

**Харківська державна академія
залізничного транспорту**

Басов Геннадій Григорович

УДК 629.4.016:629.424.2

Оцінка технічного рівня і експлуатаційної ефективності дизель-поїздів

05.22.07 - Рухомий склад залізниць та тяга поїздів

Автореферат

дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків 2001

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Харківській державній академії залізничного транспорту на кафедрі "Експлуатація та ремонт рухомого складу", Міністерства транспорту України.

Науковий керівник – доктор технічних наук, професор
Тартаковський Едуард Давидович, Харківська державна академія
залізничного транспорту, кафедра "Експлуатація та ремонт
рухомого складу", завідувач кафедрою

Офіційні опоненти – доктор технічних наук, професор
Кудряш Анатолій Петрович, Інститут проблем машинобудування
НАН України, м. Харків, завідувач відділом
кандидат технічних наук, доцент
Маслієв В'ячеслав Георгійович, Національний технічний університет
"Харківський політехнічний інститут", кафедра "Тепловозобудування
та електричний транспорт", доцент

Провідна установа: "___" Східноукраїнський національний університет,
кафедра залізничного транспорту, Міністерство науки і
освіти України, м. Луганськ

Захист відбудеться 31.01.2002 р. о 14 год. у конференцзалі на засіданні вченої ради Д 64.820.04 при Харківській державній академії залізничного транспорту за адресою: 61050, м. Харків, пл. Фейсрбаха, 7

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Харківської державної академії залізничного транспорту

Автореферат розісланий 25.12.2001 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Запара В.М.

Загальна характеристика роботи

Вступ. Напружена ситуація склалась з рухомим складом приміських пасажирських перевезень. В середньому потреба в залізничних приміських перевезеннях задовольняється на 70-75%, а в літній період, вихідні та святкові дні на 50-60%. За останні роки технічний стан тягового рухомого складу набув критичного стану через дефіцит запасних частин та фактичну відсутність оновлення. Це в повній мірі відноситься до стану дизель-поїздів, біля 50% вагонів яких відпрацювали свій ресурс і потребують виключення з інвентарного парку, як такі, що не забезпечують безпеки руху та потрібний рівень комфорту.

Тому на Україні виникла задача побудови вітчизняного дизель-поїзду.

Холдинговою компанією "Луганськтепловоз" була виготовлена дослідна партія причіпних вагонів, які проходять приймальні випробування на Львівській та Донецькій залізницях та почата експлуатація дослідного зразка дизель-поїзду з головними вагонами.

На даний час необхідно обґрунтувати та сформулювати вимоги до якості та технічного рівня головних та причіпних вагонів дизель-поїздів з метою їх подальшого виробництва. Це в свою чергу потребує розробки науково-обґрунтованих методик розрахунків показників технічного рівня дизель-поїздів вітчизняного виробництва з метою створення конкурентноспроможного рухомого складу.

Актуальність теми дисертації зумовлена тим, що вона вирішує наукову задачу, спрямовану на обґрунтування та визначення показників та характеристик дизель-поїздів для залізниць України.

Постановою Кабінету Міністрів №364 від 4 червня 1994 р. "Про організацію виробництва вагонів дизель- та електропоїздів" були визначені основні завдання промисловості та виділено як головне підприємство ХК "Луганськтепловоз". Науково-технічна частина цієї програми була розвинута в Державній програмі "Розвиток рейкового рухомого складу спеціального призначення для залізничного транспорту та міського господарства", введеної в дію Постановою Кабінету Міністрів України №769 від 2 червня 1998 р.

Зв'язок роботи з науковими програмами. Робота виконана згідно з Державною програмою "Розвиток рейкового рухомого складу соціального призначення для залізничного транспорту та міського господарства" (1998 р.), "Концепцією та

програмою реструктуризації на залізничному транспорті України" (1998 р.) і держбюджетною науково-дослідною роботою "Наукове обґрунтування нової системи сервісного обслуговування та ремонту дизель- та електропоїздів за участю локомотивобудівельної промисловості (№ГР0195V013377).

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є розробка науково-обґрунтованої оцінки технічного рівня і експлуатаційної ефективності дизель-поїзда.

Для досягнення цієї мети необхідно розв'язати такі задачі:

- провести аналіз показників дизель-поїздів в країнах СНД та дальнього зарубіжжя;
- вибрати номенклатуру показників для оцінки технічного рівня дизель-поїздів;
- проаналізувати існуючі методи та методики утворення нової техніки та формалізувати задачі розрахунку технічного рівня при виготовленні дизель-поїздів в умовах України;
- розробити методику та провести розрахунки технічного рівня дизель-поїздів на етапі проектування та приймальних випробувань;
- розрахувати рівень науково-виробничого об'єднання (НВО) при виготовленні дизель-поїздів;
- розробити методику по техніко-економічному обґрунтуванню виробництва нових дизель-поїздів;
- визначити тенденцію зміни техніко-економічних показників дизель-поїздів.

Об'єкт дослідження – вітчизняний дизель-поїзд.

Предметом дослідження є оцінка технічного рівня і експлуатаційної ефективності дизель-поїздів.

Методами дослідження є

- при аналізі показників дизель-поїздів різних країн та визначенні тенденції їх зміни використовувались методи емпіричного та теоретичного дослідження (метод порівняння та моделювання);
- при виборі номенклатури показників, розробці методики оцінки технічного рівня дизель-поїздів і визначенню рівня НВО використовувались методи аналізу та синтезу, системний підхід, теорія масового обслуговування та моделювання;
- при розробці методики по техніко-економічному обґрунтуванню виробництва нових дизель-поїздів використовувались системний підхід, методи експерименту, аналізу та синтезу, моделювання.

Наукова новизна одержаних результатів

Вирішена наукова задача розробки науково-обґрунтованої оцінки технічного рівня та експлуатаційної ефективності:

- удосконалено розрахунки при оцінки технічного рівня дизель-поїздів з формалізацією процесів "дослідження-виробництво" ("Д-В") і використанням факторів часу, надійності та витрат;
- отримала подальший розвиток формалізація стратегії "Д-В" з процедурою вирішення задач оцінки рівня НВО при виробництві дизель-поїздів;
- отримали подальший розвиток розрахунки вибору номенклатури техніко-економічних показників, які характеризують дизель-поїзди;
- удосконалено розрахунки техніко-економічних показників та обґрунтування поповнення парку України новими дизель-поїздами вітчизняного виробництва;

- вперше отримані функціональні залежності технічного рівня дизель-поїздів від потужності і інших техніко-економічних показників з урахуванням типу передач;
- вперше отримана функціональна залежність технічного рівня від року побудови та зроблений прогноз технічного рівня.

Практичне значення одержаних результатів:

Результати роботи впроваджено:

- в ХК "Луганськтепловоз" при розробці вітчизняного дизель-поїзду (матеріали по впровадженню);
- в рішеннях міжвідомчої комісії з питань проведення приймальних випробувань дизель-поїздів;
- в навчальний процес підготовки спеціалістів та магістрів

і вони включають в себе:

- номенклатуру показників технічного рівня дизель-поїздів, яких треба додержуватись при корегуванні технічної документації на етапі підготовки виробництва;
- методику розрахунку та обґрунтування виробництва та поповнення парку дизель-поїздів для залізниць України з урахуванням конкурентноспроможності;
- методику по визначенню технічного рівня і експлуатаційної ефективності.

Особистий внесок здобувача:

- вніс доповнення в існуючі методи визначення технічного рівня рухомого складу залізниць;
- провів аналіз характеристик дизель-поїздів, які експлуатуються на залізницях різних країн;
- провів розрахунки технічного рівня дизель-поїздів по основним країнам світу;
- розрахував рівень НВО при виробництві дизель-поїздів;
- удосконалив розрахунки по визначенню експлуатаційної ефективності використання дизель-поїздів;
- в праці [3] – участь в розробці методики, експериментах та обробка їх результатів; в праці [2] - участь в розрахунках.

Апробація роботи. Основні положення дисертаційної роботи докладені та обговорені на:

- міжнародних конференціях "Проблеми рейкового транспорту" 1998, 1999, 2000, 2001 роки (Крим, Алушта, Ялта);
- науково-технічних конференціях кафедр Харківської державної академії залізничного транспорту та спеціалістів залізничного транспорту (з міжнародною участю), Харків 1998, 1999, 2000, 2001 роки.

Повністю дисертаційна робота докладалась на розширеному засіданні кафедри ЕРРС ХарДАЗТ з участю членів спеціалізованої вченої ради (2001р.).

Публікації. Основні результати дослідження опубліковані в семи статтях в фахових виданнях та містяться в матеріалах міжнародних конференцій.

Структура роботи. Дисертаційна робота має вступ, п'ять розділів, висновки, список використаної літератури, який включає 134 найменування та додатки.

Повний обсяг дисертації складає 154 сторінок, в тому числі 109 сторінок основного тексту, 17 таблиць, 19 рисунків, 22 сторінок додатків.

Основний зміст роботи

У *вступі* розглядаються питання технічного стану приміського рухомого складу, програми та рішення щодо виготовлення дизель-поїздів, визначаються технічні та наукові задачі, мета та ціль дослідження.

Перший розділ присвячено аналізу технічного рівня та якості існуючих дизель-поїздів в різних країнах, проведено аналіз наукових праць по визначенню технічного рівня та порівняльних характеристик дизель-поїздів.

Основним документом для оцінки технічного рівня продукції служить карта технічного рівня і якості продукції (карта рівня). Одними з основних способів визначення технічного рівня є: визначення на основі нормативно- технічної документації (ДСТ, ТУ), визначення по аналогу, математичні методи визначення. Особливий інтерес представляють наступні математичні методи: метод вагових коефіцієнтів (змішаний метод), диференційний, імітаційний, кваліметричний, індексний, таксономічний та інші.

Загальноприйнятими технічними параметрами, які характеризують дизель-поїзд є: потужність, зчїпна вага, сила тяги тривалого режиму, конструкційна швидкість, розрахункова швидкість, вісьове навантаження, тип передачі, кількість місць для сидіння в причіпному, моторному вагоні та в дизель-поїзді в цілому, максимальна кількість місць у поїзді, кількість моторних та причіпних вагонів у поїзді, габаритні розміри, мінімальний радіус прохідних кривих і запаси палива, води, піску й масла. Аналіз робіт по визначенню технічного рівня тягового рухомого складу хоч і показав, що по даному напрямку є велика кількість робіт, але оцінці рівня дизель-поїздів приділено недостатньо уваги. Тому був зроблений аналіз техніко-економічних показників дизель-поїздів. Було розглянуто понад 70 типів різних приміських дизель-потягів виробництва країн СНД, Балтики та інших країн Європи. На залізницях України експлуатуються дизель-поїзди ДР1А(П), Д, Д1. Їх характеристики та характеристики вітчизняного дизель-поїзда ДЕЛ-01 приведені в табл.1.

Таблиця 1

| Техніко-економічні характеристики дизель-поїздів | | | | | | |
|--|---|----------------------|---------------|-----------------------|---------------|--|
| Найменування показника | Д (Угорщина) | | Д1 (Угорщина) | | ДР1А (Латвія) | |
| | ДЕЛ-01 (Україна) | | | | | |
| 1. | Тип передачі | механічна | гідро-мех | гідр.авл. | електр. | |
| 2. | Рік початку випуску | 1961 | 1964 | 1965 | 1998 | |
| 3. | Габарит по ГОСТ9238-83 | 0-ВМ | 0-ВМ | 1-ВМ | Т | |
| 4. | Потужність дизеля, к.с. | 2x500 | 2x730 | 2x1000 | 2x800 | |
| 5. | Конструкційна швидкість, км/г | 120 | 120 | 120 | 130 | |
| 6. | Прискорення при розгоні, м/с ² | 0,35 | 0,3 | 0,54 | 0,4 | |
| 7. | Склад | М+П+М | М+2П+М | М+4П+М | М+2П+М | |
| 8. | Довжина, м | 73,62 | 99,08 | 154,352 | 101,00 | |
| 9. | Маса, т | 167,5 | 210 | 352 | 220 | |
| 10. | Число місць для сидіння - всього в поїзді | - в моторному вагоні | | - в причіпному вагоні | | |
| | 282 77 128 | 410 77 128 | 632 68 124 | 416 72 136 | | |

Виходячи із зробленого аналізу була сформована мета і задачі дослідження. В **другому розділі** приведена методика оцінки рівня НВО при виробництві дизель-поїздів.

Компанія "Луганськтепловоз" виконувала розробку вітчизняного дизель-поїзду фактично не маючи досвіду роботи з продукцією подібного виду і виступала й виступає в даний момент як НВО, що виконує весь цикл створення виробу від проектування до впровадження в серійне виробництво без наявності спеціалізованих науково-дослідних інститутів, конструкторських бюро та наукового заділу.

Виходячи із вимог вирішуємої задачі, виникає необхідність розробки такого математичного методу, який міг би застосовуватися до широкого кола процесів типу "Д-В" і використовуватися в різноманітних випадках.

Основою для опису, оцінки і оптимізації якості процесів функціонування НВО як людино-машинних систем є апарат функціональних ланцюжків. Він дозволяє урахувати ціленаправлений характер людино-машинних систем, стохастичність процесів створення і освоєння нової продукції із-за помилок при розробці конструкторської та технологічної документації, організаційних та структурних відмов суб'єктів праці, знарядь праці і предметів праці, а також дефектів продукції, яка виготовляється, із-за помилок в діях людини.

Основними показниками для визначення рівня функціонування НВО пропонується приймати час, який іде на розробку і організацію виробництва нової продукції T , (час виконання процесу "Д-В"), надійність (імовірність безпомилкового виконання) цього процесу "Д-В" – P_0 , витрати (загальні витрати) Z , які були на протязі усього процесу "Д-В". Розглянемо ці показники більш детально.

Серед усіх багаточисельних факторів, які впливають на ефективність процесу "Д-В", велику роль відіграють економія часу і скорочення тривалості цього циклу. Час виконання повного циклу "Д-В" розраховується за формулою

$$T_{ПЦ} = \sum_{i=1}^n T_{Pi} + \sum_{i=1}^m T_{неpi}$$
, де $T_{ПЦ}$ – час виконання повного циклу "Д-В"; T_{Pi} – час виконання робіт i -го етапу; $T_{неpi}$ – тривалість часу між i -м та $i+1$ -м етапом.

В процесі розробки і освоєння виробництва нового виробу приймають участь колективи людей і технічні засоби – будинки, обладнання, інструмент, матеріали, полуфабрикати, комплектуючі вироби і т.д. Тому фактор надійності відіграє велику роль. За основну кількісну характеристику надійності процесу, етапу, стадії і робочої операції вибирається імовірність їх безпомилкового виконання.

Важливою характеристикою любого процесу є досягнення заданої мети при мінімальних трудових, матеріальних і фінансових витратах. Повні витрати за період виконання процесу "Д-В" складаються із сумарних витрат на етапі наукових досліджень, розробки конструкції, технологічної підготовки виробництва і дослідного виробництва. Під повними витратами розуміються сумарні витрати, які включають витрати на оплату праці наукових співробітників, матеріальні ресурси, витрати на утримання основних фондів, наукові командировки, адміністративно-керуючі і накладні витрати і ін.

Виходячи із вище зробленого аналізу було виділено три класи задач: максимізація середнього прибутку з урахуванням обмежень на імовірність безпомилковості і

часу ZPT , максимізація імовірності безпомилковості з урахуванням обмежень на середній прибуток і час PZT , мінімізація часу виконання процесу з урахуванням обмежень на середній прибуток і безпомилковість TPZ , а також розглядаються інші їх модифікації. Ці задачі класифікуються з точки зору того, що приймається за оптимізуючу функцію: прибуток (Z), імовірність безпомилкового виконання (P_0) або середній час виконання процесу (T).

При введених допущеннях сформульовано три типи задач:

1. визначення стратегії, при якій максимізується прибуток (задачі Z, ZP_0, ZT, ZPT).
2. визначення стратегії, при якій максимізується імовірність безпомилкового виконання (задачі P, PT, PZ, PZT).
3. визначення стратегії, при якій мінімізується середній час переходу (задачі T, TP, TZ, TPZ).

Ці задачі є задачами керуемого марківського процесу спеціального виду.

В дисертаційній роботі вирішена задача вибору оптимальної стратегії для системи "Дослідження-виробництво-випробування-серійне виробництво" ("Д-В-В-СВ"), при якій максимізується прибуток при обмеженні безпомилкового виконання і середнього часу переходу. Вона формулюється наступним чином.

Необхідно максимізувати лінійну форму

$$Z = \max \sum_{j \in S} \sum_{K \in K_j} z_j^{(K)} x_j^{(K)},$$

при обмеженнях

$$\sum_{K \in K_j} x_j^{(K)} - \alpha \sum_{i \in S} \sum_{K \in K_j} P_{ij}^{(K)} x_i^{(K)} = a_j, \quad x_j^{(K)} \geq 0, j \in S, K \in K_j,$$

де $P_0 = (P_{01}, P_{02}, \dots, P_{0K})$ – вектор розподілу станів процесу;

a – коефіцієнт переоцінки ($0 < a < 1$);

і додаткових обмеженнях

$$P(T_1 X) \geq P, \quad T_1 J M(T_X) J T_2,$$

де

$$P(T_1 X) = \sum_{i \in S} P_i(T_1 X) \cdot P_i,$$

$$M(T_X) = \sum_{i \in S} M(T^{(i)}) \cdot P_i,$$

$P_i = P(x(0) = i)$ – розподіл процесу в нульовий момент часу.

Пропонується вирішувати задачу ZPT , методом, який базується на алгоритмі Ховарда ("Ховард-метод") і дозволяє оптимізувати критерії якості і, відповідно, раціонально керувати процесом створення і освоєння нової продукції – вітчизняного дизель-поїзда.

Ідея рішення задачі ZPT даним методом заключається в наступному:

На першому етапі визначається допустима стратегія

$$f = (f_{(1)}, f_{(2)}, \dots, f_{(N)}) \in \tilde{K}_S$$

На другому етапі визначаються ваги $V^0 = (V_1^0, V_2^0, \dots, V_N^0)$.

Потім визначається признак оптимальності тобто таких $K \in K_i, i \in S$, для яких

$$z_i^K + \alpha \sum_{j \in S} P_{ij}^K V_j^0 > V_i^0, i \in S$$

На четвертому етапі визначається множина K_{S+1} можливо допустимих стратегій. Якщо така множина знайдена, то робиться перехід до першого етапу.

Іншими словами, на кожному кроці з допомогою "Ховард-метода" визначається множина можливо допустимих стратегій, кожна із яких збільшує сумарний середній прибуток. Потім, на основі запропонованого методу, серед можливо допустимих стратегій вибирається та, при якій умови задачі виконуються.

Отримана таким чином стратегія береться в якості допустимої і до неї знову застосовується "Ховард-метод" і т.д. Цей процес продовжується до тих пір, поки виясниться, що або не існує допустимих стратегій, або існує оптимальна стратегія.

За початкову вибирається стратегія f_0 , яка прийнята на заводі і для неї розраховуються P_0, Z_0, T_0 . Після оптимізації буде отримана стратегія f_{opt} Рівень системи "Д-В-В-СВ" з економічної точки зору розраховується за формулою

$$K_{Д-В-В-СВ}^e = \frac{Z_{opt}}{Z_0},$$

а з точки зору надійності виконання за формулою

$$K_{Д-В-В-СВ}^h = \frac{P_{opt}}{P_0}$$

Третій розділ присвячений розрахункам технічного рівня дизель-поїзду на етапі проектування. Велике значення припадає на аналіз інформації про технічний рівень дизель-поїздів, які випускаються за кордоном, прогнозуванню і оптимізації рівня дизель-поїзда ДЕЛ-01.

Для цього запропонована методика оцінки технічного рівня дизель-поїздів. На першому етапі виконується вибір техніко-економічних показників з використанням теорії множин по критерію ефекту від використання транспортного засобу.

Масивом вхідних даних a_1 для розрахунку є техніко-економічні показники дизель-поїзда $a_1 = \{P_i\}$, де P_i - i -й техніко-економічний показник дизель-поїзда, $i=1 \dots n$. Задача вибору параметрів зводиться до того, щоб серед усіх параметрів

множини a_1 відібрати таку номенклатуру параметрів b_1 , для якої виконувалась би умова толерантності. При цьому вибрані параметри повинні знаходитись у такому відношенні, що із зміною одного з них буде змінюватись і інший. В результаті розрахунків та їх аналізу був отриманий вихідний масив $b_1 = \{P_j\}$, де P_j - j -й вибраний техніко-економічний показник дизель-поїзда, $j=1...m$. Тобто його можливо охарактеризувати такими 10 техніко-економічними показниками: питома витрата палива, потужність, вага, ресурс дизеля, прискорення при початку руху, конструкційна швидкість, загальна кількість місць для сидіння, вмістимість вагону, довжина по осям автосцепки, кількість пасажирів, яка приходить на 1 вихідні двері.

На другому етапі експертним методом виконується вибір методу розрахунку технічного рівня. Вхідною інформацією є масив $a_2 = \{M_i\}$, де M_i - i -а методика розрахунку технічного рівня дизель-поїзда, $i=1...n$. В результаті було отримано вихідний масив .

$$b_2 = \{\text{метод вагових коефіцієнтів}\}.$$

На третьому етапі експертним методом були визначені значення вагових коефіцієнтів. Вхідною інформацією при цьому є масив $a_3 = b_2 = \{M_j\}$. В результаті розрахунків був отриманий масив вагових коефіцієнтів b_3

$$b_3 = \{0,1; 0,1; 0,1; 0,1; 0,1; 0,1; 0,1; 0,1; 0,1; 0,1\}.$$

На четвертому етапі був вибраний критерій групування дизель-поїздів. На основі розробленої програми, вхідними даними для якої є масив $a_4 = \{Kp_i\}$, де Kp_i - i -й критерій групування дизель-поїздів, $i=1...n$ був отриманий масив b_4 критеріїв групування $b_4 = \{Kp_j\}$. В цьому випадку Kp_j - j -й вибраний критерій групування дизель-поїздів. Критерієм групування був вибраний вид передачі і тяги дизель-поїзда. При цьому усі дизель-поїзди були згруповані в групи, які представляють собою масив b_4^*

$$b_4^* = \left\{ \begin{array}{l} \text{механічна передача;} \\ \text{гідромеханічна передача;} \\ \text{гідравлічна передача;} \\ \text{електрична передача;} \\ \text{ДПЛ – 01 з тепловозом} \end{array} \right\}.$$

На п'ятому етапі для кожної групи експертним методом були вибрані базові

дизель-поїзди, які представляють масив базових дизель-поїздів **b5**

$$\beta_5 = \left\{ \begin{array}{l} Д (Угорщина); \\ Д1 (Угорщина); \\ ДР1А (Латвія); \\ DEIC 200 N (Німеччина); \\ ДПЛ – 01 з М 62 (Україна) \end{array} \right\}$$

На шостому етапі для кожної групи була визначена оцінка технічного рівня (**b6**).
Результати розрахунків представлені в табл.2.

$$\beta_6 = \left\{ \begin{array}{l} Д (Угорщина); ДП–3 (Німеччина); Х2400 (Франція); \\ D2 (Японія); Д1 (Угорщина); \\ ДР1А (Латвія); ТЕЕ (Німеччина); А42 (Чехія); \\ DE–IC200N (Німеччина) ДЕЛ–01 (Україна) ДП–6 (Німеччина); \\ ДПЛ–1а (з М62) ДПЛ–01 (з ТЕП70) ДПЛ–01 (з ТЕП60) \end{array} \right\}$$

Для можливості порівняння дизель-поїздів з різними типами передач і видами тяги була розроблена методика, яка відрізняється від першої тим, що в ній відсутній вибір критерію групування і не проведено групування дизель-поїздів. Для розрахунку коефіцієнта технічного рівня вибраний диференційний метод. Номенклатура вибраних показників також відрізняється від вибраної раніше на коефіцієнт типу передач. Результати розрахунків представлені в табл.2. Потім з використанням регресійного аналізу були отримані залежності техніко-економічних показників дизель-поїзду. Аналіз значень вибраної номенклатури показників показав, що вони відрізняються від тенденції зміни їх не більше чим на 7-9%. Аналіз динаміки технічного рівня дизель-поїздів

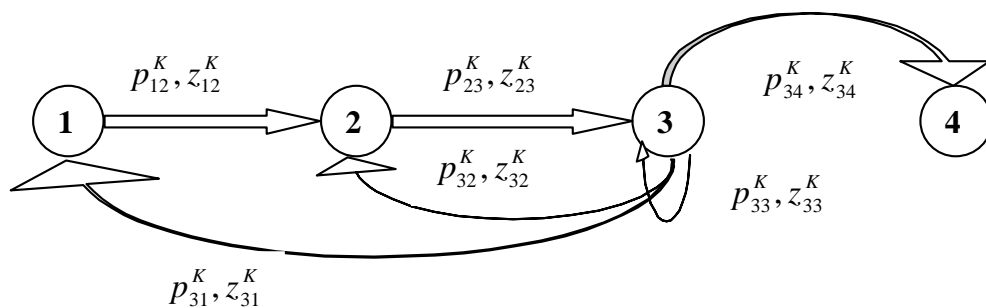
Таблиця 2

| Технічний рівень дизель-поїздів | | | | |
|---------------------------------|---------------------|-----------|------------|------------|
| Група | Серія дизель-поїзда | Схема д/п | $K_{тр}^1$ | $K_{тр}^2$ |
| I | Д (Угорщина) | [М+П+М] | 1,00 | 0,90 |
| | ДПГ2 (Германія) | [М+М] | 1,03 | 0,88 |
| | Х2400 (Франція) | [М+4П] | 1,03 | 0,90 |

| | | | | | |
|-----|-------------------------------|--------------------|-------------|-------------|--|
| | ДПЗ (Германія) | [М+М] | 0,97 | 0,84 | |
| | ДП11 (Германія) | [М+М] | 1,08 | 0,90 | |
| II | Д1 (Угорщина) | [М+2П+М] | 1,00 | 0,94 | |
| | Д2 (Японія) | [М+2П+М] | 1,01 | 0,94 | |
| III | ДР1 (Латвія) | [М+2(4)П+М] | 1,04 | 1,02 | |
| | ДР1А (Латвія) | [М+2(4)П+М] | 1,00 | 1,00 | |
| | ДР1П (Латвія) | [М+2(4)П+М] | 1,00 | 1,00 | |
| | ДР2 (Латвія) | [М+П+М] | 0,93 | 0,88 | |
| | ДПГЗ (Германія) | [М+М] | 1,23 | 0,93 | |
| | ДЛ2 (Росія) | [М+10П+М] | 1,20 | 1,04 | |
| | 150/2 (Великобританія) | 3*[М+М] | 0,92 | 0,84 | |
| | 155 (Великобританія) | 3*[М+М] | 0,89 | 0,83 | |
| | 158 (Великобританія) | 3*[М+М] | 0,93 | 0,86 | |
| | ТЕЕ (Германія) | [М+5П+М] | 1,04 | 1,00 | |
| | VT628.2/V928.2 (Германія) | [М+П+М] | 0,89 | 0,85 | |
| | X2800 (Франція) | [М+4П] | 1,09 | 0,99 | |
| | VT 5646 (Австрія) | [М+3П] | 1,04 | 0,92 | |
| | VT 5147 (Австрія) | [М+М] | 1,20 | 0,96 | |
| | A42 (Чехословачія) | [М+4П+М] | 0,96 | 0,94 | |
| | V1 (Югославія) | [М+М] | 1,2 | 0,93 | |
| IV | ДПГ (Германія) | [М+П+М] | 0,98 | 0,95 | |
| | ДЕЛ1 (Україна) | [М+2П+М] | 1,12 | 1,05 | |
| | ГДЕ (Великобританія) | [М+4П+М] | 0,94 | 0,87 | |
| | DEIC200N (Германія) | [М+2П+М] | 1,00 | 0,99 | |
| V | ДПЛ-01 (М62) (Україна) | Л+М+2П+М | 1,00 | 0,81 | |
| | ДПЛ-01 (ТЕ116) (Україна) | Л+М+2П+М | 0,98 | 0,78 | |
| | ДПЛ-01 (ТЕ10Л) (Україна) | Л+М+2П+М | 0,96 | 0,77 | |
| | ДПЛ-01 (ТЕП60) (Україна) | Л+М+2П+М | 1,06 | 0,84 | |
| | ДПЛ-01 (ТЕП70) (Україна) | Л+М+2П+М | 1,07 | 0,81 | |
| | ДПЛ-01 (ЧМЕЗ) (Україна) | Л+М+2П+М | 0,91 | 0,73 | |
| | ДПЛ-01_1 (М62) (Україна) | Л+5П+М | 1,00 | 0,79 | |
| | ДПЛ-02_1 (М62) (Україна) | Л+5П+ГУ | 1,01 | 0,80 | |
| | ДПЛ-01_2 (М62) (Україна) | Л+8П+Л | 1,12 | 0,81 | |
| | ДПЛ-02_1 (М62) (Україна) | Л+3П+ГУ | 1,01 | 0,80 | |
| | ДП-01 (М62) (Україна) | Л+2Д | 0,93 | 0,74 | |

дає можливість стверджувати, що технічний рівень ДЕЛ-01 буде знаходитись на світовому рівні на протязі 7-10 років.

Після розрахунку технічного рівня був визначений рівень НВО при виробництві дизель-поїздів. Була розглянута система "Д-В-В-СВ", яка є складовою життєвого циклу дизель-поїзду. Вона складається з чотирьох етапів (рис.1).



p_{ij}^K, z_{ij}^K - ймовірність і затрати при переході з i -го в j -ий стан при k -ій альтернативі

Рис.1. Граф переходів системи "Д-В-В-СВ"

Кожний етап представляє собою стан системи:

1 стан – наукові дослідження і створення комплекту науково-технічної документації;

2 стан – виробництво дослідного зразку;

3 стан – приймальні випробування;

4 стан – серійне виробництво.

В свою чергу кожний стан системи складається з робіт, на які витрачаються кошти z_j . В залежності від затрат на кожному етапі змінюється ймовірність і час переходу із одного стану в інший. Вихідні дані з розрахунків зведені в діаграму Таккера (табл.3).

Таблица 3

Діаграма Таккера для процесу "Д-В-В-СВ"

| Стан | Альтернатива | Імовірність | Затрати | Час |
|-------|--------------|--------------------------|-------------------------|-------|
| S_i | K_n | P_{ij} | Z_{ij} | T_i |
| 1 | 1 | [0.1, 0.9, 0, 0] | [-1, 1, 0, 0] | 1,5 |
| | 2 | [0.05, 0.95, 0, 0] | [-1.5, 1.5, 0, 0] | 1,5 |
| 2 | 1 | [0.1, 0.1, 0.8, 0] | [-3, -3, 3, 0] | 2 |
| | 2 | [0.05, 0.05, 0.9, 0] | [-3.5, -3.5, 3.5, 0] | 2,5 |
| 3 | 1 | [0.1, 0.1, 0.1, 0.7] | [-1, -1, -1, 1] | 2 |
| | 2 | [0.05, 0.05, 0.05, 0.85] | [-1.5, -1.5, -1.5, 1.5] | 2,5 |
| 4 | 1 | [0, 0, 0, 1] | [0, 0, 0, 3] | 1 |

За вихідну стратегію f_0 була прийнята стратегія компанії. В результаті розрахунків по методиці, яка викладена в розділі 2, були отримані наступні результати:

$$f_0=(1,1,2,1), \quad P_0=0,85, \quad Z_0=8,9, \quad T_0=7 \text{ р.}$$

$$f_{opt}=(1,2,1,1), \quad P_{opt}=0,92, \quad Z_{opt}=12,9, \quad T_{opt}=7,5 \text{ р.}$$

Коефіцієнт рівня НВО на стадії "Д-В-В-СВ" дорівнює 0,92.

Потім був визначений технічний рівень дизель-поїзда ДЕЛ-01 з урахуванням рівня НВО на стадії проектування, який дорівнює 1,03.

У четвертому розділі розглянуті заходи, які здійснюються на стадії виробництва

та приймальних випробувань. Оскільки в даний момент існують складності із побудовою моторного вагону, було розроблено декілька варіантів дизель-поїздів із локомотивною тягою. В них використовуються причіпні вагони дизель-поїзду ДЕЛ-01, а замість моторних використовуються модернізовані тепловози М62 або 2ТЕ116. Експлуатаційні випробування цих дизель-поїздів проводяться на Донецькій (з тепловозом 2ТЕ116) та Львівській (з тепловозом М62) залізницях. Випробуваннями передбачається перевірка загальної працездатності дослідних зразків дизель-поїздів в експлуатації, стабільність та збереження основних техніко-економічних параметрів. При цьому оцінюється також безпека і комфорт вагонів, функціонування вузлів і деталей кузова, ходової частини, зручність обслуговування в умовах депо, ергономічні та комфортні показники, екологічність. Тривалість експлуатаційних випробувань встановлена до трьох циклів технічного обслуговування ТО-3 (30 тис. км пробігу), а потім була продовжена до виконання ПР-1 (100 тис. км).

В якості джерел первинної інформації використовуються документи, передбачені "Альбомом форм первинної документації по локомотивному господарству".

Щоденно по кожному вагону дослідного дизель-поїзду реєструється в "Книзі експлуатаційних випробувань" наступна інформація: пробіг і час роботи, плече обертів, несправності і відмови, що виявлені під час поїздки, працездатність ремонтно-відновлювальних робіт заявочного ремонту, кількість регулювань і їх працездатність, витрати палива, матеріалів, комплектуючих і інша інформація. Перерахована інформація служить вихідним матеріалом для створення бази даних обробки і аналізу результатів експлуатаційних випробувань дизель-поїздів на ПЕОМ по спеціальній програмі.

Експлуатаційні випробування закінчились комісійною перевіркою технічного стану основних вузлів вагонів, які показали:

- початковий період експлуатації з пробігом до 100 тис. км виявив усі слабкі місця в системах і вузлах вагона, по яким компанією "Луганськтепловоз" проведено удосконалення виготовлення і конструкції вузлів;
- згідно із статистикою ушкоджень візок є досить надійним вузлом причіпного вагону і забезпечує зручність в обслуговуванні і ремонті;
- інтенсивність зносу основних деталей за результатами аналізу контрольних вимірів знаходяться в допустимих межах;
- в цілому причіпні вагони типу 1003 забезпечують безпечне перевезення пасажирів;
- непланових ремонтів з відставкою від експлуатації не було;
- витрата дизельного палива новим дизель-поїздом приблизно на 50% більша, чим спареним дизель-поїздом Д1 або потягу з тепловозом М62 і причіпними вагонами дизель-поїзду Д1. Але перевага експлуатації приміського поїзду ДПЛ-1 полягає в тому, що він легкодоступний для проведення технічного обслуговування та ремонту, більша кількість посадочних місць і в причіпних вагонах застосовано електричне опалення.

В цілому експлуатаційні випробування підтвердили, що техніко-економічні показники, по яким визначався технічний рівень дизель-поїзду ДПЛ-1 (з локомотивом М62) з вагоном даного типу в експлуатації не змінилися в порівнянні з заданими в технічному завданні.

За результатами експлуатаційних іспитів були затверджені заходи щодо

удосконалення конструкції, технології, підвищенню якості відновлення дизель-поїздів, підвищення експлуатаційної економічності дизель-поїздів з тепловозною тягою.

Одночасно з випробуваннями виконувались роботи по удосконаленню та доведенню багатьох вузлів дизель-поїзда ДЕЛ-01, які безпосередньо впливають на його надійність і технічний рівень. До них відносяться:

- удосконалення електропередачі дизель-поїзда і її системи автоматичного регулювання;
- удосконалення регулювання дизеля.
- удосконалення гальмівної системи дизель-поїзда з тепловозною тягою.

Після цього був зроблений прогноз технічного рівня дизель-поїзда, який показав, що ліквідація конструктивних недоліків не привела до зміни техніко-економічних показників, які були вибрані. Тому технічний рівень дизель-поїзда остався на тому ж рівні.

У н'ятому розділі розглянуті питання економічної ефективності використання дизель-поїздів ДЕЛ-01 та його альтернативи на даному етапі – дизель-поїзда з локомотивною тягою (ДПЛ-01 з тепловозом М62). Результати розрахунків показали, що вартість українських приміських поїздів приблизно на 40% нижча середнього світового рівня.

При використанні дизель-поїздів ДЕЛ-01 експлуатаційні витрати в рік будуть на 22-24% менші в порівнянні з ризьким ДР-1А. Економічний ефект при серійному виробництві буде складати на один дизель-поїзд ДЕЛ-01 10250418,6 грн. При цьому освоєння виробництва дизель-поїздів в Україні грає суттєву роль у вирішенні проблеми зайнятості населення.

Також був зроблений розрахунок економічної ефективності використання дизелів MTU та передачі Simens, який показав що вартість дизель-поїзду збільшиться в 5,74 рази в порівнянні з використанням вітчизняної передачі. При цьому технічний рівень його збільшиться на 9,4%. Результати розрахунків представлені в табл.4. За одиницю вартості прийняті витрати на дизель-поїзд з вітчизняною електропередачею та дизелем.

Таблиця 4

Порівняльний аналіз вартості виготовлення дизель-поїзду з комплектуючим обладнанням виробництва різних країн

| № п/п | Найменування витрат | Вітчизн. ел. передача і дизель | | Вітчизн. ел. передача, дизель MTU | |
|-------|--|---|------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| | | Передача Simens (без ТЕД і ТГ) і вітчизняний дизель | Передача Simens і дизель MTU | Передача Simens і дизель MTU | Передача Simens і дизель MTU |
| 1 | Куповані комплектуючі вироби і послуги підприємств | 1 | 1,35 | 15,26 | 16,56 |
| 2 | Витрати від браку | 1 | 1,002 | 1,005 | 1,008 |
| 3 | Виробнича собівартість | 1 | 1,14 | 6,57 | 7,08 |
| 4 | Витрати на збут | 1 | 1,14 | 6,57 | 7,08 |
| 5 | Прибуток | 1 | 1,11 | 2,38 | 2,56 |
| 6 | Відпускна ціна | 1 | 1,11 | 5,34 | 5,74 |

Висновки

Виконані дослідження присвячені вирішенню актуальної науково-технічної задачі – оцінці технічного рівня і експлуатаційної ефективності вітчизняного

дизель-поїзду. По результатах проведеної роботи можна зробити наступні висновки:

- проведені розрахунки технічного рівня дизель-поїздів показали, що дизель-поїзд ДЕЛ-01 знаходиться в даний момент на рівні кращих світових зразків;
- технічний рівень дизель-поїздів з локомотивною тягою гірший ніж дизель-поїздів Д1 та ДР-1А, які експлуатуються на залізницях України;
- серед дизель-поїздів з локомотивною тягою найбільш перспективним є ДПЛ-1 з модернізованим локомотивом М62;
- отримана функціональна залежність технічного рівня від року побудови та зроблений прогноз технічного рівня на майбутнє показав, що вже через 7-10 років рівень ДЕЛ-01 не буде відповідати світовому;
- отримані функціональні залежності технічного рівня дизель-поїздів від потужності і інших техніко-економічних показників з урахуванням типу передач показали, що параметри ДЕЛ-01 відрізняються від прогнозних не більше чим на 7-9%;
- технічний рівень дизель-поїзду ДЕЛ-01 з урахуванням процесу "Д-В" буде нижчий в 0,92 рази чим проектного і знаходиться на нижній границі світового рівня;
- вибрано оптимальну стратегію "Д-В" компанії, при якій надійність виконання дорівнює 0,92, максимальний прибуток дорівнює 12,9, а строк реалізації – 7,5 років.;
- техніко-економічні розрахунки показали, що експлуатація дизель-поїзду ДЕЛ-01 в порівнянні з ДР-1А принесе економію на 22-24%, строк окупності при цьому складає 5 років;
- використання на дизель-поїзді дизеля MTU збільшить вартість його на 11%, а дизеля MTU та передачі Simens на 574%. При цьому технічний рівень збільшиться на 9,4%.

Список опублікованих автором праць за темою дисертації

1. Басов Г.Г. Методика оцінки технічного рівня дизель-поїздів. // Підвищення експлуатаційної ефективності тягового рухомого складу. –Харків: ХарДАЗТ, 2000. –Вип.41. –С.5-8.
2. Басов Г.Г., Носков В.І. Електропередача дизель-поезда ДЭЛ-01 // Вісн. Східноукр. нац. ун-т. –Луганськ: -2000. -№5 (27). –С64-68.
3. Басов Г.Г., Кашуба В.І. Перевірка гальмових характеристик дизель-поїзда з тепловозною характеристикою в поїзних умовах // Збірник наукових праць ХарДАЗТ. –Харків: ХарДАЗТ, 2000. –Вип.42. Ч.1. –С.15-18.
4. Басов Г.Г. Підхід до оцінки і удосконалення дизель-поїзда як нової продукції // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. - №6. 2000. –С.18-20.
5. Басов Г.Г. Система автоматического регулювання електропередачі дизель-поезда ДЭЛ-1 // Збірник наукових праць ХДАЗТ. -Харків: ХДАЗТ, 2001. –Вип.45. –С.19-22.
6. Басов Г.Г. Об электропоездах компании "Лугансктепловоз" // Вісн. Східноукр. нац. ун-т. –Луганськ: -2001. -№ 7 (41). –С60-64.
7. Басов Г.Г. Аналіз експлуатаційних випробувань дизель-поїздів з локомотивною тягою // Рухомий склад та спеціальна техніка залізничного транспорту. -Харків: ХарДАЗТ, 2001. –Вип.46. –С.9-10.

Також розділи дисертації освітлені в праці:

1. Басов Г.Г. Регулирование дизеля дизель-поезда ДЭЛ-01 // Рухомий склад та

спеціальна техніка залізничного транспорту. -Харків: ХарДАЗТ, 2001. –Вип.46.
–С.90-92.

Анотація

Басов Г.Г. Оцінка технічного рівня і експлуатаційної ефективності дизель-поїздів – рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.07 – рухомий склад залізниць і тяга поїздів. –Харківська державна академія залізничного транспорту, Харків, 2001.

Дисертація присвячена вирішенню актуальної науково-технічної задачі - оцінці технічного рівня і експлуатаційної ефективності вітчизняного дизель-поїзду. В роботі розроблена математична модель визначення технічного рівня дизель-поїздів і проведено розрахунки. Отримані функціональні залежності технічного рівня від року побудови, потужності і інших техніко-економічних показників та зроблений прогноз технічного рівня.

Формалізовані стратегії “дослідження - виробництво” з процедурою вирішення задач оптимізації з використанням "Ховард-методу". Розроблена модель оцінки експлуатаційної ефективності дизель-поїздів в експлуатації, яка перевірена на експлуатаційних даних. Також обґрунтовано поповнення парку України новими дизель-поїздами вітчизняного виробництва.

Ключові слова: технічний рівень, дизель-поїзд, рухомий склад, моделювання, ефективність, економічний ефект.

Аннотация

Басов Г.Г. Оценка технического уровня и эксплуатационной эффективности дизель-поездов – рукопись.

Диссертация на соискание научного ступеня кандидата технических наук за специальностью 05.22.07 – Подвижной состав и тяга поездов. –Харьковская государственная академия железнодорожного транспорта, Харьков, 2001.

Диссертация посвящена решению актуальной научно-технической задачи – оценке технического уровня и эксплуатационной эффективности отечественного дизель-поезда ДЭЛ-01.

Проведен анализ существующих методик оценки технического уровня тягового подвижного состава и научные работы, выполняемые в этом направлении на железнодорожном транспорте. Рассмотрены и проанализированы технико-экономические показатели дизель-поездов более чем по 70 видам, выпускаемых в различных странах мира.

Разработана методика по оценке уровня работы научно-производственного объединения (НПО) по созданию дизель-поезда и математический метод для решения задач типа "исследование–производство". Определены основные показатели для оценки уровня НПО. В зависимости от принятой целевой функции было выделено три типа задач: максимизация средней прибыли, максимизация вероятности безошибочного выполнения работ и минимизация времени выполнения данного процесса.

В работе решена задача выбора оптимальной стратегии для системы "исследование

– производство – испытание – серийное производство", при которой максимизируется прибыль при ограничениях безошибочного выполнения работ и среднего времени выполнения данного процесса с использованием "Ховард-метода".

Разработана математическая модель определения технического уровня дизель-поездов. С использованием теории множеств по критерию экономического эффекта определена номенклатура технико-экономических показателей, характеризующих дизель-поезда для выполнения пригородных перевозок.

Произведено группирование дизель-поездов по типам передач. Рассчитан технический уровень рассматриваемых дизель-поездов двумя методами.

Проведены расчеты технического уровня дизель-поезда ДЭЛ-01 с учетом уровня НПО. Получены функциональные зависимости технического уровня от года постройки, мощности и других технико-экономических показателей и сделан прогноз технического уровня.

Сделан анализ эксплуатационных испытаний дизель-поезда с локомотивной тягой. Экспериментально проверена достоверность технико-экономических показателей нового дизель-поезда, заложенных в техническом задании.

Разработана модель оценки эксплуатационной эффективности дизель-поездов в эксплуатации, которая проверена на эксплуатационных данных. Также обосновано пополнение парка Украины новыми дизель-поездами отечественного производства. Рассмотрены варианты оборудования отечественного дизель-поезда ДЭЛ-01 дизелями немецкого производства фирмы MTU и передачей фирмы Siemens, а также различные их варианты.

Ключевые слова: технический уровень, дизель-поезд, подвижной состав, моделирование, эффективность, экономический эффект.

The summary

Basov G.G. A rating of a technological level and operational efficiency of diesel engines - trains –Manuscript.

The dissertation on a scientific degree of the candidate of technical sciences on a specealiti 05.22.07 – rolling-stock of railway and traction of trans. –Kharkov State Academy of Railway Transport, Kharkov, 2001.

The dissertation is devoted to the decision of a urgent scientific and technical task - rating of a technological level and operational efficiency of a domestic diesel engine - train DEL-01. In work the mathematical model of definition of a technological level of diesel engines - trains is developed and the accounts are made. The functional dependences of a technological level on year of construction are received, capacities and other technical and economic parameters and the forecast of a technological level is made.

The strategy " research - manufacture " with procedure of the decision of a task of optimization with use of "Hovard-method" is formalized. The model of a rating of operational efficiency of diesel engines - trains in operation is developed which is checked up on the operational data. Updating park of Ukraine the new diesel engines - trains of domestic manufacture also is proved. The variants of the equipment of domestic diesel engines - trains by diesel engines of German manufacture of firm MTU and transfer of firm Siemens and their various variants are considered.

Keywords: a technological level, diesel engine - train, mobile structure, modeling, efficiency, economic benefit.

Басов Геннадій Григорович

Оцінка технічного рівня і експлуатаційної ефективності дизель-поїздів

Автореферат

дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Надруковано згідно з оригіналом автора

Підписано до друку " 21 " грудня 2001 р
Формат паперу 60x84 1/16 Папір офсетний
Умовн.-друк.арк. 1,0 Обл.-вид. арк. 1,25
Замовлення № 619. Тираж 100 прим.

Видавництво ХарДАЗТу, свідоцтво ДК №112 від 06.07.2000 р.
Друкарня ХарДАЗТу
61050, Харків-50, пл. Фейєрбаха, 7