технічних і технологічних документів, що пов'язані з виконанням залізничних перевезень. Зокрема, виникає необхідність інформувати перевізників про технічні можливості залізничної мережі й послуги, що надаються. Розроблено пропозиції щодо вдосконалення структури технологічних процесів дирекцій залізничних перевезень, які наближають зміст та обсяг наведеної в них інформації до вимог Європейського Союзу щодо опису залізничної інфраструктури. Також розроблена структура бази даних, на підставі якої може бути створена інтерактивна карта для інформування перевізників про технічні характеристики магістральної залізничної інфраструктури та про послуги, що надаються її оператором.

4. Схеми обслуговування перевезень тяговим рухомим складом залежать від розташування на мережі локомотивної інфраструктури. Тепловози незалежних перевізників зможуть обслуговувати перевезення між станціями навантаження та вивантаження на відстані до 822 км, а електровози – до 1000 км із спорудженням основної частини локомотивної інфраструктури на станції навантаження чи вивантаження. У разі організації перевезень на відстані понад 500 км під час перевезень повинні бути передбачені зміни локомотивних бригад. Зроблені розрахунки показують потенційну можливість виконання незалежними перевізниками залізничних перевезень зі створенням виключно власної локомотивної інфраструктури. У дисертації розроблено метод закріплення приватних локомотивів за нитками графіка, що ґрунтується на розв'язанні задачі про призначення, а також організаційну структуру приватної перевізної компанії. Основний ефект від допуску незалежних перевізних компаній до транспортного ринку по-

лягає в значному покращенні показників використання вагонів. Так, при організації перевезень на напрямку Полтавський ГЗК – Транспортний вузол ТІС обіг вагона скорочується з 105,56 до 68,73 год.

5. Використання приватних локомотивів забезпечує зменшення витрат на перевезення до 35 %. Ефективність використання приватної локомотивної тяги залежить від виду вантажу й нелінійно залежить від відстані перевезень. Максимальний ефект від впровадження приватної локомотивної тяги досягається в разі перевезення вантажів на відстані до 300 км. Встановлено залежності між відстанями перевезень та мінімальними обсягами перевезень, що забезпечують окупність капітальних видатків у розвиток локомотивного парку.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алешинский Е. С., Мещеряков В. В., Белоус Л. В. Разработка принципов создания региональных транспортно-логистических кластеров в Украине // Scientific Journal «ScienceRise». 2016. № 9/2(26). С. 54-58.
2. Баланов В. О. Анализ факторов, влияющих на обеспечение движения грузовых поездов по расписанию // Транспортні системи та технології перевезень : зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. Дніпропетровськ, 2015. Вип. 10. С. 5–9. doi: 10.15802/tstt2015/57057.2
3. Бараш Ю. С. Реструктуризація залізничного транспорту України в умовах ринку : автореф. дис. ... д-ра екон. наук : 08.00.04 / Укр. держ. акад. залізн. трансп. Харків, 2008. 37 с.
4. Березовый Н. И. Перевозка металлургической продукции кольцевыми маршрутами по расписанию с использованием частных локомотивов : [препринт] // Восточно-Европ. журн. передовых технологий. 2014. Вип. 3 (68). С. 51–55.
5. Буцько Т. В., Лаврухін О. В. Удосконалення технології організації перевезень в умовах невизначеності на основі раціонального використання засобів транспорту // Збірник наукових праць ДонІЗТ. 2006. № 8. С. 21-29.
6. Вакуленко С. П., Козлов П. А. Оптимизация оборота локомотивов с помощью системы «Лабиринт» // Наука и техника. Мир транспорта. 2016. Т. 14, № 4. С. 92–104.
7. Верлан А. И., Пинчук Е. П., Журавель И. Л. Совершенствование методов технико-экономической оценки эффективности перевозки грузов отправительскими маршрутами // Транспортні системи та технології перевезень : зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. Дніпропетровськ : ДНУЗТ, 2012. № 4. С. 10-14.

8. Вернигора Р. В., Єльнікова Л. О. Розробка оперативного плану роботи локомотивного парку на основі багатокритеріальної задачі про призначення // Транспортні системи та технології перевезень : зб. наук. пр. ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна. 2015. Вип. 10. С. 23-28.

9. Вернигора Р. В., Єльнікова Л. О. Перспективи створення адаптивної системи оперативного управління роботою локомотивів та локомотивних бригад // Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна «Транспортні системи та технології перевезень». 2012. №4. С. 25-29.

10. Гершвальд А. С. Оперативное планирование работы поездных локомотивов // Наука и техника транспорта. 2012. № 4. С. 47-50.

11. Гненний О. М., Вишнякова А. В. Проблеми оновлення тягового рухомого складу та оцінка ефективності інвестиційних проектів у локомотивному господарстві // Збірник наукових праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна «Проблеми економіки транспорту». 2015. Вип. 9. С. 105-112.

12. Гурьев А. И. Из тупика: история одной реформы. Санкт-Петербург : РЖД-Партнёр, 2008. URL: <http://guryevandrey.narod.ru/book.html> (дата звернення: 10.11.2016).

13. Давыдов А. В., Рубежанский П. Н. Совершенствование организации труда локомотивных бригад // Вестник Всероссийского научно-исследовательского ин-та ж.-д. трансп. 2007. № 4. С. 20-24.

14. Директива 2001/14/ЄС Європейського парламенту та Ради від 26 лютого 2001 року «Про розподілення пропускної спроможності залізничної інфраструктури та стягнення зборів за користування залізничною інфраструктурою»: за станом на 12 бер. 2015 р. : пер. укр. / Міністерство юстиції України. URL: <http://www.minjust.gov.ua/file/32884> (дата звернення: 10.05.2015).



15. Директива 2008/57/ЄС Європейського парламенту та Ради від 17 червня 2008 року «Про оперативну сумісність залізничних систем у межах Співтовариства»: за станом на 12 бер. 2015 р.: пер. укр. / Міністерство юстиції України. URL: <http://www.minjust.gov.ua/file/33403> (дата звернення: 10.05.2015).

16. Дослідження вимог Європейського Союзу щодо опису залізничної інфраструктури / О. М. Пшінько, С. В. Мямлін, Д. М. Козаченко, В. С. Алейник, І. І. Тревогін // Українські залізниці. 2015. № 5-6(23-24). С. 40-45.

17. Ейтутіс Г. Д. Стратегія реформування залізниць України на основі регіоналізації транспортного обслуговування : автореф. дис. ... д-ра екон. наук : 08.00.03 / НАН України, Рада по вивч. продукт. сил України. Київ, 2010. 38 с.

18. Єльнікова Л. О. Удосконалення методики оперативного планування роботи парку вантажних локомотивів // Транспортні системи та технології перевезень : зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. 2016. Вип. 12. С. 25-31.

19. Козаченко Д. М., Березовий М. І., Вернигора Р. В. Проблеми доступу до магістральної інфраструктури залізничного транспорту незалежних перевізників // Наукова думка. 2016. № 3-4. С. 62-64.

20. Козаченко Д. М., Очкасов О. Б., Шепотенко А. П., Санницький Н. М. Перспективи використання приватних локомотивів для перевезення вантажів у напрямку морських портів // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. 2017. № 6 (72). С. 7-19.

21. Козаченко Д. Н., Березовий Н. И., Санницький Н. М. Формалізація описання залізничної інфраструктури // Транспортні системи та технології перевезень : зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. Дніпропетровськ, 2015. №9. С. 23-28.

22. Козаченко Д. Н., Вернигора Р. В., Березовый Н. И. Проблемы использования частных локомотивов для выполнения перевозок на магистральном железнодорожном транспорте // Транспортні системи та технології перевезень : зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. 2012. № 3. С. 40-46.

23. Козаченко Д., Верлан А., Санницький Н. Розвиток конкурентного середовища на ринку залізничних перевезень // Українська залізниця. 2016. № 9 (39). С. 46-50.

24. Козлов П. А., Вакуленко С. П. Оптимизация оборота локомотивов при заданных поездопотоках // Железнодорожный транспорт. 2016. № 10. С. 34-37.

25. Козлов П. А., Вакуленко С. П. Модель оптимального графика оборота поездных локомотивов // Вестник ВНИИЖТ. 2015. № 2. С. 15-20.

26. Козлов П. А., Вакуленко С. П. Оптимизация режимов работы локомотивов с помощью системы Лабиринт // Мир транспорта. 2016. № 4. С.10–14.

27. Козлов П. А., Вакуленко С. П. Расчет согласованных режимов оборота локомотивов и технического обслуживания // Наука и техника транспорта. 2016. № 3. С. 90-95.

28. Кочнев Ф. П., Сотников И. Б. Управление эксплуатационной работой железных дорог : учеб. пособие для вузов. Москва : Транспорт, 1990. 424 с.

29. Лаврухін О. В., Немировський Б. М. Удосконалення технології роботи контейнерних терміналів на основі впровадження інтелектуальних передових технологій // Збірник наукових праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна «Транспортні системи та технології перевезень». 2017. Вип. 13. С. 46-51.

30. Линник Г. О., Соломка В. І. Шляхи удосконалення системи управління станом штучних споруд на залізницях України // Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика: зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. 2012. Вип. 3. С. 106-110.

31 Максимов Д. В. Автоматизация составления графика оборота локомотивов // Тр. ВНИИЖТ. Москва, 1980. Вып. 633. С. 86–96.

32. Математична модель руху контейнерних поїздів напрямку Україна–Китай на принципах глобальної логістики / С. В. Панченко, А. О. Каграманян, О. В. Лаврухін, А. М. Котенко, В. І. Шевченко // Збірник наукових праць УкрДУЗТ. 2016. Вип. 160. С. 5-10.

33. Методика розрахунку норм витрат дизельного пального і електроенергії на тягу поїздів : ЦТ-0099 : затв. наказ. Укрзалізниці від 09.06.2004 р. № 113-Ц / М-во транспорту України, Держадміністрація залізничного транспорту, Укрзалізняця. Київ : Укрзалізняця, 2004. 56 с.

34. Мних О. Б., Гречин Б. Д. Розвиток транспортної політики в Україні згідно з вимогами ЄС на прикладі вантажних перевезень залізничного і автомобільного транспорту // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". 2012. № 749 : Логістика. С. 434–440.

35. Моделювання процесу оперативного планування роботи локомотивного парку і локомотивних бригад / І. В. Жуковицький, В. В. Скалозуб, О. В. Ветрова, О. Л. Зіненко // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. 2006. Вип. 12. С. 74-78.

36. Назаренко І. Л. Акціонування Укрзалізниці: доцільність врахування помилок ВАТ «РЖД» // Вісник економіки транспорту і промисловості. 2012. № 39. С. 149-153.

37. Некрашевич В. И., Ковалев В. Н., Сальченко В. Л. Методика установлення потребности в поездных локомотивах для освоения годового

объема грузовых перевозок // Вестник Научно-исследовательского ин-та ж.-д. трансп. 2013. № 3. С. 25-32.

38. Некрашевич В. И., Апатцев В. И. Управление эксплуатацией локомотивов. Москва : РГОТУПС, 2009. С. 231-244.

39. Некрашевич В. И. Технология комплексного оперативного планирования работы локомотивных бригад грузового движения в условиях автоматизации // Вестник Всероссийского научно-исследовательского ин-та ж.-д. трансп. 2007. №1. С. 28-34.

40. Некрашевнич В. И., Лаханкин Е. А., Агеева М. А. Дорожно-сетевая система автоматизированного составления графиков оборота локомотивов и локомотивных бригад грузового движения и расчета показателей их использования // Вестник Белорусского государственного университета транспорта. Наука и транспорт. 2015. №2 (31). С. 48-49.

41. Некрашевич В. И., Игнатов А. И. Методика расчета потребности в локомотивах при их оперативном секционировании и кратной тяге // Вестник Всероссийского научно-исследовательского ин-та ж.-д. трансп. 2008. № 2. С. 24-30.

42. Одуденко Т. А., Санькова Г. В. Анализ эффективности работы локомотивных бригад на железнодорожном полигоне // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. 2014. Т. 2. С. 29-32.

43. Особливості регулювання робочого часу і часу відпочинку окремих категорій працівників, безпосередньо пов'язаних із забезпеченням безпеки руху поїздів і обслуговуванням пасажирів на залізницях і метрополітенах України : наказ Укрзалізниці від 10.03.1994 р. № 40-Ц. Київ : Укрзалізниця, 1994. 12 с.

44. Пазойский Ю. О. Автоматизация составления графика работы локомотивных бригад в пригородном сообщении // Вестник ВНИИЖТ.

1996. № 4. С. 33-39.

45. Передумови необхідності класифікації залізничної інфраструктури України для експлуатаційної діяльності / А. В. Прохорченко, Ю. С. Бугай, Р. І. Семененко, В. М. Воловодик // Збірник наукових праць УкрДУЗТ. 2016. Вип. 163. С. 119-126.

46. Порядок подачи (выхода) локомотивов, мотор-вагонного железнодорожного подвижного состава с железнодорожных путей необщего пользования на железнодорожные пути общего пользования и с железнодорожных путей общего пользования на железнодорожные пути необщего пользования : приказ Министерства транспорта РФ от 15 февраля 2008 года № 28.

47. Пояснювальна записка до консолідованого проекту фінансового плану ПАТ «Українська залізниця» на 2017 рік. URL: <https://mtu.gov.ua/news/29134.html> (дата звернення: 30.11.2017).

48. Правила оказания услуг по использованию инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования : утверждены Постановлением Правительства Российской Федерации от 20 ноября 2003 года № 703.

49. Правила перевозок грузов в поездах, сформированных из локомотивов и вагонов, принадлежащих на праве собственности или ином праве грузоотправителям, грузополучателям, иным юридическим и физическим лицам, не являющимся перевозчиками на железнодорожном транспорте : приказ Министерства транспорта РФ от 22.10.2007 № 150.

50. Правила тяговых расчетов для поездной работы. Москва : Транспорт, 1985. 287 с.

51. Про залізничний транспорт : Закон України від 04.07.96 № 273/96. URL: [zakon.rada.gov.ua/laws/show/273/96-вр](http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/273/96-вр) (дата звернення: 15.06.2016).

52. Програма оновлення локомотивного парку залізниць України на 2012-2016 роки : Постанова Кабінету Міністрів України від 1 серпня 2011 р. № 840. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/840-2011-%D0%BF>. (дата звернення: 12.02.2016).

53. Программа структурной реформы на железнодорожном транспорте (с комментариями) / Составители и авторы комментариев: А. С. Мишарин, А. В. Шаронов, Б. М. Лapidус, П. К. Чичагов, Н. М. Бурносков, Д. А. Мачерет. Москва : МЦФЭР, 2001. 240 с.

54. Продащук С. М., Богомазова Г. Є., Пурій Р. А. Нова концепція тарифної політики для внутрішніх залізничних вантажних перевезень // Збірник наукових праць УкрДУЗТ. 2016. Вип. 164. С. 161–169.

55. Прохорченко А. В. Проблеми розрахунку пропускної спроможності залізничної інфраструктури в умовах ринкових відносин // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. 2014. № 4. С. 36-41.

56. Прохорченко А. В., Огієнко В. А. Аналіз методів розрахунку пропускної спроможності залізничних дільниць // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. 2014. Вип.150. С. 66-73.

57. Прохорченко А. В. Передумови розроблення нових методів управління пропускною спроможністю залізничної інфраструктури в умовах реформування залізничного транспорту України // Збірник наукових праць УкрДУЗТ. 2015. Вип. 156. С.82-87.

58. Прохорченко А. В., Джгалієва М. В. Аналіз світових тенденцій розвитку ринку вантажних перевезень та існуючого стану залізничного транспорту України // Збірник наукових праць УкрДУЗТ. 2015. Вип. 158, т. 1. С. 23-30.

59. Пустовой И. В. Ключевые показатели эффективности информационно-динамической модели управления сервисным техническим обслуживанием и ремонтом локомотивов // Вестник Уральского государственного

ного университета путей сообщения. 2018. № 2 (38). С. 77-84.

60. Расчет эксплуатируемого парка грузовых локомотивов графоаналитическим методом на языке программирования С#. / М. Н. Машарипов, М. Х. Расулов, М. М. Расулмухаммедов, Ш. М. Суюнбаев // Интеллектуальные технологии на транспорте. 2019. № 1. С. 5-12.

61. Рудаков О. Г. Ціноутворення в залізничних вантажних перевезеннях України: проблеми та напрями їх вирішення. URL: [https://ukr-socium.org.ua/wp-content/uploads/2009/04/77-83\\_\\_no-2\\_\\_vol-29\\_\\_2009\\_\\_UKR.pdf](https://ukr-socium.org.ua/wp-content/uploads/2009/04/77-83__no-2__vol-29__2009__UKR.pdf). (дата звернення: 05.12.2017).

62. Санницький Н.М. Дослідження ефективності використання приватної локомотивної тяги на залізницях України // Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія : Технічні науки. 2018. Т. 29 (68), № 4, ч. 2. С.147-155.

63. Сологуб С., Сторчай І. Ціноутворення на вантажні перевезення залізниць України // Залізничний транспорт : зб. наук. пр. ДЕТУТ. Серія : «Економіка і управління». 2016. Вип. 36. С. 147-153.

64. Структура и параметры развития рынка транспортных услуг / Н.Т. Примачев, В.Л. Дикань, Е.Ю. Павленко и др.; под. общ. ред. д.е.н., проф. Примачева Н. Т. Одесса : «ИздатИнформ», 2008. 268 с.

65. Суюнбаев Ш. М. Оперативное планирование эксплуатационной работы в условиях организации движения грузовых поездов по твердому графику // Известия Петербургского университета путей сообщения. Санкт-Петербург : ПГУПС, 2010. Вып. 3. С. 15-24.

66. Тарифное руководство № 4 железных дорог Украины. Киев: Логос, 2001. – 403 с.

67. Тарифне керівництво №1. Збірник тарифів на перевезення вантажів залізничним транспортом у межах України та пов'язані з ними послуги. Київ : «Укрзалізниця», 2009. 200 с.

68. Тепловоз 2ТЭ116 / С. П. Филонов, А. И. Гибалов, Е. А. Никитин [и др.]. 3-е изд., перераб. и доп. Москва : Транспорт, 1996. 334 с.

69. Ткаченко В. В. Аналіз проблем інвестиційного розвитку локомотивного господарства залізниць України // Вісник економіки транспорту і промисловості. 2013. № 42. С. 407-411.

70. Удосконалення системи обслуговування клієнтів на залізницях України з огляду на досвід інших держав / О. Г. Стрелко, Г. І. Кириченко, Ю. А. Бердніченко, А. С. Лиман // Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки. 2019. Т. 30 (69), ч. 2, № 4. С. 141-145.

71. Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте : учеб. для вузов / П. С. Грунтов, Ю. В. Дьяков, А. М. Макаровичкин и др.; под ред. П. С. Грунтова. Москва : Транспорт, 1994. 543 с.

72. Управление эксплуатационной работой на железнодорожном транспорте. Т. 2 Управление движением / под. ред. В. И. Ковалева и А.Т. Осьминина. Москва, 2011. 433 с.

73. Хусаинов Ф. И. Реформа железнодорожного транспорта России: итоги и задачи // Транспорт Российской Федерации. 2011. № 5(36). С. 20-23.

74. Цуцков Д. В. Выбор оптимальных технологических параметров организации перевозочного процесса с использованием твердых ниток графика // Труды ВНИИАС. Москва, 2005. № 3. С. 43-49.

75. Череватенко О. М. Економічний механізм трансформації відносин власності на залізничному транспорті в умовах реформування галузі : автореф. дис. ... канд. екон. наук: 08.00.04 / Укр. держ. акад. залізн. трансп. Харків, 2008. 20 с.

76. Чернюгов А. Д., Некрашевич В. И. Использование ЭВМ для расчета парка локомотивов на зарубежных и отечественных дорогах // Желез-



нодорожный транспорт за рубежом. 1974. №7 (161). С. 35-40.

77. Шапкин И. Н., Кожанов Е. М. Технология обеспечения полновесности и полносоставности поездов, отправляемых по твердым ниткам графика // Вестник ВНИИЖТ. Москва, 2005. № 4. С. 23-28.

78. Шаров В. А., Бородин А. Ф. Интегрированная технология управления движением грузовых поездов по расписанию // Инновационные технологии перевозок. Железнодорожный транспорт. 2011. № 8. С. 11-21.

79. Электровоз ВЛ80т. Руководство по эксплуатации / под ред. Б. Р. Бондаренко. Москва : Транспорт, 1977. 568 с.

80. A branch-first, cut-second approach for locomotive assignment / K. Ziarati, F. Soumis, J. Desrosiers, M. M. Solomon // Management Science. 1999. No. 45. P. 1156-1168.

81. Assessment of cargo delivery quality using fuzzy set apparatus / H. Kyrychenko, Y. Statyvka, O. Strelko, Y. Berdnychenko, H. Nesterenko // International Journal of Engineering & Technology. 2018. № 7(4.3). P. 262–265. doi: 10.14419/ijet.v7i4.3.19800.

82. Bartlett T. E. An Algorithm for the Minimum Number of Transport Units to Maintain a Fixed Schedule. Naval Res. Logist. 1957. Quart. 4. P. 139–149.

83. Booler J. M. P. The solution of a railway locomotive scheduling problem. Journal of the Operational Research Society. 1980. No. 31. P. 943-948.

84. Butko T., Prokhorchenko A., Muzykin M. An improved method of determining the schemes of locomotive circulation with regard to the technological peculiarities of railcar traffic // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2016. 5/3 ( 83 ). P. 47-55. DOI: 10.15587/1729-4061, 2016. 80471

85. Caprara M., Fischetti P., Toth D. Vigo, and P. L. Guida. Algorithms for Railway Crew Management. Math. Programming. 1997. 79, P. 125–141.

86. Charnes A., Miller M. H. A model for the optimal programming of railway freight train movements. *Management Science*. 1956. 3. P. 74–92.

87. Commission implementing decision of 15 September 2011 on the common specifications of the register of railway infrastructure // *Official Journal of the European Union* URL : <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011D0633&from=EN> (дата звернення: 12.09.2016)

88. Cordeau J. F., Toth P., Vigo D., A survey of optimization models for train routing and scheduling. *Transportation Science*. 1998. 32. P. 380–404.

89. Directive 2012/34/EU of the European Parliament and of the Council of 21 November 2012 Establishing a single European railway area: станом на 14. груд. 12. *Official Journal of the European Union* URL: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:343:0032:0077:EN:PDF> (дата звернення: 10.05.2015).

90. Evaluation of the transition to the organization of freight trains traffic by the schedule / D. Kozachenko, R. Vernigora, V. Balanov, N. Berezovy, L. Yelnikova, Yu. Germanyuk // *Transport problems*. 2016. Vol. 11, Is. 1. P. 41-48. doi: 10.20858/tp.2016.11.1.4.

91. Finger M. Governance of competition and performance in European railways: An analysis of five cases // *Utilities Policy*. 2014. Vol. 31. P. 278-288.

92. Florent Laroche, Laurent Guihéry European Rail Traffic Management System (ERTMS): Supporting competition on the European rail network? // *research in Transportation Business & Management*. 2013. 6. P. 81–87.

93. Improving the methods of estimation of the unit train effectiveness / D. Kozachenko, R. Vernigora, V. Balanov, N. Sannytskyy, N. Berezovy, T. Bolvanovska // *Transport problems*. 2016. Vol. 11, Is. 3. P. 91-101.

94. Kozlov P., Timukhina E., Tushin N. Coordination of locomotives turnover and servicing modes // *Transport Problems*. 2018. Vol. 13, Is. 1. P. 19-

26. DOI: 10.21307/tp.2018.13.1.2

95. Laisi M., Makitalo M., Hilmola O.-P. Stimulating competition in the liberalized railway freight market // *Baltic Journal of Management*. 2012. Vol. 7, No. 1. P. 68-85. DOI 10.1108/17465261211195865

96. Laurino A., Ramellab F., Beria P. The economic regulation of railway networks: A worldwide survey // *Transportation Research. Part A: Policy and Practice*. 2015. Vol. 77. P. 202–212. doi: 10.1016/j.tra.2015.04.011

97. Link H. Rail infrastructure charging and on-track competition in Germany // *International Journal of Transport Management*. 2004. Vol. 2. Iss. 1. P. 17–27. doi :10.1016/j.ijtm.2004.05.002

98. Mäkitalo M. Market entry barriers in Finland's rail freight transport // *World Review of Intermodal Transportation Research*. 2010. Vol. 3, Nos. 1/2. P. 181-195.

99. Maroti, G. & Kroon, L. Maintenance routing for train units: the transition model // *Transportation Science*. 2005. No. 39. P. 518-525.

100. Myronenko Viktor, Matsiuk Viacheslav Rational distribution of the high-speed railway capacity between trains of various categories // *Transport Economics and Logistics*. 2018. Vol. 76. P. 95-100.

101. Network Statement Common Structure: Website of Rail Net Europe  
URL : <http://www.rne.eu/network-statement.html> (дата звернення: 21.06.2016).

102. Pittman R. Options for Restructuring the State-Owned Monopoly // *Railway Research in Transportation Economics*. 2007. Vol. 20. P. 179-198.  
URL: [https://doi.org/10.1016/S0739-8859\(07\)20007-1](https://doi.org/10.1016/S0739-8859(07)20007-1) (дата звернення: 10.09.2016).

103. Pittman R. Railways Restructuring and Ukrainian Economic Reform // *Man and the Economy*. 2015. Vol. 2. Iss. 1. P. 87–107.

104. Pittman R. Reforming and restructuring Ukrzaliznytsia: a crucial task

for Ukrainian reformers // *Science and Transport Progress*. 2017. № 1(67). С. 34-50. doi:10.15802/stp2017/92775.

105. Pittman R. The freight railways of the former Soviet Union, twenty years on: Reforms lose steam // *Research in Transportation Business & Management*. 2013. Vol. 6. P. 99–115.

106. Piu F. and Speranza M. G. The locomotive assignment problem: a survey on optimization models // *International Transactions in Operational Research*. 2014. Vol. 21. P. 327–352.

107. Register of Infrastructure: Final Report. URL: [http://www.era.europa.eu/Document-Register/Documents/IU-Recommendation on specification of RINF-Final Report.pdf](http://www.era.europa.eu/Document-Register/Documents/IU-Recommendation%20on%20specification%20of%20RINF-Final%20Report.pdf) . (дата звернення: 25.10.2016).

108. Slack B., Vogt Alexander Challenges confronting new traction providers of rail freight in Germany // *Transport Policy*. 2007. 14. P. 399–409. doi:10.1016/j.tranpol.2007.04.003

109. Solving real-life locomotive scheduling problems / R. K. Ahuja, J. Liu, J. B. Orlin, D. Sharma, L. A. Shughart // *Transportation Science*. 2005. No. 39. P. 503-517.

110 Strategic, tactical and real-time planning of locomotives at Norfolk Southern using approximate dynamic programming / W. Powell, B. Bouzaiene-Ayari, C. Cheng, R. Fiorillo, S. Das, C. Lawrence // *Joint Rail Conference*. Philadelphia, Pennsylvania, USA, April 17–19, 2012. Paper No. JRC2012-74187. P. 491-500.

111. 2015 Timetable. URL : <http://www.rff.fr/en/media-library/french-reference-texts/rail-network-statement/2014-timetable-854/> (дата звернення: 25.10.2016)

112. Topaloglu H. & Powell W. B. Dynamic-programming approximations for stochastic time-staged integer multicommodity-flow problems. *INFORMS Journal on Computing*. 2006. No. 18. P. 31.

113. Use of cargo delivery process model for the assessment of logistics service quality / Hanna Kyrychenko, Halyna Nesterenko, Svetlana Avramenko, Sergiy Lytvynenko, Peter Yanovsky, Larysa Lytvynenko // *International Journal of Engineering & Technology*. 2018. 7 (4). P. 4514-4518. doi: 19858.

114. Vaidyanathan B, Ahuja R. K, Orlin J. B. The locomotive routing problem // *Transp Sci*. 2008. 42. P. 492–507.

115. Wright M. B. Applying stochastic algorithms to a locomotive scheduling problem // *Journal of the Operational Research Society*. 1989. No. 40. P. 187-192.

## ДОДАТОК А

### АКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ



Затверджую:  
 Начальник служби перевезень  
 регіональної філії «Львівська  
 залізниця» АТ «Укрзалізниця»

  
 Фіняк З.М.  
 «10» вересня 2019 р

#### ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційної роботи спешукача кафедри  
 «Управління експлуатаційною роботою»  
 Дніпровського національного університету залізничного транспорту  
 імені академіка В. Лазаряна  
 Санницького Назара Мирославовича  
 на тему: «Формування технології тягового забезпечення перевезень  
 вантажів залізничним транспортом приватними локомотивами»

На засіданні фахівців служби перевезень (протокол № 64/ДТС від 10.09.2019) регіональної філії «Львівська залізниця» АТ «Укрзалізниця» було розглянуто методи організації перевезень вантажів залізничним транспортом незалежними перевізними компаніями, які розроблені в дисертаційній роботі спешукача кафедри «Управління експлуатаційною роботою» Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна Санницького Н.М. У результаті встановлено:

- запропоновані в дисертаційному дослідженні Санницького Н.М. методи дослідження, відповідають фактичним технологічним процесам роботи залізничного транспорту та дозволяють покращити показники використання вагонів;

- математична модель використання приватної тяги може забезпечити зменшення витрат на перевезення вантажів та покращити ситуацію із забезпеченням локомотивної тяги при здійсненні перевезення на невеликих відстанях;

- результати дисертаційної роботи Санницького Н.М. прийняти до розгляду щодо можливості впровадження в службі перевезень регіональної філії «Львівська залізниця» АТ «Укрзалізниця».

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**

Директор Львівської філії  
Дніпровського національного  
університету залізничного транспорту  
імені академіка В.Лазаряна

  
Я.В. Болжеларський  
\_\_\_\_\_ 2019

**АКТ**

**про використання наукових результатів дисертаційної роботи  
Санницького Назара Мирославовича  
«Формування технології тягового забезпечення перевезень вантажів  
залізничним транспортом приватними локомотивами»**

У початковому процесі Львівської філії Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна при підготовці бакалаврів спеціальності 275 «Транспортні технології» використовуються отримані в дисертації Санницького Н.М. наукові та практичні результати. Теоретичні методи роботи використані при викладанні дисципліни «Управління експлуатаційною роботою». Результати наукових досліджень також застосовано для формулювання тем та при виконанні дипломних проектів студентами спеціальності «Транспортні технології».

Зав. кафедри транспортних технологій



Б. В. Гера

## ДОДАТОК Б

### Матриці підв'язки локомотивів

Таблиця Б.1 - Матриця підв'язки локомотивів за відповідними нитками графіка та мінімальні тривалості стоянок їх при перечепленні від поїзда до поїзда (початковий варіант)

Від поїзда		До поїзда		Час до відправлення поїзда в годинах від нуля годин першої доби													
				0	42	33	73	66	24	3	46	16	58	32	75	50	8
				Номер поїзда													
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Час до прибуття поїзда в годинах від нуля годин першої доби	48	Номер поїзда	1	36	78	69	25	18	60	39	82	52	10	68	27	2	44
	6		2	78	36	27	67	60	18	81	40	10	52	26	69	44	2
	73		3	11	53	44	84	77	35	14	57	27	69	43	9999	61	19
	29		4	55	13	4	44	37	79	58	17	71	29	3	46	21	63
	20		5	64	22	13	53	46	4	67	26	80	38	12	55	30	72
	62		6	22	64	55	11	4	46	25	68	38	80	54	13	72	30
	41		7	43	85	76	32	25	67	46	5	59	17	75	34	9	51
	0		8	84	42	33	73	66	24	3	46	16	58	32	75	50	8
	54		9	30	72	63	19	12	54	33	76	46	4	62	21	80	38
	12		10	72	30	21	61	54	12	75	34	4	46	20	63	38	80
	68		11	16	58	49	5	82	40	19	62	32	74	48	7	66	24
	27		12	57	15	6	46	39	81	60	19	73	31	5	48	23	65
	82		13	2	44	35	75	68	26	5	48	18	60	34	77	52	10
	40		14	44	2	77	33	26	68	47	6	60	18	76	35	10	52



Таблиця Б.2 - Матриця підв'язки локомотивів за відповідними нитками графіка та мінімальні тривалості стоянок їх при перечепленні від поїзда до поїзда (перше покращення)

Від поїзда		До поїзда		Час до відправлення поїзда в годинах від нуля годин першої доби													
				0	42	33	73	66	24	3	46	16	58	32	75	50	8
				Номер поїзда													
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Час до прибуття поїзда в годинах від нуля першої доби	48	1	36	78	69	25	18	60	39	82	52	10	68	27	9999	44	
	6	2	78	36	27	67	60	18	81	40	10	52	26	69	44	2	
	73	3	11	53	44	84	77	35	14	57	27	69	43	9999	61	19	
	29	4	55	13	4	44	37	79	58	17	71	29	3	46	21	63	
	20	5	64	22	13	53	46	4	67	26	80	38	12	55	30	72	
	62	6	22	64	55	11	4	46	25	68	38	80	54	13	72	30	
	41	7	43	85	76	32	25	67	46	5	59	17	75	34	9	51	
	0	8	84	42	33	73	66	24	3	46	16	58	32	75	50	8	
	54	9	30	72	63	19	12	54	33	76	46	4	62	21	80	38	
	12	10	72	30	21	61	54	12	75	34	4	46	20	63	38	80	
	68	11	16	58	49	5	82	40	19	62	32	74	48	7	66	24	
	27	12	57	15	6	46	39	81	60	19	73	31	5	48	23	65	
	82	13	2	44	35	75	68	26	5	48	18	60	34	77	52	10	
	40	14	44	2	77	33	26	68	47	6	60	18	76	35	10	52	

Таблиця Б.3 - Матриця підв'язки локомотивів за відповідними нитками графіка та мінімальні тривалості стоянок їх при перечепленні від поїзда до поїзда (друге покращення)

Від поїзда		До поїзда		Час до відправлення поїзда в годинах від нуля годин першої доби													
				0	42	33	73	66	24	3	46	16	58	32	75	50	8
				Номер поїзда													
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Час до прибуття поїзда в годинах від нуля годин першої доби	48	Номер поїзда	1	36	78	69	25	18	60	39	82	52	10	68	27	9999	44
	6		2	78	36	27	67	60	18	81	40	10	52	26	69	44	2
	73		3	11	53	44	84	77	35	14	57	27	69	43	9999	61	19
	29		4	55	13	4	44	37	79	58	17	71	29	3	46	21	63
	20		5	64	22	13	53	46	4	67	26	80	38	12	55	30	72
	62		6	22	64	55	11	4	46	25	68	38	80	54	13	72	30
	41		7	43	85	76	32	25	67	46	5	59	17	75	34	9	51
	0		8	84	42	33	73	66	24	9999	46	16	58	32	75	50	8
	54		9	30	72	63	19	12	54	33	76	46	4	62	21	80	38
	12		10	72	30	21	61	54	12	75	34	4	46	20	63	38	80
	68		11	16	58	49	5	82	40	19	62	32	74	48	7	66	24
	27		12	57	15	6	46	39	81	60	19	73	31	5	48	23	65
	82		13	2	44	35	75	68	26	5	48	18	60	34	77	52	10
	40		14	44	2	77	33	26	68	47	6	60	18	76	35	10	52

Таблиця Б.4 - Матриця підв'язки локомотивів за відповідними нитками графіка та мінімальні тривалості стоянок їх при перечепленні від поїзда до поїзда (третє покращення)

Від поїзда		До поїзда		Час до відправлення поїзда в годинах від нуля годин першої доби													
				0	42	33	73	66	24	3	46	16	58	32	75	50	8
				Номер поїзда													
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Час до прибуття поїзда в годинах від нуля годин першої доби	48	Номер поїзда	1	36	78	69	25	18	60	39	82	52	10	68	27	9999	44
	6		2	78	36	27	67	60	18	81	40	10	52	26	69	44	2
	73		3	11	53	44	84	77	35	14	57	27	69	43	9999	61	19
	29		4	55	13	9999	44	37	79	58	17	71	29	3	46	21	63
	20		5	64	22	13	53	46	4	67	26	80	38	12	55	30	72
	62		6	22	64	55	11	4	46	25	68	38	80	54	13	72	30
	41		7	43	85	76	32	25	67	46	5	59	17	75	34	9	51
	0		8	84	42	33	73	66	24	9999	46	16	58	32	75	50	8
	54		9	30	72	63	19	12	54	33	76	46	4	62	21	80	38
	12		10	72	30	21	61	54	12	75	34	4	46	20	63	38	80
	68		11	16	58	49	5	82	40	19	62	32	74	48	7	66	24
	27		12	57	15	6	46	39	81	60	19	73	31	5	48	23	65
	82		13	2	44	35	75	68	26	5	48	18	60	34	77	52	10
	40		14	44	2	77	33	26	68	47	6	60	18	76	35	10	52

Таблиця Б.5 - Матриця підв'язки локомотивів за відповідними нитками графіка та мінімальні тривалості стоянок їх при перечепленні від поїзда до поїзда (четверте покращення)

Від поїзда		До поїзда		Час до відправлення поїзда в годинах від нуля годин першої доби													
				0	42	33	73	66	24	3	46	16	58	32	75	50	8
				Номер поїзда													
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Час до прибуття поїзда в годинах від нуля першої доби	48	1	36	78	69	25	18	60	39	82	52	10	68	27	9999	44	
	6	2	78	36	27	67	60	18	81	40	10	52	26	69	44	2	
	73	3	11	53	44	84	77	35	14	57	27	69	43	9999	61	19	
	29	4	55	13	9999	44	37	79	58	17	71	29	9999	46	21	63	
	20	5	64	22	13	53	46	4	67	26	80	38	12	55	30	72	
	62	6	22	64	55	11	4	46	25	68	38	80	54	13	72	30	
	41	7	43	85	76	32	25	67	46	5	59	17	75	34	9	51	
	0	8	84	42	33	73	66	24	9999	46	16	58	32	75	50	8	
	54	9	30	72	63	19	12	54	33	76	46	4	62	21	80	38	
	12	10	72	30	21	61	54	12	75	34	4	46	20	63	38	80	
	68	11	16	58	49	5	82	40	19	62	32	74	48	7	66	24	
	27	12	57	15	6	46	39	81	60	19	73	31	5	48	23	65	
	82	13	2	44	35	75	68	26	5	48	18	60	34	77	52	10	
	40	14	44	2	77	33	26	68	47	6	60	18	76	35	10	52	

Таблиця Б.6 - Матриця підв'язки локомотивів за відповідними нитками графіка та мінімальні тривалості стоянок їх при перечепленні від поїзда до поїзда (п'яте покращення)

Від поїзда		До поїзда		Час до відправлення поїзда в годинах від нуля годин першої доби													
				0	42	33	73	66	24	3	46	16	58	32	75	50	8
				Номер поїзда													
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Час до прибуття поїзда в годинах від нуля першої доби	48	1	36	78	69	25	18	60	39	82	52	10	68	27	9999	44	
	6	2	78	36	27	67	60	18	81	40	10	52	26	69	44	2	
	73	3	11	53	44	84	77	35	14	57	27	69	43	9999	61	19	
	29	4	55	13	9999	44	37	79	58	17	71	29	9999	46	21	63	
	20	5	64	22	13	53	46	4	67	26	80	38	12	55	30	72	
	62	6	22	64	55	11	4	46	25	68	38	80	54	13	72	30	
	41	7	43	85	76	32	25	67	46	5	59	17	75	34	9	51	
	0	8	84	42	33	73	66	24	9999	46	16	58	32	75	50	8	
	54	9	30	72	63	19	12	54	33	76	46	4	62	21	80	38	
	12	10	72	30	21	61	54	12	75	34	4	46	20	63	38	80	
	68	11	16	58	49	5	82	40	19	62	32	74	48	7	66	24	
	27	12	57	15	6	46	39	81	60	19	73	31	5	48	23	65	
	82	13	9999	44	35	75	68	26	5	48	18	60	34	77	52	10	
	40	14	44	2	77	33	26	68	47	6	60	18	76	35	10	52	

Таблиця Б.7 - Матриця підв'язки локомотивів за відповідними нитками графіка та мінімальні тривалості стоянок їх при перечепленні від поїзда до поїзда (шосте покращення)

Від поїзда		До поїзда		Час до відправлення поїзда в годинах від нуля годин першої доби													
				0	42	33	73	66	24	3	46	16	58	32	75	50	8
				Номер поїзда													
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Час до прибуття поїзда в годинах від нуля першої доби	48	1	36	78	69	25	18	60	39	82	52	10	68	27	9999	44	
	6	2	78	36	27	67	60	18	81	40	10	52	26	69	44	2	
	73	3	11	53	44	84	77	35	14	57	27	69	43	9999	61	19	
	29	4	55	13	9999	44	37	79	58	17	71	29	9999	46	21	63	
	20	5	64	22	13	53	46	4	67	26	80	38	12	55	30	72	
	62	6	22	64	55	11	4	46	25	68	38	80	54	13	72	30	
	41	7	43	85	76	32	25	67	46	5	59	17	75	34	9	51	
	0	8	84	42	33	73	66	24	9999	46	16	58	32	75	50	8	
	54	9	30	72	63	19	12	54	33	76	46	4	62	21	80	38	
	12	10	72	30	21	61	54	12	75	34	4	46	20	63	38	80	
	68	11	16	58	49	5	82	40	19	62	32	74	48	7	66	24	
	27	12	57	15	6	46	39	81	60	19	73	31	5	48	23	65	
	82	13	9999	44	35	75	68	26	5	48	18	60	34	77	52	10	
	40	14	44	2	77	33	26	68	47	6	60	18	76	35	10	52	

Таблиця Б.8 - Матриця підв'язки локомотивів за відповідними нитками графіка та мінімальні тривалості стоянок їх при перечепленні від поїзда до поїзда (сьоме покращення)

Від поїзда		До поїзда		Час до відправлення поїзда в годинах від нуля годин першої доби													
				0	42	33	73	66	24	3	46	16	58	32	75	50	8
				Номер поїзда													
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Час до прибуття поїзда в годинах від нуля годин першої доби	48	1	36	78	69	25	18	60	39	82	52	10	68	27	9999	44	
	6	2	78	36	27	67	60	18	81	40	10	52	26	69	44	2	
	73	3	11	53	44	84	77	35	14	57	27	69	43	9999	61	19	
	29	4	55	13	9999	44	37	79	58	17	71	29	9999	46	21	63	
	20	5	64	22	13	53	46	9999	67	26	80	38	12	55	30	72	
	62	6	22	64	55	11	4	46	25	68	38	80	54	13	72	30	
	41	7	43	85	76	32	25	67	46	5	59	17	75	34	9	51	
	0	8	84	42	33	73	66	24	9999	46	16	58	32	75	50	8	
	54	9	30	72	63	19	12	54	33	76	46	4	62	21	80	38	
	12	10	72	30	21	61	54	12	75	34	4	46	20	63	38	80	
	68	11	16	58	49	5	82	40	19	62	32	74	48	7	66	24	
	27	12	57	15	6	46	39	81	60	19	73	31	5	48	23	65	
	82	13	9999	44	35	75	68	26	5	48	18	60	34	77	52	10	
	40	14	44	2	77	33	26	68	47	6	60	18	76	35	10	52	

Таблиця Б.9 - Матриця підв'язки локомотивів за відповідними нитками графіка та мінімальні тривалості стоянок їх при перечепленні від поїзда до поїзда (восьме покращення)

Від поїзда		До поїзда		Час до відправлення поїзда в годинах від нуля годин першої доби													
				0	42	33	73	66	24	3	46	16	58	32	75	50	8
				Номер поїзда													
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Час до прибуття поїзда в годинах від нуля годин першої доби	48	1	36	78	69	25	18	60	39	82	52	10	68	27	9999	44	
	6	2	78	36	27	67	60	18	81	40	10	52	26	69	44	2	
	73	3	11	53	44	84	77	35	14	57	27	69	43	9999	61	19	
	29	4	55	13	9999	44	37	79	58	17	71	29	9999	46	21	63	
	20	5	64	22	13	53	46	9999	67	26	80	38	12	55	30	72	
	62	6	22	64	55	11	9999	46	25	68	38	80	54	13	72	30	
	41	7	43	85	76	32	25	67	46	5	59	17	75	34	9	51	
	0	8	84	42	33	73	66	24	9999	46	16	58	32	75	50	8	
	54	9	30	72	63	19	12	54	33	76	46	4	62	21	80	38	
	12	10	72	30	21	61	54	12	75	34	4	46	20	63	38	80	
	68	11	16	58	49	5	82	40	19	62	32	74	48	7	66	24	
	27	12	57	15	6	46	39	81	60	19	73	31	5	48	23	65	
	82	13	9999	44	35	75	68	26	5	48	18	60	34	77	52	10	
	40	14	44	2	77	33	26	68	47	6	60	18	76	35	10	52	



Таблиця Б.10 - Матриця підв'язки локомотивів за відповідними нитками графіка та мінімальні тривалості стоянок їх при перечепленні від поїзда до поїзда (дев'яте покращення)

Від поїзда		До поїзда		Час до відправлення поїзда в годинах від нуля годин першої доби													
				0	42	33	73	66	24	3	46	16	58	32	75	50	8
				Номер поїзда													
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Час до прибуття поїзда в годинах від нуля першої доби	48	1	36	78	69	25	18	60	39	82	52	10	68	27	9999	44	
	6	2	78	36	27	67	60	18	81	40	10	52	26	69	44	2	
	73	3	11	53	44	84	77	35	14	57	27	69	43	9999	61	19	
	29	4	55	13	9999	44	37	79	58	17	71	29	9999	46	21	63	
	20	5	64	22	13	53	46	9999	67	26	80	38	12	55	30	72	
	62	6	22	64	55	11	9999	46	25	68	38	80	54	13	72	30	
	41	7	43	85	76	32	25	67	46	5	59	17	75	34	9	51	
	0	8	84	42	33	73	66	24	9999	46	16	58	32	75	50	8	
	54	9	30	72	63	19	12	54	33	76	46	4	62	21	80	38	
	12	10	72	30	21	61	54	12	75	34	9999	46	20	63	38	80	
	68	11	16	58	49	5	82	40	19	62	32	74	48	7	66	24	
	27	12	57	15	6	46	39	81	60	19	73	31	5	48	23	65	
	82	13	9999	44	35	75	68	26	5	48	18	60	34	77	52	10	
	40	14	44	2	77	33	26	68	47	6	60	18	76	35	10	52	

Таблиця Б.11 - Матриця підв'язки локомотивів за відповідними нитками графіка та мінімальні тривалості стоянок їх при перечепленні від поїзда до поїзда (десяте покращення)

Від поїзда		До поїзда		Час до відправлення поїзда в годинах від нуля годин першої доби													
				0	42	33	73	66	24	3	46	16	58	32	75	50	8
				Номер поїзда													
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Час до прибуття поїзда в годинах від нуля першої доби	48	1	36	78	69	25	18	60	39	82	52	10	68	27	9999	44	
	6	2	78	36	27	67	60	18	81	40	10	52	26	69	44	2	
	73	3	11	53	44	84	77	35	14	57	27	69	43	9999	61	19	
	29	4	55	13	9999	44	37	79	58	17	71	29	9999	46	21	63	
	20	5	64	22	13	53	46	9999	67	26	80	38	12	55	30	72	
	62	6	22	64	55	11	9999	46	25	68	38	80	54	13	72	30	
	41	7	43	85	76	32	25	67	46	5	59	17	75	34	9	51	
	0	8	84	42	33	73	66	24	9999	46	16	58	32	75	50	8	
	54	9	30	72	63	19	12	54	33	76	46	9999	62	21	80	38	
	12	10	72	30	21	61	54	12	75	34	9999	46	20	63	38	80	
	68	11	16	58	49	5	82	40	19	62	32	74	48	7	66	24	
	27	12	57	15	6	46	39	81	60	19	73	31	5	48	23	65	
	82	13	9999	44	35	75	68	26	5	48	18	60	34	77	52	10	
	40	14	44	2	77	33	26	68	47	6	60	18	76	35	10	52	

Таблиця Б.12 - Матриця підв'язки локомотивів за відповідними нитками графіка та мінімальні тривалості стоянок їх при перечепленні від поїзда до поїзда (одинадцять покращення)

Від поїзда		До поїзда		Час до відправлення поїзда в годинах від нуля годин першої доби													
				0	42	33	73	66	24	3	46	16	58	32	75	50	8
				Номер поїзда													
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Час до прибуття поїзда в годинах від нуля першої доби	48	1	36	78	69	25	18	60	39	82	52	10	68	27	9999	44	
	6	2	78	36	27	67	60	18	81	40	10	52	26	69	44	2	
	73	3	11	53	44	84	77	35	14	57	27	69	43	9999	61	19	
	29	4	55	13	9999	44	37	79	58	17	71	29	9999	46	21	63	
	20	5	64	22	13	53	46	9999	67	26	80	38	12	55	30	72	
	62	6	22	64	55	11	9999	46	25	68	38	80	54	13	72	30	
	41	7	43	85	76	32	25	67	46	5	59	17	75	34	9	51	
	0	8	84	42	33	73	66	24	9999	46	16	58	32	75	50	8	
	54	9	30	72	63	19	12	54	33	76	46	9999	62	21	80	38	
	12	10	72	30	21	61	54	12	75	34	9999	46	20	63	38	80	
	68	11	16	58	49	9999	82	40	19	62	32	74	48	7	66	24	
	27	12	57	15	6	46	39	81	60	19	73	31	5	48	23	65	
	82	13	9999	44	35	75	68	26	5	48	18	60	34	77	52	10	
	40	14	44	2	77	33	26	68	47	6	60	18	76	35	10	52	

Таблиця Б.13 - Матриця підв'язки локомотивів за відповідними нитками графіка та мінімальні тривалості стоянок їх при перечепленні від поїзда до поїзда (дванадцять покращення)

Від поїзда		До поїзда		Час до відправлення поїзда в годинах від нуля годин першої доби													
				0	42	33	73	66	24	3	46	16	58	32	75	50	8
				Номер поїзда													
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Час до прибуття поїзда в годинах від нуля першої доби	48	1	36	78	69	25	18	60	39	82	52	10	68	27	9999	44	
	6	2	78	36	27	67	60	18	81	40	10	52	26	69	44	2	
	73	3	11	53	44	84	77	35	14	57	27	69	43	9999	61	19	
	29	4	55	13	9999	44	37	79	58	17	71	29	9999	46	21	63	
	20	5	64	22	13	53	46	9999	67	26	80	38	12	55	30	72	
	62	6	22	64	55	11	9999	46	25	68	38	80	54	13	72	30	
	41	7	43	85	76	32	25	67	46	9999	59	17	75	34	9	51	
	0	8	84	42	33	73	66	24	9999	46	16	58	32	75	50	8	
	54	9	30	72	63	19	12	54	33	76	46	9999	62	21	80	38	
	12	10	72	30	21	61	54	12	75	34	9999	46	20	63	38	80	
	68	11	16	58	49	9999	82	40	19	62	32	74	48	7	66	24	
	27	12	57	15	6	46	39	81	60	19	73	31	5	48	23	65	
	82	13	9999	44	35	75	68	26	5	48	18	60	34	77	52	10	
	40	14	44	2	77	33	26	68	47	6	60	18	76	35	10	52	

Таблиця Б.14 - Матриця підв'язки локомотивів за відповідними нитками графіка та мінімальні тривалості стоянок їх при перечепленні від поїзда до поїзда (тринадцяте покращення)

Від поїзда		До поїзда		Час до відправлення поїзда в годинах від нуля годин першої доби													
				0	42	33	73	66	24	3	46	16	58	32	75	50	8
				Номер поїзда													
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Час до прибуття поїзда в годинах від нуля годин першої доби	48	Номер поїзда	1	36	78	69	25	18	60	39	82	52	10	68	27	9999	44
	6		2	78	36	27	67	60	18	81	40	10	52	26	69	44	2
	73		3	11	53	44	84	77	35	14	57	27	69	43	9999	61	19
	29		4	55	13	9999	44	37	79	58	17	71	29	9999	46	21	63
	20		5	64	22	13	53	46	9999	67	26	80	38	12	55	30	72
	62		6	22	64	55	11	9999	46	25	68	38	80	54	13	72	30
	41		7	43	85	76	32	25	67	46	9999	59	17	75	34	9	51
	0		8	84	42	33	73	66	24	9999	46	16	58	32	75	50	8
	54		9	30	72	63	19	12	54	33	76	46	9999	62	21	80	38
	12		10	72	30	21	61	54	12	75	34	9999	46	20	63	38	80
	68		11	16	58	49	9999	82	40	19	62	32	74	48	7	66	24
	27		12	57	15	6	46	39	81	60	19	73	31	9999	48	23	65
	82		13	9999	44	35	75	68	26	5	48	18	60	34	77	52	10
	40		14	44	2	77	33	26	68	47	6	60	18	76	35	10	52

Таблиця Б.15 - Матриця підв'язки локомотивів за відповідними нитками графіка та мінімальні тривалості стоянок їх при перечепленні від поїзда до поїзда (чотирнадцяте покращення)

Від поїзда		До поїзда		Час до відправлення поїзда в годинах від нуля годин першої доби													
				0	42	33	73	66	24	3	46	16	58	32	75	50	8
				Номер поїзда													
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Час до прибуття поїзда в годинах від нуля годин першої доби	48	Номер поїзда	1	36	78	69	25	18	60	39	82	52	10	68	27	9999	44
	6		2	78	36	27	67	60	18	81	40	10	52	26	69	44	2
	73		3	11	53	44	84	77	35	14	57	27	69	43	9999	61	19
	29		4	55	13	9999	44	37	79	58	17	71	29	9999	46	21	63
	20		5	64	22	13	53	46	9999	67	26	80	38	12	55	30	72
	62		6	22	64	55	11	9999	46	25	68	38	80	54	13	72	30
	41		7	43	85	76	32	25	67	46	9999	59	17	75	34	9	51
	0		8	84	42	33	73	66	24	9999	46	16	58	32	75	50	8
	54		9	30	72	63	19	12	54	33	76	46	9999	62	21	80	38
	12		10	72	30	21	61	54	12	75	34	9999	46	20	63	38	80
	68		11	16	58	49	9999	82	40	19	62	32	74	48	7	66	24
	27		12	57	15	6	46	39	81	60	19	73	31	9999	48	23	65
	82		13	9999	44	35	75	68	26	5	48	18	60	34	77	52	10
	40		14	44	2	77	33	26	68	47	9999	60	18	76	35	10	52

Таблиця Б.16 - Матриця підв'язки локомотивів за відповідними нитками графіка та мінімальні тривалості стоянок їх при перечепленні від поїзда до поїзда (кінцевий варіант)

Від поїзда		До поїзда		Час до відправлення поїзда в годинах від нуля годин першої доби													
				0	42	33	73	66	24	3	46	16	58	32	75	50	8
				Номер поїзда													
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Час до прибуття поїзда в годинах від нуля годин першої доби	48	Номер поїзда	1	36	78	69	25	18	60	39	82	52	10	68	27	9999	44
	6		2	78	36	27	67	60	18	81	40	10	52	26	69	44	2
	73		3	11	53	44	84	77	35	14	57	27	69	43	9999	61	19
	29		4	55	13	9999	44	37	79	58	17	71	29	9999	46	21	63
	20		5	64	22	13	53	46	9999	67	26	80	38	12	55	30	72
	62		6	22	64	55	11	9999	46	25	68	38	80	54	13	72	30
	41		7	43	85	76	32	25	67	46	9999	59	17	75	34	9	51
	0		8	84	42	33	73	66	24	9999	46	16	58	32	75	50	9999
	54		9	30	72	63	19	12	54	33	76	46	9999	62	21	80	38
	12		10	72	30	21	61	54	12	75	34	9999	46	20	63	38	80
	68		11	16	58	49	9999	82	40	19	62	32	74	48	7	66	24
	27		12	57	15	6	46	39	81	60	19	73	31	9999	48	23	65
	82		13	9999	44	35	75	68	26	5	48	18	60	34	77	52	10
	40		14	44	2	77	33	26	68	47	9999	60	18	76	35	10	52

## ДОДАТОК В

### Вартості перевезення вантажів у різних умовах

Таблиця В.1 – Вартість перевезення руди локомотивом залізниці

Відстань, км.	Схема 1 збірника тарифів			Схема 14 збірника тарифів	Вартість перевезення вагона локомотивом залізниці				
	Інфраструктурна складова для вагона залізниці, грн.	Інфраструктурна складова для власного вагона, грн.	Вагонна складова для вагона залізниці, грн.	Порожні вагони за вісь, грн.	Плата за використання інфраструктури та локомотивів залізниці		Плата за користування вагоном, грн.	Обіг вагона, доби	Загальна вартість, грн.
					Завантажений состав, грн.	Порожній состав, грн.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	737	708	180	7,5	1050,67	32,64	1134,00	2,10	2217,31
20	801	766	190	11,2	1136,74	48,74	1188,00	2,20	2373,49
30	929	882	212	18,7	1308,89	81,38	1242,00	2,30	2632,27
40	1057	998	234	26,2	1481,03	114,02	1296,00	2,40	2891,05
50	1185	1113	255	33,7	1651,69	146,66	1350,00	2,50	3148,35
60	1313	1229	277	41,2	1823,84	179,30	1404,00	2,60	3407,14
70	1441	1345	298	48,7	1995,98	211,94	1458,00	2,70	3665,92
80	1569	1460	320	56,2	2166,64	244,58	1512,00	2,80	3923,22
90	1697	1576	342	63,7	2338,78	277,22	1566,00	2,90	4182,01
100	1825	1692	363	71,2	2510,93	309,86	1620,00	3,00	4440,79
120	2017	1865	396	82,4	2767,66	358,60	1728,00	3,20	4854,26



Продовження таблиця В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
140	2137	1971	413	97,4	2924,96	423,88	1836,00	3,40	5184,85
160	2249	2070	429	112,4	3071,88	489,16	1944,00	3,60	5505,04
180	2365	2173	447	125,9	3224,73	547,92	2052,00	3,80	5824,65
200	2447	2246	458	139,3	3333,06	606,23	2160,00	4,00	6099,30
220	2591	2376	482	152,5	3525,98	663,68	2268,00	4,20	6457,66
240	2735	2505	506	165,6	3717,42	720,69	2376,00	4,40	6814,11
260	2878	2634	529	178,4	3908,86	776,40	2484,00	4,60	7169,25
280	3020	2762	553	191,1	4098,81	831,67	2592,00	4,80	7522,48
300	3160	2888	576	203,6	4285,79	886,07	2700,00	5,00	7871,86
330	3335	3046	605	219,1	4520,26	953,52	2862,00	5,30	8335,79
360	3542	3233	640	237,4	4797,77	1033,16	3024,00	5,60	8854,94
390	3748	3418	674	255,5	5072,31	1111,94	3186,00	5,90	9370,25
420	3951	3602	709	273,3	5345,37	1189,40	3348,00	6,20	9882,77
450	4154	3785	743	291	5616,94	1266,43	3510,00	6,50	10393,37
480	4354	3966	776	308,5	5885,54	1342,59	3672,00	6,80	10900,14
510	4554	4146	810	325,9	6152,66	1418,32	3834,00	7,10	11404,98
540	4753	4326	843	343,1	6419,78	1493,17	3996,00	7,40	11908,96
570	4951	4504	876	360,3	6683,94	1568,03	4158,00	7,70	12409,96
600	5148	4683	910	377,4	6949,57	1642,44	4320,00	8,00	12912,02
650	5411	4920	954	400,1	7301,28	1741,24	4590,00	8,50	13632,52
700	5738	5215	1009	428,4	7739,06	1864,40	4860,00	9,00	14463,46

Продовження таблиця В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
750	6065	5510	1064	456,5	8176,84	1986,69	5130,00	9,50	15293,53
800	6392	5806	1119	484,7	8616,10	2109,41	5400,00	10,00	16125,52
850	6719	6101	1174	512,8	9053,88	2231,71	5670,00	10,50	16955,59
900	7046	6397	1229	540,9	9493,15	2354,00	5940,00	11,00	17787,14
950	7374	6693	1285	569	9932,41	2476,29	6210,00	11,50	18618,70
1000	7703	6990	1340	597,2	10373,16	2599,01	6480,00	12,00	19452,17
1070	8099	7348	1407	631,1	10904,43	2746,55	6858,00	12,70	20508,98
1140	8562	7766	1485	670,8	11524,74	2919,32	7236,00	13,40	21680,07
1210	9027	8186	1564	710,6	12148,02	3092,53	7614,00	14,10	22854,56
1280	9494	8608	1642	750,6	12774,27	3266,61	7992,00	14,80	24032,88
1350	9963	9032	1722	790,6	13403,49	3440,69	8370,00	15,50	25214,18
1420	10433	9457	1801	830,8	14034,19	3615,64	8748,00	16,20	26397,83
1490	10906	9883	1881	871,2	14666,37	3791,46	9126,00	16,90	27583,83
1590	11481	10403	1978	920,3	15438,05	4005,15	9666,00	17,90	29109,20
1690	12160	11017	2092	978,3	16349,23	4257,56	10206,00	18,90	30812,79
1790	12842	11633	2208	1036,5	17263,37	4510,85	10746,00	19,90	32520,22
1890	13527	12251	2323	1094,9	18180,48	4765,00	11286,00	20,90	34231,49
1990	14213	12871	2439	1153,4	19100,56	5019,60	11826,00	21,90	35946,16
2090	14900	13492	2555	1212,1	20022,13	5275,06	12366,00	22,90	37663,19
2190	15589	14115	2671	1270,8	20946,66	5530,52	12906,00	23,90	39383,18

Таблиця В.2 – Вартість перевезення руди приватним тепловозом з урахуванням додаткових витрат

Відстань, км.	Вартість перевезення за тарифом (схема 29), грн.			Додаткові витрати, грн.				Загальна вартість перевезення, грн.	
	Завантажений состав	Порожній состав	Загальна	Вартість палива	Оплата праці локомотивних бригад	Витрати на експлуатацію локомотива		Нового	Б/в
						Нового	Б/в		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	713,67	27,50	741,17	51,76	6,27	83,60	110,75	1972,80	1999,95
20	762,56	41,26	803,82	103,52	8,20	109,32	144,83	2124,86	2160,37
30	860,36	68,77	929,13	155,28	10,13	135,05	178,91	2339,58	2383,45
40	958,17	96,29	1054,46	207,04	12,06	160,77	212,98	2554,33	2606,54
50	1054,49	123,79	1178,28	258,81	13,99	186,49	247,06	2767,56	2828,13
60	1152,30	151,29	1303,59	310,57	15,91	212,21	281,14	2982,29	3051,21
70	1250,11	178,81	1428,92	362,33	17,84	237,94	315,22	3197,03	3274,31
80	1346,43	205,23	1551,66	414,09	19,77	263,66	349,29	3409,18	3494,81
90	1444,23	232,73	1676,97	465,85	21,70	289,38	383,37	3623,90	3717,89
100	1542,04	260,25	1802,29	517,61	23,63	315,11	417,45	3838,64	3940,98
120	1687,25	301,52	1988,77	621,13	27,49	366,55	485,60	4203,94	4323,00
140	1752,80	356,52	2109,32	724,66	31,35	418,00	553,76	4503,32	4639,08
160	1813,28	411,55	2224,83	828,18	35,20	469,44	621,91	4797,66	4950,12
180	1899,85	466,57	2366,42	931,70	39,06	520,89	690,07	5118,07	5287,25
200	1953,22	521,58	2474,79	1035,22	42,92	715,42	947,78	5559,09	5791,45

Продовження таблиця В.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
220	2069,36	575,51	2644,87	1138,74	58,47	779,73	1032,97	5921,81	6175,06
240	2186,98	630,54	2817,51	1242,27	63,30	844,04	1118,17	6287,11	6561,24
260	2306,08	685,54	2991,62	1345,79	68,12	908,34	1203,36	6653,87	6948,89
280	2425,19	740,57	3165,75	1449,31	72,94	972,65	1288,55	7020,65	7336,56
300	2545,80	795,59	3341,39	1552,83	77,76	1 036,96	1373,75	7388,95	7725,74
330	2695,80	864,36	3560,15	1708,12	85,00	1 133,42	1501,54	7896,68	8264,80
360	2878,16	945,79	3823,96	1863,40	92,23	1 229,88	1629,33	8449,47	8848,92
390	3062,01	1028,32	4090,34	2018,68	99,46	1 326,34	1757,12	9004,82	9435,60
420	3244,38	1110,85	4355,23	2173,97	106,70	1 422,80	1884,91	9558,70	10020,80
450	3429,72	1193,37	4623,09	2329,25	113,93	1 519,26	2012,70	10115,54	10608,97
480	3613,59	1275,90	4889,50	2484,53	157,51	1 615,72	2140,49	10670,92	11195,68
510	3798,93	1357,34	5156,27	2639,82	166,92	2 225,84	2948,76	11823,85	12546,77
540	3984,27	1439,87	5424,13	2795,10	176,32	2 351,24	3114,89	12411,80	13175,45
570	4169,60	1522,39	5691,99	2950,38	185,73	2 476,64	3281,02	12999,74	13804,12
600	4354,94	1604,92	5959,86	3105,67	195,13	2 602,04	3447,15	13587,69	14432,80
650	4602,08	1713,86	6315,94	3364,47	210,80	2 811,04	3724,03	14477,25	15390,24
700	4912,45	1851,41	6763,87	3623,28	226,48	3 020,04	4000,91	15458,66	16439,53
750	5221,34	1988,94	7210,29	3882,08	242,15	3 229,04	4277,79	16438,56	17487,31
800	5531,72	2125,41	7657,13	4140,89	257,82	3 438,04	4554,67	17418,88	18535,50
850	5842,12	2262,96	8105,08	4399,69	273,49	3 647,04	4831,54	18400,31	19584,82

Продовження таблиця В.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
900	6153,98	2399,40	8553,39	4658,50	289,17	3 856,04	5108,42	19382,09	20634,48
950	6464,36	2536,95	9001,31	4917,31	304,84	4 065,04	5385,30	20363,49	21683,76
1000	6774,76	2674,51	9449,27	5176,11	320,51	5 260,35	6968,84	22405,21	24113,70
1070	7148,40	2838,47	9986,87	5538,44	342,46	5 620,47	7445,92	23807,27	25632,72
1140	7583,82	3031,03	10614,84	5900,77	364,40	5 980,59	7923,01	25254,69	27197,11
1210	8019,26	3222,49	11241,76	6263,09	386,34	6 340,72	8400,09	26701,06	28760,44
2128	8456,16	3415,07	11871,23	6625,42	408,28	6 700,84	8877,18	28149,99	30326,33
1350	8891,61	3606,54	12498,14	6987,75	430,23	7 060,96	9354,26	29596,36	31889,66
1420	9327,02	3799,09	13126,12	7350,08	452,17	7 421,08	9831,35	31043,79	33454,05
1490	9763,95	3990,58	13754,53	7712,41	474,11	9 240,18	12241,26	34060,05	37061,13
1590	10293,52	4224,40	14517,92	8230,02	505,46	9 851,10	13050,60	36142,78	39342,28
1690	10915,78	4498,40	15414,18	8747,63	536,80	10 462,02	13859,94	38313,38	41711,30
1790	11539,50	4772,39	16311,89	9265,24	568,15	11 072,94	14669,28	40485,44	44081,78
1890	12161,76	5046,41	17208,17	9782,85	599,49	11 683,86	15478,62	42656,07	46450,82
1990	12785,48	5321,49	18106,97	10300,46	630,84	14 236,06	18859,74	46916,07	51539,75
2090	13409,23	5595,48	19004,71	10818,07	662,19	14 943,45	19796,87	49236,86	54090,28
2190	14032,98	5869,50	19902,48	11335,68	693,53	15 650,83	20734,00	51512,66	56595,83

Таблиця В.3 – Вартість перевезення руди приватним електровозом з урахуванням додаткових витрат

Відстань, км.	Вартість перевезення за тарифом (схема 29), грн.			Додаткові витрати, грн.				Загальна вартість перевезення, грн.	
	Завантажений состав	Порожній состав	Загальна	Вартість електро- енергії	Оплата праці локомотивних бригад	Витрати на експлуатацію локомотива		Нового	Б/в
						Нового	Б/в		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	715,10	28,15	743,24	15,42	6,27	71,15	93,94	1926,08	1948,87
20	764,70	42,23	806,93	30,85	8,20	93,04	122,85	2039,01	2068,82
30	863,94	70,38	934,31	46,27	10,13	114,93	151,75	2215,64	2252,46
40	963,17	98,52	1061,70	61,69	12,06	136,83	180,65	2392,27	2436,10
50	1060,90	126,67	1187,57	77,11	13,99	158,72	209,56	2567,38	2618,22
60	1160,13	154,82	1314,95	92,54	15,91	180,61	238,46	2744,01	2801,86
70	1259,37	182,97	1442,33	107,96	17,84	202,50	267,37	2920,63	2985,50
80	1357,12	210,02	1567,14	123,38	19,77	224,39	296,27	3094,69	3166,57
90	1456,33	238,17	1694,50	138,80	21,70	246,29	325,18	3271,29	3350,18
100	1555,56	266,32	1821,88	154,23	23,63	268,18	354,08	3447,91	3533,82
120	1702,92	308,53	2011,45	185,07	27,49	311,96	411,89	3735,97	3835,90
140	1770,03	364,84	2134,87	215,92	31,35	355,75	469,70	3957,88	4071,84
160	1831,94	421,14	2253,08	246,76	35,20	399,53	527,51	4174,58	4302,56
180	1920,10	477,43	2397,53	277,61	39,06	443,31	585,32	4417,52	4559,53
200	1974,65	533,72	2508,38	308,45	53,65	608,87	803,91	4759,35	4954,40

Продовження таблиця В.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
220	2092,63	588,93	2681,56	339,30	58,47	663,60	876,18	5042,94	5255,51
240	2212,07	645,22	2857,29	370,14	63,30	718,33	948,44	5329,06	5559,17
260	2333,01	701,52	3034,53	400,99	68,12	773,06	1020,70	5616,70	5864,34
280	2453,93	757,81	3211,74	431,83	72,94	827,79	1092,96	5904,31	6169,48
300	2576,36	814,11	3390,47	462,68	77,76	882,52	1165,22	6193,43	6476,13
330	2728,64	884,48	3613,12	508,95	85,00	964,62	1273,62	6581,68	6890,68
360	2913,75	967,84	3881,59	555,22	92,23	1046,71	1382,01	7015,75	7351,04
390	3100,35	1052,28	4152,63	601,48	99,46	1128,81	1490,40	7452,38	7813,98
420	3285,47	1136,72	4422,18	647,75	106,70	1210,90	1598,79	7887,54	8275,43
450	3473,52	1221,16	4694,68	694,02	113,93	1293,00	1707,19	8325,63	8739,82
480	3660,12	1305,60	4965,72	740,29	121,16	1375,09	1815,58	8762,27	9202,75
510	3848,20	1388,95	5237,16	786,56	166,92	1894,34	2501,17	9719,97	10326,80
540	4036,29	1473,41	5509,70	832,82	176,32	2001,07	2642,08	10184,91	10825,92
570	4224,37	1557,85	5782,23	879,09	185,73	2107,79	2782,99	10649,83	11325,03
600	4412,45	1642,30	6054,75	925,36	195,13	2214,51	2923,90	11114,75	11824,14
650	4663,22	1753,80	6417,02	1002,47	210,80	2392,39	3158,75	11797,68	12564,04
700	4978,16	1894,53	6872,69	1079,59	226,48	2570,26	3393,60	12574,01	13397,35
750	5291,61	2035,27	7326,88	1156,70	242,15	2748,13	3628,45	13348,86	14229,18
800	5606,58	2174,93	7781,51	1233,81	257,82	2926,00	3863,30	14124,15	15061,45
850	5921,52	2315,67	8237,18	1310,93	273,49	3103,88	4098,15	14900,48	15894,76

Продовження таблиця В.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
900	6237,97	2455,31	8693,28	1388,04	289,17	3281,75	4333,01	15677,24	16728,49
950	6552,90	2596,05	9148,95	1465,15	304,84	3459,62	4567,86	16453,57	17561,80
1000	6867,84	2736,78	9604,63	1542,27	394,48	4476,92	5911,02	18143,29	19577,40
1070	7246,98	2904,60	10151,57	1650,23	421,48	4783,41	6315,69	19246,69	20778,98
1140	7688,80	3101,63	10790,42	1758,18	448,49	5089,89	6720,36	20396,99	22027,46
1210	8130,62	3297,57	11428,18	1866,14	475,50	5396,38	7125,03	21546,20	23274,85
1280	8573,92	3494,60	12068,52	1974,10	502,50	5702,87	7529,69	22697,99	24524,81
1350	9015,74	3690,56	12706,30	2082,06	529,51	6009,36	7934,36	23847,22	25772,22
1420	9457,56	3887,59	13345,14	2190,02	556,51	6315,85	8339,03	24997,52	27020,70
1490	9900,86	4083,53	13984,39	2297,98	692,93	7864,02	10383,13	27499,32	30018,43
1590	10438,21	4322,79	14760,99	2452,20	738,74	8383,96	11069,62	29140,90	31826,56
1690	11069,60	4603,19	15672,78	2606,43	784,56	8903,89	11756,11	30872,66	33724,88
1790	11702,44	4883,57	16586,01	2760,66	830,37	9423,83	12442,60	32605,87	35624,63
1890	12333,83	5163,95	17497,78	2914,88	876,18	9943,76	13129,09	34337,61	37522,93
1990	12966,70	5445,44	18412,14	3069,11	1067,58	12115,86	15996,98	37869,69	41750,81
2090	13599,57	5725,82	19325,39	3223,34	1120,62	12717,89	16791,86	39737,24	43811,21
2190	14232,44	6006,22	20238,66	3377,56	1173,67	13319,92	17586,74	41559,82	45826,64



Таблиця В.4 – Вартість перевезення зерна локомотивом залізниці

Відстань, км.	Схема 2 збірника тарифів			Схема 14 збірника тарифів	Вартість перевезення вагона локомотивом залізниці				
	Інфраструктурна складова для вагона залізниць, грн.	Інфраструктурна складова для властного вагона, грн.	Вагонна складова для вагона залізниць, грн.	Порожні вагони за вісь, грн.	Плата за використання інфраструктури та локомотивів залізниці		Плата за користування вагоном, грн.	Обіг вагона, доби	Загальна вартість, грн.
					Завантажений состав, грн.	Порожній состав, грн.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	757	692	156	7,5	1465,66	49,53	1134,00	2,10	2649,19
20	831	757	172	11,2	1603,33	73,96	1188,00	2,20	2865,29
30	979	886	203	18,7	1876,55	123,49	1242,00	2,30	3242,04
40	1128	1016	235	26,2	2151,89	173,02	1296,00	2,40	3620,91
50	1276	1145	267	33,7	2425,11	222,55	1350,00	2,50	3997,66
60	1424	1275	298	41,2	2700,45	272,08	1404,00	2,60	4376,53
70	1572	1404	330	48,7	2973,67	321,61	1458,00	2,70	4753,29
80	1721	1534	361	56,2	3249,01	371,14	1512,00	2,80	5132,16
90	1869	1663	393	63,7	3522,23	420,67	1566,00	2,90	5508,91
100	2017	1793	425	71,2	3797,57	470,20	1620,00	3,00	5887,78
120	2239	1987	472	82,4	4208,47	544,17	1728,00	3,20	6480,64
140	2383	2111	503	97,4	4471,10	643,23	1836,00	3,40	6950,33
160	2518	2227	532	112,4	4716,79	742,29	1944,00	3,60	7403,08
180	2656	2346	562	125,9	4968,83	831,44	2052,00	3,80	7852,27

Продовження таблиця В.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
200	2754	2431	583	139,3	5148,86	919,94	2160,00	4,00	8228,80
220	2923	2578	619	152,5	5460,20	1007,11	2268,00	4,20	8735,31
240	3090	2724	655	165,6	5769,43	1093,62	2376,00	4,40	9239,05
260	3257	2869	690	178,4	6076,54	1178,15	2484,00	4,60	9738,70
280	3421	3013	726	191,1	6381,53	1262,02	2592,00	4,80	10235,56
300	3585	3155	760	203,6	6682,29	1344,57	2700,00	5,00	10726,86
330	3788	3332	804	219,1	7057,18	1446,94	2862,00	5,30	11366,11
360	4028	3542	855	237,4	7501,96	1567,79	3024,00	5,60	12093,75
390	4267	3750	906	255,5	7942,50	1687,32	3186,00	5,90	12815,82
420	4503	3957	956	273,3	8380,93	1804,87	3348,00	6,20	13533,80
450	4737	4161	1006	291	8813,00	1921,76	3510,00	6,50	14244,76
480	4970	4365	1056	308,5	9245,07	2037,33	3672,00	6,80	14954,40
510	5202	4567	1106	325,9	9672,91	2152,24	3834,00	7,10	15659,15
540	5432	4768	1155	343,1	10098,62	2265,83	3996,00	7,40	16360,46
570	5662	4968	1204	360,3	10522,22	2379,42	4158,00	7,70	17059,65
600	5891	5168	1253	377,4	10945,82	2492,35	4320,00	8,00	17758,17
650	6195	5434	1317	400,1	11509,21	2642,26	4590,00	8,50	18741,47
700	6574	5765	1398	428,4	12210,27	2829,15	4860,00	9,00	19899,42
750	6953	6096	1479	456,5	12911,33	3014,73	5130,00	9,50	21056,05
800	7331	6426	1560	484,7	13610,27	3200,96	5400,00	10,00	22211,23
850	7710	6757	1641	512,8	14311,33	3386,53	5670,00	10,50	23367,86

Продовження таблиця В.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
900	8089	7088	1722	540,9	15012,38	3572,10	5940,00	11,00	24524,49
950	8469	7420	1803	569	15715,56	3757,68	6210,00	11,50	25683,24
1000	8850	7753	1884	597,2	16420,85	3943,91	6480,00	12,00	26844,76
1070	9308	8153	1982	631,1	17268,05	4167,78	6858,00	12,70	28293,84
1140	9845	8622	2096	670,8	18261,40	4429,96	7236,00	13,40	29927,36
1210	10383	9092	2211	710,6	19256,86	4692,80	7614,00	14,10	31563,66
1280	10924	9565	2327	750,6	20258,67	4956,96	7992,00	14,80	33207,63
1350	11467	10039	2442	790,6	21262,60	5221,12	8370,00	15,50	34853,72
1420	12012	10515	2559	830,8	22270,77	5486,60	8748,00	16,20	36505,37
1490	12559	10992	2675	871,2	23281,06	5753,40	9126,00	16,90	38160,46
1590	13225	11574	2817	920,3	24513,73	6077,66	9666,00	17,90	40257,39
1690	14012	12262	2985	978,3	25970,92	6460,69	10206,00	18,90	42637,61
1790	14801	12952	3154	1036,5	27432,34	6845,05	10746,00	19,90	45023,38
1890	15594	13643	3323	1094,9	28895,87	7230,72	11286,00	20,90	47412,59
1990	16388	14337	3492	1153,4	30365,77	7617,05	11826,00	21,90	49808,82
2090	17184	15033	3662	1212,1	31839,89	8004,71	12366,00	22,90	52210,60
2190	17982	15730	3832	1270,8	33316,14	8392,36	12906,00	23,90	54614,50

Таблиця В.5 – Вартість перевезення зерна приватним тепловозом з урахуванням додаткових витрат

Відстань, км.	Вартість перевезення за тарифом (схема 29), грн.			Додаткові витрати, грн.				Загальна вартість перевезення, грн.	
	Завантажений состав	Порожній состав	Загальна	Вартість палива	Оплата праці локомотивних бригад	Витрати на експлуатацію локомотива		Нового	Б/в
						Нового	Б/в		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	1018,56	41,73	1060,30	51,76	6,27	83,60	110,75	2291,93	2319,08
20	1088,34	62,62	1150,95	103,52	8,20	109,32	144,83	2472,00	2507,50
30	1227,93	104,35	1332,28	155,28	10,13	135,05	178,91	2742,74	2786,60
40	1367,52	146,11	1513,64	207,04	12,06	160,77	212,98	3013,50	3065,72
50	1505,00	187,85	1692,84	258,81	13,99	186,49	247,06	3282,13	3342,70
60	1644,59	229,58	1874,17	310,57	15,91	212,21	281,14	3552,86	3621,79
70	1784,18	271,34	2055,52	362,33	17,84	237,94	315,22	3823,63	3900,91
80	1921,65	311,43	2233,08	414,09	19,77	263,66	349,29	4090,60	4176,24
90	2061,25	353,16	2414,41	465,85	21,70	289,38	383,37	4361,34	4455,33
100	2200,84	394,93	2595,76	517,61	23,63	315,11	417,45	4632,11	4734,45
120	2408,09	457,54	2865,63	621,13	27,49	366,55	485,60	5080,80	5199,85
140	2501,63	541,01	3042,64	724,66	31,35	418,00	553,76	5436,64	5572,40
160	2587,96	624,51	3212,47	828,18	35,20	469,44	621,91	5785,29	5937,76
180	2711,51	708,00	3419,51	931,70	39,06	520,89	690,07	6171,17	6340,35
200	2787,68	791,47	3579,15	1035,22	53,65	715,42	947,78	6663,44	6895,80

Продовження таблиця В.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
220	2953,43	873,32	3826,75	1138,74	58,47	779,73	1032,97	7103,70	7356,94
240	3121,30	956,82	4078,12	1242,27	63,30	844,04	1118,17	7547,72	7821,85
260	3291,29	1040,28	4331,58	1345,79	68,12	908,34	1203,36	7993,83	8288,84
280	3461,28	1123,78	4585,06	1449,31	72,94	972,65	1288,55	8439,96	8755,87
300	3633,43	1207,28	4840,71	1552,83	77,76	1036,96	1373,75	8888,26	9225,05
330	3847,50	1311,63	5159,13	1708,12	85,00	1133,42	1501,54	9495,66	9863,78
360	4107,78	1435,21	5542,99	1863,40	92,23	1229,88	1629,33	10168,50	10567,95
390	4370,18	1560,44	5930,62	2018,68	99,46	1326,34	1757,12	10845,11	11275,88
420	4630,46	1685,67	6316,13	2173,97	106,70	1422,80	1884,91	11519,60	11981,70
450	4894,97	1810,90	6705,87	2329,25	113,93	1519,26	2012,70	12198,32	12691,76
480	5157,41	1936,13	7093,54	2484,53	121,16	1615,72	2140,49	12874,97	13399,73
510	5421,92	2059,71	7481,64	2639,82	166,92	2225,84	2948,76	14149,21	14872,14
540	5686,44	2184,95	7871,38	2795,10	176,32	2351,24	3114,89	14859,05	15622,70
570	5950,95	2310,18	8261,13	2950,38	185,73	2476,64	3281,02	15568,88	16373,26
600	6215,47	2435,41	8650,88	3105,67	195,13	2602,04	3447,15	16278,71	17123,82
650	6568,19	2600,72	9168,92	3364,47	210,80	2811,04	3724,03	17330,23	18243,22
700	7011,17	2809,45	9820,62	3623,28	226,48	3020,04	4000,91	18515,41	19496,28
750	7452,03	3018,15	10470,18	3882,08	242,15	3229,04	4277,79	19698,45	20747,19
800	7895,00	3225,23	11120,23	4140,89	257,82	3438,04	4554,67	20881,98	21998,61
850	8338,02	3433,96	11771,97	4399,69	273,49	3647,04	4831,54	22067,20	23251,71

Продовження таблиця В.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
900	8783,11	3641,01	12424,12	4658,50	289,17	3856,04	5108,42	23252,82	24505,21
950	9226,09	3849,73	13075,82	4917,31	304,84	4065,04	5385,30	24438,00	25758,27
1000	9669,10	4058,46	13727,57	5176,11	394,48	5260,35	6968,84	26683,51	28391,99
1070	10202,37	4307,28	14509,64	5538,44	421,48	5620,47	7445,92	28330,04	30155,49
1140	10823,80	4599,47	15423,28	5900,77	448,49	5980,59	7923,01	30063,13	32005,54
1210	11445,28	4890,02	16335,30	6263,09	475,50	6340,72	8400,09	31794,60	33853,98
1280	12068,83	5182,24	17251,08	6625,42	502,50	6700,84	8877,18	33529,84	35706,18
1350	12690,31	5472,79	18163,10	6987,75	529,51	7060,96	9354,26	35261,32	37554,62
1420	13311,75	5764,99	19076,73	7350,08	556,51	7421,08	9831,35	36994,41	39404,67
1490	13935,34	6055,56	19990,90	7712,41	692,93	9240,18	12241,26	40296,42	43297,50
1590	14691,15	6410,37	21101,53	8230,02	738,74	9851,10	13050,60	42726,39	45925,89
1690	15579,26	6826,15	22405,41	8747,63	784,56	10462,02	13859,94	45304,62	48702,54
1790	16469,45	7241,93	23711,38	9265,24	830,37	11072,94	14669,28	47884,93	51481,27
1890	17357,56	7657,74	25015,29	9782,85	876,18	11683,86	15478,62	50463,19	54257,95
1990	18247,75	8075,16	26322,91	10300,46	1067,58	14236,06	18859,74	55132,01	59755,69
2090	19137,97	8490,94	27628,91	10818,07	1120,62	14943,45	19796,87	57861,05	62714,48
2190	20028,20	8906,75	28934,95	11335,68	1173,67	15650,83	20734,00	60545,13	65628,30

Таблиця В.6 – Вартість перевезення зерна приватним електровозом з урахуванням додаткових витрат

Відстань, км.	Вартість перевезення за тарифом (схема 29), грн.			Додаткові витрати, грн.				Загальна вартість перевезення, грн.	
	Завантажений состав	Порожній состав	Загальна	Вартість електро- енергії	Оплата праці локомотивних бригад	Витрати на експлуатацію локомотива		Нового	Б/в
						Нового	Б/в		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	1020,60	42,71	1063,31	15,42	6,27	71,15	93,94	2246,15	2268,95
20	1091,40	64,08	1155,48	30,85	8,20	93,04	122,85	2387,57	2417,37
30	1233,03	106,80	1339,82	46,27	10,13	114,93	151,75	2621,15	2657,97
40	1374,66	149,51	1524,17	61,69	12,06	136,83	180,65	2854,74	2898,57
50	1514,13	192,22	1706,35	77,11	13,99	158,72	209,56	3086,17	3137,01
60	1655,77	234,93	1890,70	92,54	15,91	180,61	238,46	3319,76	3377,61
70	1797,40	277,64	2075,04	107,96	17,84	202,50	267,37	3553,34	3618,21
80	1936,91	318,70	2255,62	123,38	19,77	224,39	296,27	3783,16	3855,04
90	2078,50	361,42	2439,92	138,80	21,70	246,29	325,18	4016,71	4095,60
100	2220,13	404,13	2624,26	154,23	23,63	268,18	354,08	4250,30	4336,20
120	2430,44	468,18	2898,63	185,07	27,49	311,96	411,89	4623,15	4723,08
140	2526,22	553,64	3079,86	215,92	31,35	355,75	469,70	4902,87	5016,83
160	2614,59	639,06	3253,65	246,76	35,20	399,53	527,51	5175,15	5303,13
180	2740,42	724,48	3464,90	277,61	39,06	443,31	585,32	5484,88	5626,89
200	2818,27	809,91	3628,18	308,45	53,65	608,87	803,91	5879,16	6074,20

Продовження таблиця В.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
220	2986,65	893,68	3880,33	339,30	58,47	663,60	876,18	6241,71	6454,28
240	3157,11	979,10	4136,22	370,14	63,30	718,33	948,44	6607,99	6838,10
260	3329,73	1064,53	4394,26	400,99	68,12	773,06	1020,70	6976,43	7224,07
280	3502,31	1149,95	4652,26	431,83	72,94	827,79	1092,96	7344,83	7610,00
300	3677,04	1235,38	4912,42	462,68	77,76	882,52	1165,22	7715,38	7998,09
330	3894,37	1342,17	5236,55	508,95	85,00	964,62	1273,62	8205,11	8514,11
360	4158,58	1468,66	5627,23	555,22	92,23	1046,71	1382,01	8761,39	9096,69
390	4424,89	1596,79	6021,69	601,48	99,46	1128,81	1490,40	9321,44	9683,04
420	4689,10	1724,93	6414,02	647,75	106,70	1210,90	1598,79	9879,37	10267,27
450	4957,49	1853,06	6810,56	694,02	113,93	1293,00	1707,19	10441,51	10855,70
480	5223,81	1981,20	7205,01	740,29	121,16	1375,09	1815,58	11001,56	11442,05
510	5492,25	2107,68	7599,93	786,56	166,92	1894,34	2501,17	12082,75	12689,57
540	5760,69	2235,85	7996,54	832,82	176,32	2001,07	2642,08	12671,75	13312,76
570	6029,12	2363,99	8393,11	879,09	185,73	2107,79	2782,99	13260,72	13935,91
600	6297,56	2492,12	8789,68	925,36	195,13	2214,51	2923,90	13849,69	14559,07
650	6655,46	2661,32	9316,78	1002,47	210,80	2392,39	3158,75	14697,45	15463,81
700	7104,95	2874,88	9979,83	1079,59	226,48	2570,26	3393,60	15681,15	16504,49
750	7552,32	3088,44	10640,76	1156,70	242,15	2748,13	3628,45	16662,74	17543,06
800	8001,84	3300,38	11302,22	1233,81	257,82	2926,00	3863,30	17644,86	18582,16
850	8451,33	3513,94	11965,27	1310,93	273,49	3103,88	4098,15	18628,57	19622,84



Продовження таблиця В.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
900	8902,97	3725,85	12628,82	1388,04	289,17	3281,75	4333,01	19612,78	20664,04
950	9352,46	3939,41	13291,87	1465,15	304,84	3459,62	4567,86	20596,49	21704,72
1000	9801,95	4152,97	13954,92	1542,27	394,48	4476,92	5911,02	22493,58	23927,69
1070	10343,06	4407,62	14750,68	1650,23	421,48	4783,41	6315,69	23845,79	25378,08
1140	10973,63	4706,60	15680,24	1758,18	448,49	5089,89	6720,36	25286,80	26917,27
1210	11604,21	5003,94	16608,14	1866,14	475,50	5396,38	7125,03	26726,17	28454,81
1280	12236,90	5302,92	17539,82	1974,10	502,50	5702,87	7529,69	28169,30	29996,12
1350	12867,48	5600,28	18467,76	2082,06	529,51	6009,36	7934,36	29608,69	31533,69
1420	13498,05	5899,27	19397,32	2190,02	556,51	6315,85	8339,03	31049,70	33072,88
1490	14130,75	6196,60	20327,35	2297,98	692,93	7864,02	10383,13	33842,28	36361,39
1590	14897,66	6559,67	21457,33	2452,20	738,74	8383,96	11069,62	35837,23	38522,90
1690	15798,79	6985,17	22783,96	2606,43	784,56	8903,89	11756,11	37983,84	40836,05
1790	16702,00	7410,64	24112,63	2760,66	830,37	9423,83	12442,60	40132,49	43151,26
1890	17603,13	7836,10	25439,23	2914,88	876,18	9943,76	13129,09	42279,07	45464,39
1990	18506,38	8263,26	26769,63	3069,11	1067,58	12115,86	15996,98	46227,18	50108,30
2090	19409,63	8688,72	28098,35	3223,34	1120,62	12717,89	16791,86	48510,20	52584,17
2190	20312,88	9114,22	29427,10	3377,56	1173,67	13319,92	17586,74	50748,26	55015,08