

Міністерство транспорту України  
ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

На правах рукопису

ГОНЧАРОВ ОЛЕКСАНДР МИХАЙЛОВИЧ

УДК. 629. 4 ~~2934~~. 083

ВИБІР РАЦІОНАЛЬНИХ МІЖРЕМОНТНИХ ПЕРІОДІВ МАНЕВРОВИХ  
ЛОКОМОТИВІВ З УРАХУВАННЯМ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО ЗАВАНТАЖЕННЯ

Спеціальність 05. 22. 07 - Рухомий склад залізниць  
та тяга поїздів

АВТОРЕФЕРАТ  
дисертації на здобуття наукового  
ступеня кандидата технічних наук



Дніпропетровськ - 1997

НТБ  
ДНУЗТ

Дисертація є рукопис.

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

- Науковий керівник - доктор технічних наук, професор  
Кузнецов Тимофій Федорович
- Науковий консультант - кандидат технічних наук, доцент  
Боднар Борис Євгенович
- Офіційні опоненти - доктор технічних наук, професор  
Тартаковський Едуард Давидович  
кандидат технічних наук Хандрига  
Олексій Григорович
- Провідне підприємство - Інститут транспортних систем та  
технологій НАН України

Захист відбудеться 4 07 1997 р о 12<sup>00</sup>  
годині на засіданні спеціалізованої ради Д 03. 04. 02 при  
Дніпропетровському державному технічному університеті заліз-  
ничного транспорту.

у бібліотеці універси-  
06 1997 р Від-  
ірах, завірені печатком  
320010, ДСП, м Дніпро-

*Петров*

НТБ  
ДНУЗТ

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ, АКТУАЛЬНОСТІ ТА СТУПЕНЮ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМАТИКИ

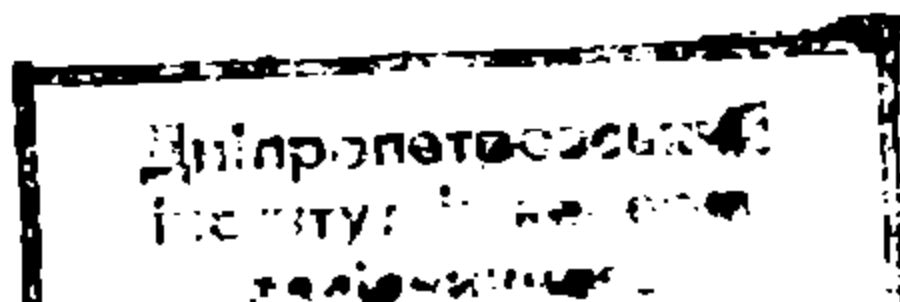
Робота маневрових локомотивів активно впливає на ефективність залізничних перевезень на магістральному і промисловому транспорті і, в свою чергу, багато в чому визначається системою ремонту та технічного обслуговування. Витрати на ремонт локомотивів складають більше 25% від загальних експлуатаційних витрат локомотивного господарства.

Прагнення забезпечити необхідний рівень надійності маневрових локомотивів без урахування особливостей експлуатації, у межах планово-запобіжної системи ремонту, приводить до невиправдано частих ремонтів, що викликає зріст витрат на експлуатацію та ремонт.

В силу цього особливо актуальними стали питання розробки раціональної системи технічної експлуатації локомотивів, яка забезпечувала б необхідну ефективність і працездатність локомотивного парку, враховувала особливості умов експлуатації різних підприємств. Першочергову значність набуває ця проблема у сучасних умовах коли здійснюється перехід економіки до більш динамічних форм. Це висуває на перший план всебічне скорочення витрат та зниження собівартості транспортного обслуговування. Стосовно до локомотивного господарства це означає вибір такої системи технічного обслуговування та ремонту, яка враховувала б умови експлуатації і забезпечувала мінімум сумарних витрат на експлуатацію та ремонт локомотивів при умові виконання заданого об'єму перевезень.

Одним з шляхів удосконалення системи технічної експлуатації маневрових локомотивів є вибір раціональних параметрів системи ремонту і, в першу чергу, міжремонтних періодів.

Дисертаційна робота виконана на основі досліджень автора стосовно до умов експлуатації маневрових локомотивів Криворізького державного металургійного комбінату "Криворіжсталь". Робота є продовженням багаторічних досліджень, що проводяться кафедрою "Локомотиви" Дніпропетровського державного технічного університету залізничного транспорту спільно з КДМК "Криворіжсталь" та направлену на підвищення



НТБ  
ДНУЗТ

5945a

ефективності технічної експлуатації локомотивів.

### МЕТА РОБОТИ ТА ОСНОВНІ ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Підвищення ефективності системи технічної експлуатації локомотивів промислового транспорту для поліпшення показників їх надійності, економічності та зниження витрат на їх утримання.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

1. Сформулювати концепцію раціональної системи технічної експлуатації локомотивів промислового транспорту, що враховує ступінь експлуатаційного завантаження локомотивів.

2. Запропонувати алгоритм рішення задачі визначення факторів, що визначають експлуатаційне завантаження локомотивів.

3. Розробити методику розрахунку параметрів системи технічної експлуатації локомотивів з урахуванням експлуатаційного завантаження.

4. Розробити алгоритми та комплекс програм по обробці статистичної інформації про систему технічної експлуатації локомотивів.

5. Провести експериментальні дослідження по підтвердженню висунених положень.

### ОБГРУНТУВАННЯ ТЕОРЕТИЧНОЇ ТА ПРАКТИЧНОЇ ЦІННОСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА НАУКОВОЇ НОВИЗНИ

Теоретичну цінність дисертаційної роботи складають розроблена на основі положень, висунутих д.т.н. Босовим А.А. і Тартаковським Е.Д. методика вибору раціональних мікрремонтних періодів маневрових локомотивів з урахуванням їх експлуатаційного завантаження та ступеню ремонтного впливу.

Практична цінність роботи складається з комплексу методик, алгоритмів та програм, які дозволяють здійснювати оперативний контроль рівня надійності та економічності локомотивів на основі обробки статистичних даних про систему технічної експлуатації локомотивів.

1. Результати та рекомендації виконаної роботи дозволя-

НТБ  
ДНУЗТ

ють забезпечити раціональний рівень надійності та економічності маневрових локомотивів у процесі експлуатації.

2. Розроблена методика вибору раціональних міжремонтних періодів локомотивів з урахуванням їх експлуатаційного завантаження дозволяє здійснити урахування стану локомотивів в межах планово-застережної системи ремонту.

3. Отримані характеристики надійності локомотивів та швидкості витрат дизельного палива дозволяють оцінювати якість ремонту.

4. Розроблений програмний комплекс дозволив значно знизити працевитрати по обробці статистичної інформації, підвищити оперативність прийняття управлінських рішень.

5. Алгоритм пошуку факторів експлуатаційного завантаження локомотивів може бути застосований на різних підприємствах залежно від інформації, яка мається у розпорядженні дослідника.

#### **Наукова новизна роботи**

1. Сукупність розроблених у дисертації наукових положень та отриманих результатів є практичним рішенням проблеми вибору раціональних параметрів системи технічного обслуговування маневрових локомотивів, яка має важливе галузеве значення.

2. Сформульована концепція раціональної системи технічної експлуатації маневрових локомотивів стосовно до умов досліджених в роботі металургійних підприємств, що враховує ступінь їх експлуатаційного завантаження.

3. Запропоновано алгоритм рішення задачі визначення факторів, що визначають експлуатаційне завантаження локомотивів в умовах конкретного підприємства.

4. Розроблена методика розрахунку параметрів системи технічної експлуатації маневрових локомотивів з урахуванням експлуатаційного завантаження, тривалості міжремонтних періодів та ступеню ремонтного впливу.

5. Розроблено програмний комплекс по обробці статистичної інформації про систему технічної експлуатації локомотивів металургійних підприємств.

## РІВЕНЬ РЕАЛІЗАЦІЇ, ВПРОВАДЖЕННЯ НАУКОВИХ РОЗРОБОК

Основні розробки, отримані автором при виконанні дисертаційної роботи використовуються у локомотивному господарстві КДМК "Криворіжсталь"

Результати роботи відображені у програмах навчальних курсів " Основи теорії відновлення локомотивів промислового транспорту ", " Основи наукових досліджень ", курсових та дипломних проектах за фахом " Локомотиви " у Дніпропетровському державному університеті залізничного транспорту.

## АПРОБАЦІЯ ТА ПУБЛІКАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ, СТРУКТУРА ТА ОБСЯГ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Основні положення даної дисертаційної роботи та результати досліджень доповідались та обговорювались на:

- VII Міжнародній науково-технічній конференції " Проблеми механіки залізничного транспорту. Динаміка, прочність и надійність подвижного состава " (м. Дніпропетровськ, 1992).

- науково-технічному семінарі кафедри " Локомотиви Дніпропетровського державного технічного університету залізничного транспорту (м. Дніпропетровськ, 1994).

засіданні кафедри " Експлуатація та ремонт рухомого складу " Харківської державної академії залізничного транспорту (м. Харків, 1994).

- Міжнародній науковій конференції " Проблеми транспорту та шляхи їх вирішення " (м. Київ, 1994).

VIII Міжнародній науково-технічній конференції Проблеми механіки залізничного транспорту. Динаміка, міцність та надійність рухомого складу " (м. Дніпропетровськ, 1996).

За результатами виконаних досліджень опубліковано 7 друкарських робіт.

Об'єм та структура роботи дисертаціона робота складається з вступу, чотирьох розділів, висновку, списку використаних джерел та додатків. Рукопис містить 152 сторінки машинописного тексту, 12 малюнків, 8 таблиць, 3 додатки, 105 найменувань використаних літературних джерел.

## ДЕКЛАРАЦІЯ КОНКРЕТНОГО ОСОБИСТОГО ВНЕСКА ДИСЕРТАНТА В РОЗРОБКУ НОВИХ НАУКОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ, ЯКІ ВІНОСЯТЬСЯ НА ЗАХИСТ

В дисертаційній роботі особисто автором одержані такі результати, які виносяться на захист:

1. Методика вибору раціональних міжремонтних періодів маневрових локомотивів з урахуванням їх завантаження та ступеню ремонтного впливу у вигляді математичних моделей, які дозволяють вибрати найбільш ефективно, з точки зору витрат, сполучення параметрів системи експлуатації та ремонту локомотивів.

2. Алгоритм рішення задачі визначення факторів, які складають модель впливу експлуатаційного завантаження на надійність локомотивів.

3. Алгоритми та комплекс програм по обробці статистичної інформації про систему експлуатації та ремонту маневрових локомотивів.

1. Нові дані розрахунково-теоретичних та експериментальних досліджень для впровадження раціональної системи ремонту та експлуатації маневрових локомотивів металургійних підприємств.

### ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДОЛОГІЇ, МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТУ ТА ОБ'ЄКТА

Методологічною основою дослідження, яка визначає його структуру та організацію, є концепція суцільного системного підходу до рішення важливої народногосподарської задачі підвищення ефективності експлуатації локомотивів промислового транспорту за рахунок вибору раціональних параметрів системи експлуатації та ремонту локомотивів.

Теоретична частина дисертації базується на класичній теорії надійності технічних об'єктів, теорії відновлення, теорії толерантних стосунків, теорії функціональної подібності.

Експериментальна частина роботи складається зі збирання, обробки і аналізу статистичних даних про систему технічної експлуатації локомотивів, при якій використовувалися ме-

тоди математичної статистики, математичного програмування.

Достовірність наукових результатів, які одержані в дисертації, підтверджуються припустимою розбіжністю розрахункових та експериментальних даних що зумовлено відповідністю прийнятих допущень характеру рішення задачі.

## ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ТА ВИСНОВКИ ЯКІ ВИТІКАЮТЬ З НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

**Вступ** містить обґрунтування актуальності теми, визначення мети та задач досліджень.

**Перший розділ** містить аналіз джерел, які присвячені удосконаленню технічної експлуатації локомотивів.

Основний акцент при цьому зроблено на методах побудови оптимальних систем технічного обслуговування та ремонту локомотивів, розроблених у ряді дослідницьких організацій та ВУЗів: \* ВНДІЗТ, МІІТІ, ЛІІЗТІ, ВЗІІТІ, ВНДТІ, АЛІІТІ, ДІІТІ, РІІЗТІ, ОмІІТІ, ХІІТІ, ПКТБТрансчермет, Промт-рансНДІпроект під керівництвом Айзинбува Є.Я., Антропова В.С., Босова А.А., Володіна О.И., Глуценка О.Д., Кашнікова В.М., Коссова Є.Е., Кузнецова Т.Ф., Павловича Є.С., Подшивалова О.Б., Стрекопитова В.В., Тартаковського Э.Д., Федорця В.А., Фурьянського М.А., Чернякова А.А., Четвергова В.А. та ін.

Проведений огляд та аналіз робіт, присвячених проблемі удосконалення технічної експлуатації тягового рухомого складу і вивчення впливу факторів на експлуатацію: вимоги щодо оптимізації технічним станом локомотивів на промислових підприємствах необхідно враховувати експлуатаційне завантаження та, залежно від його величини, установлювати таку тривалість міжремонтних періодів та ступінь ремонтного впливу щоб забезпечити мінімум витрат на планові, непланові ремонти та дизельне паливо при заданому рівні працездатності експлуатуемого парку локомотивів.

У **другому розділі** приводиться методика вибору показників експлуатаційного завантаження на базі статистичної інформації, що мається у локомотивних депо заснована на теорії бінарних стосунків. На основі попереднього аналізу зі групи параметрів, що характеризують систему ремонту та экс-

платациі локомотивів були відібрані два, найбільш придатні для побудови моделей, що визначають вплив експлуатаційного завантаження на надійність локомотивів - питомі витрати дизельного палива, кг/год та продуктивність локомотивів, ткм/год. Враховуючи те, що в локомотивних депо статистична інформація про витрати дизельного палива ведеться окремо по кожному локомотиву, в наступних розрахунках переважно застосовувати як показник експлуатаційного завантаження питомі витрати дизельного палива.

Розроблена на підставі теоретичних положень, висунутих д. т. н. Босовим А. А. методика розрахунку показників системи ремонту та експлуатації локомотивів, яка враховує їх завантаження  $P$  та ступінь ремонтного впливу  $\gamma$ , дозволяє провести вибір раціональної тривалості міжремонтних періодів  $\Delta t$  по критерію мінімуму витрат на ремонт та експлуатацію локомотивів. Згідно цій методиці цільова функція може бути записана у вигляді

$$Z(\Delta t, \gamma, P) = Z_{пл} N_{пл}(\Delta t) + Z_{нр} N_{нр}(\Delta t, \gamma, P) + Z_{п}(\Delta t, \gamma, P) \rightarrow \min \quad (1)$$

$$\text{при } K_p \geq K_{рл} \quad (2)$$

- де  $Z_{пл}$  витрати на проведення планових ремонтів;  
 $N_{пл}$  кількість планових ремонтів;  
 $Z_{нр}$  витрати на проведення непланових ремонтів;  
 $N_{нр}$  - кількість непланових ремонтів;  
 $Z_{п}$  витрати на дизельне паливо;  
 $K_p$  коефіцієнт працездатності локомотивів;  
 $K_{рл}$  мінімально припустимий коефіцієнт працездатності локомотивів, що забезпечує виконання необхідного об'єма перевезень.

Витрати на планові види ремонту визначалися з використанням відомої методики, яка враховувала міжремонтні напрацювання  $\Delta t$  та вартість відповідних видів ремонту  $C_1$ , тобто знаходився функціональний зв'язок  $Z_{пл} = f(\Delta t, C_1)$ . Витрати на непланові ремонти визначались на основі виразу

$$Z_{нр} = N_{нр}(\Delta t, \gamma, P) C_{нр} \quad (3)$$

НТБ  
ДНУЗТ

де  $C_{нр}$  - середня ціна непланового ремонту.

Кількість непланових ремонтів визначалась з виразу

$$N_{нр} = N_p \cdot H_0 \quad (4)$$

де  $H_0$  - середньорічна кількість планових ремонтів.

Витрати на дизельне паливо визначались по формулі

$$Z_p = V_{ср} (\Delta t, \gamma_p) \cdot C_p \quad (5)$$

де  $V_{ср} (\Delta t, \gamma_p)$  - середньорічні витрати дизельного палива;

$C_p$  - ціна і тонн дизельного палива.

Середньорічні витрати палива  $V_{ср}$  визначаються з використанням моделей, які враховують міжремонтні напрацювання, та ступінь ремонтного впливу по витратам палива  $\gamma_p$ . Коефіцієнт працездатності системи технічної експлуатації визначвся з наступного виразу

$$K_p = \frac{T_p}{T_p + T_n + T_{нр} + T_{чр}} \quad (6)$$

де  $T_p$  - сумарний час роботи локомотивів на ділянках експлуатації;

$T_n$  - сумарний час знаходження локомотивів на планових видах ремонту;

$T_{нр}$  - сумарний час знаходження локомотивів на непланових ремонтах;

$T_{чр}$  - сумарний час знаходження у чеканні ремонту.

Модель параметра потоку відмов визначалась по трьохфакторній функції вигляду

$$\omega = f (\Delta t, \gamma, P). \quad (7)$$

де  $\Delta t$  - функція, що визначає вплив міжремонтного періоду на параметр потоку відмов;

$\gamma$  - функція, що визначає вплив якості ремонту на параметр потоку відмов;

НТБ  
ДНУЗТ

$P$  - функція, що визначає вплив експлуатаційного завантаження локомотиву на параметр потоку відмов.

Згідно методу вузлових точок, розробленому д.т.н. Федорцем В.А. відносна величина параметра потоку відмов визначається виразом

$$\bar{\omega}(\Delta t, \gamma, P) = (-1 + \bar{\omega}_1(\Delta t) + \bar{\omega}_2(\gamma) + \bar{\omega}_3(P)) \quad (8)$$

Перехід до загальноприйнятої розмірності параметра потоку відмов здійснюється по виразу:

$$\omega(\Delta t, \gamma, P) = \omega_0(-1 + \bar{\omega}_1(\Delta t) + \bar{\omega}_2(\gamma) + \bar{\omega}_3(P)) \quad (9)$$

Питома кількість відмов на відрізку напрацювання  $0 - \Delta t$  визначається шляхом інтегрування функції параметра потоку відмов

$$N = \int_0^{\Delta t} \omega_1(\Delta t, \gamma, P) dt \quad (10)$$

Тоді загальна питома кількість відмов згідно з прийнятою схемою ремонтних впливів буде

$$N(t) = \sum_{i=1}^N N_i \quad (11)$$

де  $N$  - число розглядаємих ділянок напрацювання локомотивів;

$N_i$  - питома кількість відмов на  $i$ -тій ділянці напрацювання.

Перехід до середньорічних значень питомої кількості відмов здійснюється за допомогою коефіцієнтів приведення.

Третій розділ присвячено розробці програмного комплексу для обробки статистичної інформації про систему ремонту та експлуатації маневрових локомотивів КДМК "Криворіжсталь". Приводяться основні принципи та допущення, що застосовуються при побудові алгоритму програмного комплексу:

- кожен мікроремонтний період по окремому локомотиву у

періоді, що досліджується розбивається на підінтервали, які представляють собою відрізки напрацювання локомотивів тривалістю 100 годин що зумовлено виконанням вимоги ординарності потоку відмов, а також необхідністю отримання якнайбільшої точності при дослідженні параметра потоку відмов;

при нульових значеннях параметра потоку відмов у одному або декількох підінтервалах для розрахунку значення параметра потоку відмов наприкінці інтервалу використовується відношення суми числа відмов по різних підінтервалах до довжини інтервалу; відмова, що виникла в підінтервалу фіксується при напрацюванні, яке складається з суми безвідмовних підінтервалів плюс 100 годин. Напрацювання менше 100 годин не враховується;

- значення ступеню ремонтного впливу визначається як відношення змінення параметра потоку відмов на початку подальшого інтервалу в порівнянні зі значенням параметра потоку відмов наприкінці попереднього інтервалу.

- в період між заправками паливо витрачається рівномірно; при неспівпадіннях меж міжремонтного періоду та дати екіпіровки витрати палива визначаються без середньодобової витрати помноженої на кількість днів різниці; виходячи з цього положення визначаються витрати наприкінці міжремонтного періоду;

- середньодобова витрата визначається по різниці календарних дат за станом на початок доби, у якій була проведена екіпіровка; при екіпіровках в середині міжремонтного періоду середньодобова витрата змінюється з початком доби, у якій була проведена екіпіровка;

- коефіцієнт працездатності визначається окремо для кожного локомотива (з-за неспівпадіння їх міжремонтних напрацювань) а потім розраховується значення середнього коефіцієнта для групи локомотивів, які досліджуються.

За вхідні дані для розрахунку використовується інформація, що міститься у заздалегідь сформованих базах даних. Бази даних мають бути попередньо відсортовані (упорядковані) по зростанню номерів локомотивів та дат їх ремонтів. Структура баз даних забезпечує реалізацію можливостей програмних засобів систем управління базами даних.

Вихідними даними програмного комплексу є значення від-

НТБ  
ДНУЗТ

носного параметра потоку відмов локомотивів та відносної витрати палива у вигляді дворовмірних масивів  $W(j,k)$  та  $B(j,k)$ , відносні напрацювання в годинах для відповідних значень параметра потоку відмов  $t(j)$  та ступінь ремонтного впливу  $G(j)$ , а також значення питомої кількості планових ремонтів локомотивів та коефіцієнта працездатності  $K_p(j)$ .

Четвертий розділ присвячено розрахунку параметрів раціональної системи технічної експлуатації маневрових локомотивів.

Джерелом первинної інформації послужили зібрані автором статистичні дані про систему ремонту та експлуатації маневрових локомотивів на КДМК "Криворіжсталь" за період з 1986 року по теперішній час. На їх основі, з використанням методів математичної статистики, одержані значення вихідних параметрів величини міжремонтних періодів, середньорічної кількості непланових ремонтів, тривалості простоїв в ремонтах, питомих та загальних витрат дизельного палива та ін.

Узагальнені показники системи технічного обслуговування та ремонтів представлені у табл. 1.

Таблиця 1

Узагальнені показники системи технічного обслуговування та ремонтів локомотивів

Найменування показника	Вид ремонту або ТО	Статистичне середнє	Средньоквадратичне відхилення
1. Напрацювання між ремонтами, год	ТО3	859	39
	ТР1	2912	899
	ТР2	11654	3480
	ТР3	29300	5192
2. Простої у ремонтах, год	ТО3	26, 7	31, 2
	ТР1	45, 2	53, 7
	ТР2	79, 7	49, 6
	ТР3	91, 5	59, 1
3. Ступінь ремонтного впливу по зниженню параметра потоку відмов	ТО3	0, 60	0, 091
	ТР1	0, 64	0, 178
	ТР2	0, 70	0, 175
	ТР3	0, 73	0, 152
4. Ступінь ремонтного впливу по витраті палива	ТО3	0, 60	0, 131
	ТР1	0, 74	0, 169
	ТР2	0, 90	0, 248
	ТР3	0, 93	0, 248

НТБ  
ДНУЗТ

З використанням запропонованої методики визначення залежності параметра потоку відмов від впливаючих факторів одержані відповідні узагальнені залежності. Вплив відносного напрацювання локомотивів у міжремонтному періоді ТР-1 на відносне значення параметра потоку відмов представлено виразом

$$\bar{\omega} = 0,854 + 0,146 \Delta t. \quad (12)$$

Залежність відносного параметра потоку відмов від ступеню ремонтного впливу буде

$$\bar{\omega} = 1,61 - 0,962 \gamma \quad (13)$$

Залежність параметра потоку відмов від ступеню експлуатаційного завантаження представлена у вигляді

$$\bar{\omega} = 0,81 + 0,228 P. \quad (14)$$

Відносна величина параметра потоку відмов визначається виразом

$$\omega(\Delta t, \gamma, P) = \left[ -1 + (0,854 + 0,146 \Delta t) + (1,61 - 0,962 \gamma) + (0,81 + 0,228 P) \right]. \quad (15)$$

Отримана трьохфакторна модель параметра потоку відмов дозволила визначити залежність питомої кількості відмов від напрацювання локомотивів, ступеню ремонтного впливу та експлуатаційного завантаження.

Для урахування витрат на дизельне паливо при виборі раціональних міжремонтних періодів у роботі проведено дослідження впливу напрацювання локомотивів у міжремонтному періоді ТР-1 на середньодобові витрати палива. З використанням методу функціональної подібності одержано вираз, що описує вплив напрацювання у різних міжремонтних періодах ТР-1 на відносне значення середньодобової витрати палива вигляду

$$\bar{b}_y = 0,931 + 0,069 \Delta t. \quad (16)$$

НТБ  
ДНУЗТ

Отримані залежності дозволяють провести розрахунок значень цільової функції. Для розрахунку витрат на ремонт та експлуатацію локомотивів та вибору раціональних міжремонтних періодів проведено пошук мінімуму функції (1) за допомогою симплекс-методу. Для рішення задачі визначення мінімальних загальних витрат  $Z \rightarrow \min$  при  $K_p \rightarrow K_p$  був виконаний аналіз обмежень однофакторних функцій що входять у вираз цільової функції.

За основні обмеження прийняті такі:

- величина міжремонтного періоду  $TR-1 \Delta t \leq 4700$  год за умовою збільшення обсягу додаткових робіт;
- величина коефіцієнта працездатності локомотивів  $K_p > 0,85$  за умовою забезпечення технологічного процесу;
- величина ступеню ремонтного впливу у міжремонтному періоді  $TR-1 \gamma < 1,5$  по умові максимально можливого зниження параметра потоку відмов;
- темп зросту швидкості витрати палива  $0 < \beta < 1$  по визначенню;
- величина ступеню ремонтного впливу по швидкості витрати палива у міжремонтному періоді  $TR-1 \gamma_p < 1,3$  за умовою максимально можливого зниження швидкості витрат палива.

За результатами розрахунку визначено екстремальне сполучення факторів, що забезпечують  $Z \rightarrow \min$  за умови що  $507X\Delta t = 3700$  ч;  $\gamma = 0,75$ ;  $\gamma_p = 0,8$ . При зміні початкових координат центру симплекса одержані ті ж значення отже знайдено глобальний мінімум цільової функції (1).

При вказаному сполученні факторів коефіцієнт працездатності системи дорівнює  $K_p = 0,94$ . Вихідне (задане) значення становить  $K_{p,з} = 0,89$ . Отримані результати свідчать про те, що коефіцієнт працездатності ( $K_p$ ) при вказаному сполученні факторів зріс на 5,7%.

Пошук мінімуму витрат на ремонт ( $Z_p = Z_{пл} + Z_{кр} \rightarrow \min$ ) здійснюється аналогічним чином. Мінімальне значення витрат на ремонт ( $Z_p \rightarrow \min$ ) забезпечується при наступному сполученні факторів:  $\Delta t = 3550$  ч;  $\gamma = 0,75$ ;  $\gamma_p = 0,7$ . При такому сполученні факторів коефіцієнт працездатності становить  $K_p = 0,94$ , тобто спостерігається нерівність  $K_p > K_{p,з}$ .

В результаті розрахунку одержані рекомендовані значення

НТБ  
ДНУЗТ

параметрів, що визначають системи ремонту та експлуатації локомотивів, які приведені у табл. 2.

Таблиця 2.

Рекомендовані значення параметрів системи ремонту та експлуатації локомотивів

Найменування показника	Вид ремонту або ТО	Вихідний стан системи	Рекомендований стан системи
1. Напрацювання між ремонтами, год	ТО3	659	900
	ТР1	2912	3700
	ТР2	11654	14800
	ТР3	23300	29600
2. Ступінь ремонтного впливу	ТО3	0, 60	0, 70
	ТР1	0, 64	0, 75
	ТР2	0, 70	0, 75
	ТР3	0, 73	0, 75
3. Ступінь ремонтного впливу по витраті палива	ТО3	0, 60	0, 70
	ТР1	0, 74	0, 80
	ТР2	0, 90	0, 90
	ТР3	0, 93	0, 90

При переході до запропонованої раціональної системи ремонту та експлуатації локомотивів техніко-економічний ефект складе 9800 грн на один локомотив експлуатуємого парку на рік.

### ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ТА ВИСНОВКИ

1. Сформульована концепція удосконалення системи технічної експлуатації маневрових локомотивів, яка дозволяє здійснити урахування технічного стану локомотивів в межах планово-застережної системи ремонту, що забезпечує мінімум витрат на експлуатацію та ремонт локомотивів.
2. Запропоновано алгоритм рішення задачі пошуку факторів, що визначають експлуатаційне завантаження локомотивів, який дає можливість застосовувати у моделях розрахунку рівня надійності локомотивів різні фактори залежно від структури статистичної інформації, що маєтся у локомотивних депо. Показана можливість застосування методики вибору параметрів, що характеризують експлуатаційне завантаження, на основі теорії бінарних стосунків.
3. Розроблена методика розрахунку параметрів системи ремонту

НТБ  
ДНУЗТ

та експлуатації маневрових локомотивів, яка враховує міжремонтні інтервали напрацювання, якість ремонту та експлуатаційне завантаження. Це дає можливість на основі трьохфакторної моделі параметра потоку відмов забезпечити вибір раціональних міжремонтних інтервалів напрацювання при забезпеченні необхідного рівня працездатності локомотивів.

4. Розроблено програмний комплекс по обробці статистичної інформації про систему ремонту та експлуатації маневрових локомотивів який дозволяє здійснювати аналіз надійності та прийняття управлінських рішень по підвищенню ефективності системи ремонту та експлуатації локомотивів.

5. Очікуваний економічний ефект від впровадження результатів проведених досліджень складає 9800 грн. на один локомотив експлуатуємого парку на рік.

Основні положення дисертації опубліковані у роботах:

1. Федорец В. А., Гончаров А. М. Методика расчета рациональных межремонтных периодов маневровых тепловозов // Межвуз. сб. науч. тр. ХИИТа Совершенствование конструкции, эксплуатации и ремонта локомотивов/, Харьков, 1993, вып. 22, с. 33-37.

2. Федорец В. А., Гончаров А. М. Трехфакторная модель параметра потока отказов маневровых тепловозов // Межвуз. сб. науч. трудов ДИИТа. Техническое содержание и использование подвижного состава. /, Днепропетровск, 1994.

3. Гончаров А. М. Выбор параметра, определяющего эксплуатационную загрузку маневровых тепловозов. // Межвуз. сб. науч. трудов ДИИТа. Техническое содержание и использование подвижного состава. /, Днепропетровск, 1994. с. 65-66.

4. Гончаров А. М. Программный комплекс по обработке статистической информации о системе технической эксплуатации локомотивов. // Межвуз. сб. науч. тр. Улучшение конструкции и обслуживания подвижного состава железных дорог. / Днепропетровск, 1996, с. 111-113.

5. Гончаров А. М. Выбор рациональных межремонтных периодов тепловозов промышленного транспорта на основании трехфакторной модели параметра потока отказов // Проблемы механики железнодорожного транспорта. Динамика прочность и надежность подвижного состава: Тез. докл. Всесоюз. научн.-технич. конф. /Днепропетровск, май 1992 года/- Днепропетровск ДИИТ, 1992. с. 93.

Дніпропетровський  
інститут механіки  
імені А. М. Кондратюка  
БІБЛІОТЕКА

5945a

6. Гончаров А. М., Нужненко Е. В. Удосконалення системи технічної експлуатації транспортних засобів. // Проблеми транспорту та шляхи їх вирішення: Тези допов. міжнар. наук. конф. / Київ, листопад 1994 р. КАДІ с. 157.

7 Гончаров А. М. Влияние эксплуатационной загрузки на надежность локомотивов промышленного транспорта // Проблемы механики железнодорожного транспорта. Динамика, прочность та надійність рухомого складу Тез. допов. Міжнар. конф. / Днепропетровськ, травень 1996 року / - Днепропетровськ, 1996. С. 207

### АННОТАЦИЯ

ГОНЧАРОВ А. М. Выбор рациональных межремонтных периодов маневровых локомотивов с учетом их эксплуатационной загрузки.

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05. 22. 07 - Подвижной состав и тяга поездов, Днепропетровский государственный технический университет железнодорожного транспорта, Днепропетровск 1997. Защищаются 7 научных работ, которые содержат в себе исследования в области усовершенствования системы ремонта и эксплуатации маневровых локомотивов. Для проведения исследований разработана математическая модель влияния основных параметров системы ремонта и эксплуатации на надежность локомотивов, которая использована для решения задач оптимизации этих систем.

Ключевые слова: надежность локомотивов, эксплуатационная нагрузка, степень ремонтного воздействия.

### ABSTRACT

GONCHAROV A.M. Choice of rational between-repairs periods of locomotives of shunting transport in a view of their operational load.

The master's thesis for a scientific degree of the candidate of technical sciences on a speciality 05.22.07 - Railway rolling stock and Train Traction, Dnepropetrovsk state technical university of railway transport. Dnepropetrovsk 1997. 7 scientific work's which are defended comprise researches in the field of improvement of shunting locomoti-

НТБ  
ДНУЗТ

ves repair and operation system. For realization of researches mathematical model of influence of the basic parameters of system of repair and operation on reliability of locomotives is developed and used for the solving this system rational parameters choice.

Key words: locomotives reliability operational load, repair influence degree.

НТБ  
ДНУЗТ

ГОНЧАРОВ Олександр Михайлович

ВИБІР РАЦІОНАЛЬНИХ МІЖРЕМОНТНИХ ПЕРІОДІВ МАНЕВРОВИХ  
ЛОКОМОТИВІВ З УРАХУВАННЯМ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО ЗАВАНТАЖЕННЯ  
05. 22. 07 - Рухомий склад залізниць  
та тяга поїздів

---

Підписано до друку 19.05.97 р. Формат 60x84 1/16.  
Папір для розмножувальних апаратів. Друк офсетний.  
Ум. друк. арк. 1,16. Обл. - вид. арк. 1,1. Зам. 399.  
Тираж 100 прим. Безкоштовно.

---

Адреса дільниці оперативної поліграфії  
320700, м. Дніпропетровськ, 10, вул. Академіка Лазаряна, 2