

Український державний університет залізничного транспорту  
Кафедра управління вантажною і комерційною роботою

**РОЗРОБКА АДАПТИВНОЇ СИСТЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ЗАЛІЗНИЧНИХ  
ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ОСНОВІ ЛОГІСТИЧНИХ ПІДХОДІВ ТА КОНЦЕПЦІЇ  
“ТВЕРДИХ НИТОК” ГРАФІКА РУХУ**

Пояснювальна записка і розрахунки  
до кваліфікаційної роботи  
РАСОЗ.300.00.00.000 ПЗ

Розробив студент групи 213-ОПУ-323  
спеціальності 275 / 275.02 (роботу виконано  
самостійно, відповідно до принципів  
академічної доброчесності)

 Євген РИЧКОВ

Керівник: доцент, к-т. техн. наук  
Олексій КОСТЕННІКОВ

Рецензент: доцент, к-т. техн. наук  
Катерина КРЯЧКО

## АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 9 слайдів презентації, 107 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 8 рисунків, 2 таблиці, 19 літературних джерел.

Ключові слова: графік руху поїздів, формування «ниток» твердого графіку руху поїзді, станції.

Об'єкт дослідження - процес організації перевезень з мінімальними втратами вантажу.

Предмет дослідження – технологія підвищення схоронності вантажу при перевезенні.

У кваліфікаційній роботі розроблено математичну модель роботи об'єктів управління з цільовою функцією за критерієм мінімуму вагоно-годин простою дозволяє на протязі періоду планування забезпечити диспетчерський апарат інформацією про можливі ускладнення в роботі станцій та полігону в цілому. Вирішена задача оперативного розподілу порожніх вагонів з урахуванням мінімуму порожнього пробігу. Для вирішення задачі забезпечення повноваговості та повносоставності твердих ниток використано метод динамічної оптимізації.

## ABSTRACT

This qualification work includes 9 presentation slides, 107 pages of explanatory notes in A4 format, containing 8 figures, 2 tables, and 19 literary sources.

Keywords: train schedule, formation of fixed train schedule paths, stations.

Object of research - the process of organizing transportation with minimal cargo losses.

Subject of research - technology for improving cargo safety during transportation.

In the qualification work, a mathematical model of control objects operation with an objective function based on the criterion of minimum wagon-hours of idle time has been developed, which provides the dispatch personnel with information about possible complications in the operation of stations and the polygon as a whole during the planning period. The problem of operational distribution of empty wagons has been solved considering the minimum empty run. The method of dynamic optimization was used to solve the problem of ensuring full weight and complete composition of fixed schedule paths.

**Український державний університет залізничного транспорту**

**Факультет** управління процесами перевезень

**Кафедра** управління вантажною і комерційною роботою

**Освітній рівень:** магістр

**Спеціальність** 275 Транспортні технології

275.02 Транспортні технології (на залізничному транспорті)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

доцент, к-т. техн. наук



 Антон КОВАЛЬОВ

«30» вересня 2024 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

Ричкову Євгену Володимировичу

1. Тема роботи Розробка адаптивної системи організації залізничних перевезень на основі логістичних підходів та концепції 'твердих ниток' графіка руху керівник роботи Костенніков Олексій Михайлович к.т.н., доцент затверджені розпорядженням по факультету Управління процесами перевезень від 30 вересня 2024 року № 12/24
- 2 Строк подання студентом роботи 03 січня 2025 року
3. Вихідні дані до роботи Показники роботи залізниць України, Діюча система управління поїзною роботою роботою станцій та дільниць. Інструкція прийомоздавальника вантажу.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці) 1) Аналіз показників роботи залізничного транспорту за 2013-2015 роки, 2 Комплексна технологія перевізного процесу на основі твердого графіку руху поїздів, 3) Параметри графіку та технологія оперативного планування поїзної роботи 4) Пропозиції щодо застосування ІТ-технологій в транспортних системах 5) Оцінка економічної ефективності впровадження запропонованої технології в АРМ логіста
5. Перелік обов'язкового графічного матеріалу
  - 1) Блок схема алгоритму формування твердих ниток графіку;
  - 2) Алгоритм розрахунку нормативів для графіку руху поїздів
  - 3) Алгоритм моделювання роботи станції;
6. Консультанти окремих розділів

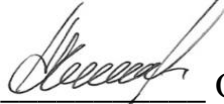
Розділ	Прізвище, ініціали, посада та науковий ступінь консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Оцінка економічної ефективності впровадження запропонованої технології в АРМ	Наталія ГРИЦЕНКО, доцент. к.е.н		

7. Дата видачі завдання 30 вересня 2024 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН




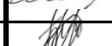
№ з/п	Назва етапів	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз показників роботи залізничного транспорту за 2013-2015 роки, Стан теорії і практики побудови комплексної системи вибору технологій організації перевізного процесу	10.10.24	виконано
2	Комплексна технологія перевізного процесу на основі твердого графіку руху поїздів	25.10.24	виконано
3	Параметри графіку та технологія оперативного планування поїзної роботи	10.11.24	виконано
4	Пропозиції щодо застосування ІТ-технологій в транспортних системах	25.11.24	виконано
5	Оцінка економічної ефективності впровадження запропонованої технології в АРМ	10.12.24	виконано
6	Висновки	23.12.24	виконано
7	Оформлення пояснювальної записки	03.01.25	виконано

Студент  Євген РИЧКОВ

Керівник роботи  Олексій КОСТЕННІКОВ

## ЗМІСТ

Вступ	8
1 Аналіз показників роботи залізничного транспорту за останні роки	11
1.2 Стан теорії і практики побудови комплексної системи вибору технологій організації перевізного процесу	13
1.3 Концепція нової системи управління в умовах інформаційних технологій і якості перевізного процесу	24
2 Комплексна технологія перевізного процесу на основі твердого графіку руху поїздів	31
2.1 Задачі оптимізації управління перевізним процесом на основі економічних критеріїв	31
2.2 Варіанти переходу технології поїзної роботи від інформаційної до системи, що управляє	35
2.3 Математична модель формування твердих ниток графіку з метою оптимального забезпечення необхідності в перевезеннях	37
3 Параметри графіку та технологія оперативного планування поїзної роботи	49
3.1 Моделювання поїзної роботи на дільницях	49
3.2 Моделювання роботи станції. Планування та регулювання поїзної роботи	54

					<i>РАСОЗ.300.00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Ричков</i>				Розробка адаптивної системи організації залізничних перевезень на основі логістичних підходів та концепції 'твердих ниток' графіка руху	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Костенніков</i>							107
<i>Реценз.</i>	.				УкрДУЗТ			
<i>Н. Контр.</i>	<i>Костенніков</i>							
<i>Затверд.</i>	<i>Ковальов</i>							

3.3	Оперативний розподіл вагонів в логістичних системах	59
3.4	Використання методу динамічної оптимізації для забезпечення повновагості та повноскладності поїздів	74
4	Пропозиції щодо застосування ІТ-технологій в транспортних системах	80
5	Оцінка економічної ефективності впровадження запропонованої технології в АРМ логіста	92
	Список використаних джерел	102
	Додаток А Блок схема алгоритму формування твердих ниток графіку	105
	Додаток Б	
	Алгоритм розрахунку нормативів для графіку руху поїздів	106
	Додаток В	
	Алгоритм моделювання роботи станції	107

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## Вступ

Досягнення науково-технічного прогресу, перш за все в сферах інформаційних технологій, що збіглися за часом з корінними змінами в суспільно-політичному і економічному житті України, найістотнішим чином відбилися на діяльності залізничного транспорту. Створюються об'єктивні умови для реалізації принципово нових підходів до організації перевізного процесу.

Технологія організації перевезень, що склалася, має імовірнісну, стохастичну основу, коли рішення, як в нормативних документах на тривалі періоди (план формування, графік руху поїздів), так і при оперативних рішеннях базуються на минулому досвіді, статистиці і звітності за попередні періоди, на адаптацію до ситуацій, що оперативно складаються [1].

Нерівномірність в організації вантаження, зміни її адресності, вивантаження, утворення вантажних ресурсів і так далі є головною причиною нестабільності графіку руху, вельми відчутних технологічних і економічних втрат, уповільнення звороту рухливого складу.

Істотні вкладення в технічні вирішення передачі даних, в розвиток обчислювальних центрів створюють передумови для зміни технології перевезень, проте, корінної ломки старих підходів, переходу від стохастичних за своєю природою рішень до ефективних рішень, підкріплених глобальною комп'ютерною підтримкою, поки не сталося.

Створені і діючі останніми роками системи автоматизованого керування перевезеннями не можуть повною мірою забезпечити ефективне управління перевезеннями на основі інформаційних технологій без додаткових інвестицій, перш за все в забезпечення оперативності і достовірності вихідної інформації [2].

Дане дослідження має важливе значення, оскільки дозволяє значно поліпшити якість перевезень, скоротити транспортні витрати, поліпшити експлуатаційні показники, підвищити якість обслуговування клієнтури, підвищити конкурентоспроможність залізничного транспорту на ринку транспортних послуг. Під терміном «організація залізничних перевезень» в

даному дослідженні розуміється технологія поїздової роботи на основі «твердих ниток» графіка з врахуванням повновагості (повносоставності) вантажних поїздів.

**Актуальність** обумовлена рядом об'єктивних причин: потужній обчислювальній мережі з розвиненими телекомунікаціями, з наявністю необхідної кількості терміналів на базі персональних комп'ютерів (АРМ), впровадженням системи ідентифікації рухомого складу, що роблять визначальний вплив на організацію і технологію перевізного процесу, створюють передумови для різкого підвищення якості перевезень, поліпшення експлуатаційних і економічних показників роботи залізниць, для підвищення конкурентоспроможності залізничного транспорту на ринку транспортних послуг.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Кваліфікаційна робота виконувалась відповідно до Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року.

**Мета даної кваліфікаційної роботи** - науково обґрунтувати систему організації залізничних перевезень на основі логістичних підходів з врахуванням адаптації залізничного транспорту до нерівномірності вантажопотоків, що забезпечує стійке положення залізниць на ринку транспортних послуг на базі впровадження «твердих ниток графіка руху поїздів», що дозволяють скоротити міжопераційні простої, заощадити значні ресурси, вивести управління залізничним транспортом на новий сучасний рівень.

**Предмет дослідження.** Технологія організації перевізного процесу на дирекції залізничних перевезень в умовах конкуренції з автомобільним транспортом.

**Об'єкт дослідження.** Процес організації роботи станцій на мережі залізниць України.

**Наукова новизна** дослідження на відміну від раніше виконаних робіт полягає в розробці вирішень принципово нової системи організації і технології перевізного процесу на основі твердого графіка руху поїздів, що дозволяє значно



поліпшити якість обслуговування клієнтури і скоротити транспортні витрати за рахунок скорочення експлуатаційних витрат. З врахуванням розроблених з позицій нових підходів до управління перевезеннями на основі інформаційних технологій сформульовані і визначені сфери економічних переваг організації перевізного процесу з використанням «твердих ниток» графіка.

**Апробація результатів роботи.** Основні положення роботи доповідались, обговорювались та схвалені на 84-й Студентській науково-технічній конференції, що проходила в Українському державному університеті залізничного транспорту, 2024 р. (м. Харків).

## Висновки

Адаптація графіку руху поїздів до коливань вагонопотоків в умовах стохастичних методів управління не забезпечують раціональних параметрів поїзної роботи, оскільки має місце протиріччя між детермінованою природою графіка і об'єктивно існуючою нерівномірністю потоків вагонів і поїздів.

Запропонована математична модель формування «ниток» твердого графіку руху поїздів, яка описується за допомогою елементів теорії графів і зводиться до задачі лінійного програмування в булевих змінних за критерієм мінімуму вагоно-годин простою на технічних станціях.

В новій системі план формування та графік руху розглядаються як єдине ціле. Вони розробляються на період, для якого досить твердо, обґрунтовано встановлені параметри обсягів та географії перевезень (як правило, сезон, а не рік). План формування оптимізує потоки, призначення, завантаження станцій формування поїздів. Для цих вихідних даних створюється твердий, стабільний графік руху.

Розробка математичної моделі роботи об'єктів управління з цільовою функцією за критерієм мінімуму вагоно-годин простою дозволяє на протязі періоду планування забезпечити диспетчерський апарат інформацією про можливі ускладнення в роботі станцій та полігону в цілому.

Вирішена задача оперативного розподілу порожніх вагонів з урахуванням мінімуму порожнього пробігу. Для вирішення задачі забезпечення повноваговості та повносоставності твердих ниток використано метод динамічної оптимізації.

Приріст економічного ефекту від впровадження запропонованої технології в АРМ за весь розрахунковий період з урахуванням приведення до першого року складає 1527179.82 грн.

## Список використаних джерел

- 1 Інструкція з оперативного планування поїзної і вантажної роботи на залізницях України, затверджений наказом Укрзалізниці від 15 грудня 2004 року № 969-ЦЗ, ЦД-0052.
- 2 Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте. под ред. П.С. Грунтова – М.: Транспорт, 1994. – 543с.
- 3 Статут залізниць України. – К.: Транспорт України, 1998.
- 4 А.А. Смехов, В.В. Повороженко, А.Т. Дерibas и др. Управление грузовой и коммерческой работой на железнодорожном транспорте. М.: Транспорт, 1990.-351 с.
- 5 Ю. В. Дьяков, М. Л. Расулов Технология перевозок и график движения. Железнодорожный транспорт.- 1991. - № 4. - С. 7 – 12.
- 6 Н.П. Соловьёва, Л.Н. Соколова, А.А. Аветикян Совершенствование эксплуатационной работы железных дорог в условиях рыночной экономики. Железнодорожный транспорт в Российской Федерации, СНГ и за рубежом. - 1997 г. - Вып. 24.- с. 22-35.
- 7 В.А. Король, В.А. Буянов Эффект современных информационных технологий. Железнодорожный транспорт. - 1996 г.- №1.- с.73-77.
- 8 Т.В. Бутько, О.А. Малахова Нові підходи до планування поїздоутворення на залізничних станціях вузлів. Сб. науч. работ. Коммунальное хозяйство городов. - 2002. - Вып. 47. - С. 29-36.
- 9 И.П. Швечиков, И.С. Истомина, А.Ф. Бородин Твердый график в грузовом движении. Железнодорожный транспорт .- 1997 г.- №1, с. 12-15.
- 10 Буянов В.А. Жесткий график движения поездов в среде информационных технологий организации перевозок. Вестник ВНИИЖТа. - №4.- 2001 г.- с. 3-7.

11 Шапкин И.Н. Организация железнодорожных перевозок на основе информационных технологий: автореф. дис. ... д-ра техн. наук:/И.Н. Шапкин; [МИИТ]. – М., 2009.-39с.

12 Інструкція зі складання графіка руху поїздів на залізницях України ЦД-0040. Затв. наказом Укрзалізниці від 05.04.2002 р. № 170-Ц. Київ: Транспорт України, 2001. 163 с.

13 Інструктивні вказівки з організації вагонопотоків на залізницях України ЦД-0053. Затв. наказом Укрзалізниці від 29.12. 2004 р. № 1028-Ц. Київ: ТОВ «Швидкий рух», 2005. 99 с.

14 Інструкція з ведення графіка виконаного руху поїздів на залізницях і дирекціях залізничних перевезень ЦД-0076. Затв. наказом Укрзалізниці від 17.12. 2008 р. № 544-Ц. Київ, 2008. 31 с.

15 Інструкція з визначення станційних і міжпоїзних інтервалів ЦД-0034. Затв. наказом Укрзалізниці від 01.12.2000 р. № 542-Ц. Київ: Транспорт України, 2001. 149 с.

16 Інструкція з розрахунку наявної пропускної спроможності залізниць України ЦД-0036. Затв. наказом Укрзалізниці від 14.03.2001 р. № 143/Ц. Київ: Транспорт України, 2002. 375 с.

17 Правила технічної експлуатації залізниць України. Затв. наказом Міністерства транспорту України від 20.12.1996 р. № 411. Київ, 1996. 97 с.

18 Є.І. Балака, О.І. Зоріна, Н.М. Колеснікова, І.М. Писаревський. Оцінка економічної доцільності інвестицій в інноваційні проекти на транспорті: Навчальний посібник. Харків: УкрДАЗТ, 2005. – 210 с.

19 . Левиков Г.А. Управление транспортно-логистическим бизнесом. Учеб. пособие. - М., «Консультант», 2004. - 144 с.