

ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

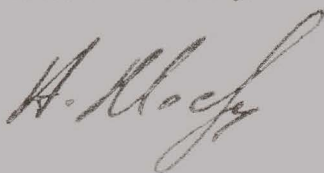
МОСЕНДЗ АНАТОЛІЙ ІВАНОВИЧ

УДК 629.42.001.57:629.4.016.2

**МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ЛОКОМОТИВНОГО ПАРКУ І ВИБІР
РАЦІОНАЛЬНИХ ПОТУЖНОСТЕЙ ТЯГОВИХ ОДИНИЦЬ**

Спеціальність 05.22.07 – Рухомий склад залізниць і тяга поїздів

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук



Дніпропетровськ 2000

НТБ
ДНУЗТ

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі "Локомотиви" Дніпропетровського державного технічного університету залізничного транспорту Міністерства транспорту України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, доцент
БОДНАР Борис Євгенович,
Дніпропетровський державний технічний університет
залізничного транспорту, завідувач кафедри "Локомотиви"
проректор з навчальної роботи.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
ТАРТАКОВСЬКИЙ Едуард Давидович,
Харківська державна академія залізничного транспорту,
завідувач кафедри "Експлуатація та ремонт рухомого складу"

кандидат технічних наук
ЕВДОМАХА Григорій Васильович,
Дніпропетровський державний технічний університет
залізничного транспорту, ведучий науковий співробітник
галузевої науково-дослідної лабораторії динаміки і міцності
рухомого складу

Провідна установа: Східноукраїнський державний університет, кафедра залізничного
транспорту, Міністерство освіти України, м. Луганськ.

14 годині на засіданні
Дніпропетровському державному
університету за адресою: 49010,

Дніпропетровського державного
університету за адресою: 49010,

300 р.

Жуковицький І.В.

НТБ
ДНУЗТ

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Державна програма поліпшення роботи залізничного транспорту передбачає реструктуризацію локомотивного господарства, в тому числі створення нових серій українських локомотивів для забезпечення необхідних обсягів перевезень.

В умовах реформування економіки України широке включення її в систему світових економічних зв'язків поставило перед залізничним транспортом складні задачі адаптації в роботі у ринкових умовах господарювання, забезпечення зростаючих вимог до якості транспортних послуг, економічної ефективності виробничо-фінансової діяльності.

Зараз парк локомотивів та вагонів не відповідає об'ємам перевезень. Внаслідок цього виробничі потужності підприємств залізничного транспорту використовуються на 30-40%. Це потребує прийняття термінових заходів, і в першу чергу, з планування об'єму перевезень на основі прогнозування вантажопотоків і освоєння їх оптимально необхідним парком локомотивів і вагонів. Вагові норми поїздів і швидкості їх руху повинні вибиратися на підставі техніко-економічних розрахунків із забезпеченням раціонального завантаження всіх технічних засобів, що беруть участь у перевезеннях.

Аналіз системи використання рухомого складу показує, що найбільш важливим показником, який характеризує роботу локомотивів, є їх продуктивність, а також показники їх використання по часу та по потужності.

У зв'язку з цим задача визначення раціональних параметрів локомотивів і характеристик їх використання для забезпечення зростаючих вимог до якості транспортних послуг є важливою й актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота є частиною наукових досліджень, які проводяться ДПТом у відповідності з рішенням техніко-економічної Ради Придніпровської залізниці в рамках вимог засідання Ради Укрзалізниці від 24.04.97 р., протокол №5 "Про основні напрямки стабілізації фінансово-економічного положення залізниць у 1997 році і задачах по реструктуризації галузі" (наказ УЗ № 156-Ц від 01.07.97 р.).

Мета і задачі дослідження. Метою даної роботи є визначення раціональної потужності локомотива для забезпечення необхідної тяги поїздів при вантажних перевезеннях.

НТБ
ДНУЗТ

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити такі задачі:

- виконати кореляційний та спектральний аналізи даних, які характеризують роботу Дніпропетровського державного підприємства по перевезеннях вантажів та пасажирів;
- вибрати метод і розробити методику визначення предикторних (незалежних) змінних на етапі структурного моделювання роботи підприємства за статистичними даними пасивного експерименту;
- використовуючи метод найменших квадратів і метод найменших модулів, побудувати математичну модель за даними в період з 1990 по 1996 роки для моделювання роботи підприємства;
- виконати аналіз процесу формування поїздів на станції Нижньодніпровськ-Вузол (Н.Д-Вузол) та побудувати закон розподілу ймовірностей для швидкості їх формування;
- сформулювати задачу та розробити методику визначення раціональної потужності локомотива з умови мінімуму недовикористаної потужності та кратності тяги поїздів.

Наукову новизну одержаних результатів роботи становлять:

- математичні моделі, що побудовані на основі обробки статистичної інформації, і методика вибору показників, які характеризують роботу підприємства;
- результати визначення потужності тягового модуля, в яких встановлено, що основним фактором є швидкість формування складу поїзда, яка при заданому часі задоволення транспортної послуги визначає його масу і необхідну потужність локомотива для заданої ділянки;
- методика і алгоритм визначення раціональної потужності тягового модуля з умовою мінімуму кратності тяги та недовикористаної потужності.

Практичне значення одержаних результатів полягає у

- синтезуванні показників використання рухомого складу при вантажних перевезеннях;
- застосуванні кореляційного і спектрального аналізів показників, які характеризують роботу Дніпропетровського державного підприємства по перевезеннях вантажів та пасажирів, що дає можливість виконувати планування показників на перспективу; розробки складових технологій перевезень; визначення необхідного тягового рухомого складу і його характеристик;
- виборі методу і розробці методики визначення предикторних змінних на етапі структурного моделювання роботи підприємства за статистичними даними пасивного експерименту;

- визначенні раціональної потужності локомотивів з урахуванням часу доставки вантажів та обмежуванні з пропускної здатності для Дніпропетровського державного підприємства.

Анотація результатів дисертації: Основні положення дисертації доповідались на:

- засіданні техніко-економічної Ради Придніпровської залізниці, Дніпропетровськ, 1997, 1998, 1999 р.р.,
- VII Міжнародній науково-технічній конференції, Крим, Лівадія, 29.09 – 04.10.97р.,
- республіканському науково-технічному семінарі "Проблеми управління та інформатики", ДІІТ, Дніпропетровськ, 18.02.1999 р.

Повністю дисертаційна робота доповідалась на науково-практичному семінарі кафедр механічного факультету ДІІТу (1999,2000 р.р.).

Публікації. На тему дисертації опубліковано 4 наукових роботи у видавництвах, затверджених ВАК України. Опубліковано також тези 1 наукової міжнародної конференції.

Особистий внесок пошукача. В роботах, опублікованих у співавторстві, дисертантом запропонована математична модель транспортної системи з позиції системного аналізу[1], сформульована задача вибору і визначені предикторні показники роботи підприємства [2,5], визначені задачі підвищення ефективності роботи підприємства [3], побудовані математичні моделі витрат електроенергії і часу для вантажних перевезень [4].

Структура й обсяг дисертації: Дисертація складається зі вступу, п'яти розділів, висновку, списку використаної літератури і додатків. Робота вміщує 148 сторінок тексту, 46 малюнків, 25 таблиць, бібліографію з 70 назвами та 82 сторінки додатків.

ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовується актуальність, наукова новизна і практична цінність дослідження. Формулюється мета дисертаційної роботи і основні задачі дослідження.

У першому розділі дисертації проведена оцінка і дана характеристика транспортної системи України. Показано вплив нових економічних відносин на транспортну систему. Приведені характеристики використання локомотивів і динаміка показників роботи Дніпропетровського державного підприємства по перевезенням вантажів і пасажирів за період із 1990 по 1996 р.р.

Залізничні України входять у число найбільших серед європейських держав. Питома вага перевезень залізницями України у загальному вантажообігу всіх видів транспорту складає більше 40%. При вантажних перевезеннях переважають масові вантажі (більше 60%), які транспортуються великими партіями на значні (більше 600 км) відстані. Фактично всі залізничні України здійснюють транзитні перевезення.

Парк локомотивів і вагонів зараз не відповідає об'ємам перевезень. Їх кількість скоротилася непропорційно зниженню обсягів перевезень. Внаслідок невідповідності об'ємів перевезень технічному потенціалу виробничі потужності багатьох підприємств Укрзалізничні використовуються на 30-40%. Виконаний аналіз показує, що залізничний транспорт України потребує термінового прийняття заходів по зниженню собівартості перевезень на основі прогнозування вантажопотоків і освоєння їх оптимально необхідним парком локомотивів і вагонів. Встановлені вагові норми і ходові швидкості повинні вибиратися на підставі техніко-економічних розрахунків з забезпеченням раціонального завантаження всіх технічних засобів, які беруть участь у перевезеннях.

Вагомий вклад у удосконалення техніко-економічних показників, технічних засобів транспорту внесли вчені: Е.А. Ашкеназі, А.А. Босов, Д.М. Веліканов, Н.М. Вишневський, А.Л. Голубенко, В.Т. Дементьев, Ю.В. Дьомін, А.В. Іванов, М.И. Іпатов, Д.М. Комаров, И.К. Колесник, Т.Ф. Кузнецов, В.Д. Кузьміч, Д.С. Львов, Д.С. Лисицин, Н.Н. Моїсєєв, И.Б. Погошев, В.А. Персіанов, Н.Г. Смахов, Э.Д. Тартаковский, К.К. Тихонов, В.В. Стрекопитов, Г.И. Федоренко, Н.А. Фуфрянський, Д.А. Чудаков, Ю.В. Чуєв та ін.

Аналіз системи використання рухомого складу показує, що її характеризує загальний результативний показник – продуктивність, який включає показники використання рухомого складу по часу і по потужності.

На основі проведеного кореляційного і спектрального аналізів показників, що характеризують роботу Дніпропетровського державного підприємства по перевезенню вантажів і пасажирів, сформульована мета визначення раціональної потужності локомотива з нових позицій з урахуванням часу доставки вантажів і витрат енергії на їх доставку.

Під раціональною потужністю локомотива будемо розуміти таку потужність локомотива, для якого час доставки вантажів і витрати енергії будуть мінімальними, тобто розглядається багатокритерієва задача.

Враховуючи, що шляхом активного експерименту рішення такої задачі неможливе як за витратами коштів, так і часу, то з необхідністю приходимо до

НТБ
ДНУЗТ

використання методів математичного моделювання на основі великого масиву статистичної інформації про роботу підприємства.

У *другому розділі* наведені результати теоретичних досліджень з розробки методики вибору показників, які характеризують роботу підприємства, що оснований на побудові математичних моделей, які базуються на статистичній інформації.

Структура статистичної інформації визначається первинними джерелами, в якості яких виступають довідки про виконання основних показників Дніпропетровського держпідприємства по перевезеннях вантажів і пасажирів Придніпровської залізниці. Загальне число показників 60. Для аналізу роботи локомотивного парку вибрано 12 показників, які є незалежними.

В загальному вигляді статистична інформація про роботу підприємства представлена у вигляді

$$X = \begin{Bmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & x_{2n} \\ x_{m1} & x_{m2} & x_{mn} \end{Bmatrix}, \quad (1)$$

де x_{ij} – значення показника з індексом i в j -му спостереженні.

Для математичного моделювання необхідно визначити, які з показників узяті в якості предикторних (незалежних), а які оголосити як відгуки (залежні) змінні.

Якщо в якості відгуку прийняти один з показників, який позначимо через y , а показники $x_1, x_2, \dots, x_k$ визначити як предикторні змінні, тоді

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_k) \quad (2)$$

буде математичною моделлю, якщо вид функції відомий.

При моделюванні використовується лінійна функція. Визначення коефіцієнтів лінійної функції проводиться з використанням методу найменших модулів (МНМ), суть якого полягає в мінімізації суми модулів різниці між дослідними значеннями відгуку і значеннями, обчисленими за допомогою моделі, тобто вирішується задача

$$S_{МНМ} = \sum_{i=1}^m \left| y_i - \sum_{j=0}^k b_j x_{ij} \right| \rightarrow \min, \quad (3)$$

НТБ
ДНУЗТ

де мінімізація проводиться за параметрами b_j , $j = \overline{0, k}$ причому x_0 – фіктивна змінна і в кожному спостереженні приймається рівною 1

У випадку, якщо вибір предикторних змінних таким методом утруднений, пропонується структурне моделювання виконувати двома методами: кореляційним методом з використанням бінарного відношення толерантності або методом ортогоналізації Грама-Шмідта.

У *третьому розділі* виконано аналіз статистичної інформації про роботу Дніпропетровського державного підприємства по перевезеннях вантажів і пасажирів за період із 1990 по 1996 р.р.

Під час аналізу всі параметри розбито на три групи:

- параметри, що характеризують середовище, в якому працює підприємство;
- параметри, які характеризують стан підприємства;
- параметри, що характеризують результати роботи підприємства.

Значення параметрів, які характеризують зовнішні фактори і визначають необхідність у транспортних послугах, за період, що розглядається, зменшилися у 2,5...3 рази.

Що стосується показників роботи локомотивів, то необхідно визначити тенденцію зниження (зменшення) середньодобового пробігу, а продуктивність електровозів зменшилась у 1,22 рази, тепловозів – у 5 разів.

Що стосується витрат на надання транспортних послуг, то їх частка, яка пов'язана з витратами електроенергії в локомотивному господарстві, виросла з 61,2% до 85,4%.

Відносно витрат часу на доставку вантажів відмітимо, що найбільше часу транзитний вагон знаходиться при накопиченні складу поїзда (58,66%), в очікуванні відправлення (21,59%) і в парку прибуття (10,55%). Таким чином, за цими трьома елементами витрачається 90,8% загального часу простою вантажів на станції.

Виконано аналіз тривалості перебування на ст. Н.Д.-Вузол транзитних поїздів, які проходять і не проходять переробку. Встановлено, що, в основному, втрати часу відбуваються в парку прибуття, транзитні вагони з переробкою основну частину простою мають у процесі накопичення складу поїзда.

Значну увагу в даному розділі приділено оцінці швидкості накопичення складів поїздів, як одному з факторів, що визначає їх формування і, відповідно, необхідну потужність локомотивів.

Аналіз показників роботи підприємства показує, що в умовах конкуренції видів транспорту економічні відношення призводять до того, що час доставки вантажів

стає одним із показників, які визначають конкурентоспроможність залізничного транспорту.

В четвертому розділі наведена методика визначення раціональної потужності тягових модулів і запропонований алгоритм вибору потужності модуля (одного або двох типів) для поїздів різної маси. Визначення раціональної потужності тягового модуля здійснюється з використанням апарату векторної оптимізації.

Під тяговим модулем будемо розуміти локомотив деякої потужності, з якого набирається необхідна кратна сила тяги для доставки вантажів за призначенням. Час доставки тісно пов'язаний з масою поїзда і часом ходу. Час ходу по дільниці і маса поїзда визначають необхідну потужність тяги, при якій витрати енергії на подолання сил опору будуть мінімальними.

Позначимо через x потужність модуля, з якого набираються раціональні потужності $N_1, N_2, \dots, N_n$. Тоді число модулів для забезпечення, наприклад, потужності N_1 буде дорівнювати $\frac{N_1}{x}$, якщо відношення ціле число, а якщо ні, то число модулів буде $\left[\frac{N_1}{x} \right] + 1$, де $\left[\frac{N_1}{x} \right]$ – ціла частина цього відношення.

Очевидно, що це число визначає кратність тяги для забезпечення реальної потужності N_1 і визначимо її за формулою

$$K(N_1, x) = \begin{cases} \frac{N_1}{x}, & \text{якщо } \frac{N_1}{x} - \text{ціле число;} \\ \left[\frac{N_1}{x} \right] + 1, & \text{якщо } \frac{N_1}{x} - \text{дробне число.} \end{cases} \quad (4)$$

Відмітимо, що при цьому має місце відношення

$$xK(N_1, x) \geq N_1, \quad (5)$$

а різниця

$$\Delta(N_1, x) = xK(N_1, x) - N_1 \quad (6)$$

НТБ
ДНУЗТ

с недовикористана потужність тяги поїздів маси Q_1 . Таких поїздів буде m_1 , тоді величина $m_1 \Delta(N_1, x)$ характеризує сумарну недовикористану потужність тяги поїздів маси Q_1 , якщо тяга формується з модуля потужності x .

Середня недовикористана потужність модуля в розрахунку на один поїзд буде

$$y(x) = \sum_{i=1}^n \frac{m_i}{m} \Delta(N_i, x) = \sum_{i=1}^n P_i \Delta(N_i, x) \quad (7)$$

Середня кратність тяги, що забезпечує модуль x , буде

$$K_{cp}(x) = \sum_{i=1}^n P_i K(N_i, x) \quad (8)$$

Для вибору потужності модуля необхідно, щоб

$$F(x) = \left\{ \begin{matrix} y(x) \\ K_{cp}(x) \end{matrix} \right\} \rightarrow \min \quad (9)$$

за умови, що $0 < x < \infty$.

Для розв'язання цієї задачі проведено дослідження залежності $y(x)$ і $K_{cp}(x)$ та запропоновано алгоритм векторної оптимізації, який дозволяє визначати раціональну потужність одного або декількох модулів, які складаються з локомотивів одного типу

Якщо, наприклад, маємо два модулі з потужностями x_1 і x_2 і ці модулі не сумісні, тоді розглядається задача

$$\begin{aligned} y(x_1, x_2) &\rightarrow \min; \\ K_{cp}(x_1, x_2) &\rightarrow \min. \end{aligned} \quad (10)$$

Дослідження функцій (10) показало, що не має сенсу мати два види модулів однакової потужності, якщо їх технічно не можливо використати для одного набору тяги.

НТБ
ДНУЗТ

Якщо, наприклад, маємо два модулі з потужностями x_1 і x_2 , і при формуванні необхідної тяги вони можуть використовуватися сумісно, тоді вирішується цілочисельна задача лінійної векторної оптимізації

$$\begin{aligned} z_1 &= k_1 x_1 + k_2 x_2 \rightarrow \min, \\ z_2 &= k_1 + k_2 \rightarrow \min \end{aligned} \quad (11)$$

при умові, що k_1 і k_2 – цілі та невід'ємні, причому

$$k_1 x_1 + k_2 x_2 \geq N \quad (12)$$

Такий підхід до вирішення поставленої задачі дозволяє при формуванні потужності тяги одночасно мінімізувати недовикористану потужність і кратність тяги.

П'ятий розділ присвячено чисельним розрахункам з визначення раціональних потужностей тягових модулів на прикладі даних Дніпропетровського державного підприємства по перевезеннях вантажів і пасажирів. З усіх напрямків вибрано напрямок Чаплине - П'ятихатки, зі станцією переробки поїздів Н.Д.-Вузол (головний хід).

Розрахунки виконані при існуючій системі формування поїздів і при запропонованій системі.

При існуючій системі формування поїздів побудована математична модель середньомісячної маси поїзда, як функція часу

$$\dot{Q}(t) = f_1(t) + f_2(t), \quad (13)$$

де $f_1(t)$ – описує тренд, $f_2(t)$ – періодичну складову.

Розрахунки виконано для 12 місяців 1998 року при накопичені складу поїзда 10-12 годин і доставці 18-20 годин. Так як керівний уклон дорівнює 9 ‰, то при швидкості 50 км/год потужність модуля виявилася 5600 – 5640 кВт, а середня вага 3660 т, що забезпечує кратність тяги $K_{cp} = 1$ і відсоток недовикористаної потужності склав 1,2 % у середньому.

Якщо в якості розрахункової швидкості взяти середньотехнічну, то раціональна потужність тягового модуля складає ≈ 4000 кВт, при тій же кратності тяги і недовикористаній потужності.

Основна задача вибору раціональної потужності x , часу формування поїздів τ швидкості руху V в роботі наведена у вигляді

$$\begin{aligned} K(x, \tau, V) &= \left[\frac{N_y(V) u \tau}{x} \right]^+ \rightarrow \min; \\ Y(x, \tau, V) &= x \cdot K(x, \tau, V) - N_y(V) u \tau \rightarrow \min; \\ Y_{\text{тр}}(x, V) &= x \left[\frac{Q_{\text{тр}} N_y(V)}{x} \right]^+ - Q_{\text{тр}} N_y(V) \rightarrow \min, \end{aligned} \quad (14)$$

при обмеженнях

$$\begin{aligned} \tau + t_{\text{п.з.}} + \frac{l}{V} &\leq t_{\partial}; \\ n_{\text{тр}} + \frac{24}{\tau + t_{\text{п.з.}}} &\leq \frac{24}{\Delta t}; \\ \frac{u \tau}{\rho} &\leq L - 50; \\ \underline{x} &\leq x \leq \bar{x}; \\ \underline{V} &\leq V \leq \bar{V}; \\ \tau &> 0. \end{aligned} \quad (15)$$

де u – швидкість потоку надходження вантажів;

$N_y(V)$ – питома потужність тяги на керівному уклоні при швидкості V ;

$V(x, \tau, V)$ – недовикористана потужність тягового модуля для поїздів, які проходять переробку;

$V_{\text{тр}}(x, V)$ – недовикористана потужність тягового модуля для поїздів без переробки (транзитних);

$t_{\text{п.з.}}$ – час виконання підготовчих та заключних операцій при формуванні

$t_{\text{п.з.}}$ – поїздів;

t_{∂} – час доставки вантажів;

l – довжина участка;

НТБ
ДНУЗТ

L – довжина приймально-відправних колій,

ρ – погонне навантаження;

$\underline{x}, \bar{x}, \underline{\tau}, \bar{\tau}, \underline{V}, \bar{V}$ – значення величин, які враховують досвід експлуатації вітчизняного та закордонного залізничного транспорту;

Δt – мінімальне значення інтервалу часу між поїздами.

Геометрична інтерпретація області допустимих значень часу формування составу поїзда (τ) та швидкості руху (V) приведена на рисунку 1.

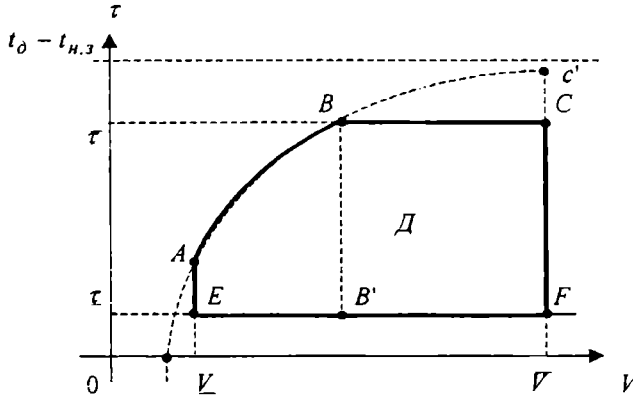


Рисунок 1- Область D - допустимих значень τ і V

Область D побудована з припущенням, що

$$\underline{\tau} < \bar{\tau} < t_0 - t_{n,z} \quad (16)$$

Якщо $t_0 - t_{n,z} < \bar{\tau}$, то область D буде визначатися криволінійною трапецією $EAC'F$. Наявність точки B і ситуації коли

$$\underline{\tau} < t_0 - t_{n,z}, \quad (17)$$

призводить до того, що активним (вагомим) буде і обмеження з пропускної спроможності участка. Якщо виявиться, що

$$\min\{\underline{\tau}, \bar{\tau}\} > t_0 - t_{n,z}, \quad (18)$$

НІТБ
ДНУЗТ

то обмеження з пропускної спроможності та довжини приймально-відправних колій можна не враховувати і область Д буде прямокутна.

Чисельні розрахунки, виконані з урахуванням часу доставки і обмеження з пропускної спроможності і довжини приймально-відправних колій, показали, що в діапазоні швидкостей 30...60 км/год і доставці 12...13 годин при накопиченні не більше чотирьох годин, раціональна потужність тягового модуля повинна бути в інтервалі 2100...2520 кВт (з урахуванням 20% запасу потужності). При цих параметрах раціональна розрахункова швидкість складає 46...48 км/год, а середня маса поїзда 1300...1700 т, що буде забезпечувати недовикористання потужності не більше 18%. Економія електроенергії для головного ходу складає 35300 кВт*год/сутки, або в грошовому виразі 1500 тис. грн. за рік.

Порівняння результатів розрахунків, виконаних для існуючої і запропонованої систем формування поїздів з використанням розробленої методики показало, що впровадження модульної системи тяги поїздів дозволяє скоротити час накопичення поїздів у $2 \div 3$ рази, час доставки вантажів у $1,5 \div 1,7$ рази і зменшити потужність тягового модуля в 2,2 рази.

ВИСНОВКИ

Дисертація вміщує отримані автором нові науково-обґрунтовані теоретичні й експериментальні результати, які в сукупності є суттєвими для визначення основних показників роботи локомотивного парку залізниць України, тобто поставлена мета і задачі вирішені.

Подані в дисертації результати проведених теоретичних та експериментальних досліджень дозволяють зробити такі висновки:

1. Виконано кореляційний і спектральний аналізи статистичної інформації про роботу Дніпропетровського державного підприємства по перевезеннях вантажів і пасажирів за період з 1990 до 1996 р.р. Встановлено, що в умовах конкуренції видів транспорту економічні відносини призводять до того, що час доставки вантажів стає одним із показників, які визначають конкурентоспроможність залізничного транспорту.
2. На основі обробки статистичної інформації про роботу підприємства з використанням методів найменших квадратів і найменших модулів побудовані математичні моделі, які дозволяють встановлювати взаємозв'язок між показниками.

3. Вибрано метод і розроблена методика визначення основних показників, які характеризують роботу підприємства. Це дозволяє на основі вибраних предикторних змінних з використанням математичних моделей моделювати роботу підприємства, що значно знижує витрати коштів на проведення експериментальних досліджень.
4. В результаті аналізу процесу формування поїздів встановлено, що основним джерелом скорочення витрат часу на їх формування є скорочення часу накопичення складу поїзда, що впливає на його масу і потребує нового підходу до вибору необхідної потужності локомотива.
5. При побудові закону розподілу імовірностей для швидкості формування поїздів отримано розподіл їх маси і встановлено, що вона є визначальною при виборі потужності локомотива.
6. Розроблена методика визначення раціональної потужності тягового модуля (одного або двох типів) і запропонований алгоритм вибору потужності модуля для поїздів різної маси.
7. Доведено, що при визначенні необхідної потужності тяги для поїздів різної маси типи тягових модулів повинні бути технічно сумісні.
8. Числові розрахунки з визначення раціональної потужності тягового модуля, виконані для головного ходу Дніпропетровського державного підприємства по перевезенню вантажів і пасажирів показали, що:
 - при існуючій системі формування поїздів потужність тягового модуля повинна бути 5600-5640 кВт;
 - якщо потужність тягового модуля визначається з урахуванням часу доставки вантажів (при часі накопичення поїзда не більше 4 годин і 20% запасу потужності), то раціональна потужність тягового модуля повинна бути 2100-2500 кВт;
 - розрахункова швидкість повинна дорівнювати 46-48 км/год.

Таким чином, впровадження модульної системи тяги поїздів дозволить скоротити час накопичення складів поїздів у $2 \div 3$ рази, час доставки вантажів у $1,5 \div 1,7$ рази, зменшити потужність тягового модуля в 2,2 рази і отримати 35300 кВт*год/сутки економії електроенергії, що складає 1500 тис. грн. на рік.

НТБ
ДНУЗТ

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Босов А.А., Мосендз А.И., Мухина Н.А. Моделирование транспортных систем. Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. Науково-технічний журнал № 5/6. 1997 р. 16-17 с.
2. Босов А.А., Боднар Б.Е., Мосендз А.И. Моделирование работы железнодорожного предприятия. Улучшение конструкции и обслуживания подвижного состава железных дорог Межвузовский сборник научных трудов (ДИИТ). Днепропетровск. «Січ». 1997 год. 57-63 с.
3. Боднар Б.Е., Мосендз А.И. Применение структурного моделирования для исследования работы предприятия железнодорожного транспорта. Математичне моделювання в інженерних і фінансово-економічних задачах. Збірник наукових праць (ДІПТ). Дніпропетровськ. «Січ». 1998 рік. 106-116 с.
4. Гетьман Г.К., Курасов Д.Ю., Мосендз А.И. Моделирование затрат электроэнергии и времени парка электровозов на осуществление грузовых перевозок железных дорог Придніпровський науковий вісник. Технічні науки. № 105(172) листопад 1998 р. 8-14 с.
5. Босов А.А., Боднар Б.Е., Мосендз А.И. Исследование работы предприятий железнодорожного транспорта. Проблемы развития рельсового транспорта: Тезисы докладов VII международной конференции (Ливадия, Крым, 29 сентября – 3 октября 1997 года). Луганск. ВУГУ 1997 86-87 с.

АНОТАЦІЯ

Мосендз А.І. Моделювання роботи локомотивного парку і вибір раціональних потужностей тягових одиниць. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.07 – рухомий склад залізниць і тяга поїздів. – Дніпропетровський державний технічний університет залізничного транспорту, – Дніпропетровськ, 2000.

Дисертацію присвячено питанням моделювання роботи локомотивного парку та вибору раціональних потужностей тягових одиниць. В роботі на основі результатів кореляційного та спектрального аналізу статистичної інформації про роботу Дніпропетровського державного підприємства по перевезенню вантажів і пасажирів вибрано метод та розроблена методика, яка дозволяє на основі вибраних предикторних змінних з використанням математичних моделей моделювати роботу

підприємства. Це економить значну частину витрат на проведення досліджень та планування показників на перспективу Розроблена методика визначення раціональної потужності тягових модулів і запропонований алгоритм вибору потужності модуля (одного або двох типів) для поїздів різної маси.

Ключові слова: моделювання роботи, локомотивний парк, раціональна тягова потужність.

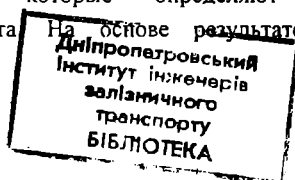
АННОТАЦИЯ

Мосендз А.И. Моделирование работы локомотивного парка и выбор рациональных мощностей тяговых единиц. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07 – подвижной состав железных дорог и тяга поездов. – Днепропетровский государственный технический университет железнодорожного транспорта, Днепропетровск, 2000.

Диссертация посвящена вопросам моделирования работы локомотивного парка и выбору рациональных мощностей тяговых единиц. Проведен анализ и оценка транспортной системы Украины, а также показано как влияют новые экономические отношения на транспортную систему. Приведены характеристики использования локомотивов и динамика показателей работы Днепропетровского государственного предприятия по перевозке грузов и пассажиров за период с 1990 до 1996 г.г. Выполнен корреляционный и спектральный анализы показателей работы предприятия. Разработано методику выбора показателей для оценки работы предприятия, которая основана на построении математических моделей, базирующихся на статистической информации. Для моделирования используется линейная функция, коэффициенты которой определяются с использованием метода наименьших модулей. Для случая если выбор предикторных переменных этим методом затруднен, предлагается моделирование производить корреляционным методом с использованием бинарного отношения толерантности или методом ортогонализации. Такой подход позволяет экономить значительную часть средств, необходимых для проведения исследований и планирования показателей на перспективу.

Анализ статистической информации о работе предприятия показал, что в условиях конкуренции различных видов транспорта время доставки грузов является одним из показателей, которые определяют конкурентоспособность железнодорожного транспорта. На основе результатов анализа определены



предикторные переменные и решена задача определения рациональной мощности тягового модуля для одного из вариантов.

Разработана методика определения рациональной мощности тяговых модулей и предложен алгоритм выбора мощности модуля (одного или двух типов) для поездов различной массы.

Определение рациональной мощности тягового модуля осуществляется с использованием аппарата векторной оптимизации. Это позволило при решении задачи формирования мощности тяги одновременно минимизировать недоиспользованную мощность и кратность тяги.

Доказано, что при определении необходимой мощности тяги для поездов различной массы типы тяговых модулей должны быть технически совместимы.

Выполнены расчеты по определению рациональной мощности локомотивов исследуемого предприятия при существующей системе формирования поездов, а также для случая, когда мощность тягового модуля определяется с учетом времени доставки грузов.

Ключевые слова: моделирование работы, локомотивный парк, рациональная тяговая мощность.

SUMMARU

Mosendz A.I. – Modeling of locomotive stock operation and choice of rational power for tractive units. – Manuscript.

Thesis for a candidate's degree by specialty 05.22.07 – railway rolling stock and train traction. – Dnipropetrovsk State Technical University of Railway Transport, Dnipropetrovsk, 2000.

The dissertation is devoted to problems of modeling the locomotive stock operation and choosing the rational power levels for tractive units. In this work based upon the results of correlative and spectral analysis of statistical information on activity of the Dnipropetrovsk State Enterprise for Transportation of Goods and Passengers a method is chosen and a technique is designed that make possible to simulate the enterprise activity on the basis of predictor variables with the use of mathematical models. It enables one to save the considerable share of funds in conducting the investigations and planning the indices for further work. The technique of determination of rational power for tractive modules is developed as well as the algorithm of choosing the module power (as to one or two types) for trains of different mass is proposed.

Key words: modeling of operation, locomotive stock, rational tractive power.

НТБ
ДНУЗТ

МОСЕНДЗ Анатолій Іванович

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ЛОКОМОТИВНОГО ПАРКУ І ВИБІР
РАЦІОНАЛЬНИХ ПОТУЖНОСТЕЙ ТЯГОВИХ ОДИНИЦЬ

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Спеціальність 05.22.07- рухомий склад залізниць і тяга поїздів

Підписано до друку 27. 04.2000. Формат 60х84 1/16. Папір офсетний.

Умовн.-друк.арк. 1.0. Обл.-вид.арк. 1.1. Замовлення № 260. Тираж 100.

Безкоштовно.

Дніпропетровський державний технічний університет залізничного транспорту Адреса
університету та дільниці оперативної поліграфії ДПТУ: 49010, Дніпропетровськ, 10.
вул.Акад.В.А.Лазаряна,2

Сканувала Юнаковська В. В.

НТБ
ДНУЗТ