

**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 кандидат 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 і виконання перевезень.

З використанням 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 доля залізничних перевезень скоротилася з 73 до 64%. Однією з основних причин такої ситуації є критичний знос його основних засобів, зокрема локомотивного парку. На теперішній час локомотивний парк АТ «Українська залізниця» складає 3871 одиниць. При цьому знос парку електровозів складає біля 95 %, знос парку тепловозів 99%. Також 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 склалися для умов коли залізниці є одночасно і перевізником, і оператором інфраструктури. В таких умовах використання приватних локомотивів ускладняється через необхідність значних інвестицій у створення локомотивного парку. Тому формування технології тягового обслуговування перевезення вантажів на залізничному транспорті при впровадженні на транспортному ринку приватних перевізних компаній вимагають удосконалення. Для формування технології тягового забезпечення перевезення вантажів в умовах функціонування незалежних перевізників використано методи математичного програмування, економікоматематичного 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 в тому числі і Директив Європейського Союзу щодо організації ринку залізничних перевезень. Зважаючи на те, що одним із основних принципів організації цього ринку є формування конкурентного сектору у сфері залізничних перевезень, то Україна має зовнішні зобов'язання щодо організації допуску незалежних перевізників до магістральної залізничної інфраструктури.

Розробка технології перевезення вантажів в поїздах з власними (орендованими) локомотивами вимагає надання інформації про інфраструктуру залізничного транспорту оператором інфраструктури перевізникам. В країнах ЄС вказані функції виконують «Умови користування інфраструктурою» (Network statements), які видаються відповідно до вимог Директиви 2012/34/ ЄС та реєстру інфраструктури, який ведеться згідно з директивою 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. В якості моделі залізничної інфраструктури пропонується використовувати параметричний граф  $G = (V, E)$ . Вершин 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. У якості секцій розглядають ділянки колій між операційними точками. Розроблено пропозиції щодо вдосконалення структури технологічних процесів дирекцій залізничних перевезень та інформації, яка стосується опису залізничної мережі до вимог Європейського Союзу. 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.

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. При організації перевезень на відстані понад 500 км під час перевезень повинні бути передбачені зміни локомотивних бригад. Виконані розрахунки показують потенційну можливість виконання незалежними перевізниками залізничних перевезень зі

створенням виключно власної локомотивної інфраструктури.

У дисертації розроблено метод закріплення приватних локомотивів за нитками поїздів, що ґрунтується на вирішенні задачі про призначення, розроблено організаційну структуру приватної перевізної компанії. Основний ефект від допуску незалежних перевізних компаній до транспортного ринку полягає у значному покращенні показників використання вагонів. Так при організації перевезень на напрямку Полтавський ГЗК – Транспортний вузол ТІС обіг вагону 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 і 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. Встановлені 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 організовувати 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 у 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 дисципліни «Управління експлуатаційною роботою», для удосконалення ро-

боти 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., Sannytsky 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., Sannytsky 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 Х 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.

Kozachenko D., Gera B., Sannytsky 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 transporta-

tions 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

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	43
1.6 Висновки за розділом 1	44
РОЗДІЛ 2 ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСТУПА 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
РОЗДІЛ 4 ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПРИВАТНОЇ ЛОКОМОТИВНОЇ ТЯГИ НА ЗАЛІЗНИЦЯХ УКРАЇНИ	104
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
ВИСНОВКИ	124
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	127
ДОДАТОК А	142
ДОДАТОК Б	144
ДОДАТОК В	160

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АТ	Акціонерне товариство
ВАТ «РЖД»	Відкрите акціонерне товариство «Російські залізниці»
ДНУЗТ	Дніпропетровський 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 організовувати 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.** Всі наведені у роботі результати теоретичних та експериментальних досліджень, отримані автором самостійно. Стаття [67] опублікована без співавторів. У роботах, опублікованих у співавторстві, особистий внесок автора полягає у тому що: в статті [15] виконано аналіз світового досвіду впровадження конкуренції на ринку залізничних перевезень, у статті [88] зроблено оцінку показників використання рухомого складу при організації руху вантажних поїздів за розкладом, у статті [12] 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 незалежним від нього перевізниками; у статті [16] розроблено схеми організації роботи приватних локомотивів та локомотивних бригад в залежності 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.