

УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

На правах рукопису

Фалендиш Анатолій Петрович

УДК 629.421.4.001.3

**РОЗВИТОК НАУКОВИХ ОСНОВ ВИЗНАЧЕННЯ
ХАРАКТЕРИСТИК МАНЕВРОВИХ ТЕПЛОВОЗІВ**

05.22.07 – рухомий склад залізниць та тяга поїздів

Дисертація на здобуття наукового степеню
доктора технічних наук

Науковий консультант

Тартаковський Едуард Давидович

доктор технічних наук, професор

Харків – 2005

ЗМІСТ

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	5
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК І ТЕХНІЧНОГО РІВНЯ МАНЕВРОВИХ ТЕПЛОВОЗІВ.....	15
1.1 Аналіз розвитку маневрових тепловозів	15
1.2 Розвиток типажу рухомого складу	25
1.3 Аналіз робіт по оцінці технічного рівня рухомого складу ...	42
1.4 Підходи по визначенню характеристик маневрових тепловозів....	55
1.5 Мета і основні задачі дослідження	62
1.6 Висновки за розділом 1.....	64
РОЗДІЛ 2. ПРОГНОЗУВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРСПЕКТИВНИХ МАНЕВРОВИХ ТЕПЛОВОЗІВ	66
2.1 Концепція визначення характеристик перспективних маневрових тепловозів	66
2.2 Визначення виду характеристик маневрових тепловозів з урахуванням життєвого циклу.....	71
2.3 Моделі прогнозування характеристик перспективних маневрових тепловозів.....	78
2.4 Розроблення типажу перспективних маневрових тепловозів для залізниць України	107
2.5 Висновки за розділом 2.....	110
РОЗДІЛ 3 МЕТОД ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО РІВНЯ НА ОСНОВІ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ	112
3.1 Визначення основного обладнання маневрового тепловозу на попередньому етапі з використанням морфологічного аналізу.....	112
3.2 Розробка структурної схеми маневрового тепловозу.....	120

3.3 Оцінка технічного рівня маневрового тепловозу на основі системного методу.....	123
3.4 Визначення технічного рівня маневрових тепловозів з урахуванням регіону експлуатації	134
3.5 Автоматизована інформаційна система по визначенню технічного рівня маневрових тепловозів.....	137
3.5 Висновки за розділом 3.....	145
РОЗДІЛ 4 МОДЕЛЬ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ МАНЕВРОВИХ ТЕПЛОВОЗІВ З УРАХУВАННЯМ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ЇХ ІСНУВАННЯ	
4.1 Модель визначення характеристик маневрових тепловозів за використанням стохастичного програмування	148
4.2 Прогнозування показників надійності маневрового тепловозу	159
4.3 Модель розрахунку показників надійності маневрових тепловозів на основі теорії розмірностей	180
4.4 Моделі розрахунку надійності вузлів маневрового тепловозу на етапі проектування	183
4.5 Висновки за розділом 4.....	191
РОЗДІЛ 5 УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ, ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ МАНЕВРОВИХ ТЕПЛОВОЗІВ	
5.1 Визначення тенденції розвитку систем експлуатації, технічного обслуговування та ремонту рухомого складу	193
5.2 Способи виконання ЕТОР	204
5.3 Адаптивна модель системи обслуговування та ремонту маневрових тепловозів	206
5.4 Підходи до корегування діючих систем обслуговування та ремонту	239

5.5 Висновки за розділом 5.....	243
РОЗДІЛ 6 МОДЕЛІ ОЦІНКИ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІД ВИКОРИСТАННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ МАНЕВРОВИХ ТЕПЛОВОЗІВ.....	245
6.1 Модель визначення економічної ефективності від зміни характеристик маневрових тепловозів.....	245
6.2 Модель розрахунку економічної ефективності впровадження нових маневрових тепловозів за весь життєвий цикл.....	251
6.3 Оцінка ефективності удосконалення організації ТО та ПР локомотивів	272
6.4 Модель визначення термінів заміни маневрових тепловозів	279
6.4. Висновки за розділом 6.....	284
ВИСНОВКИ.....	286
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	291
ДОДАТКИ	323

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АТД	Асинхронний тяговий двигун
ВЦ	Випробувальний центр
ЕРРС	Експлуатація та ремонт рухомого складу
ЕТОР	Експлуатація, технічне обслуговування та ремонт
ККД	Коефіцієнт корисної дії
НД	Нормативна документація
НМП	Напівмарківський процес
ОВ	Об'єкт випробування
ПН	Показники надійності
РС	Рухомий склад
РФ	Російська Федерація
ТЗ	Транспортний засіб
ТОР	Технічне обслуговування та ремонт
ТРС	Тяговий рухомий склад
УЗ	Державна адміністрація залізничного транспорту Укрзалізниця
УкрДАЗТ	Українська державна академія залізничного транспорту

ВСТУП

В теперішній час згідно статистичним даним на залізницях України маневрова і маневрово-вивізної робота здійснюються парком тепловозів в основному 98% чеського виробництва. При цьому маневрові тепловози серії ЧМЕЗ займають більше 83%. Згідно прогнозних планів "Укрзалізниці" парк маневрових тепловозів уже в 2007 році буде складати менше 1000 локомотивів, що більше чим в 2 рази менше в порівнянні з 1994 роком. При цьому моніторинг обсягів маневрових робіт показує їх можливе збільшення.

Враховуючи те, що маневрові тепловози масово закуповувались в період з 1970 по 1987 роки, а в даний момент вони в основному виробили свій ресурс, що визиває необхідність поповнення парку цих локомотивів. Вхід України в Європейську спільноту держав та досвід розвинутих країн показує, що характеристики нових тепловозів повинні бути раціональними не тільки для умов вітчизняних залізниць, а й відповідати світовому стандарту по усім своїм характеристикам. При цьому такі локомотиви найбільш доцільно мати вітчизняного виробництва.

Актуальність теми дисертації

Для нашої держави, в якій виконується великий і різноманітний по величині обсяг перевезень, доцільно було б мати типажний ряд локомотивів. На це вказує те, що маневрова робота більш ніж в 50% станцій мають невеликі обсяги, тому використання локомотивів середньої потужності серії ЧМЕЗ та великої потужності – ЧМЕ5 є економічно недоцільним. По цій причині створення маневрового тепловозу невеликої потужності визиває великий науково-практичний інтерес, так як він може ефективно використовуватись і на промисловому транспорті.

На Україні виробництво маневрових тепловозів до 1984 року було налагоджено на луганському заводі „Луганськтепловоз” та на Харківському заводі ім. Малишева. В теперішній час розробляється для потреб залізниць

новий типажний ряд маневрових тепловозів, який потребує наукового і практичного обґрунтування його характеристик.

Одним із етапів вирішення даної проблеми є визначення характеристик перспективних маневрових тепловозів, які дозволили б отримати локомотив з найменшою лімітною ціною, конкурентноздатний, з світовим технічним рівнем та раціональною системою експлуатації технічного обслуговування та ремонту. Для цього необхідно науково обґрунтувати нову концепцію створення маневрових тепловозів, яка б в комплексі враховувала динаміку зміни характеристик на протязі всього життєвого циклу з урахуванням його системи ЕТОР. При цьому повністю повинен бути врахований ланцюжок від створення локомотиву, систем сервісного обслуговування до взаємовідносин заводу-виробника та замовника. Тому, тема дисертації, яка направлена на визначення основних характеристик маневрових тепловозів на протязі всього життєвого циклу є актуальною науковою проблемою. Вона підтверджується Державною програмою "Розвиток рейкового рухомого складу соціального призначення для залізничного транспорту та міського господарства", введеної в дію Постановою Кабінету Міністрів України від 2 червня 1998 р. №769.

Зв'язок роботи з науковими програмами

Робота виконана згідно з вказаною вище Державною програмою, науково-технічною програмою «Розвиток відомчого залізничного транспорту для забезпечення вантажних перевезень на підприємствах України (Наказ Міністерства промислової політики України від 13.12.2004 р. №667) та „Концепцією та програмою реструктуризації на залізничному транспорті України”.

Наукові результати дисертаційної роботи отримані при виконанні планів наступних держбюджетних науково-дослідних робіт: „Прогнозування характеристик маневрових, магістральних тепловозів та дизель-поїздів з урахуванням життєвого циклу” (ДР 0105U000899) та науково-дослідними

роботами „Вибір, обґрунтування та видача пропозицій по основним параметрам маневрового тепловозу потужністю 800 к.с.” (ДР 0104U000031, архів № 0204U006106), „Розробка техніко-економічного обґрунтування, експертиза нормативно-технічної документації по маневровому тепловозу та участь у випробуваннях” (ДР 0103U000018, архів № 0305U001125), „Методичні вказівки з підготовки і проведення приймальних випробувань тягового рухомого складу та його складових” (ДР 0104U007601, архів № 0205U000183), „Вибір оптимальних параметрів перспективних типів магістральних, маневрових тепловозів та моторвагонного рухомого складу” (ДР 0104U003178, архів № 0204U006105), "Наукове обґрунтування нової системи сервісного обслуговування та ремонту дизель- та електропоїздів за участю локомотивобудівельної промисловості” (ДР 0195U013377, архів № 0201U004594), «Тимчасове положення про обслуговування та ремонт нового наукоємного тягового рухомого складу» (ДР 0105U000893).

Мета і задачі дослідження

Метою роботи є вирішення науково-прикладної проблеми – розвиток наукових основ визначення характеристик перспективних маневрових тепловозів для залізниць України.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

- розглянути еволюцію розвитку маневрових тепловозів у відповідності з їх характеристиками;
- зробити аналіз визначення характеристик та методів оцінки технічного рівня рухомого складу та розробити моделі прогнозування характеристик маневрових тепловозів з метою визначення типажу маневрових тепловозів для умов експлуатації на залізницях України;
- отримати залежності характеристик від технічного рівня і потужності для визначення їх раціональних значень для перспективних маневрових тепловозів з електричною передачею;

- розробити новий метод оцінки технічного рівня маневрових тепловозів з електричною передачею та їх підсистем;
- науково обґрунтувати раціональний технічний рівень та основні типи вузлів маневрового тепловозу на основі сучасних вимог до локомотиву;
- розробити наукові підходи до визначення надійності маневрових тепловозів з використанням математичних моделей;
- розробити систему критеріїв для оцінки пристосованості маневрових тепловозів до експлуатації;
- науково обґрунтувати вибір системи експлуатації, обслуговування та ремонту нових маневрових тепловозів на етапі проектування для забезпечення стабільності характеристик локомотивів на протязі всього життєвого циклу;
- розробити модель оновлення парку маневрових тепловозів, які виробили свій ресурс, новими;
- розробити концепцію визначення характеристик для перспективних маневрових тепловозів із електричною передачею з урахуванням всього життєвого циклу, системи ЕТОР і світового технічного рівня.

Об'єкт дослідження –маневровий тепловоз з електричною передачею.

Предмет дослідження – характеристики маневрового тепловозу з електричною передачею.

Методами дослідження. Виконані в дисертаційній роботі дослідження ґрунтуються на теорії ймовірності і математичній статистиці, математичному аналізу, теорії масового обслуговування, теорії математичного та імітаційного моделювання, теорії надійності, теорії систем і системному підході, а також на чисельних методах розрахунків на ЕОМ.

Наукова новизна отриманих результатів

Вирішена науково-прикладна проблема визначення характеристик маневрових тепловозів з електричною передачею, яка враховує наукове обґрунтування життєвого циклу, вплив переходу на нові системи ЕТОР,

адаптацію до регіону експлуатації, що дозволить підвищити надійну роботу локомотивів в експлуатації, чим відрізняється від існуючих.

Вперше:

- створено концепцію, що узагальнює визначення характеристик перспективних маневрових тепловозів з урахуванням життєвого циклу та світового технічного рівня;
- розроблено комплекс моделей визначення характеристик маневрових локомотивів на основі стохастичного програмування з урахуванням життєвого циклу та економічних умов України;
- розроблено метод оцінки технічного рівня маневрових тепловозів та його складових на основі системного аналізу, який відрізняється від існуючих врахуванням рівня модулів локомотиву;
- отримані залежності показників маневрових тепловозів з електричною передачею від потужності, вартості життєвого циклу від років експлуатації, технічного рівня, а також раціональні їх значення;
- сформовано критерії оцінки пристосованості маневрових тепловозів до експлуатації.

Дістали подальшого розвитку:

- імітаційна модель визначення раціональних термінів оновлення парку маневрових тепловозів;
- моделі прогнозування характеристик маневрових тепловозів з електричною передачею на основі нейромереж та апроксимації методом найменших квадратів;
- стратегія вибору модулів локомотивів на основі моделі з використанням морфологічного аналізу;
- метод визначення вартості життєвого циклу, який, на відміну від існуючих, враховує технічний рівень маневрових тепловозів;
- удосконалено питання визначення надійності маневрових тепловозів з електричною передачею на етапі виготовлення шляхом розробки

математичних моделей у вигляді графів та імовірнісної моделі із застосуванням напівмарківських процесів.

Практичне значення одержаних результатів:

Результати роботи впроваджено:

- в ВАТ ХК „Луганськтепловоз” при розробці та впровадженні вітчизняних маневрових тепловозів ТЕМ-103;
- в Державному науково-дослідному центрі залізничного транспорту України;
- в Державній адміністрації залізничного транспорту України;
- в навчальний процес підготовки спеціалістів і магістрів Української державної академії залізничного транспорту та Інституту перепідготовки та підвищення кваліфікації,

і вони включають в себе:

- інформаційну систему оцінки технічного рівня маневрових тепловозів з відповідними пакетами прикладних програм, яка дозволяє розраховувати технічний рівень любого маневрового тепловоза і в подальшому використовувати ці дані для визначення системи ЕТОР, доцільності закупки та використання локомотива в вибраному регіоні експлуатації;
- пакет прикладних програм на основі моделі прогнозування техніко-економічних параметрів маневрових тепловозів по їх питомим характеристикам;
- моделі визначення надійності маневрового тепловозу;
- адаптивну модель визначення системи експлуатації, технічного обслуговування та ремонту маневрових тепловозів;
- моделі техніко-економічних розрахунків маневрових тепловозів.

Практичне впровадження результатів роботи підтверджується відповідними актами та матеріалами впровадження.

Особистий внесок здобувача

В працях, які написані у співавторстві дисертанту належить:

[116, 120, 178, 181, 240, 245, 246] – розробка моделей та програм розрахунку показників надійності рухомого складу та його складових;

[31, 94, 95, 114, 129, 217, 256] – розробка моделей та розрахунки показників економічної ефективності від використання маневрових локомотивів та його складових;

[119, 241] – розрахунки вартості життєвого циклу маневрових тепловозів;

[14, 19] – зроблений аналіз можливості використання маневрових тепловозів в приміському русі;

[71, 214] – розробка методів, моделей та програм розрахунку технічного рівня тягового рухомого складу та його складових;

[142, 231] – визначення алгоритму випробувань рухомого складу та його складових;

[113, 118, 247, 255] – визначення параметрів системи обслуговування для перспективних маневрових локомотивів;

[188, 213, 242, 243, 244] – розробка моделей, програм розрахунку та отримання залежностей основних характеристик для маневрових тепловозів.

Апробація результатів дисертації.

Основні матеріали і результати дисертаційної роботи доповідалися й отримали схвалення на 17 міжнародних та 3 галузевих науково-технічних конференціях:

- X-й міжнародній конференції „Проблеми механіки залізничного транспорту: Динаміка, надійність і безпека рухомого складу” (Україна, м. Дніпропетровськ, 2000 р.);
- IV-й науково-технічній конференції „Ресурсозберігаючі технології на залізничному транспорті”, (Росія, м. Москва, 2001 р.);
- III-й міжнародній науково-практичній конференції „Актуальні проблеми розвитку транспортних систем і будівельного комплексу” (Білорусія, м. Гомель, 2001 р.).

- XIII, XIV, XV міжнародних науково-технічних конференціях «Проблеми розвитку рейкового транспорту» (Україна, Крим, 2003 - 2005 рр.);
- VII-й міжнародній науково-практичній конференції «Наука і освіта 2004» (Україна, м. Дніпропетровськ, 2004 р.);
- 61 - 67 міжнародних науково-технічних конференціях кафедр Української державної академії залізничного транспорту та спеціалістів залізничного транспорту і підприємств (м. Харків, 1998 – 2005 рр.);
- міжнародному форумі SEC 2005 “Cooperation of Technical Universities of the Middle and Eastern European countries in the VI and VII Framework Programmer for the scientific and education project realization” (Poland, Katowice, 2005);
- Міжнародній науково-практичній конференції «Наука в транспортному вимірі» (Україна, м. Київ, 2005);
- 18-й міжнародній науково-практичній конференції «Перспективні системи управління на залізничному транспорті, промисловому і міському господарстві» (Україна, Крим, м. Алушта, 2005);
- другій та третій науково-практичних конференціях «Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем: Техніка, технологія, економіка і управління» (Україна, м. Київ, 2004, 2005 р.);
- I-й науково-практичній конференції «Впровадження наукоємких технологій на магістральному і промисловому залізничному транспорті» (Україна, Крим, Алушта, 2005).

Основні положення дисертації доповідались на засіданнях кафедри з 2001 по 2004 рр., а повністю - доповідалась на розширеному засіданні кафедри ЕРРС УкрДАЗТ з участю членів спеціалізованої вченої ради (2005 р.)

Публікації. Основні результати дослідження опубліковані в 43 наукових працях. З них 28 статей в виданнях, які затверджені ВАК України,

як фахові, а також в 15 додаткових працях. 13 праць опубліковано без співавторів.

ВИСНОВКИ

Виконані дослідження присвячені вирішенню актуальної науково-практичної проблеми – розвитку наукових основ визначення характеристик перспективних маневрових тепловозів для залізниць України. По результатах проведеної роботи можна зробити наступні висновки:

1. Згідно статистичним даним на залізницях України манєврова і манєврово-вивізна робота здійснюються парком тепловозів в основному 98% чеського виробництва, які масово закупувались в період з 1970 по 1987 роки, а в даний момент в основному виробили свій ресурс. Моніторинг же обсягів манєврових робіт показує їх можливе збільшення, що визиває необхідність поповнення парку цих локомотивів. Вхід України в Європейську спільноту держав та досвід розвинутих країн показує, що характеристики нових тепловозів повинні бути раціональними не тільки для умов вітчизняних залізниць, а й відповідати світовому стандарту по усім своїм характеристикам. При цьому такі локомотиви найбільш доцільно мати вітчизняного виробництва. Оскільки на Україні виробництво манєврових тепловозів в теперішній час не налагоджено, а потреби в них є то для цього необхідно науково обґрунтувати нову концепцію створення манєврових тепловозів, яка б в комплексі враховувала зміну характеристик на протязі всього життєвого циклу з урахуванням його системи ЕТОР. При цьому повністю повинен бути врахований ланцюжок від створення локомотиву, систем сервісного обслуговування до взаємовідносин заводу-виробника та замовника.
2. Аналіз еволюції розвитку манєврових локомотивів по більш ніж 140 серіям показав збільшення осьової сили тяги, як при зрушенні, так і тривалої за рахунок використання передач змінного струму з

- асинхронними тяговими двигунами, використання модульного принципу конструювання та виробництва;
3. На основі розроблених методів та моделей запропонована нова концепція визначення характеристик перспективних маневрових тепловозів для залізниць Укрзалізниці, яка враховує світовий рівень локомотивобудування, особливості України, систему ЕТОР та їх значення на протязі всього життєвого циклу;
 4. Зроблений аналіз робіт по визначенню технічного рівня рухомого складу показав, що питанню оцінки технічного рівня маневрових тепловозів приділяється недостатньо уваги, а вихідними даними для розрахунків маневрових локомотивів є або обсяги маневрових робіт, або дані по гірці;
 5. На основі обробки матеріалу по створенню нової техніки був визначений характер показників на протязі всього їх життєвого циклу. Такі характеристики як термін служби та вартість життєвого циклу на протязі існування маневрових тепловозів мають стохастичний характер. Інші показники тепловозу з відповідним припущенням починаючи з 2-5 станів можна вважати детермінованими.
 6. Для визначення характеристик локомотивів запропоновані імітаційні моделі їх прогнозування. Одна модель для отримання залежностей базується на використанні методу найменших квадратів. Друга – на використанні нейромереж. Для локомотивів згрупованих у групи по трьом критеріям були отримані залежності для різних показників від потужності та технічного рівня. Кореляційне відношення для цих залежностей перевищує 0,75;
 7. Аналіз типажу рухомого складу показав, що існує два підходи до його вибору. Компанії – виробники виконують групування по виду рухомого складу та його вісьовій характеристиці, а компанії, які займаються перевезеннями – по потужності, видам роботи, типу

- струму і т.п. На основі розробленого підходу був визначений типаж маневрових тепловозів для залізниць України, який згрупований по вісності на 4, 6 та 8-ми вісні локомотиви та складається з чотирьох типів по потужності – 800, 1200, 2000 к.с. Технічний рівень чотирьохвісних маневрових тепловозів з електричною передачею при цьому знаходиться в межах 1,34-1,45;
8. Розроблений метод оцінки технічного рівня маневрових тепловозів на основі системного підходу, який дозволяє виявити складові частини локомотива з недостатнім технічним рівнем. Для цього була розроблена структурна схема чотиривісного маневрового тепловозу з електричною передачею та метод вибору вузлів локомотиву з використанням морфологічного підходу. При цьому технічний рівень маневрового тепловозу з передачею змінно-постійного струму дорівнює 1,10, що показує не відповідність локомотива сучасному рівню. Слабою системою даного тепловозу на даному етапі є його енергетична установка і передача. Використання на локомотиві передачі змінного струму дозволить підвищити коефіцієнт технічного рівня до 1,23, що відповідно підвищить його конкурентоздатність.
 9. Розроблені моделі визначення технічного рівня з урахуванням особливостей України та життєвого циклу. Результати розрахунків показали, що оптимальний технічний рівень для локомотиву потужністю 800 к.с. з передачею змінно-постійного струму дорівнює 1,211. Але при обмеженні фінансування на виробництво та швидкості побудови, технічний рівень проектуемого тепловозу буде знаходитись в межах 1,04-1,09.
 10. Для розрахунків технічного рівня маневрових тепловозів, їх основних характеристик, надійності та параметрів системи ЕТОР була удосконалена автоматизована інформаційна система з відповідними пакетами прикладних програм.

11. Розроблено наукові підходи до визначення надійності маневрових тепловозів з електричною передачею на етапі проектування. Для цього пропонується використовувати математичну модель у вигляді графів з використанням системного аналізу та імовірнісну модель із застосуванням напівмарківських процесів. Розрахована надійність спроектованого маневрового тепловозу ТЕМ103 до ТО-3 буде складати 0,5067. Аналіз надійності основних складових тепловозу показав, що найменшу надійність має підсистема дизелю та його допоміжних систем.
12. Зроблений аналіз існуючих систем експлуатації, технічного обслуговування та ремонту рухомого складу показав необхідність нових підходів до систем ЕТОР для наукоємкого рухомого складу. Була розроблена адаптивна модель системи обслуговування та ремонту для маневрового тепловозу. Для уточнення характеристик системи обслуговування та ремонту з урахуванням регіону та умов експлуатації були розроблені відповідні моделі, що дозволить більш раціонально використовувати локомотиви.
13. Пристосованість конструкції до експлуатації крім відомих критеріїв, пропонується оцінювати по двом додатковим критеріям:
- а) добротності конструкції, який представляє собою відношення вартості життєвого циклу до ціни локомотива. Для маневрових тепловозів з електричною передачею з технічним рівнем від 0,5 до 1,5 він повинен бути мінімальним, при цьому меншим 4,0.
 - б) пристосованості локомотиву до експлуатації. Він представляє собою відношення вартості життєвого циклу до витрат на експлуатацію та екіпіровку.
14. Розроблені моделі визначення вартості життєвого циклу з допомогою яких отримані залежності витрат від років експлуатації локомотивів. З

їх допомогою можна спрогнозувати вартість життєвого циклу для маневрових тепловозів з відомими характеристиками.

Економічний ефект від використання тепловозів ТЕМ 103 приведений до розрахункового року складатиме 118004 тис.грн. При цьому економія витрат на придбання складатиме 93500 тис. грн.

15. Для визначення економічно доцільних термінів раціональної заміни застарілих тепловозів ЧМЕЗ новими була розроблена імітаційна модель. Результати розрахунків по даній моделі показали, що тепловози ЧМЕЗ, які знаходяться в експлуатації в середньому 20-25 років, доцільно починати замінювати не пізніше наступних 5 років.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Alstom отправляет в Мельбурн первый поезд нового типа. Новости // Железные дороги мира. – 2002. - №3. – С. 5.
2. Абрамов О.В., Розенбаум А.Н. Прогнозирование состояния технических систем. –М.: Наука, 1990. -126с.
3. Агулов А.Ф., Фалендыш А.П. Вибір та визначення основних параметрів локомотивів / Методичні вказівки. – Харків: УкрДАЗТ, 2002. – 27с.
4. Азгальдов Г.Г. Азгальдова Л.А. Количественная оценка качества Библиограория.-Н.: Изд. -во стандартов, 1971. -89 с.
5. Александров П.С. Введение в общую теорию множеств и функций. -М.: Гостехиздат, 1947. - 211 с.
6. Андрианов Ю.М., Субетто А.И. Квалиметрия в приборостроении машиностроении. –Л.: Машиностроение. –Ленингр.отд-ние, 1990. -216 с.
7. Анисимов В.В., Лебедев Е.А. Стохастические сети обслуживания. Марковский модели. –К.: Либидь, 1992. -208с.
8. Антропова Т.А. Анализ методов расчета конструкции на прочность. // Сборник научных работ. / УрГУПС, 2004. - №11. – Стр. 84-90.
9. Аоки М. Оптимизация стохастических систем. – М.: Наука, 1971.
10. Апанасович В.В., Тихонечко О.М. Цифровое моделирование стохастических систем: Учеб. пособие для ин-тов по спец. "Радиофизика и электроника" – Минск: Университетское, 1986. – 126 с. : ил.; 21 см.
11. Аркин В.И., Левин В.Л. Выпуклость значений векторных интегралов, теоремы измеримого выбора и вариационные задачи. – М. УМН, 1972. - Вып.3. – С.21-73.

12. Ахназаров С.Л., Каферов В.В. Оптимизация эксперимента. - М.: Высшая школа, 1978. - 124 с.
13. Бабанін О.Б. Наукові основи вдосконалення технології контролю, діагностування та матеріально-технічного забезпечення при технічному обслуговуванні локомотивів: Автореф.дис... д-ра. Техн. наук: 05.22.07 / Харківська Держ. академія залізничного тр-ту. – Харків, 2001. – 36 с.
14. Бабанін О.Б., Фалендиш А.П., Скубченко О.І. Новий імпортований рухомий склад для приміського сполучення на залізницях України // Збірник наукових праць. –Харків: УкрДАЗТ, 2004. -Вип.64. - С.159-164.
15. Басов Г.Г. Методика оцінки технічного рівня дизель-поїздів // Підвищення експлуатаційної ефективності тягового рухомого складу/ Міжвуз.зб.наук. праць. –Харків: ХарДАЗТ, -2000. –Вип.41. –С.5-8.
16. Басов Г.Г. Оцінка технічного рівня і експлуатаційної ефективності дизель-поїздів: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.22.07 / Харківська держ. академія зал. тр. –Харків, 2001. -19с.
17. Басов Г.Г., Голубенко А.Л., Мищенко К.П. Концепция создания типажа современного моторвагонного подвижного состава для украинских железных дорог // Зб. наук. праць з проблем створення й освоєння виробництва в Україні моторвагонного рухомого складу на базі уніфікованого причіпного вагона. – Луганськ: - СНУ. – 2003. – С. 17-22.
18. Басов Г.Г., Мищенко К.П. Разработка типажа современного моторвагонного подвижного состава для украинских железных дорог. // Вісник Східноукраїнського національного університету. 2003. -№ 9 (67). –С.90-94

19. Басов Г.Г., Фалендиш А.П. Використання дизельного рухомого складу в приміському русі. /Науково-технічний збірник. –Київ: Техніка, 2003. Вип.47. –С.201-206.
20. Басов Г.Г., Яцько С.І. Розвиток електричного моторвагонного рухомого складу. –Ч.2. –Харків: «Апекс+», 2005. -248с.
21. Батюшин І.Є. Вдосконалення технології і організації заводського ремонту тепловозів з урахуванням зменшення витрат некапітального характеру: Автореф.дис... канд. техн. наук: 05.22.07 / Укр. держ. академія залізничного тр-ту. – Харків, 2003. – 19 с.
22. Беркович Е.М. Некоторые двухэтапные задачи стохастического оптимального управления, связанные с управлением теплопроводности, и методы их решения. – В кн.: Численное решение некоторых экстремальных и обратных задач. – М.: МГУ. 1974. – 254с.
23. Бирюков И.В., Беляев А.И., Рыбников Е.К. Тяговые передачи электроподвижного состава железных дорог. –М.: Транспорт, 1986. –256 с.
24. Бобровников Г.Н., Клебанов А.И. Комплексное прогнозирование создания новой техники. –М.: Экономика, 1989. -205с.
25. Боднар Б.Є., Боднар Є.Б., Вибір системи утримання локомотивів. Збірник наукових праць Дніпропетровського держ. техн. ун-ту. залізн. тр-ту Транспорт. Випуск 1. - Дн-ск.; ДПТ “Наука і освіта”.- 1999р. 4 – 9 с.
26. Боднар Є.Б. Підвищення експлуатаційної надійності локомотивів шляхом впровадження раціональної системи утримування: Автореф.дис... канд. техн. наук: 05.22.07/Укр. держ. академія залізничного тр-ту. – Харків, 2004. – 17 с.

27. Боднар Є.Б., Очкасов О.Б., Шепотенко А.П. Оцінка економічної ефективності впровадження раціональної системи ремонту локомотивів/ Вісник СНУ ім. В. Даля. –Луганськ: СНУ ім. Даля, 2004. -№8(78). - Ч.2. –С.23-26.
28. Бондаренко П.Н., Мурсаев А.Х., Ромен Ю.С., Сафьянников Н.М. Информационная технология непрерывного контроля железнодорожного транспорта в процессе эксплуатации / Вісник СНУ ім. В. Даля. –Луганськ: СНУ ім. Даля, 2003. -№9(67). Ч.2. – С.209-212.
29. Боровков А.А. Теория вероятностей. –М.: Наука, 1986. -432 с.
30. Бородулин И.П. Основы теории, расчет и конструирование локомотивов –М.: Машиностроение. 1976. -544с.
31. Босов А.А., Боднар Б.Є., Боднар Є.Б., Моделювання технологій ремонту технічних об'єктів. Вісник. / Національного транспортного університету та Транспортної академії України. – К., 2002. – Вип. 6. – С. 10 – 14.
32. Босов А.А., Капица М.И., Мухина Н.А. Учет технологии ремонта при построении системы содержания локомотивов / Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте // Труды IV научно-технической конференции. –М.: МИИТ, 2001. –IX-6-8С.
33. Бурдаков В.Д. Квалиметрия транспортных средств // Стандарты и качество. –1986. -№11. -80с.
34. Бурдаков В.Д. Квалиметрия транспортных средств. Методика оценки эффективности использования. –М.: Изд-во стандартов, 1990. -160 с.
35. Бурдаков В.Д. Об оценке технического уровня транспортных средств // Стандарты и качество, - 1988. – С. 112.

36. Бутько Т.В., Колесник І.К., Калашникова Т.Ю. Оцінка доцільності формування неповносоставних поїздів в умовах транспортного ринку// Міжвуз. збірник наукових праць. – Харків: ХарДАЗТ, 2001. – Вип.45. – С.61-70.
37. Бутько Т.В. Удосконалення методів розрахунку параметрів системи технічного утримання локомотивів: Автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.22.07 / Хар-ська держ. академія залізничного тр-ту. – Харків, 1996. – 43 с.
38. Ванеев Б.Н. Некоторые недостатки комплексных показателей качества // Стандарты и качество.1970. -№4. -С. 17-25.
39. Венцель Е.С. Исследование операций. –М.: Сов. Радио, 1972. - 358с.
40. Вибір оптимальних параметрів перспективних типів магістральних, маневрових тепловозів та моторвагонного рухомого складу: Звіт про НДР (кінцевий) / Українська держ. акад. залізн. тр-ту. № ДР 0104U003178; архів № 0204U006105. –Харків, 2004. -85с.
41. Вознесенский В.А. К вопросу о квалиметрии материалов // -М.: Стандарты и качество, 1970. -№1. -С. 19-23.
42. Воробьев А.А., Федоринов И.А., Грачев В.В. Тепловоз ТЭМ 7А: расположение реек и зажимов, описание электрических цепей // Локомотив. – 2004. - №8. – С. 36-39.
43. Выбор конструктивных решений и параметров экипажной части четырехосного тепловоза / В.А. Пузанов, В.А. Чаркин, М.В. Загорский, Н.И. Никифоров / Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте // Труды IV научно-технической конференции. –М.: МИИТ, 2001. –III-38-39С.
44. Выбор оптимальных параметров перспективных типов

- электровозов: Отчет о НИР (заключительный) / Днепропетровский нац. универс. ж.-д. трансп. им. акад. Лазаряна. -22.32.03.03А-355/03-24/03-01; № ГР 0103U00763; инв. № 0303U00797. – Днепропетровск, 2003. -111с.
45. Выбор оптимальных параметров электровозов для грузовых перевозок / Гетьман Г.К. // Залізничний транспорт України. – 2000. - №3. – С. 47-51.
 46. Газотурбопоезд Jetrain / International Railway Journal, 2001, №1, р. 37 // Железные дороги мира. – 2001. - №5. – С. 23-24.
 47. Гетьман Г.К., Арпуль С.В., Довгань Е.А. Оптимизация ряда тяговых средств для пассажирских перевозок на заданной полигоне тяги. // Висник СНУ им. В.Даля.-2005. -№8(90). -42. -С. 127-132.
 48. Гетьман Г.К. Наукові основи визначення раціонального ряду потужностей вантажних електровозів для залізниць України: Автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.22.09 / Дніпропетровський державний технічний університет залізничного транспорту. – Дніпропетровськ, 2001. -36с.
 49. Гетьман Г.К. Определения рационального мощностного ряда грузовых электровозов для железных дорог Украины // Залізничний транспорт України. -2002. -№6. -С. 29-34.
 50. Гетьман Г.К., Арпуль С.В. Определенные оптимального мощностного ряда пассажирских электровоз // Залізничний транспорт України.-2005. -№2. –С. 33-37.
 51. Гихман И.И., Скороход А.В. Стохастические дифференциальные уравнения и их приложения –К.: Наук. думка, 1982. -612с.
 52. Гихман И.И., Скороход А.В. Теория случайных процессов: В 3 т. – М.: Наука, 1973. Т.1. -640с.

53. Гмошинский В.Г. Инженерное прогнозирование. –М.: Энергоиздат, 1982. -208с.
54. Гончаров О.М. Вибір раціональних міжремонтних періодів маневрових локомотивів з урахуванням їх експлуатаційного завантаження: Автореф. дис... кан. техн. наук: 05.22.07 / Дн-ський держ. техн. університет залізничного тр-ту. – Дніпропетровськ, 1997. – 19 с.
55. Головки В.Ф., Васильченко В.Е. Методика стендовых испытаний энергетической установки с учетом условий эксплуатации / Міжвуз.зб.наук. праць. –Харків: ХарДАЗТ, -1997. –Вип.31. –С.58-62.
56. Горелик А.Л., Скрипник В.А. Методы распознавания. –М.: Высшая школа, 1977. -222с.
57. Горский А.В., Воробьев А.А. Оптимизация системы ремонта локомотивов. -М.: Транспорт, 1994,-208с.
58. ГОСТ 10150-88. Дизели судовые, тепловозные и промышленные. – М.: Изд-во стандартов, - 32с.
59. ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1979. – 24с.
60. ГОСТ 2.116-84. Карта технического уровня и качества продукции. – М.: Изд-во стандартов, 1979. – 14с.
61. ГОСТ 27.410-87. Надежность в технике. Методы контроля показателей надежности и планы контрольных испытаний на надежность // Государственный стандарт / Гос. ком. СССР по стандартам. -М: Издательство стандартов, 1988, - 109 с.
62. ГОСТ 34.003-90. Автоматизированные системы. Термины и определения. –М.: Изд-во стандартов, 1992. –С.105-127.

63. ГОСТ В 20.57.111-79. Комплексная система контроля качества военной техники. Оценка соответствия изделий требованиям по надежности. Общие положения. // Государственный стандарт СССР / Гос. ком. СССР по стандартам. -М: Издательство стандартов, 1980, - 25 с.
64. ГОСТ 22339-88 Тепловозы маневровые и промышленные. Типы и основные параметры // Государственный стандарт СССР / Гос. ком. СССР по стандартам. -М: Издательство стандартов, 1980, - 25 с.
65. ГОСТ 22602-77 Тепловозы магистральные. Основные параметры.
66. ГОСТ 24790-81. Тепловозы промышленные. Общие технические условия. –М.: Изд-во стандартов, 1941. -14с.
67. ГОСТ 25463-82 Тепловозы магистральные железных дорог колеи 1520 мм. Общие технические требования. –М.: Изд-то стандартов, 1982. -25с.
68. Гутиря С.С. Системна оцінка технічного рівня і управління якістю передач зчепленням при проектуванні: Автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.02.02 / Одес. нац. політехн. ун-т. – Одеса, 2002. – 36с.
69. Грищенко С.Г., Тартаковський Е.Д., Фалендиш А.П. Методичні проблеми прискорення введення в експлуатацію нового тягового рухомого складу. // Збірник наукових праць. –Харків: УкрДАЗТ, 2003. -Вип.56. -С.10-16.
70. Д. Неувенхюйс, Дж. Пиро. Железнодорожная промышленность на современном этапе / Rail International, 2001, №11, р. 14-15 // Железные дороги мира. – 2002. - №3. – С. 30-39.
71. Данько М.І. Наукові основи ресурсозберігаючих технологій при організації вантажних залізничних перевезень: Автореф. дис... д-ра. техн. наук: 05.22.01 /Харківська нац. академія міського

- господарства. –Харків, 2005. -40с.
72. Джус В.С., Фалендиш А.П. Методика визначення технічного рівня маневрових тепловозів з урахуванням регіону експлуатації. / Зб. наук. праць. –Харків: УкрДАЗТ, 2003. -Вип.53. -С.103-107.
73. Добров Г.М., Ершов Ю.В., Левин Е.И., Смирнов Л.П. Экспертные оценки в научно-техническом прогнозировании. –К.: Наукова думка, 1974. -159с.
74. ДСТУ 2860-94 Надійність техніки. Терміни та визначення. -Київ: Держстандарт України, 1994. -28с.
75. ДСТУ 2861-94 Надійність техніки. Аналіз надійності. Основні положення. -Київ: Держстандарт України, 1994. -33с.
76. Европейские электровозы нового поколения // Железные дороги мира. – 1997. - №10. – С. 9-41.
77. Евстратов А.С. Экипажные части тепловозов. –М.: Машиностроение, 1987. –136 с.
78. Експлуатаційні випробування моторно-осьових підшипників маневрових тепловозів / А.П. Фалендиш, П.О. Харламов, Д.М. Коваленко, І.В. Бабіч / Збірник наукових праць. –Харків: УкрДАЗТ, 2005. -Вип.68. -С.239-250.
79. Елкин В.Н., Загоруйко Н.Г. Количественные критерии качества таксономии и их использование в процессе принятия решений. – Новосибирск: 1969. –Вып.36. -78с.
80. Емельянов П.С., Романовский В.В., Шегалов И.П. Вероятностные процессы в судовых энергетических установках. – М.: Транспорт, 1993 – 125с.
81. Ермольев Ю.М. Методы стохастического программирования. –М.: Наука, 1976. -240 с.
82. Ерощенко А.В. Компьютерные технологии определения

- экономической эффективности применения асинхронных тяговых электродвигателей на тепловозах / Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте // Труды IV научно-технической конференции. – М.: МИИТ, 2001. – III-13С.
83. Жалкин Д.С. Оптимизация системы технического обслуживания и ремонта тепловозов на базе теории нечетких множеств/ Вісник СНУ ім. В. Даля. – Луганськ: СНУ ім. Даля, 2004. - №8(78). Ч.2. – С.235-239.
84. Железные дороги США на современном этапе / International Railway Journal, 2001, №8, р. 10-17 // Железные дороги мира. – 2001. - №11. – С. 9-14.
85. Загорский М.В., Котов О.М., Чудаков П.Л. Знакомьтесь: тепловоз ТЭМ-21. Локомотив. -2002. -№6. –С.35-38.
86. Загоруйко Н.Г. Методы распознавания и их изменение. – М.: Соврадио, 1972. – 198с.
87. Зайцева Т.Н. Современный парк тепловозов железных дорог стран Северной Америки и Европы // Железнодорожный транспорт за рубежом. Серия Подвижной состав. Локомотивное и вагонное хозяйство: ЭИ / ЦНИИЭИ. – 2004. – Вып. 3. – С. 1-6.
88. Здор А.П., Устюгов Л.П. Выбор контролируемых параметров для обеспечения оптимального функционирования САР генератора тепловоза 2ТЭ116 // Исследование надежности и экономичности дизельного подвижного состава. – Омск: ОмИИТ, - 1979. – С.30-36.
89. Игин В.Н. Оценка экономической эффективности системы оперативной оценки и диагностики теплотехнического состояния тепловозов в эксплуатации / Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте // Труды IV научно-технической

- конференции. –М.: МИИТ, 2001. –Ш-13-14С.
90. Игнатъев О.Л. Необходимость оценки подвижного состава по полному жизненному циклу // Вісник СНУ ім. В.Даля. – 2005. - №8 (90). – С. 158-162.
91. Измерительный подвижной состав нового поколения / G. Scheibel. Eisenbahningenieur, 2000, 51, №8, S. 44-49 // Железные дороги мира. – 2002. - №3. – С. 44-48.
92. Информационные технологии на железнодорожном транспорте: Учеб. для вузов ж-д. трансп. / Э.К. Лецкий, В.И. Панкратов, В.В. Яковлев и др.: Под ред. Э.К. Лецкого. –М.: УМК МПС России, 2001. -668 с.
93. Исследование передач тепловозов. - М., 1964. -107 с.
94. Калабухін Ю.Є., Фалендиш А.П. Визначення економії експлуатаційних витрат маневрових тепловозів / Збірник наукових праць. –Харків: УкрДАЗТ, 2003. -Вип.54. -С.127-132.
95. Калабухін Ю.Є., Фалендиш А.П. Результати оцінки економічних переваг використання маневрових тепловозів вітчизняного виробництва // Вісник економіки транспорту і промисловості. – Харків: 2003. –Вип.4. –С.92-97
96. Канарчук В.Є., Полянський С.К., Дмитрієв М.М. Надійність машин. –К.: Либідь, 2003. – 424 с.
97. Капран Н.Н., Носырев Д.А., Павлович Е.С., Просвиров Ю.Е. Организация технического диагностирования локомотивов: Учебное пособие. –Куйбышев, КИИТ, 1989. -58с.
98. Кашуба Т.В., Рухадзе В.А., Байковский В.М. Количественные методы оценки качества и технического уровня промышленной продукции. -М.: ЦНИИ ТЭН, 1974.-35 с.
99. Киржнер Д.Л., Бабков Ю.В., Котов О.М. Тепловоз ТЭМ2 с

- передачей переменного тока и асинхронным приводом / Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте // Труды IV научно-технической конференции. –М.: МИИТ, 2001. –III-16С.
100. Кириллов Ю.Г., Гибалов А.И. Анализ экономической эффективности и технического уровня проектного локомотива. / - Ворошиловград: - ВМСН, 1989. – 40с.
101. Киселев В.И., Феоктистов В.П. Обоснование оптимального типажа локомотивов на дальнюю перспективу – основа решения проблемы ресурсо- и энергосбережения на железнодорожном транспорте / Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте // Труды IV научно-технической конференции. –М.: МИИТ, 2001. –III. – С. 1-2.
102. Комарицкий М.М. Тепловозы фирмы Vossloh // Железнодорожный транспорт за рубежом. Серия Подвижной состав. Локомотивное и вагонное хозяйство: ЭИ / ЦНИИТЭИ. – 2005. – Вып. 3. – С. 19-22.
103. Комплексная модернизация пригородных электропоездов железных дорог ЮАР / R. Dickson. Railway Gazette International, 2002, №4, р. 205-206 // Железные дороги мира. – 2002. - №5. – С. 31-34.
104. Комплексная программа реорганизации и развития отечественного локомотиво- и вагоностроения, организации ремонта и эксплуатации пассажирского и грузового подвижного состава. Подпрограмма Моторвагонный подвижной состав –М.: МПС РФ, 2000. – 135с.
105. Комплексная программа реорганизации и развития отечественного локомотиво- и вагоностроения, организации ремонта и эксплуатации пассажирского и грузового подвижного состава на

- период 2001 – 2010гг. Подпрограмма «Локомотивы» –М.: 2001. – 120с.
106. Кондратенко А.Н. Новый тяговый и моторвагонный пассажирский подвижной состав для железных дорог России //Железные дороги мира. – 1998 - №4 – С.16-21
 107. Конструкция и динамика тепловозов. Иванов В.Н., Иванов В.В., Панов Н.И., Третьяков А.П. –М.: Транспорт, 1968. -287с.
 108. Конструкция, расчет и проектирование локомотивов / Под ред. А.А. Каменева. –М.: Машиностроение, 1981. –351.
 109. Корнійчук М., Совтус І. Складні системи з випадковою зв'язаністю: імовірнісне моделювання та оптимізація: Монографія. –К.: КНЕУ, 2003. -374с.
 110. Королюк В.С. Стохастические модели систем. –К.: Наук. думка, 1989. -208 с.
 111. Костюков А.Н. Проектирование тепловоза / Учебное пособие. – Омск: ОмИИЖТ, 1966. – 56с.
 112. Кочевський А.О. Підвищення технічного рівня зубчастих конічних передач Новикова нормами точності і допусками: Автореф. дис... канд.техн.наук: 05.02.02 /Східноукр.нац.унів. –Луганськ, 2002. - 24с.
 113. Крамчанін І.Г., Крашенінін О.С., Пузир В.Г., Фалендиш А.П. Організація технологічних процесів ремонту ТРС із застосуванням засобів діагностування. // Зб. наук. праць. –Харків: УкрДАЗТ, 2004. -Вип.57. -С.31-34.
 114. Крашенинин А.С. Фалендыш А.П. Оценка эффективности совершенствования организации ТО и ТР локомотивов / Міжвуз.зб.наук.праць /ХДАЗТ 1998. –Вип.34. –С.29-33.
 115. Крашенинин А.С., Фалендыш А.П. Методика расчета надежности

- локомотива на ЭВМ /Компьютеризированные системы контроля и управления на железнодорожном транспорте// Сб. научн. тр. – Харьков: ХарГАЖТ. 1997. –Вып.28. – С.20-22.
116. Крашенинин А.С., Фалендыш А.П. Расчет показателей надежности асинхронного двигателя проектируемого дизель-поезда / Межвуз сб.научн. трудов. –Харьков: ХГАЖТ, 1997. **Вып.29.** -С.46-50.
117. Крашенінін О.С., Фалендиш А.П. Модель визначення термінів заміни рухомого складу // Вісник Східноукраїнського національного університету. 2005. -№ 3 (85). –С.126-130.
118. Крашенінін О.С., Фалендиш А.П. Модель розрахунку кількості ремонтів локомотивів з урахуванням ймовірносного розподілу їх пробігів. / Вісник Міжнародного слов'янського університету. Серія «Технічні науки». Том VII. –Харків: 2004. –№2. –С.33-35.
119. Крашенінін О.С., Фалендиш А.П. Оцінка життєвого циклу локомотивів / Збірник наукових праць. **Вип.46.** –Харків: ХДАЗТ, 2001. -С.55-58.
120. Крашенінін О.С., Фалендиш А.П. Розрахунок показників надійності локомотивів на стадії проектування. / Міжвуз. зб. наук. праць. –Харків: ХДАЗТ, 1997. Вип.31. -С.18-19.
121. Кручек В.А., Курилкин Д.Н. Сравнение технико -экономических показателей тяговых приводов колёсных пар локомотивов./ Межвуз. сб. научн. трудов Совершенствовали конструкции локомотивов и систем их обслуживания. - Санкт-Петербург: ПТУПС, 2004. -С. 194-199.
122. Кубарев А.И. Надежность в машиностроении. -2-е изд., перераб. и доп. –М.: Издательство стандартов, 1989. -244с.
123. Кузлич В.Д. О тяговых параметрах грузовых тепловозов// Межвуз.

- сб. науч. тр./ ХИИТ, 1987. -Вып.2. -С.3-10.
124. Кузнецов Н.Д., Цейтлин В.И., Волков В.И. Технологические методы повышения надежности деталей машин. –М.: Машиностроение, 1992. -304 с.
125. Кузнецов Т.Ф., Крячко В.О., Бобир Д.В. Визначення впливу розсіювання термінів служби деталей та вузлів на систему утримання локомотивів / Вісник СНУ ім. В. Даля. –Луганськ: СНУ ім. Даля, 2003. -№9(67). Ч.2. –С.179-182.
126. Кузьмич В.Д. О тяговых параметрах грузовых тепловозов // Совершенствование конструкции, технологии эксплуатации и ремонта подвижного состава. –Харьков: ХИИТ. -1987. –Вып.2. – С.3-10.
127. Кузьмин А.В., Усков А.А. Интеллектуальные технологии управления: искусственные нейронные сети и нечеткая логика. – М.: «Горячая линия – Телеком», 2004. – 143с.
128. Лакин И.К., Феоктистов В.П., Тимченко А.Ю. и др. Информационная модель базы данных автоматизированной системы управления локомотивным хозяйством. / Под ред. д-ра техн. наук, проф. Лакина И.К. – М.: Издательство Центра внедрения новой техники и технологии «Транспорт» МПС России, 2000, -52 с.
129. Лашко А.Д., Калабухін Ю.Є., Фалендиш А.П. Економічна ефективність використання дизелів вітчизняного виробництва для тепловозного парку України. / Міжвуз. зб. наук. праць -Харків: ХарДАЗТ, -Вип.34. 1998. –С.43-46.
130. Локомотивы и моторвагонный подвижной состав железных дорог Бельгии / С. Migliorini. La Tecnica Professionale, 2001, №1, р. 39-47 // Железные дороги мира. – 2001. - №9. – С. 34-39.

131. Локомотивы семейства Prima компании Alstom / P. Laval. *La Vie du Rail*, 2001, №2778, p. 5-10 // Железные дороги мира. – 2001. - №3. – С. 22-25.
132. Луганські локомотиви: люди, роки, факти. Кол. авторів: -Луганськ, 1996. -403с.
133. Маневровый тягач Tele-Trac компании Windhoff / *Glaser's Annalen*, 2000, №4, S. 306-308 // Железные дороги мира. – 2002. - №3. – С. 39-41.
134. Мартино Дж. Технологическое прогнозирование. –М.: Наука, 1979. -137с.
135. Математико-статистические методы экспертных оценок / С.Д. Бешелев, Ф.Г. Гурвич. –М.: "Статистика", 1980. – 263 с.
136. Матяш В.О. Вдосконалення методики організації та визначення дислокації пунктів комплексного діагностування магістральних тепловозів: Дис... канд. техн. наук. - 05.22.07. – Харків, 2000. – 147с.
137. Международная выставка железнодорожной техники Inno Trans 2002 // Железные дороги мира. – 2002. - №10. – С. 2-16.
138. Методика определения технического уровня ГКНТ СССР. -24с.
139. Методические рекомендации по определению экономической эффективности мероприятий научно-технического прогресса на железнодорожном транспорте / ВНИИЖТ МПС. - М.: Транспорт, 1991. -230с.
140. Методические рекомендации по определению экономической эффективности мероприятий НТП на железнодорожном транспорте / ВНИИЖТ - М.: Транспорт, 1990.
141. Методические указания по определению экономической эффективности новой техники, изобретений и рационализаторских

- предложений на железнодорожном транспорте. –М.: 1991. -236с.
142. Методичні вказівки з підготовки і проведення приймальних випробувань тягового рухомого складу та його складових. / Е.Д. Тартаковський, А.П. Фалендиш, С.Г. Грищенко, М.І. Сергієнко – К.: ТОВ «Швидкий рух», -2005. -80с.
143. Миронов А.Л., Кораблев П.А. Информационная система контроля подвижного состава. // Сборник научных работ. / УрГУПС, 2005. - №36. – Стр. 92-97
144. Модернизация локомотивного парка Федеральных железных дорог Австрии / Ch. Muller. Eisenbahningenieur, 2000, №8, S. 38-39 // Железные дороги мира. – 2002. - №2. – С. 31-33.
145. Модернизация тепловозов / T. Escolan. Revue Generale des Chemins de Fer, 2003, №9, p. 40-47 // Железные дороги мира. – 2005. - №12. – С. 53-57.
146. Мосендз А.І. Моделювання роботи локомотивного парку і вибір раціональних потужностей тягових одиниць: Автореф. дис... кан. техн. наук: 05.22.07 / Дн-ський держ. техн. університет залізничного тр-ту. – Дніпропетровськ, 2000. – 16 с.
147. Мушик Э., Мюллер П. Методы принятия технических решений. Пер. с нем. –М.: Мир, 1990. –208 с
148. Надежность и эффективность в технике: Справочник: В 10т. –М.: Машиностроение, 1988. –316 с.
149. Назаров О.Н. Типаж и технические требования к перспективному подвижному составу для перевозки пассажиров // Железнодорожный транспорт. – 2003. - №2. – с. 14-20.
150. Нерветкин Я.А. О методологии типизации проектируемых локомотивов // Локомотив, 2000. - №3.- С. 30-35.
151. Нестраков А.С. Тепловозная тяга на дорогах мира // Локомотив –

2001. - №2. – С.8-10.
152. Ностюков А.Н. Проектирование тепловоза. – Омск: ОмИИТ, 1966. – 54с.
153. Новое депо городской железной дороги Гановера / U. Schidt. Eisenbahningenieur, 1999, №6, S. 51-55 // Железные дороги мира. – 2001. - №1. – С. 39-43.
154. Новый подвижной состав для региональной железной дороги в Испании. Новости // Железные дороги мира. – 2002. - №3. – С. 6.
155. Новый подвижной состав для региональных сообщений. Новости // Железные дороги мира. – 2002. - №2. – С. 2.
156. Новый подвижной состав для сообщений между Швецией и Данией. Нвовости // Железные дороги мира. – 2001. - №7. – С. 5.
157. Носырев Д.Я., Павлович Е.С., Просвиров Ю.Е. Основы оценки и проблемы повышения качества тепловозов: Учебное пособие. –М.: ВЗИИТ, 1986. -62с.
158. Обновление парка тепловозов // Железные дороги мира. -2003. - №7. –С.34-39.
159. Определение рационального мощностного ряда грузовых электровозов для железных дорог Украины / Г.К. Гетьман // Залізничний транспорт України. – 2002. - №6. – С. 29-34.
160. Организация ремонта подвижного состава в Северной Америке // Железные дороги мира. – 2003. - №3. – С.21-25.
161. Осипов С.И., Осипов С.С. Основы тяги поездов. Учебник для студентов техникумов и колледжей ж/д транспорта. – М.: УНК МПС России, 2000. – 592с.
162. Основы автоматизации технического обслуживания, диагностирования и ремонта локомотивов: Учеб.пособ. –Харьков: ХИИТ, 1991. –Ч.2. –95с.

163. Особенности организации деповского ремонта по техническому состоянию / П.А. Устич, Е.Н. Титова, А.А. Иванов, В.Н. Аверин / Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте // Труды IV научно-технической конференции. –М.: МИИТ, 2001. –IV-35-37С.
164. Осяев А.Т. Концепция комплексной системы диагностирования тягового подвижного состава на железных дорогах России / Вісник СНУ ім. В. Даля. –Луганськ: СНУ ім. Даля, 2003. -№9(67). Ч.2. –С.88-92.
165. Оценка экономической эффективности инвестиций в мероприятиях научно-технического прогресса: Учебно-методическое пособие/ Е.И. Балака, И.Г.Бойко и др.; Под ред. В.Л. Диканя -Харьков: Основа, 1995. –254с.
166. Павлович Е.С. Основы расчета надежности и технико-экономической эффективности тепловозных дизелей. Омск, 1968. ОМИИЖТ. Науч. труды. Том 87. Ч.2.
167. Павлович Е.С. Техничко-экономические аспекты методов расчета надежности тепловозов: Учебное пособие для студентов – заочников специальности «Тепловозы и тепловозное хозяйство». – М.: ВЗИИТ, 1986. -76с.
168. Панский В.М. Определение общих параметров локомотивов с дизельной и газотурбинной энергетической установками. Методические указания для курсового и дипломного проектирования студентов втузов МПС. -Л., ЛИИЖТ. -1974. -22 с.
169. Парад новой техники // Локомотив. – 2005. - №10. – С. 2-5.
170. Парад новой техники // Локомотив. – 2005. - №9. – С. 2-7.
171. Парамзин В.П., Четвергов В.А., Чулков Г.В., Шатунов Г.В. Сравнение показателей использования и экономичности

- тепловозов 2ТЭ116 и ТЭЗ // Исследование надежности и экономичности дизельного подвижного состава. – Омск: ОмИИТ, – 1979. – с.3-5.
172. Пейсахзон Б.Э. Вес и скорость грузовых поездов // Тр. ЦНИИ МПС.-Вып.141.-М.: Трансжелдориздат,1960. -164 с.
173. Первый поезд системы RoLa через Швейцарию. Новости / Железные дороги мира. – 2001. - №7. – С. 3-4.
174. Перспективные электровозы для железных дорог России / Л.Н. Сорин // Железные дороги мира. – 2003. - №8. – С. 18-24.
175. Повышение тягово-экономических показателей локомотивов. – Ленинград, 1979. -36 с.
176. Повышение эффективности работы тепловозов: Меж вуз. Сб. трудов. / Под ред. В.В. Стрекопытова. – Л.: ЛИИЖТ, 1986. – 82 с.
177. Подшивалов А.Б., Осяев А.Т. Вопросы оптимизации межремонтных пробегов подвижного состава // Материалы международной конференции «Экспериментальное кольцо-70». – М.: ВНИИЖТ, 2002. –С. 119-122.
178. Подвижной состав и основы тяги поездов: Учебник для техникумов ж.-д. трансп. / П.И. Борцов, В.А. Валетов, П.И. Кельперис, Л.И. Мельжинский, М.Г. Наливкин, С.И. Осипов; Подю ред.. С.И. Осипова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М: Транспорт, 1983. – 334 с.
179. Подвижной состав и тяга поездов: Учебник / Третьяков А.П., Деев В.В., Перова А.А. и др. Под ред. В.В. Деева, Н.А. Фуфрянского. М., Транспорт, 1979. 368 с.
180. Пополнение парка подвижного состава железных дорог Великобритании / Modern Railways, 2000, № 657, р. 58-60 // Железные дороги мира. – 2001. - №3. – С. 14-18.

181. Прибутько В.И., Фалендыш А.П. Программа расчета параметра потока отказов локомотивов / Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. 1998. -№4. –С.90-91.
182. Про перспективы использования асинхронного тягового двигателя на маневровых тепловозах //Локомотив.-2005.-№3.-С.
183. Прогнозирование надежности тракторов / В.Я. Анилович, А.С. Гринченко, В.Л. Литвиненко, И.Ш. Чернявский / Под ред. В.Я. Аниловича. – М.: Машиностроение, 1986. – 224с.
184. Просвиров Ю.Е. Методы и средства технического диагностирования локомотивов: Учебное пособие. –Самара, СамИИТ, 1991. -60с.
185. Прочность и безотказность подвижного состава железных дорог / А.Н. Савоськин, Г.П. Бурчак, А.П. Матвеевич и др.; Под.общ.ред. А.Н. Савоськина. –М.: Машиностроение, 1990. -228с.
186. Пузир В.Г. Наукові основи удосконалення технології перед рейсової підготовки локомотивів та локомотивних бригад: Автореф.дис... д-ра. техн. наук: 05.22.07, 05.22.20 / Укр. держ. академія залізничного тр-ту. – Харків, 2005. – 37 с.
187. Рабочая книга по прогнозированию. / Под. ред. И.В. Бестужева-Лады. –М.: Мысль, 1982. -73с.
188. Разработка программного обеспечения для автоматизированных контрольно-обучающих систем на железнодорожном транспорте / А.Ф. Агулов, А.П. Фалендыш, П.А. Харламов, Д.Н. Коваленко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. -2005. -№5. –С.107-108.
189. Рациональные режимы вождения поездов и испытания локомотивов. Под ред. Осипова С.И. –М.: Транспорт, 1984. -280с.
190. РД 50-64-84. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 14с.

191. РД 50-690-89. Надежность в технике. Методы оценки показателей надежности по экспериментальным данным. // Методические указания / Гос. ком. СССР по управлению качеством продукции и стандартам. -М: Издательство стандартов, 1990, - 132 с.
192. Решетов Д.Н., Иванов А.С., Фадеев В.З. Надежность машин: Учеб. пособие для машиностр. спец. вузов. –М.: Высш. шк., 1988. –238с.
193. Розвиток рейкового рухомого складу соціального призначення для залізничного транспорту та міського господарства: Державна програма, введена в дію Постановою Кабінету Міністрів України від 2 червня 1998 р. №769. –Київ, 1998. – 98 с.
194. Системологія на транспорті: Підручник: у 5 кн. / За заг. Ред.. М.Ф. Дмитриченко. – К.: Знання України, 2005. – Кн. I: Основи теорії систем і управління / Е.В. Гаврилов, М.Ф. Дмитриченко, В.К. Доля та ін. – 344с.
195. Сахаров А.Г. Терентьев Д.И. О количественной оценке качества измерительных устройств. -М.: Стандарты и качество.-1970.-№3.- С 8-17.
196. Сергеев В.Л., Шаров В.И. Знакомьтесь: маневровый аккумуляторный локомотив ЛАМ-01. Локомотив. -2003. -№7. – С.39
197. Слиеде П.Б., Залайс В.О. О постановке многокритериальных задач оптимизации // Вопросы динамики и прочности. – Рига: Знание, 1977. – С. 16-19.
198. Сломянский А.В. Выбор типов магистральных локомотивов // Тр. ЦНИИ МПС, -Вып.184. -М.: Трансжелдориздат, 1960. -164 с.
199. Служба сервиса компании Siemens TS / International Railway Journal, 2001, №1, advertising supplement, 8// Железные дороги мира. – 2001. - №8. – С. 56-57.

200. Современны подвижной состав для строительства и технического обслуживания контактной сети / A. Gruber et al. Eisenbahningenieur, 2001, №6, S. 46-58 // Железные дороги мира. – 2002. - №3. – С. 48-56.
201. Современные тепловозы EMD и GETS / W. Vantuono. Railway Age, 2005, №3, p. 23-28 // Железные дороги мира. – 2006. - №1. – С. 42-45.
202. Сорин Л.Н. Электровозы четвертого поколения // Мир транспорта. – 2003. - №4. – С. 54-59.
203. Справочник по аттестации качества продукции / Под ред. В.В. Кандыбы. –Харьков: Прапор, 1974. -239 с.
204. Стенд в Герлице для испытания подвижного состава. Новости // Железные дороги мира. – 2001. - №1. – С. 3.
205. Стрекопытов В.В. Тепловозы с передачами переменного тока. Расчет параметров надежности энергетических установок и выбор систем регулирования. Учебное пособие. Л., 1972. – 48 с.
206. Стрекопытов В.В., Пойлов Л.К. Основы расчета надежности узлов и систем локомотивов. Учеб.-метод. пособие. Под ред. д-ра техн. наук проф. Е.А. Гаккеля. Л., 1970. – 64 с.
207. Структурные схемы поиска неисправностей в целях управления тепловоза ТЭМ 7А // Локомотив. – 2005. - №3. – С. 23-26.
208. Субетто А.И. Квалиметрия: Индексная квалиметрия / ВИКИ им. А.Ф.Можайского. – Л.: Машиностроение, - 1983. – 43с.
209. Субетто А.И. Квалиметрия: Квалиметрическая таксономия / ВИКИ им. А.Ф.Можайского. – Л.: Машиностроение, - 1984. – 255с.
210. Тартаковский Э.Д., Фалендыш А.П. Определение технического уровня маневровых локомотивов по априорной информации. //

- Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. -1997, -№2 -С.54.
211. Тартаковский Э.Д., Фалендыш А.П. Методика оценки технического уровня машин по удельным показателям. //Удосконалення засобів механізації на транспорті та підвищення зносостійкості елементів машин. Міжвуз. зб. наук. пр. -Харків: ХарДАЗТ, -1997. -Вип.30. -С. 94-95.
212. Тартаковский Э.Д., Фалендыш А.П. Прогнозирование весогабаритных характеристик маневровых тепловозов // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. -1997. -№4. - С. 115-116.
213. Тартаковский Э.Д., Фалендыш А.П., Харламов П.А. Прогнозирование характеристик тепловозов и дизель-поездов с учетом жизненного цикла / Сборник тезисов I научно-практической конференции «Внедрение наукоемких технологий на магистральном и промышленном железнодорожном транспорте» (Крым, Алушта, июнь 2005). –Днепропетровск: ДНУЗТ, 2005. -С.35-36.
214. Тартаковський Е.Д., Фалендиш А.П. Інформаційна система оцінки технічного рівня маневрових тепловозів / Збірник наукових праць Східноукраїн.нац.ун-т. ім. В.Даля. Технічні науки. –Луганськ: Вид-цтво СНУ ім. В.Даля, 2004. -С.129-132.
215. Тенденции развития локомотивного парка железных дорог США // Железные дороги мира. -1998. -№10. –С.31-33.
216. Теория электрической тяги. В.Е. Розенфельд, И.П. Исаев, Н.Н. Сидоров, М.И. Озеров. Под ред. Исаева И.П. –М.: Транспорт, 1995. -294с.
217. Тепловоз ТЭМ18: новый эталон качества // Локомотив. – 2005. -

- №1. – С. 36.
218. Тепловозный дизель-генератор Д80. –Харків: Облполиграф., 1989. -78с.
219. Тепловозы: Основы теории и конструкции. /В.Д. Кузьмич, И.П. Бородулин, Э.А. Пахомов и др. –М.: Транспорт. 1991. -352с.
220. Техническое обслуживание и ремонт высокоскоростных поездов Eurostar и Thalys // Железные дороги мира. – 2003. - №6. – С. 33-36.
221. Техническое обслуживание и ремонт подвижного состава сторонними компаниями // Железные дороги мира. – 2005. - №10. – С. 28-31.
222. Типаж магистральных и маневровых тепловозов. Отчет о НИР (заключительный). Всерос. науч. -исслед. ин -т ж.-д. трансп. (ВНИИЖТ); Рук. Темы Н.Н. Каменев. - М.,1997.-75с.
223. Типаж перспективного подвижного состава // Локомотив. -2002. - №8. –С.5-7.
224. Типаж перспективного подвижного состава // Локомотив. -2002. - №9. –С.10-11.
225. Типаж перспективного подвижного состава // Локомотив. -2003. - №1. –С.10-14.
226. Типаж перспективного подвижного состава // Локомотив. -2003. - №7. –С.2-6.
227. Типаж перспективного подвижного состава. Раздел 1: Локомотивы. –М.: МПС РФ. -2002. -16с.
228. Типажний ряд електровозів для залізниць України: Звіт про НДР / ДП «НВК Електровозобудування» -Дніпропетровськ, 2004. -27с.
229. Тихов К.К. Теоретические основы выбора оптимальных параметров перспективных локомотивов для грузового движения

- // -Тр. МИИТа. - Вып. 307.-М.: Транспорт,1969.-152с.
230. Фалендиш А.П. Вибір вузлів маневрового тепловозу з використанням морфологічного аналізу / Вісник Східноукраїн.нац.ун-т. -2003. -№9(67). –Т.1. –С.177-180.
231. Фалендиш А.П. Інформаційно-розрахункова система структурної надійності маневрових тепловозів. // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. -2005. -№1,2 –С.66-69.
232. Фалендиш А.П. Методика оцінки достовірності параметрів маневрових тепловозів / Міжвуз. зб. наук. праць -Харків: ХарДАЗТ, -Вип.31. 1997. –С.29-31.
233. Фалендиш А.П. Методика покращення техніко-економічних показників використання локомотивів / Підвищення експлуатаційної ефективності тягового рухомого складу. Міжвуз зб.наук. праць. Вип.41. –Харків: ХДАЗТ, 2000. С.60-63.
234. Фалендиш А.П. Методика розрахунку та оптимізації надійності екіпажної частини тепловозів / Проблемы механики железнодорожного транспорта: Динамика, надежность и безопасность подвижного состава. X международная конференция. Тезисы докладов. –Днепропетровск: 2000. –С.202-203.
235. Фалендиш А.П. Модель розрахунку надійності маневрового тепловозу // Вісник Східноукраїнського національного університету. 2004. -№ 8 (78). –С.66-69.
236. Фалендиш А.П. Оцінка надійності локомотивів при визначенні їх технічної якості. / Збірник наукових праць. Вип.42. –Харків: ХДАЗТ, 2000. -С.23-26.
237. Фалендиш А.П. Оцінка технічного рівня тягового електроприводу локомотивів / Збірник наукових праць. Вип.45. –Харків: ХДАЗТ,

2001. -С.5-10.
238. Фалендиш А.П. Пакет прикладних програм з оцінки надійності тягових редукторів локомотивів / Вісник Східноукраїн.нац.ун-т. - 2001. -№7(41). –Т.1. –С.65-66.
239. Фалендиш А.П. Системний метод оцінювання технічного рівня маневрових тепловозів // Збірник наукових праць. –Харків: УкрДАЗТ, 2005. -Вип.66. -С.79-83.
240. Фалендиш А.П., Говоров В.М. Підвищення надійності колісних пар // Зб. наук. праць / -Харків: УкрДАЗТ, 2005. –Вип.65. –С.96-100.
241. Фалендиш А.П., Калабухін Ю.Є. Визначення вартості життєвого циклу маневрових тепловозів // Вісник Східноукраїнського національного університету. 2005. -№ 8 (90). –Ч.2. –С.239-242.
242. Фалендиш А.П., Харламов П.О. Прогнозування техніко-економічних параметрів чотиривісних маневрових тепловозів // Збірник наукових праць. –Харків: УкрДАЗТ, 2004. -Вип.64. -С.93-97.
243. Фалендиш А.П., Харламов П.О. Прогнозування техніко-економічних характеристик маневрових тепловозів // Зб. наук. праць КУЕТТ /Серія „Транспортні системи і технології”. –К.: КУЕТТ, 2004. –Вип.5. –С.62-67.
244. Фалендиш А.П., Харламов П.О. Прогнозування характеристик перспективних маневрових тепловозів для залізниць України / Тези доповідей другої науково-практичної конференції «Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем: Техніка, технологія, економіка і управління». –К.: КУЕТТ, 2004. -Ч.1. – С.74-75.
245. Фалендиш А.П., Харламов П.О., Чигирик Н.Д. Розрахунок

- показників надійності рухомого складу / Тезиси VII міжнародної науково-практичної конференції «Наука і освіта» - Дніпропетровськ: 2004. -Том 62. –С.76-78.
246. Фалендиш А.П., Чигирик Н.Д. Оцінка структурної надійності маневрових тепловозів на етапі проектування // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. -2005. -№3 –С.65-69.
247. Фалендиш А.П., Чигирик Н.Д. Системи обслуговування та ремонту нового рухомого складу // Вісник Східноукраїнського національного університету. -2004. -№ 5 (75). –С.173-177.
248. Фалендыш А.П. Методика кваліметрической оценки маневровых тепловозов. // Управление технической эксплуатацией локомотивов. Межвуз. сб. научн. тр. -Харьков: ХарГАЗТ. -1997. - вып. 29.- С. 44-46.
249. Фалендыш А.П. Методика определения номенклатуры показателей локомотивов с использованием теории множеств / Вісник СУДУ. -2000. -№5(27). –С.238-240.
250. Фалендыш А.П. Методика оценки достоверности параметров маневровых тепловозов. // Управління технічною експлуатацією локомотивів. Міжвуз. зб. наук. пр. -Харків: ХарДАЗТ. -1997. -Вип. 31. - С. 29-31.
251. Фалендыш А.П. Модель определения показателей маневрового тепловоза с использованием методов стохастического программирования / Зб. наук. пр. –Харків: УкрДАЗТ, 2005. - Вип.69. -С.196-200.
252. Фалендыш А.П. Оценка технического уровня локомотивов как составной части железнодорожной транспортной системы / Труды III международной научно-практической конференции. –Гомель: БелГУТ, 2001. –С.116-117.

253. Фалендыш А.П. Оценка технического уровня маневровых тепловозов для железных дорог Украины: Дис...канд. техн. наук: 05.22.07. –Харьков, 1987. -168с.
254. Фалендыш А.П. Оценка технического уровня тепловозов. / Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте // Труды IV научно-технической конференции. –М.: МИИТ, 2001. –III-54С.
255. Фалендыш А.П., Харламов П.А., Бабич И.А. Моделирование системы эксплуатации и обслуживания новых маневровых тепловозов / Тези доповідей третьої науково-практичної конференції «Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем: Техніка, технологія, економіка і управління». –К.: КУЕТТ, 2005. –Серія «Техніка, технологія» –С.41-42.
256. Фалендыш А.П., Харламов П.О., Чигирик Н.Д. Модель расчета эффективности системы обслуживания и ремонта подвижного состава // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. -2004. -№2. –С.84-88.
257. Федоринов И.А., Грачев В.В., Воробьев А.А. Тепловоз ТЭМ7А: описание электрических цепей // Локомотив. – 2004. – октябрь, №9. – С. 28-34.
258. Федяева Г.А., Федяев В.Н. Математическое моделирование электромеханических процессов в асинхронном тяговом приводе тепловоза ТЭМ21 // Вестник ВНИИЖТ. – 2005. - №6. – С. 39-45.
259. Феоктистов В.П. Теория оптимизации типажа локомотивного парка на линиях с электрической тягой и разработка практических рекомендаций на перспективу для МПС РФ // Фундаментальные и поисковые исследования в области железнодорожного транспорта. - М.: МИИТ, 1994. -С. 12-14.

260. Фокс Дж. Программное обеспечение и его разработка: -М.: Мир, 1985. -368 с.
261. Х. Бонне, П. Верстрюнге. Модернизация пассажирского подвижного состава железных дорог Бельгии /Железные дороги мира. – 2001. - №5. –С.36-39.
262. Хазов Б.Ф., Дидусев Б.А. Справочник по расчету надежности машин на стадии проектирования. –М.: Машиностроение, 1986. - 356 с.
263. Хомич А.З., Жалкин С.Г., Симсон А.Э., Тартаковский Э.Д. Диагностика и регулировка тепловозов. –М.: Транспорт, 1977. – 222с.
264. Худояров Д.Л. Коэффициент мощности электровозов переменного тока. // Сборник научных работ./ УрГУПС, 2004. - №11. – С. 28-32.
265. Характеристики компонентов подвижного состава // Железные дороги мира, 2002. - №12. – С. 5-9.
266. Центр обслуживания подвижного состава в Кру / С. Воосок. Modern Railways, 2000, № 618, р. 34-36 // Железные дороги мира. – 2001. - №3. – С. 26-28.
267. Центры для испытаний подвижного состава и верхнего строения пути // Железные дороги мира. – 2002. - №2. – С. 44-59.
268. Черномордик Г.И., Станиславюк В.Л. Эксплуатационные требования к мощности грузовых локомотивов// Вопросы эксплуатации железнодорожного транспорта; Под общ. ред. Г.И. Черномордника. - М.: Трансжелдориздак, 1960. -С.5-59.
269. Четвергов В.А., Галкин В.Г. и др. Надежность тягового подвижного состава: (Учебное пособие для вузов ж.-д. трансп.) / В.Г. Галкин, В.П. Парамзин, В.А. Четвергов. – М.: Транспорт, 1981. – 184 с., ил.; 20 см.

270. Четвергов В.А., Пузанков А.Д. Надежность локомотивов: Учебник для вузов ж-д. трансп. / Под ред. В.А. Четвергова - М.: Маршрут, 2003. - 415 с.
271. Четырехсистемный электровоз серии 189 // Железные дороги мира. – 2001. - №1. – С. 15-16.
272. Эволюция систем управления техобслуживанием и ремонтами / Д.В. Шехватов. Оборудование. - 2004. - №2. – С.12-14.
273. Элементы теории систем и системного анализа / Под ред. Ю.Г. Войлова. – Луганск: СНУ ім. В.Даля, 2002. – 309с.
274. Экономические аспекты службы подвижного состава / Т. Yishikawa, S. Nakayama. International Railway Journal, 2001, №12, р. 31-32 // Железные дороги мира. – 2002. - №5. – С. 41-44.
275. Электровозы нового поколения как фактор улучшения базовых показателей работы железных дорог / А.С. Курбасов // Железнодорожный транспорт. – 2003. - №10. – С. 55-58.
276. Электровозы семейства Таируз // Железные дороги мира. –1999. - №10. – С. 23-27.
277. Юдин Д.Б. Задачи и методы стохастического программирования. – М.: Советское радио, 1979. -392с.
278. Якубайтис Э.А. Информационные сети и системы: Справочная книга. –М.: Финансы и статистика, 1996. -386с.
279. С. Jackson. Prospects of the development of the railways to Finland // Railway Gazette International, 1999, N 6, p. 391 - 398.
280. С. Legro. Progress in the field of tractive rolling stock // Le Rail, 1998, N 16, p. 28 - 30.
281. Knutton M. IntelliTrain Improves Loco Availability And Utilisation// International Railway Journal.-- 2003.-- No.8.-- p.34.-35.
282. La Vie du Rail, 1998, N 2641, p. 46 - 50;

283. M. John. The Components of the modern rolling stock. Eisenbahntechnische Rundschau, 1998, N 2/3, S. 97 - 104.
284. M. Luczak. Organization of the repair of the rolling stock in North America // Railway Age, 2000, № 12, p. 41 – 47.
285. O. Snell. Modern equipment for technical maintenance and repair of the rolling stock // Modern Railways, 2003, № 657, p. 60 – 65.
286. O.Köppe. Enabling technologies of takedown written off locomotive // Eisenbahningenieur, 1998, N 8, S. 68- 72.
287. R. Lunden. The Development of diesel engine locomotive // Revue Generale des Chemins de Fer, 1997, N 3, p. 22 - 34; Railway Gazette International, 1998, N 4, p. 236 - 238; Modern Railways, 1997, N 586, p. 442 - 444.
288. Railway Gazette International, 1998, N 5, p. 295 – 298
289. Vantuono W. North American and European locomotives: some synergies // International railway journal. – 2003. - #7. – p. 14.
290. Vantuono W. C. Wheelsets of progress - railroad car maintenance management by Burlington Northern and Santa Fe// Railway Age. - 2001, № 9, p. 47 – 49, 76.
291. W. Eversheim. Technical maintenance and repair wheel pair // Eisenbahningenieur, 2000. - #5. – S.45-47.

ДОДАТОК А

Аналіз рухомого складу і методів визначення характеристик

А.1. Основні технічні характеристики маневрових тепловозів

Таблиця А.1

Технічні характеристики маневрових тепловозів виробництва
американських фірм

Серія локомотиву	Фірма-виробник	Кількість вісей	Потужні сть, кВт	Сила тяги тривала, кН	Маса, т
SL110 (NT855)	Дженерал електрик	4	500	140	100
SL144 (NT855)	Дженерал електрик	4	996	275	104
SL80 (NT855)	Дженерал електрик	4	500	140	72
U12B	Дженерал електрик	4	971	154	70,1
U18B	Дженерал електрик	4	1456	240	95,6
U4B	Дженерал електрик	4	295	120	47,2
U6B	Дженерал електрик	4	441	120	49
MP1500D	General Motors	4	1102	230	86
MP2000D	General Motors	4	1470	250	98
GP15D	General Motors	4	1102	210	74
GP20D	General Motors	4	1470	260	100
MP1200G	General Motors	4	882	210	80

Таблиця А.2

Технічні характеристики локомотивів країн Європи

	Модель	Осьова формула	Рік поч. експл.	Потужність, кВт	Сила тяги, кН	Макс. швидкість, км/г
1	2	3	4	5	6	7
Албанія						
	450	В	1959	118		40
	500	Во'Во'	1958	750		60
	1500	Во'Во'	1963	750		80
Австрія						
	2060	В	1954	147	100	30/60
	2062	В	1958	294	120	30/60
	2067	С	1959	442	118	65
	2167	С	1959	442	118	65
	2068	В'В'	1990	820	176	100
	2070	В'В'	2001	500	233/151	45/100
	V 80.1	В	1938	60		
	V 600	С	1973	445		60
	V 700	С	1977	515		60
	V1500	В'В'	1975	1120		100
	V1700.1	В'В'	2003	1500		100
Білорусія						
	ЧМЭ2	Во'Во'	1958	552	171	70/80
	ЧМЭ3	Со'Со'	1964	993	356	95
	ТЭМ2	Со'Со'	1960	883	346	100
	ТГК2	В	1958	185	71/35	30/60
	ТГМ23В/В	С	1973	294	100	60

Продовження табл. А.2

1	2	3	4	5	6	7
Бельгія						
	73	C	1965	550	211	30/60
	74	C	1977	550	196	30/60
	77	B'B'	2000	1150	291/232	60/100
	82	C	1965	480	191	60
	84	C	1959	405	157	30/50
	91	B	1961	245	90	20/40
	70	Bo'Bo'	1954	515	196	50
	71	B'B'	1962	562	197	80
	80	C	1960	480	173	30/60
	81	B	1996	386		65
	83	C	1956	405	157	30/50
	85	C	1956	405	157	30/50
	92	C	1960	255	147	20/40
Боснія						
	732-1	C	1969	438		30/60
	733-0	C	1968	438		30/60
	733-1	C	1968	438		30/60
	734-0	C	1955	478	118	30/60
Болгарія						
	51	Bo'Bo'	1962	442		80
	52	D	1964	442		30/60
	55	Bo'Bo'	1969	920		60/100
	80	C	1967	283		30
	81	Bo'Bo'	1981	294		50
Хорватія						

Продовження табл.А.2

1	2	3	4	5	6	7
	2131	С	1958	292		30/60
	2132-0	С	1969	438		30/60
	2132-1	С	1969	438		30/60
	2133-0	С	1955	478	118	30/60
	2133-1	С	1955	478	132	30/60
Чехія						
	710	С	1961	301	110	30/60
	720	Во'Во'	1958	551	160	60
	704.5	Во	1992	220	68	60
	742	Во'Во'	1978	883	153	90
	701	В	1962	147	58	40
	730	Во'Во'	1987	600	165	80
Данія						
	МК	В	1996	368		60
	Köf	В	1966	94	28	45
	T 51	В	1960	94	28	45
	T 52	В	1964	177	83	45
	T 53	В	1955	123		60
	T 11	Во	1934	110		30
	T 12	В	1959	123		60
	Kof 65	В	1957	94	28	45
	МН	С	1960	323		60
	MJ	В	1993	386		60
	MT	Во'Во'	1958	361		90
	T 1	В	1972	184		20

Продовження табл. А.2

1	2	3	4	5	6	7
Естонія						
	ЧМЭЗ	Со'Со'	1965	993	356	95
	ТГМЗ/ЗВ	В'В'	1959	552	196/118	33/70
	ВМЕ1	Во'Во'	1958	441	181	80
	ЧМЭТ	Со'Со'	1994	993	356	95
	ТГК2	В	1958	185	71/35	30/60
Угорщина						
	М28.1	В	1955	147		30
	М28.2	В	1955	147		30/50
	М31	С	1958	331		30/60
	М32	С	1972	257		22/60
	М43	В'В'	1974	331		30/60
	М44	Во'Во'	1954	440		80
	М47.1	В'В'	1974	514		35/70
Германія						
	352	В	1997	390	141/70	40/80
	293	В'В'	1982	736	207	65
	310	В	1930	77	39	30
	311.5-7	В	1960	162	66	42
	312.0	В	1968	162	80	19/35
	312.1-2	В	1970	162	71	16/40
	323/324	В	1948	94	28	45
	332	В	1959	177	83	45
	344	Д	1964	365	194	60
	350		1999	370		60
	353	Во	1999	350	170	80

Продовження табл. А.2

1	2	3	4	5	6	7
	360	C	1955	478	118	30/60
	361	C	1955	478	132	30/60
	381	Bo	1935	34		25
	382	Bo	1955	70	30	30
	290	B'B'	1964	809	232	40/80
	333	B	1965	177	83	45
	333.5	B	1984	177	83	45
	335	B	1984	177	83	45
	345	D	1964	478	194	60
	346.2-9	D	1964	478	194	60
	347	D	1987	478	194	60
	351	C	1964	465		
	362	C	2000	480	132	30/60
	364	C	1988	478	118	30/60
	365	C	1984	478	132	30/60
Греція						
	A.101	C	1962	478		70
	A.151	B'B'	1972	507		70
Іспанія						
	310	Bo'Bo'	1989	808		114
	311.1	Bo'Bo'	1989	785	260	90
	310	Bo'Bo'	1989	808		114
Україна						
	ЧМЭ2	Bo'Bo'	1958	552	171	70/80
	ЧМЭ3	Co'Co'	1964	993	356	95
	ТЭМ1(М)	Co'Co'	1958	736	347	90

Продовження табл. А.2

1	2	3	4	5	6	7
	ТЭМ2	Со'Со'	1960	883	346	100
	ТГМ3/А/В	В'В'	1959	552	196/118	33/70
	ТГМ4В	В'В'	1989	552	226	27/55
	ТГМ23В/У	С	1973	294	100	60
Словакія						
	710	С	1961	410		30/60
	711	С	1998	300		30
	720	Во'Во'	1958	551		60
	721	Во'Во'	1963	551		80
	721.8	Во'Во'	1967	551		80
	726	В'В'	1963	515		35/70
	731	Во'Во'	1988	600		80
	735	Во'Во'	1980	926		90
	736	Во'Во'	1998	990		90
Фінляндія						
	Dv15	D	1958	620	232	75
	Dv16	D	1962	700	216	85
	Dr14	В'В'	1969	875	180/270	43/75
	Tve4	В	1978	295	135	75
	Tve5	В	1978	120	58	20
	Tka3	В	1965	125		60
Франція						
	463500	Во'Во'	1956	605	167	90
	464700	Во'Во'x2	1958	605	300	90
	466700	Во'Во'	1960	1030	220	90
	1	Во'Во'	1992	950	260	100

Продовження табл. А.2

1	2	3	4	5	6	7
	31	В	1992			
	У 7100	В	1958	150	73	54
	У 7400	В	1963	150	73	60
	У 8000	В	1977	205	118/62	30/60
	У 8000	В	1977	219	118/62	30/60
	У 8400	В	1990	205	118/62	30/60
	У 8400	В	1990	219	118/62	30/60
	У 8400	В	1990	219	118/62	30/60

Таблиця А.3

Серії маневрових тепловозів, які експлуатуються на залізницях РФ

Модель	Осьова формула	Рік поч. експл.	Потужність, кВт	Сила тяги, кН	Макс. швидкість, км/г
ЧМЭ2	Во'Во'	1958	552	171	70/80
ЧМЭ3	Со'Со'	1964	993	356	95
ЧМЭ5	ВоВоВоВо	1985	1470	494	95
ТЭМ1(М)	Со'Со'	1958	736	347	90
ТЭМ2	Со'Со'	1960	883	346	100
ТЭМ2УМ	Со'Со'	1989	994		100
ТЭМ3	Со'Со'	1979	883		100
ТЭМ7(А)	ВоВоВоВо	1975	1472	582	100
ТГК1/2	В	1958	185	71/35	30/60
ТГМ3/А/В	В'В'	1959	552	196/118	33/70
ТГМ4Л	В'В'	1989	552	226	27/55
ТГМ23В/У	С	1973	294	100	60
ТЕМ21	В'В'	2002	1103		100
ТЕМ18Г	Со'Со'	2004	882		100

Технічні характеристики маневрового тепловозу ТЕМ103

№ п/п	Найменування показників	Значення по ТЗ
1	2	3
1	Потужність (по дизелю), кВт (кС)	588(800)
2	Службова маса, т	80
3	Статичне навантаження від колісної пари на рейки, кН	196
4	Сила тяги при зрушенні з місця, кН (тс)	265(27)
5	Сила тяги тривалого режиму, кН (тс)	196(20)
6	Швидкість конструкційна, км/г	80
7	Швидкість тривалого режиму, км/г	7,6
8	Ширина колії, мм	1520
9	Габарит	1Т ГОСТ9238-83
10	Осьова формула	Во-Во
11	Діаметр коліс по колу кочення, мм	1050
12	Мінімальний радіус кривих при швидкості до 10 км/г	40
13	Висота автозчеплення, мм	1055
14	Силова установка	Дизель-генератор 10Д80А з дизелем 6ЧН26/27
15	Передача	Змінно-постійного струму, з колісно-моторним блоком на підшипниках кочення
16	Тип гальма	Пневматичний автоматичний; пневматичний допоміжний; електродинамічний; ручний стоян очний
17	Керування	По системі багатьох одиниць
18	Запас палива, кг	4200
19	Запас піску, кг	920
20	Довжина по вісях автозчеплень, мм	14500
21	Ширина, мм	3250
22	Висота, мм	5200

А.2. Прогнозування питомих характеристик маневрових тепловозів

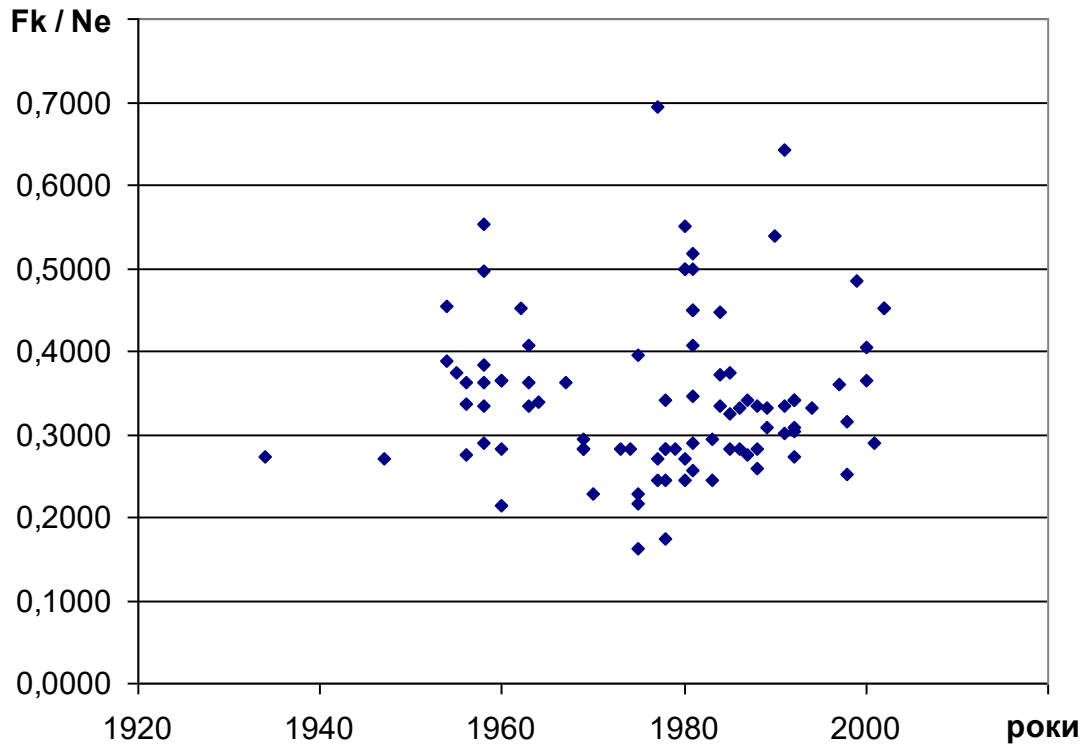


Рис. А.1. Тенденція зміни питомої сили тяги по рокам

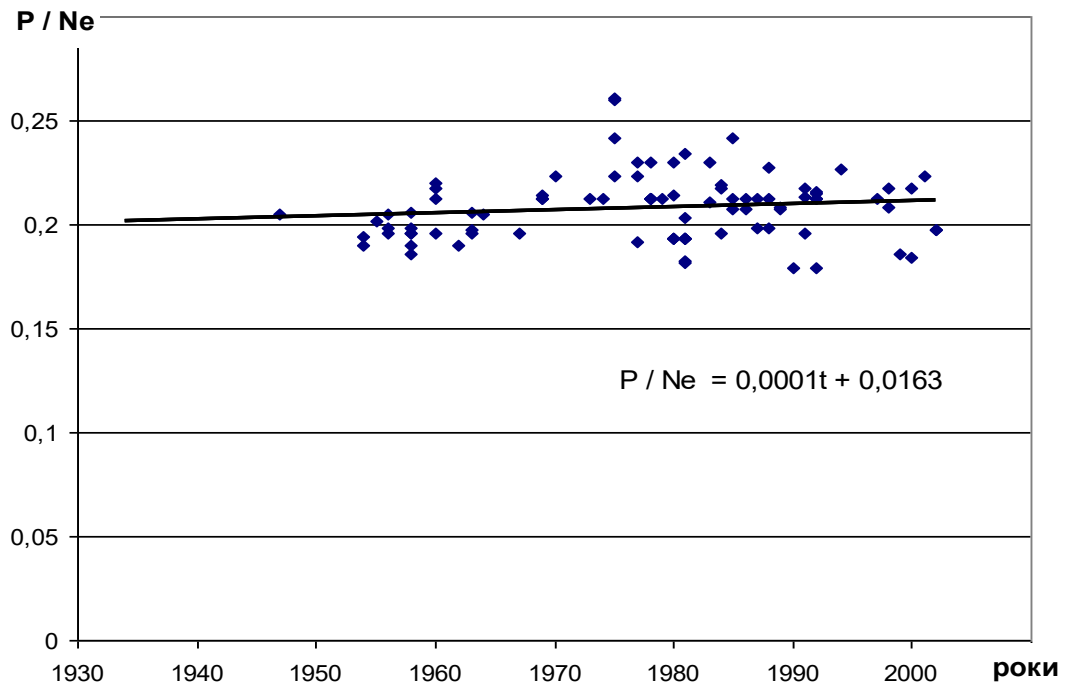


Рис. А.2. Тенденція зміни питомої сили тяги по рокам

ДОДАТОК Б

ПРОГНОЗУВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАНЕВРОВИХ ТЕПЛОВОЗІВ

Б.1 Залежності характеристик маневрових тепловозів від потужності

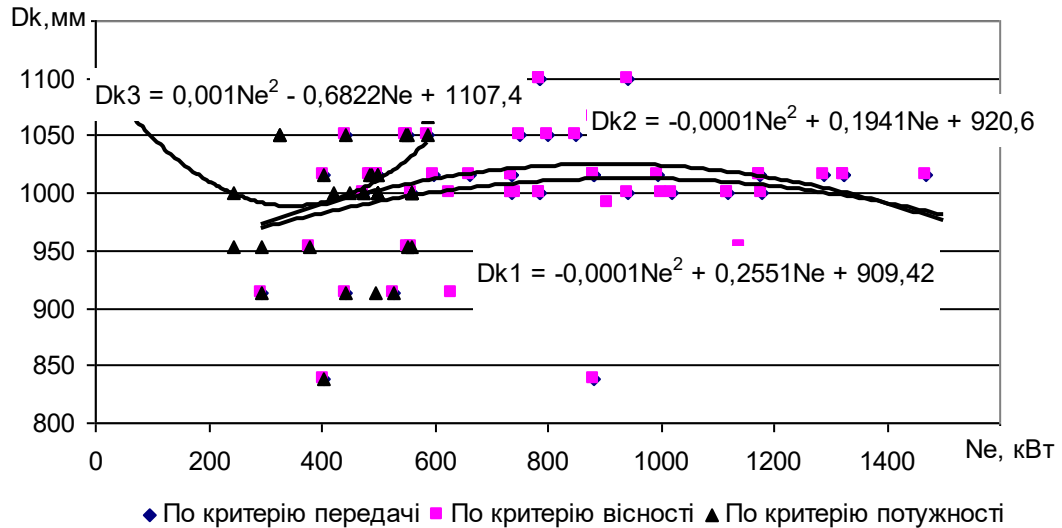


Рис.Б.1. Залежність діаметру коліс від потужності локомотива

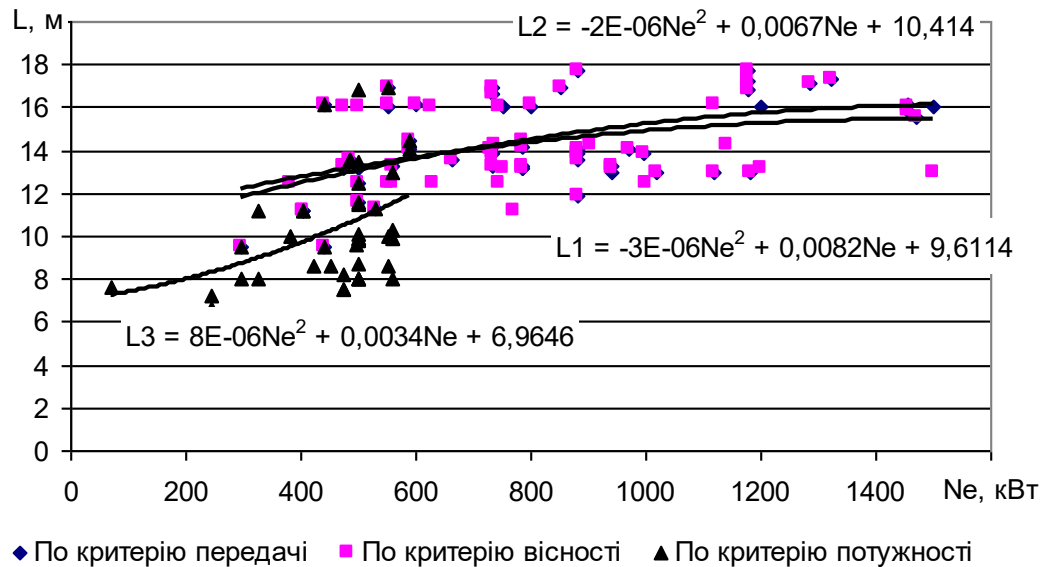


Рис. Б.2. Залежність довжини локомотива від потужності

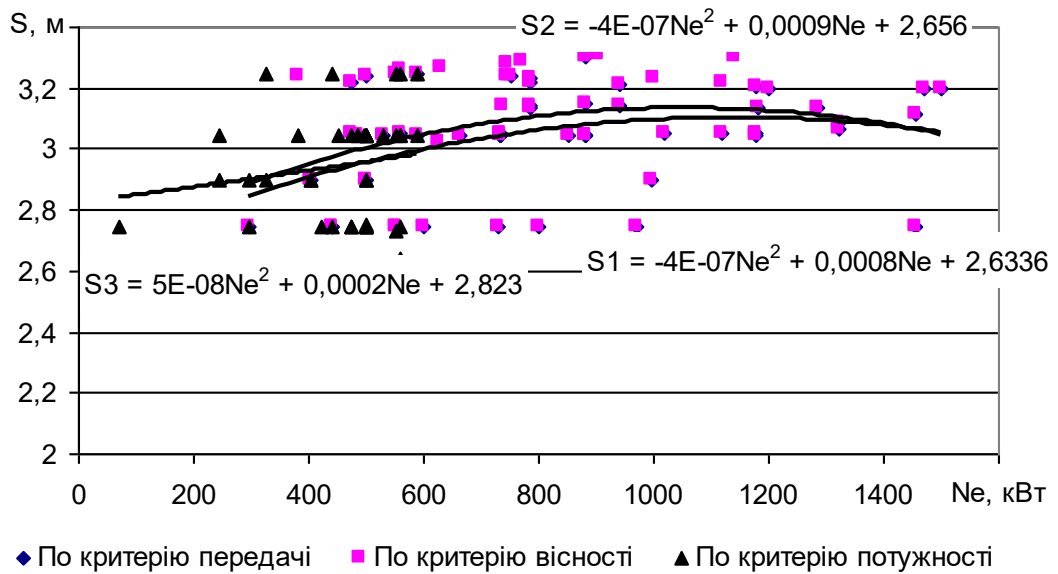


Рис.Б.3. Залежність ширини локомотива від потужності

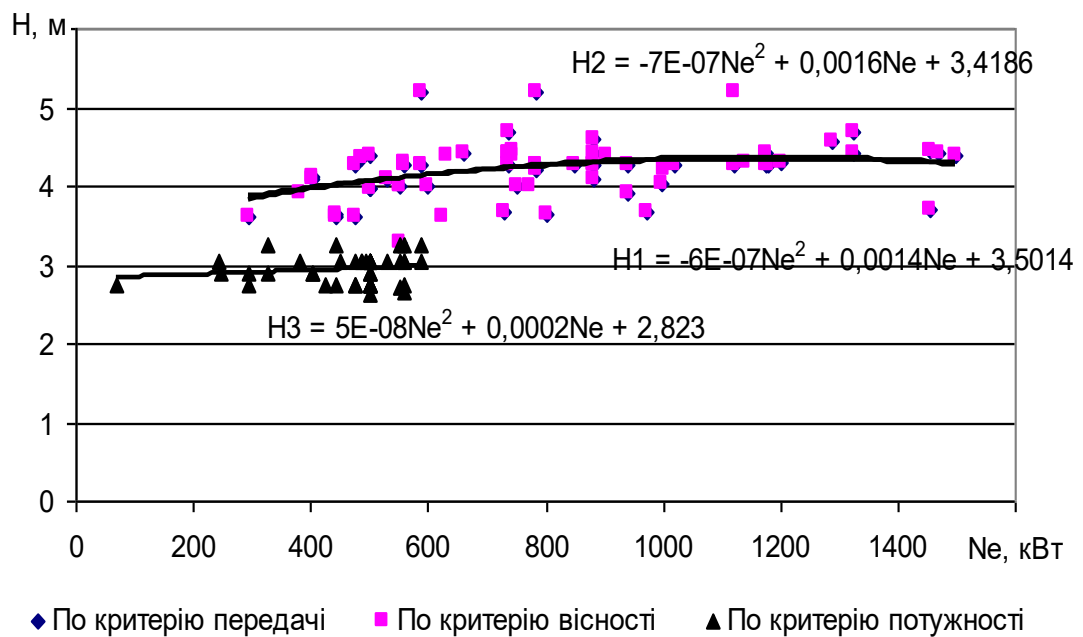


Рис.Б.4. Залежність висоти локомотива від потужності

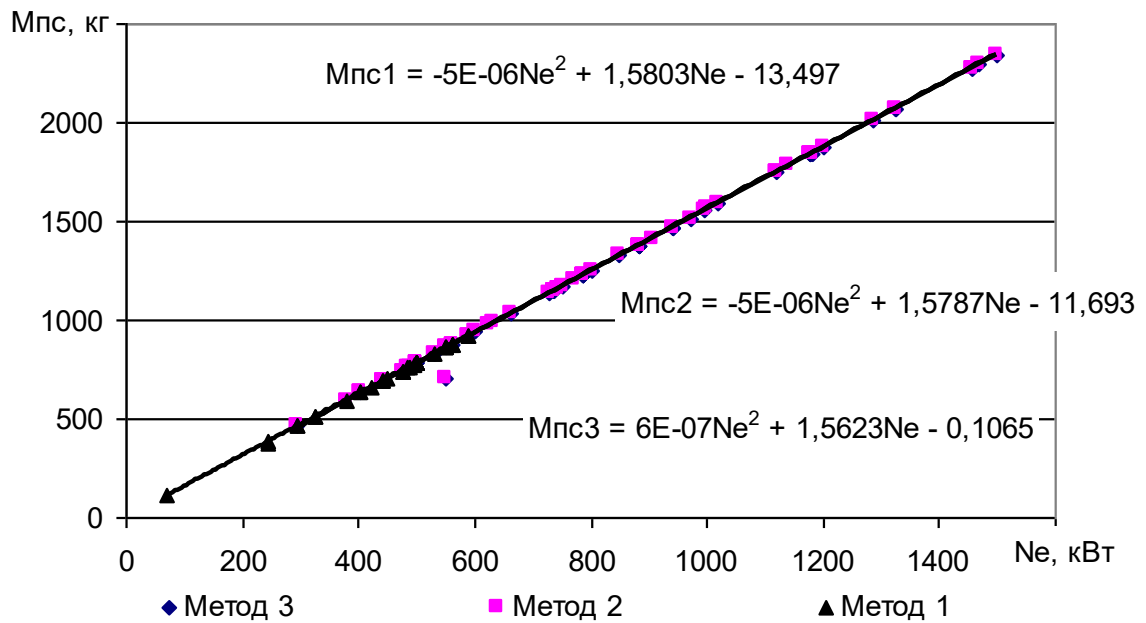


Рис.Б.5. Залежність запасу піску від потужності локомотива

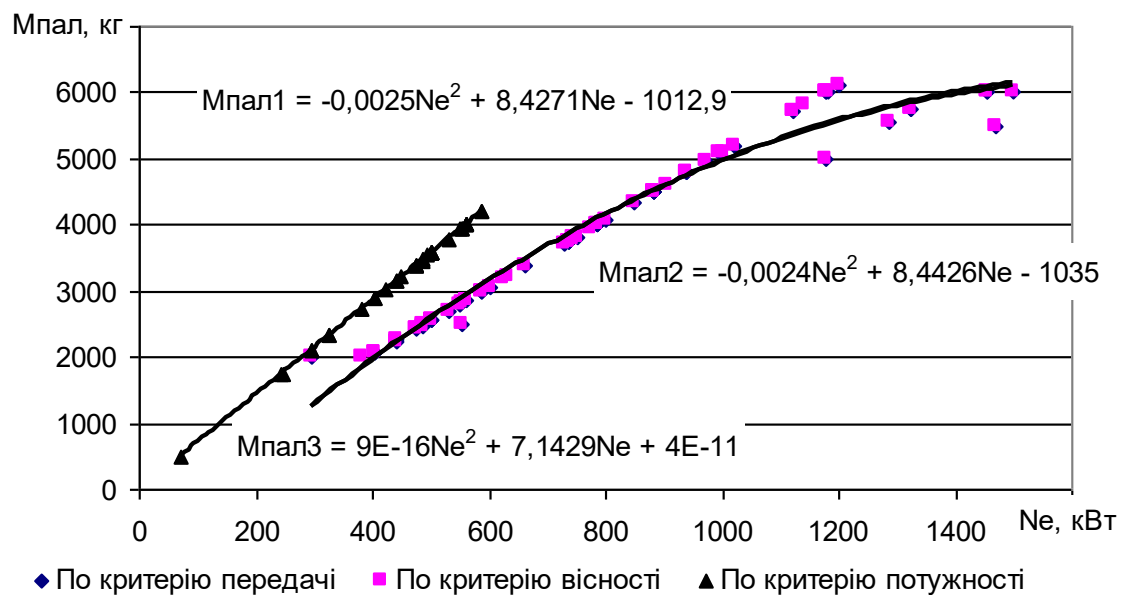


Рис.Б.6. Залежність запасу палива від потужності локомотива

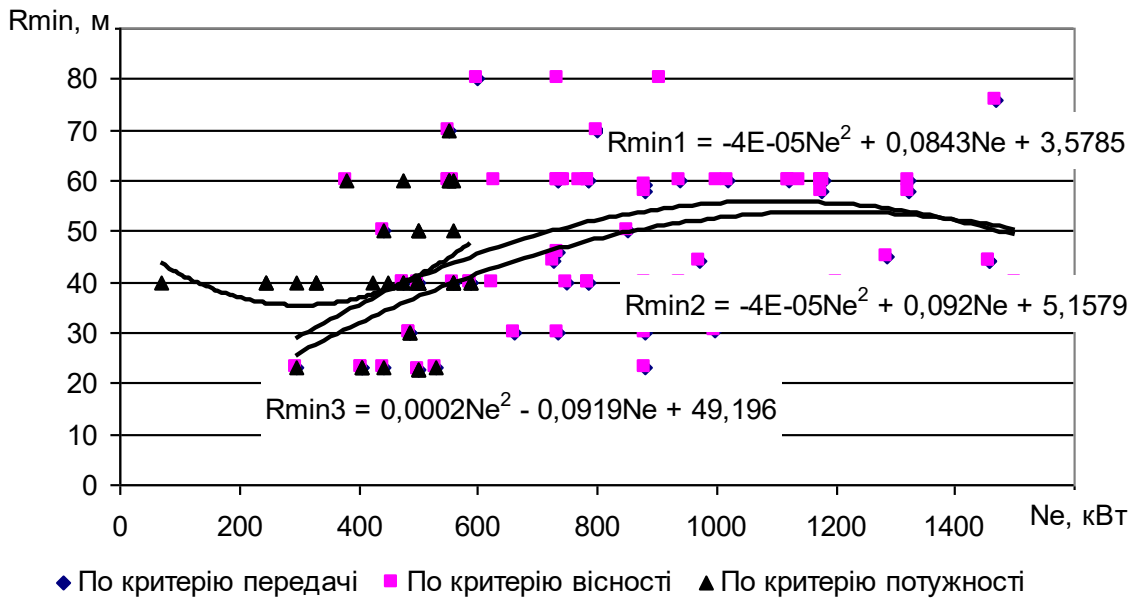


Рис.Б.7. Залежність проходження кривих мінімального радіусу від потужності.

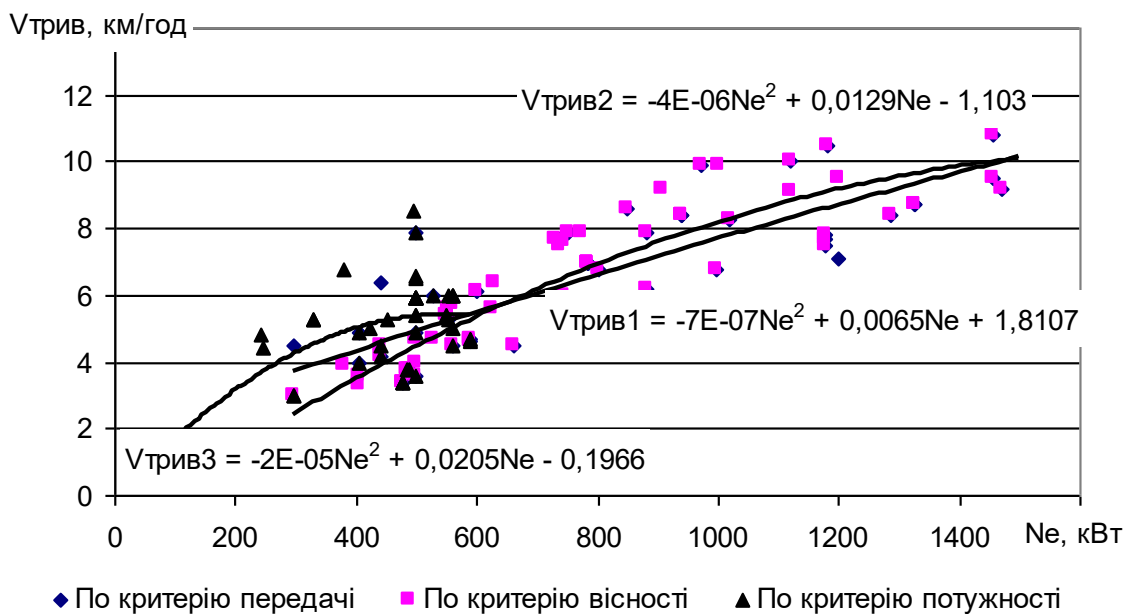


Рис.Б.8. Залежність тривалої швидкості локомотива від потужності

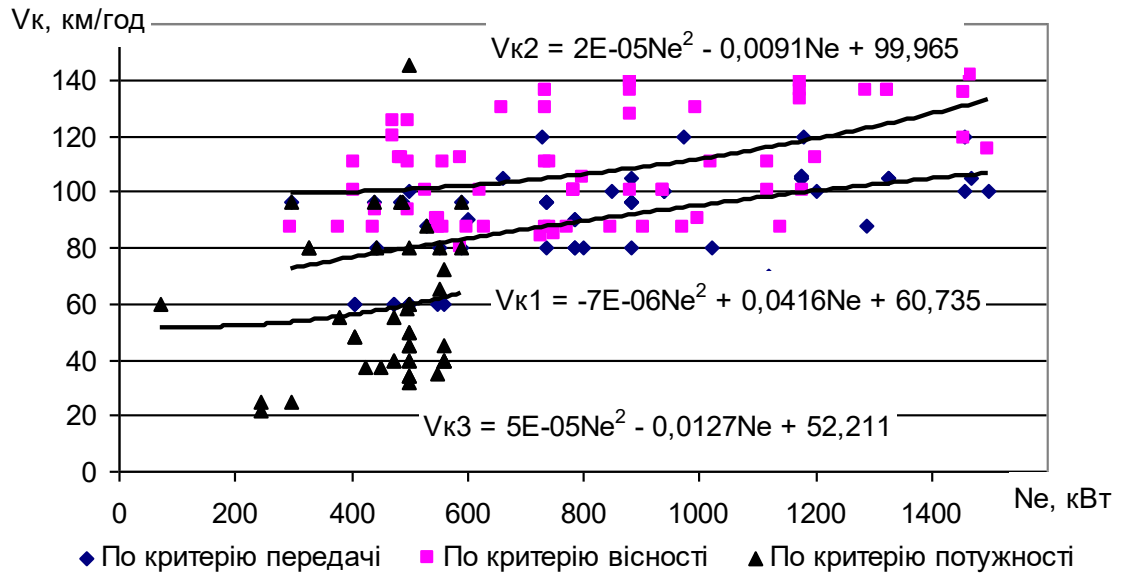


Рисунок Б.9. Залежність конструктивної швидкості локомотива від потужності

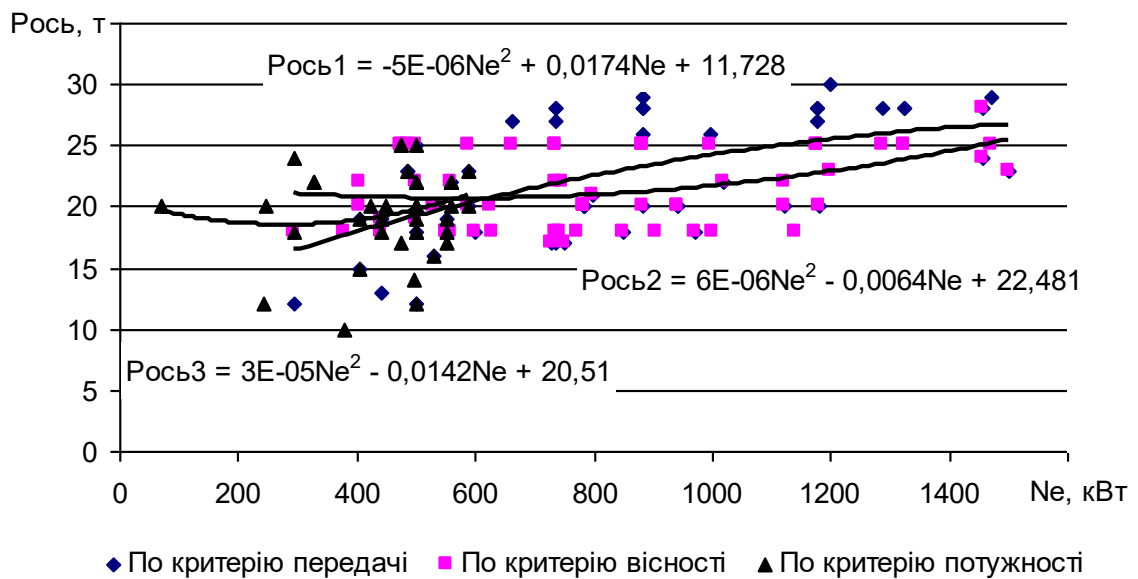


Рисунок Б.10. Залежність вісьової загрузки локомотива від потужності

Б. 2 Визначення ваг технічних показників експертним методом**Таблиця Б.1.**

Визначення ваг коефіцієнтів методом Делфі. Перший етап

Таблиця Б.2.

Визначення ваг коефіцієнтів методом Делфі. Другий етап

Б.3 Визначення технічного рівня маневрових тепловозів

В результаті аналізу технічних вимог, технічних завдань, технічних проектів, матеріалів по попереднім і приймальним випробуванням, експлуатаційної документації дизель-поїздів ДЕЛ-01, ДЕЛ-02, автотриси 610М, рейкових автобусів 620М, пасажирського тепловозу ТЕП150 та маневрових тепловозів ТЕМ101 та ТЕМ103 були визначений характер показників (стохастичний чи детермінований). Результати представлені в табл.Б.3.

Таблиця Б.3

Етап ЖЦ	Підетап ЖЦ	$n_{\text{осей}}$	R	L,В,Н	$P_{\text{л}}$	V_{max}	V_{∞}	N_e	$T_{\text{сл}}$	$\text{Ц}_{\text{жц}}$	$\text{Ц}_{\text{л}}$
		P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_{10}
I	конструкт. розроб.	0,95	0,90	0,9	0,9	0,90	0,9	0,9	0,99	0,99	0,9
	Виготовл.	1	0,99	0,9	0,95	0,90	0,90	0,90	0,99	0,99	0,9
	Випроб-ня	1	1	1	0,99	0,90	0,99	0,99	0,99	0,99	0,9
II	екіпіровка	1	1	1	0,99	0,99	0,9	0,99	0,9	0,9	0,99
	ЕТОР'	1	1	1	0,99	0,99	0,9	0,99	0,8	0,8	0,99
	ЕТОР"	1	1	1	0,99	0,99	0,9	0,99	0,9	0,9	0,99
	Соц. екон.	1	1	1	0,99	0,99	0,9	0,99	0,99	0,9	0,99
III		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Методом вагових коефіцієнтів була визначена динаміка технічного рівня в залежності від станів, яка представлена на рис.В.11.

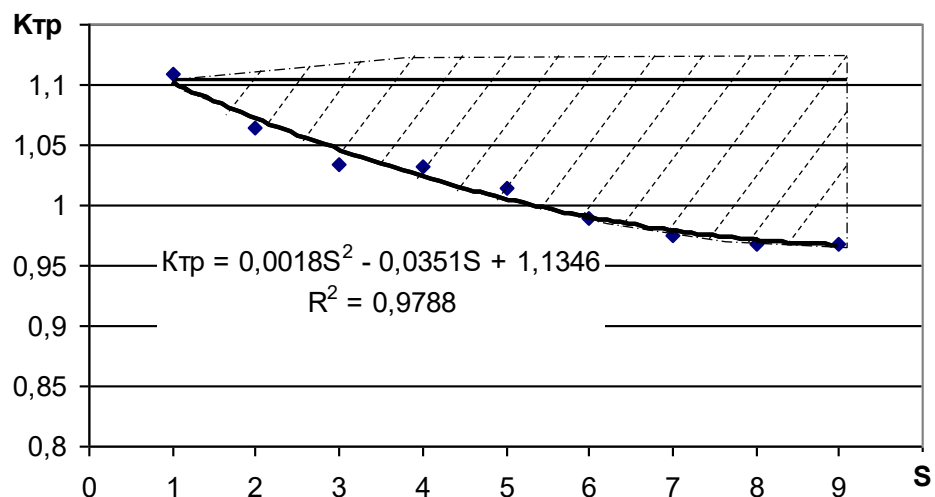


Рис. Б.11. Динаміка зміни технічного рівня в залежності від станів системи.

Таблиця Б.4

Розрахунок технічного рівня маневрових тепловозів.

Серія локомотива	Фірма	Сила тяги при зрушенні, кН	Швидкість конструкційна, км/год	Потужність ЛЕУ, кВт	Маса локва, т	Тех рівень
EDE1000/500	Krupp MaK	330	40	475	100	1,318
DE1000	Krupp MaK		80	735	68	1,215
DE1002	Krupp MaK	340	70	1120	80	1,244
DE1003	Krupp MaK	340	80	1020	88	1,209
DE6400	Krupp MaK	305	120	1180	80	1,118
ME-07	Krauss-Maffei	255	80	785	80	1,163
ME-10	Krauss-Maffei	285	100	940	80	1,226
Mabi.311		260	90	785	80	1,187
D145 (ID365)		250	100	850	70	1,160
AS-16 (3ped)	Балдвин	321	105	1176	107	1,145
RS-12	Балдвин	304	96	882	101	1,109
S-8	Балдвин	270	96	588	90	1,224
S-12	Балдвин	326	96	882	108	1,212
GP-9	ДМ	327	88	1287	108	1,116
SW-1200	ДМ	338	105	882	112	1,265
H12-44	Ферб.-Морзе	335	96	882	111	1,122
H16-44 (4ped)	Ферб.-Морзе	335	106	1176	111	1,105
H20-44 (2ped)	Ферб.-Морзе	340	105	1470	113	1,115
RS	ALKO	271	96	487	90,3	1,321
RS-1	ALKO	327	96	735	108	1,236
RS-11M	Монреаль	326	105	1324	108	1,225
RS-13	Монреаль	327	96	735	108	1,119
S-3	Монреаль	271	96	485	90,3	1,222
S-4	Монреаль	313	96	735	104	1,245
SL80 (NT855)	ДЕ	173	34	500	72	1,286
U12B	ДЕ	212	138	971	70,1	1,145
U6B	ДЕ	147	96	441	49	1,299
ЧМЕ2	ЧКД-Прага	252	80	552	74	1,028
TEM103	ХК"Лугтепл"	265	100	588	90	1,152
SSB	Siemens	145	145	500	45	0,935
ME07	BBC	255	80	785	80	1,163
Mabi.311	Siemens	260	90	785	80	1,187
TEM21	Брян. МБЗ	130,4	100	1500	92	1,271

ДОДАТОК В
МЕТОДИКА ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО РІВНЯ МАНЕВРОВИХ
ТЕПЛОВОЗІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СИСТЕМНОГО
АНАЛІЗУ

	№ п/п	Вузли			
		1	2	3	4
Дизель і його системи	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
Система електричної передачі та керування	1				
	2				
	3				
4					
Система ходової	1				
	2				
	3				

	№ п/п	Вузли			
		1	2	3	4
	4				
Колісна пара	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				

Рис. В.1. Морфологічний простір вибору вузлів маневрового тепловозу

Додаток Д

Моделі визначення вартості життєвого циклу маневрових тепловозів

Д.1 Приймальні випробування нового рухомого складу

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

- 1 Основною метою приймальних випробувань ОВ та його складових є встановлення дійсних значень їхніх характеристик (параметрів, показників) і їх відповідності технічному завданню на розробку або технічним умовам та діючим нормативним документам.
- 2 На підставі приймальних випробувань приймається рішення про подальше використання ОВ та його складових, а також про можливість випуску дослідної партії, або постановки на серійне виробництво.
- 3 Приймальні випробування ОВ та його складових виконуються після завершення їх розробки або підготовки проекту модернізації, виготовлення дослідного зразка, приймання його інспектором Укрзалізниці на відповідність кресленням та проведення попередніх випробувань виробником.
- 4 Приймальним випробуванням піддаються дослідні зразки ОВ та їх складових. Для МВРС індивідуально випробуються вагони (причіпний та головний з моторним в зчепі), а також виконуються випробування при їх спільній роботі в поїзді.
- 5 Приймальні випробування одного типу ОВ, при задовільному їх результаті, проводять один раз.
- 6 В залежності від особливостей ОВ, його новизни, складності, обсягів виробництва можливі наступні варіанти проведення приймальних випробувань:

Для нової продукції, яку передбачається ставити на серійне виробництво, виготовлення дослідних зразків обов'язкове. При необхідності експериментальні випробування такої продукції проводять на моделях, макетах, складальних частинах. Виготовлені один або декілька зразків піддають приймальним випробуванням. Для одиничної та малосерійної продукції виготовлення дослідних зразків може бути недоцільним через високу їх вартість. Роль дослідного зразка виконує головний зразок, який спочатку піддають приймальним випробуванням, а потім, після необхідних доробок, поставляється замовнику (користувачу). При модернізації продукції, що випускається, та створенні її модифікації дослідні зразки можуть не виготовлятися, якщо в розробленій продукції використовуються раніш перевірені технічні рішення. Приймальні випробування проводять на головних зразках першої промислової партії.

Вироби, які отримують шляхом агрегування із складальних частин, що випускаються і відпрацьовані, можуть не піддаватися приймальним випробуванням, як що споживчі властивості виробу цілком визначаються властивостями складальних частин.

При розробці типорозмірного ряду продукції дозволяється обмежитися виготовленням та приймальними випробуваннями дослідних зразків типових представників ряду за умови, що результати випробувань безумовно можуть бути прийняті для усього ряду, наприклад завдяки використанню критеріїв подоби, результатів розрахунку питомих навантажень і т.п. При розробці продукції з виготовленням експериментального зразка він може піддаватися приймальним випробуванням замість дослідного. У цьому випадку експериментальний зразок повинен бути придатне для виконання усіх функцій, які передбачені призначенням продукції, що розробляється.

ВИДИ ВИПРОБУВАНЬ І ПОКАЗНИКИ, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬСЯ

1 До складу приймальних випробувань ТРС, як правило, входять наступні угруповання випробувань: Комплексні динамічні та по впливу на колію і стрілочні переводи; Оцінка відповідності проектному обрису габариту; Динаміко-міцнісні (статичні, ходові, динамічні та міцнісні, на зіткненні й стендові несучих елементів на усталісну міцність); Гальмові (стаціонарні, ходові); Тягово-енергетичні електрорухомого складу; Теплотехнічні випробування конструкцій, що обгороджують, кабіни машиніста ТРС, кузова моторвагонного рухомого складу й систем життєзабезпечення; Тягово-теплотехнічні й тягово-енергетичні дизельного рухомого складу; Випробування на відповідність вимогам безпеки й охорони здоров'я обслуговуючого персоналу та пасажирів; Санітарно-гігієнічні й екологічні; Випробування по оцінці пожежної безпеки; Випробування на електромагнітну сумісність устаткування ТРС і пристроїв сигналізації й зв'язку; Випробування по оцінці функціональної працездатності локомотивних приладів безпеки; Випробування на надійність та працездатність основних складових; Експлуатаційні випробування.

2. Типовий перелік характеристик (номенклатура показників), контрольованих при приймальних випробуваннях.

3. Перед будівництвом нового або модернізованого **ОВ**, а також його складових, здійснюються стендові випробування вузлів і елементів, характеристики яких є невідомими. Найменування таких випробувань і характеристик (показників, параметрів), що визначаються при випробуваннях, наводяться окремо і включаються до програми приймальних випробувань у разі потреби.

4 Перелік випробувань, що внесено до програми приймальних випробувань, при необхідності може доповнюватися на підставі офіційних доповнень, які оформлюються так само як і програма. Окремі види випробувань допускається не здійснювати, якщо вони були раніше виконані на аналогічному об'єкті як приймальні і їх результати можуть бути подані для розгляду.

5. Дозволяється результати попередніх випробувань **ОВ** та його складових заліковувати як приймальні при умові, що вони виконувалися по методикам приймальних випробувань і у відповідних умовах.

ВИМОГИ ДО ВИПРОБУВАЛЬНИХ ОРГАНІЗАЦІЙ, ВИПРОБУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ І ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ.

1. Випробувальні організації (лабораторії), що проводять випробування **ОВ** та його складових, повинні бути акредитовані Держстандартом України або Органу з сертифікації відповідної продукції на право проведення таких робіт або мати ліцензії встановленого зразка на право виконання окремих видів випробувань.

2. У приймальних випробуваннях, які виконують випробувальні організації акредитовані на технічну компетенцію або лабораторії розробника чи виробника **ОВ**, повинні приймати участь і підписувати звітні документи представники Держстандарту України або Органу з сертифікації відповідної продукції.

3. Випробувальне обладнання повинно бути атестоване у встановленому порядку, забезпечене кваліфікованим технічним обслуговуванням, захищене від перевантажень та невірної експлуатації.

4. Засоби вимірювальної техніки повинні бути атестовані у встановленому порядку, забезпечені кваліфікованим технічним обслуговуванням, захищені від перевантажень та невірної експлуатації.

ПІДГОТОВКА ДО ПРИЙМАЛЬНИХ ВИПРОБУВАНЬ

1 Організація приймальних випробувань

- Приймальні випробування **ОВ** можуть проводитися з призначенням головного виконувача з числа випробувальних центрів (ВЦ), що можуть залучатись до випробувань, або декільком ВЦ без головного виконувача.
- Вибір ВЦ, призначення головного виконувача здійснює виробник при узгодженні з замовником (основним споживачем) продукції.
- Головний виконувач, як правило, визначається, виходячи із номенклатури продукції, яка закріплена за акредитованими ВЦ, в окремих випадках – по виду випробувань, закріплених за акредитованим ВЦ.
- Приймальні випробування **ОВ** проводяться на підставі заявки, офіційно оформленої на адресу головного ВЦ.

При організації випробувань без призначення головного виконувача заявки направляються на адресу кожного ВЦ, що залучається до випробувань.

Заявником на проведення приймальних випробувань є розробник (виготовлювач) продукції.

До приймальних випробувань, які проводяться в ВЦ, можуть по субпідряду залучатися інші акредитовані випробувальні об'єднання, рішення про це приймає ВЦ, на адресу якого поступила заявка, при узгодженні цього з заявником.

ВЦ, на адресу якого поступила заявка на проведення приймальних випробувань, в призначеній в ВЦ формі інформує заявника про прийняте рішення.

При організації приймальних випробувань з призначенням головного виконувача оформлюється один договір; при організації випробувань без головного виконувача договірна документація оформлюється з кожним ВЦ, що залучається до випробувань.

Участь випробувальних об'єднань в випробуваннях по субпідряду вказується в договірній документації.

Розподілення об'ємів робіт між ВЦ, на адресу якого поступила заявка, та субпідрядниками повинно задовольняти вимогам нормативних документів тієї системи, в якій акредитовано ВЦ.

ВЦ, на адресу якого поступила заявка, несе повну відповідальність за якість усіх виконуваних при випробуваннях робіт, в тому числі, за якість робіт, що виконують субпідрядники.

- Приймальна комісія - колегіальний орган, що визначає доцільність використання результатів розробки для організації (виробництва продукції або можливість застосування вперше виготовленої одиничної продукції).
- Приймальні комісії можуть бути разовими або постійно діючими.
- Разова приймальна комісія створюється для розгляду результатів конкретної розробки. Її формує й затверджує як правило, розроблювач. За домовленістю з розроблювачем її може формувати й затверджувати замовник або інша організація.
- Постійно діючу приймальну комісію організують для періодичного розгляду результатів конкретних розробок продукції окремого виду в залежності від міри їх готовності. Така комісія може бути створена в розроблювача, замовника, основного споживача, виготовлювача, при виконавчому комітеті Ради народних депутатів або іншої суспільної організації. Функції приймальних комісій можуть виконувати наявні на підприємствах і в організаціях художні, художньо-технічні й технічні ради, дегустаційні й інші комісії. Для постійно діючої приймальної комісії рекомендується

мати положення, що визначає її склад, порядок скликання, умови залучення фахівців, порядок роботи, права й обов'язки.

2 Розробка програм приймальних випробувань та методик випробувань.

- Випробування **ОВ** проводяться відповідно з діючими стандартами або типовими програмами і методиками випробувань, що відносяться до даного виду (групи) продукції. При їх відсутності або недостатній повноті випробування проводять по програмі і методиці, підготовленої розробником продукції й узгодженої з її замовником.
- Для проведення випробувань вагонів дизель- або електропоїздів розробляється програма випробувань і методики окремих видів випробувань, що входять до програми. Якщо до програми входить один вид випробувань, то розробляється програма методика, що об'єднує зміст програми і методики.
- Програма і методики випробувань, програма-методика розробляються випробувальною лабораторією, якій розроблювач вагонів дизель- або електропоїздів доручив проводити їх випробування. Оформлення програми і методик випробувань, програм-методик здійснюється відповідно до вимог ГОСТ 2.105-95, ГОСТ 2.106-96.
- Програма і програма-методика приймальних або попередніх випробувань, в обсязі приймальних випробувань, затверджується розробником продукції і погоджується з головною організацією, і з замовником продукції. Методика випробувань затверджується розроблювачем продукції і погоджується з головною організацією на випробування продукції.
- Якщо програму методик (або тільки методик) приймальних випробувань нема необхідності розробляти, перелік документів на випробування вказують в технічному завданні. Для одиначної продукції вимоги до випробувань можуть бути поміщені безпосередньо в технічному завданні. При відсутності програми та методики випробувань, як самостійного документу, рекомендується скласти програму випробувань в якості організаційного документу для більш детального планування усього процесу підготовки та проведення випробувань.
- Програма приймальних випробувань може передбачати їх проведення в два етапи, наприклад стендові та експлуатаційні випробування. При цьому в документі про результати випробувань попереднього етапу повинні бути рекомендації про можливість представлення дослідного зразка (дослідної партії) на наступний етап.
- Як що приймальні випробування проводить приймальна комісія, то вона розглядає та затверджує програму та методик випробувань.

3 Вибір випробувальних організацій, випробувального обладнання та засобів вимірювальної техніки.

3.1. Приймальні випробування, при яких контролюються показники, що визначають безпеку руху, безпеку життя й здоров'я людей, охорони навколишнього середовища, відповідно до ГОСТ 15.001, проводяться в акредитованих ВЦ.

3.2. Приймальні випробування, при яких контролюються показники, не перераховані в п. 5.2, можуть проводитися в розроблювача (виготовлювача).

4 Аналіз результатів випробувань, які проводились до приймальних.

У якості приймальних можуть бути зараховані результати попередніх випробувань у розроблювача (виготовлювача), при яких контролюються показники, що визначають безпеку руху, безпеку життя й здоров'я людей, охорони навколишнього середовища, за умови участі в них уповноважених представників акредитованих ВЦ і підписанні ними документів за результатами випробувань.

В інших випадках складається та надсилається до приймальної комісії повідомлення про готовність ОВ до приймальних випробувань.

ПРОВЕДЕННЯ ПРИЙМАЛЬНИХ ВИПРОБУВАНЬ.

- Приймальні випробування в ВЦ проводяться по програмам та методикам, які розробляються в встановленому порядку.
- При визначенні в процесі проведення випробувань несправностей, дефектів в конструкції **ОВ** або в його обладнанні по провіні виробника керівником випробувань (виду випробувань) за участю заявника продукції (основного споживача при необхідності) оформлюється спеціальний акт.

В акті вказується: види несправностей, дефекти та заходи по їх виправленню; терміни, місце проведення робіт по виправленню несправностей, дефектів; можливість продовження випробувань; зміни, повторення або доповнення, що вносяться до обсягу випробувань при їх продовженні; відкориговані терміни закінчення випробувань та інші заходи, які потрібні для проведення та закінчення випробувань.

Порядок відбору зразків ОВ, їх ідентифікація

Передача зразка (зразків) ОВ на приймальні випробування в ВЦ виконується по офіційно оформленому акту – повідомленню про їх готовність та після пробігу, який становить не менш 5 000 км (для магістрального ТРС), та напрацювання не менш 300 годин (для маневрового ТРС).

Відбір зразків ОВ на приймальні випробування виконується безпосередньо розробником (виготовлювачем) при участі ОТК, інспектора-приймальника Укрзалізниці (заводського інспектора-приймальника, за наявності такого на підприємстві).

Дані про відібраний зразок (відібраних зразках) ОВ, про ідентифікацію: підтвердження ідентичності, відповідності зразка (зразків) робочої конструкторської, технічної документації, ТЗ, проекту ТУ вказуються:- в акті-повідомленні; в протоколі попередніх випробувань (або документі, що його замінює).

На приймальні випробування в ВЦ з ОВ направляються наступні документи: ТЗ на розробку; проект ТУ; конструкторська документація по переліку, узгодженому з ВЦ; технологічна документація (при необхідності), інструкції по експлуатації; технічне описання.

За безпеку проведення приймальних випробувань відповідає головний виконавч приймальних випробувань, або виконавачі приймальних випробувань.

Д.2 Модель 1 визначення вартості життєвого циклу локомотивів

Магістральні тепловози – одні з найдорожчих активів у складі основних фондів залізничного транспорту, які використовуються протягом тривалого періоду часу. З початку 90-х років ситуація з використанням та поповненням парку тепловозів, як і інших видів рухомого складу, змінилася до гіршого. Це здебільшого пов'язано зі спадом перевізної роботи на залізниці. Тепловозобудівні заводи, які залишилися та розраховані на масове будівництво тепловозів, не змогли гнучко перебудувати виробництво на випуск нових локомотивів, які б задовольняли сучасні вимоги залізничних перевезень. Відсутність централізованих держзамовлень призвела до згорання інвестицій у тепловозне господарство. Подальший розвиток галузі можливий на шляху збільшення продуктивності та прибутковості кожного закупленого тепловоза, тобто у скороченні одночасних поточних витрат, починаючи з моменту його придбання.

В попередні роки, при плановому веденні народного господарства, для розрахунків економічної ефективності того чи іншого проекту (виробу) користувалися випробуваними методиками та оперували галузевими нормативами – коефіцієнтом ефективності капітальних вкладень ($E=0,1-0,15$) та коефіцієнтом приведення різночасових витрат ($E=0,05-0,08$). Головним при виборі проектного рішення був принцип мінімізації витрат.

Тепер, в умовах конкуренції на ринку транспортних послуг, пріоритетним критерієм оцінки прийнятих рішень стала їх прибутковість, що потребує використання інтегральних показників.

При розробці бізнес-планів та контрактів на розробку нового рухомого складу використовують термін Life Cycle Cost (ціна життєвого циклу). У вітчизняній літературі з рухомого складу почали використовувати терміни «життєвий цикл» та відповідно «вартість життєвого циклу».

Під життєвим циклом тепловоза, як і будь якого технічного виробу, розуміють сукупність етапів його існування: стадій проектування, виготовлення, експлуатації та утилізації. Вартість життєвого циклу – це сумарні витрати на усіх вказаних етапах.

Першою стадією життєвого циклу тепловоза є розробка концепції, проведення досліджень, дослідно-конструкторських та проектних робіт, підготовка виробництва, виготовлення та приймання. Друга стадія включає у себе роботу тепловоза в експлуатації на лінії, його технічне обслуговування та ремонт. Третя – це вилучення локомотива з експлуатації та його утилізація.

У загальному випадку кожна із складових вартості життєвого циклу тепловоза підраховується для кожного (i -того) року. Тоді формула для розрахунку життєвого циклу для кожного року має вигляд

$$C_{жци} = KI + II + LI,$$

де Ki – капітальні витрати у цьому ж році, II – експлуатаційні витрати у цьому році, LI – залишкова вартість обладнання, яка списується у даному році.

Оскільки життєвий цикл тепловоза має загальну тривалість (десять років), то у розрахунках необхідно враховувати зміни вартості грошей, які відбуваються, тобто проводити майбутні витрати до розрахункового року (дисконтувати). Формула для визначення коефіцієнта дисконтування запропонована професором А.В. Болотіним

$$\alpha_D = \left(\frac{1}{1 + E_p} \right)^t,$$

де E_p – розрахункова ставка рефінансування; t – кількість років, які віддаляють поточний рік від базового.

Оскільки рік випуску локомотива у роботу є першим, i -й рік його експлуатації відповідає $(t+1)$ -му року.

Для визначення повної вартості життєвого циклу тепловоза необхідно просумувати вартості $S_{жци}$, помножені на відповідні коефіцієнти α_{Di} . Тоді

$$S_{жци} = \sum_{i=1}^T (Ki \cdot \alpha_{Di} + II \cdot \alpha_{Di} - LI \cdot \alpha_{Di}),$$

де T – тривалість життєвого циклу.

Розглянемо складові, які вміщені у дужках. Капітальні витрати K містять дві частини. Перша – це вартість науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт, а також вартість виготовлення тепловозів. Кошти на C_m та $K_{рек}$ вносяться до початку експлуатації. У першому розрахунковому році коефіцієнт дисконтування дорівнює 1, тому вище наведена формула набуває вигляду

$$S_{жци} = C_T + K_{РВК} + \sum_{i=1}^T (II \cdot \alpha_{Di} - LI \cdot \alpha_{Di}).$$

При строку служби 30 років коефіцієнт дисконтування дорівнює 0,0063 і приведена ліквідаційна вартість з урахуванням дисконтування буде складати менше 1% ціни тепловоза. Тому при розрахунку вартості життєвого циклу цією складовою можна знехтувати. За рахунок цього формула спрощується і набуває вигляду

$$Сжц = Ц_T + K_{РВК} + \sum_{i=1}^T (И_i \cdot \alpha_{дi}).$$

Найбільший інтерес та найбільші труднощі являє собою розрахунок вартості циклу для нових тепловозів, на основі якого можна додатково проаналізувати очікувану ефективність їх впровадження.

Тривалість життєвого циклу тепловоза T дорівнює строку його служби до списання, встановленого у технічних умовах. Надійність роботи тепловоза у кожному році одна й та ж. Щорічні експлуатаційні витрати I протягом всього строку служби практично однакові. Вартість непланових ремонтів приймаємо рівною 10% вартості усіх планових ремонтів.

Як відмічалось, капіталовкладення до початку експлуатації нового тепловоза визначаються його ціною та витратами на розвиток інфраструктури депо. Ціна тепловоза визначається його собівартістю. Витрати на технологічне оснащення, ремонтну базу та реконструкцію депо (розвиток інфраструктури), які припадають на один новий тепловоз, для розрахунку приймемо рівними 6% від вартості життєвого циклу.

Щорічні експлуатаційні витрати на тепловоз складаються з чотирьох основних частин та підраховуються за формулою

$$I = I_{РЕМ} + I_{ТЕ} + I_{ПАЛ} + I_{ЛБ},$$

де $I_{РЕМ}$ – витрати на ремонт; $I_{ТЕ}$ – витрати на технічне обслуговування та екіпіровку; $I_{ПАЛ}$ – витрати на паливо для тяги поїздів; $I_{ЛБ}$ – витрати на локомотивні бригади (заробітна плата).

Середньорічні витрати на планові ремонти

$$I_{РЕМ} = N_{ПР1}Ц_{ПР1} + N_{ПР2}Ц_{ПР2} + N_{ПР3}Ц_{ПР3} + N_{КР1}Ц_{КР1} + N_{КР2}Ц_{КР2},$$

де $N_{ПР1}$, $N_{ПР2}$, $N_{ПР3}$, $N_{КР1}$, $N_{КР2}$ – число ремонтів із обсягами відповідно ПР-1, ПР-2, ПР-3, КР-1, КР-2, які припадають на один рік. $Ц_{ПР1}$, $Ц_{ПР2}$, $Ц_{ПР3}$, $Ц_{КР1}$, $Ц_{КР2}$ – вартість ремонтів відповідних обсягів.

Витрати на технічне обслуговування та екіпіровку тепловоза

$$I_{ТЕ} = N_{ТО}Ц_{ТО} + Ц_{ЕК},$$

де $N_{ТО}$ – кількість заходів на ТО та екіпіровку протягом року; $Ц_{ТО}$ та $Ц_{ЕК}$ – відповідна вартість ТО та екіпіровки.

Вартість витраченого на тягу поїздів палива за 12 місяців обчислюємо за формулою

$$I_{ТОП} = 12Ц_{ТОП}P_T,$$

де $Ц_{ТОП}$ – вартість 1 кг палива, P_T – середньомісячні витрати палива на тягу.

Для визначення витрат на оплату праці локомотивних бригад необхідно знати їх трудовитрати, сумарний річний заробіток бригади, норми відрахування на соціальне страхування та оплату відпусток. Отже,

$$I_{ЛБ} = V_{ТЛ} \cdot E_{БР} (1 + \varphi_{СС}) (1 + \varphi_{ОП}),$$

де $V_{ТЛ}$ – трудовитрати у бригадо-годинах; $E_{БР}$ – сумарний річний заробіток бригади (машиніста та помічника); $\varphi_{СС}$ – відрахування у бюджет на соціальне страхування; $\varphi_{ОП}$ – коефіцієнт, який враховує оплачувані відпустки.

На основі цих даних були розроблені алгоритм та програма розрахунку вартості життєвого циклу тепловоза для кожного року.

Для наявності економічної оцінки заходів виконаний перерахунок приведеної вартості життєвого циклу тепловоза до його першопочаткової вартості. Вартість життєвого циклу при будь-якій очікуваній кількості непланових ремонтів сумувалася та обчислювався коефіцієнт відношення вартості життєвого циклу за весь строк експлуатації по першопочатковій вартості локомотива

$$\varphi_{от} = \sum \frac{C_{жц}}{C_T}$$

Згідно з розрахунками вартість життєвого циклу вже після 5-6 років експлуатації перевищує початкову вартість локомотива, а через 20 років перевищує її у 20-25 разів. З урахуванням нарощування інфляційних процесів, неповного додержання технологічної дисципліни ця цифра може бути ще менш оптимістичною. Тому дуже важливо вже на стадії проектування враховувати ці фактори особливо при оцінці ефективності системи ТО та ТР локомотивів.

Важливий резерв зниження вартості життєвого циклу тепловоза – зменшення його вартості за рахунок використання сучасних матеріалів та технологій виробництва. Багато тут може дати і зменшення ремонтних витрат за рахунок впровадження системи ремонту за станом, використання сучасних засобів діагностування, а також, як тимчасовий захід, впровадження замість КР-1 тепловозів поточного ремонту ПР-3У.

Д.3 Модель 2 визначення вартості життєвого циклу локомотивів

Розглянемо методику розрахунку вартості життєвого циклу маневрових тепловозів при прямому обліку середньорічних витрат на один локомотив. За останні роки парк маневрових тепловозів залізниць України має тенденцію до зменшення, а закупка їх при цьому майже не виконується. Тому на даний момент є актуальною задача створення нового перспективного маневрового тепловозу, технічні параметри якого відповідали б кращим світовим зразкам на протязі всього життєвого циклу. Критерієм привабливості той чи іншої конструкції локомотива може бути вартість його життєвого циклу.

Цьому питанню приділяється багато уваги. Особливий інтерес представляють розробки російських та закордонних вчених. В той же час питанню визначення вартості життєвого циклу маневрових тепловозів уваги приділено недостатньо. Тому наукове вирішення даної задачі представляє великий інтерес.

В результаті аналізу багатьох робіт [1–5] була розроблена модель визначення вартості життєвого циклу маневрових тепловозів. Розглянемо її більш детально.

Під життєвим циклом локомотива розуміється сукупність етапів його існування за часом: стадій розробки, виробництва, випробувань, експлуатації та утилізації. Вартість життєвого циклу – це сумарні затрати на всіх вказаних етапах.

На першому етапі життєвого циклу маневрового локомотива вибирається концепція, виконуються дослідні, дослідно-конструкторські і проектні роботи, здійснюється підготовка і організація виробництва.

Друга стадія включає в себе роботу локомотива в експлуатації, його технічне обслуговування і ремонт. Третя стадія – це зняття маневрового тепловоза із експлуатації та його утилізація.

Перші дві стадії життєвого циклу пов'язані з капітальними затратами (K_t) і експлуатаційними (поточними) витратами (Π_t) в році t життєвого циклу. В капітальні затрати входять вартість усіх науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, вклади в підприємство-виробник і допоміжні підприємства, а також в реконструкцію локомотивних депо і пункти технічного обслуговування. В експлуатаційні витрати входять затрати на матеріали, паливо, енергію, оплату заробітної плати з нарахуваннями, амортизаційні відрахування пов'язані з експлуатацією, ремонтом і обслуговуванням локомотивів. На третій стадії локомотив, який виробив свій ресурс, виключають із інвентарного парку, використовують як джерело запасних частин або виконують повну його утилізацію.

В загальному випадку кожна із складових вартості життєвого циклу підраховується для кожного року t . Тоді формула для розрахунку вартості життєвого циклу за любий рік матиме вид

$$Вжц_t = K_t + П_t - Л_t$$

де K_t – капітальні витрати в році t життєвого циклу; $П_t$ – поточні експлуатаційні витрати в році t життєвого циклу; $Л_t$ – залишкова вартість (ліквідаційне сальдо) основних виробничих фондів, що вибувають в році t життєвого циклу.

Оскільки життєвий цикл маневрового тепловозу має велику тривалість (мінімум два-три десятиріччя), то в розрахунках необхідно враховувати зміни вартості грошей, тобто приводити майбутні витрати до розрахункового року (дисконтувати). Зміна вартості грошей пов'язана як з інфляцією, так і з розмірами банківських ставок. Тому, щоб оцінити на даний момент часу майбутні затрати і доходи, їх необхідно помножити на коефіцієнт дисконтування α_t , який є відношенням вартості майбутніх грошей до вартості сучасних і може бути визначено за формулою

$$\alpha_t = (1+E_n)^{(T-t)}$$

де E_n - розрахункова ставка рефінансування; t - рік життєвого циклу, витрати та доходи якого приводяться до розрахункового; T – рік життєвого циклу, що прийнятий за розрахунковий.

При цьому важливо відмітити, що ставка рефінансування є величиною “плаваючою”, і точно вгадати її величину на декілька років вперед практично неможливо. Тому скористуємось пропозиціями Є.М. Вавилової і І.Ю. Кархової [7], із яких слідує, що на протязі всього терміну життєвого циклу локомотива ставку рефінансування E_n можливо приймати незмінною і рівною 0,1.

Для визначення повної вартості життєвого циклу локомотива необхідно просумувати вартості $Вжц_t$, які помножені на відповідні коефіцієнти дисконтування α_t . Тоді

$$Вжц = \sum Вжц_t = \sum (K_t * \alpha_t + П_t * \alpha_t - Л_t * \alpha_t)$$

Розглянемо складові, які знаходяться в скобках.. Капітальні затрати K_t містять три частини. Перша – це вартість науково-дослідних, дослідно-конструкторських і проектних робіт, та витрат на підготовку і організацію виробництва підприємства-виробника і допоміжних підприємств, а також вартість виготовлення та випробування локомотива. В другу частину входять вклади в реконструкцію локомотивного господарства для його підготовки до експлуатації, ремонту та обслуговуванню нових локомотивів. До третьої частини входять витрати на капітальні ремонти нових локомотивів, що будуть здійснюватися в умовах спеціалізованих локомотиворемонтних підприємств

Розрахунок першої частини вартості життєвого циклу складний і не дуже необхідний, оскільки це в повній мірі відображається в ціні локомотива $Цл$, яка вже визначена підприємством-виробником. Величина другої частини $Крек$ залежить від того, наскільки обладнання, яке є в локомотивному депо, придатне для ремонту і технічного обслуговування нових локомотивів. Кошти на придбання $Цл$ і $Крек$ вносяться до початку експлуатації. Величина третьої частини в повній мірі відображається в ціні капітального ремонту нового локомотива $Цкр$, яка визначається спеціалізованим локомотиворемонтним підприємством. Кошти на здійснення капітального ремонту нового локомотива вносяться в залежності від встановлених термінів проведення цих видів ремонту.

Дуже складно визначити ліквідну вартість локомотиву, який буде списуватися наприкінці життєвого циклу. Ліквідаційна вартість тепловозу в основному приймають рівною 10% вартості від його першопочаткової ціни і уточнюється тільки при його списанні, тобто на останньому році життєвого циклу. При терміні служби 30 років коефіцієнт дисконтування α_t дорівнює приблизно 0,006. Тому при розрахунку вартості

життєвого циклу локомотива цим показником можна знехтувати, і формула (1.3) прийме наступний вигляд

$$Вжц = \sum (Цл_t * \alpha_t + Крек_t * \alpha_t + Цкр_t * \alpha_t + П_t * \alpha_t).$$

Щорічні експлуатаційні витрати $П_t$, пов'язані з експлуатацією, поточним ремонтом та технічним обслуговуванням локомотива, складаються з витрат на матеріали, паливо, енергію, оплати заробітної плати з нарахуваннями, амортизаційних відрахувань. Визначення цих витрат теж уявляє собою декотрі труднощі, особливо для нових, впроваджуваних локомотивів. Але рішення цієї задачі можна спростити за рахунок наступних припущень:

- в розрахунках враховувати тільки основні прямі витрати, пов'язані з експлуатацією, поточним ремонтом та технічним обслуговуванням локомотива;
- при визначенні основних прямих витрат амортизаційні відрахування локомотива не враховувати, так як ці витрати погашають витрати на придбання та проведення капітальних ремонтів за життєвий цикл, врахованих раніше;
- локомотивне депо спеціалізується на одному з видів експлуатаційної роботи (вантажний рух, пасажирський рух, маневрова робота і т.п.) та експлуатує один тип локомотивів.

При визначенні вартості життєвого циклу маневрового тепловозу можна скористатися двома шляхами:

- 1) визначення вартості життєвого циклу маневрового тепловозу шляхом урахування середньорічних витрат, пов'язаних з експлуатацією, ремонтом та обслуговуванням локомотива;
- 2) визначення вартості життєвого циклу маневрового тепловозу шляхом безпосереднього урахування щорічних витрат.

Особливостями першого способу є те, що розглядається парк маневрових тепловозів в умовах локомотивного депо з заданим обсягом експлуатаційної роботи.

Поточні експлуатаційні витрати визначаються за допомогою математичної моделі показників експлуатаційно-економічної діяльності локомотивного депо. Дана модель дозволяє на основі заданих обсягів експлуатаційної роботи, діючих нормативних та вартісних показників, розрахувати суму основних прямих витрат, які приходяться на експлуатацію та утримання в середньому на один локомотив.

В другому випадку розглядається експлуатація та утримання одного маневрового тепловозу від моменту його придбання до моменту завершення життєвого циклу. Річні поточні експлуатаційні витрати також визначаються за допомогою математичної моделі.

Крім того, в обох випадках математична модель дозволяє дати вартісну оцінку шкоди, що наноситься локомотивом навколишньому середовищу шкідливими викидами під час його роботи за життєвий цикл.

Завдяки використанню ПЕОМ, розроблена математична модель може бути застосована для визначення вартості життєвого циклу і на цій основі - проведення аналізу ефективності впровадження нових конструкцій локомотивів

Д.4 Визначення вартості життєвого циклу локомотивів двома методами

Результати розрахунків життєвого циклу двома методиками представлені в табл.Д.1, Різниця в розрахунках не перевищує 3% за 30 років, що є допустимою при виконанні таких розрахунків. Тому розрахунки будемо виконувати по одній методиці – методиці розрахунку складових вартості життєвого циклу маневрових тепловозів при прямому обліку середньорічних витрат на один локомотив.

Таблиця Д.1

Розрахунок вартості життєвого циклу маневрових тепловозів

Рік життєвого циклу	Ціна закупки або капітального ремонту	Вартість життєвого циклу по першій методиці, тис.грн	Вартість життєвого циклу по другій методиці, тис.грн
1	5000	6267,72874	6234,635
2		7420,20941	7362,236
3		8467,91911	8433,802
4		9420,38247	9365,703
5		10286,25826	10251,295
6		11073,41806	11017,906
7		11789,01789	11718,058
8	557,7	12725,75146	12637,810
9		13317,15627	13216,447
10		13854,79701	13766,330
11		14343,56132	14242,335
12		14787,89251	14677,074
13		15191,82995	15090,209
14		15559,04581	15449,498
15		15892,87841	15790,931
16		16196,36259	16086,493
17		16472,25730	16356,432
18	669,24	16855,47624	16733,104
19		17083,48840	16734,710
20		17290,77218	16946,713
21		17479,21197	17130,234
22		17650,52088	17297,845
23		17806,25625	17457,126
24		17947,83386	17595,647
25		18076,54078	17720,994

Д.4 Розрахунок вартості життєвого циклу маневрових тепловозів різної складовості

Вирішення поставленої задачі зводиться до визначення:

1. додаткових капітальних вкладень для здійснення заходів по використанню парку маневрових тепловозів;
2. економії поточних витрат, які обумовлені використанням нового варіанту тепловоза ТЕМ104 в порівнянні з варіантом використання маневрового тепловозу ЧМЕЗ.

Вибір базового зразка. Оскільки на залізницях України більш ніж 83% складають маневрові тепловози ЧМЕЗ, а з урахуванням серій ЧМЕЗт, та ЧМЕЗе вони складають більш ніж 96% усього парку, тому за базовий тепловоз був узятий тепловоз серії ЧМЕЗ виробництва Чехії.

Розрахунковий період впровадження нових тепловозів буде розраховуватись від моменту початку придбання тепловозів "Укрзалізницею" до моменту їх повного виключення із експлуатації.

Економія експлуатаційних витрат обумовлена: зменшенням витрат на паливо; зменшенням витрат на технічне обслуговування і поточні ремонти локомотивів; зменшення зносу гальмівних колодок; соціально-екологічним ефектом; зменшенням витрат на екіпіровку; зменшенням витрат на дизельне мастило; за рахунок використання сучасного дизеля Д49 очікується зменшення шкідливих викидів в атмосферу, що в свою чергу в майбутньому може зменшити витрати на штрафи.

Основні вихідні дані для розрахунку

Основні вихідні дані по розрахункам представлені в дод.А і в табл.Д.2 –Д.3.

Таблиця Д.2 – Основні вихідні дані для розрахунку

Показник	ЧМЕЗ	Вар1	Вар2 ~/=	Вар3 ~/~	Вар4 ~/=v2
Ціна лок., млн грн	5,0	4,7	6,2	7,5	7,5
Вартість					
КР-1					
КР-2					
Міжремонтні періоди					
ТО-2, год	24	48	48	48	48
ТО-3, діб	45	45	45	45	45
ПР-1, міс.	8,5	15	15	15	15
ПР-2, міс.	-	-	-	-	-
ПР-3, міс.	30	45	45	45	45
КР-1, рік.	8,5	15	15	15	15
КР-2, рік	17	-	-	-	-
Простой у ремонті					
ТО-3	12	10	10	10	10
ПР-1	24	20	20	19	20
ПР-2	-	-	-	-	-
ПР-3	5	5	5	5	5
Витрата на матеріали на ТО та ПР					
ТО-3	1926	1726	1726	1600	1726
ПР-1	4124,9	2950	3150	2800	3150
ПР-2	-	-	-	-	-
ПР-3	51309	42360	45200	44000	45200
Витрата електроенергії на ПР та ТО					
ТО-3	21	19	19	19	19
ПР-1	43	40	40	40	40

Таблиця Д.3

Годинні тарифні ставки, грн., проценти на виплату доплат, премії та вислуги по роках

1 розряд	2,62
2 розряд	3,17
3 розряд	3,51
4 розряд	3,94
5 розряд	4,51
6 розряд	5,28
бригадир	5,88
машиніста на маневрах	6,13
Доплата за роботу в нічний час, %	40
Доплата за керув. лок-ом в одно лице, %	30
Доплата за клас кваліфікації, %	
1-й клас	15
2-й клас	10
3-й клас	5
Процент на виплату премії, %	25
Процент на виплату за вислугу років, %	9

Коефіцієнт сд. прироботку на ремонті	0,08
Коеф. сд. прироботку на маневрах	0,05
Відрахування на соц. страхування, %	39,35
Кількість календарних днів в році	365
Кількість святкових днів в році	10
Кількість вихідних днів в році	104
Вартість 1-го кВтг електроенергії, грн.	0,21
Вартість палива, грн. за тону	3723
Норма витрат на матеріали на екіпіруванні, грн/тону палива	20
Витрата змащувальних матеріалів на маневр. роботі, % від витрати палива	2
Вартість дизельного масла, грн. за тону	3250
Ср. строк служби гальмівної колодки, діб.	4,8
Вартість однієї гальмівної колодки, грн.	55,34
Кіл-ть гальмівних колодок на тепловозі	24/16

Норма витрат на матеріали на ремонті та ТО-3 локомотивів, грн/од.

	ТЭМ103	ТЭМ104	ЧМЭЗ
ПР-3	42360	45200/4400	51309
ПР-2	-	-	-
ПР-1	2950	3150/2800	4124,9
ТО-3	1726	1726/1600	1926

Норма витрати палива на ремонти та ТО-3 локомотивів, кг/од.

	ТЭМ103	ТЭМ104	ЧМЭЗ
ПР-3	1000		-
ПР-2			-
ПР-1	40	40	43
ТО-3	19	19	21

Норма пит. викиду NOx и CO на режимах роботи тепловозу, г/кВтг (для х.х. г/г)

Позиция к. м.	NOx	CO
Хол. хід	120	50
1	17	10
2	21	10
3	25	10
4	25	10
5	25	10
6	25	10
7	21	10
8	21	10

Таблиця Д.4

Розрахунок вартості життєвого циклу різних варіантів маневрових тепловозів
потужністю 882 кВт

роки	ЧМЕЗ	Вар1	Вар2 ~/=	Вар3 ~/~	Вар4 ~/=v2
Ціна лок., млн грн	5	4,7	6,2	7,5	7,5
1	6252,614	5522,487	7064,836	8325,943	8364,836
2	7391,355	6270,202	7851,050	9076,800	9151,050
3	8426,574	6949,943	8565,791	9759,398	9865,791
4	9367,682	7567,890	9215,555	10379,941	10515,555
5	10223,235	8129,659	9806,249	10944,071	11106,249
6	11001,011	8640,359	10343,244	11456,917	11643,244
7	11708,079	9104,631	10831,421	11923,140	12131,421
8	12637,057	9526,697	11275,219	12346,980	12575,219
9	13221,411	9910,393	11678,671	12732,288	12978,671
10	13752,642	10259,208	12045,446	13082,569	13345,446
11	14235,579	10576,312	12378,878	13401,005	13678,878
12	14674,613	10864,588	12681,997	13690,493	13981,997
13	15039,735	11126,658	12957,561	13953,664	14257,561
14	15512,573	11364,903	13208,073	14192,910	14508,073
15	16032,426	11936,987	13988,807	14989,736	15288,807
16	16066,292	12133,884	14195,842	15187,460	15495,842
17	16338,897	12312,881	14384,055	15367,209	15684,055
18	16719,126	12475,605	14555,158	15530,618	15855,158
19	16944,420	12623,537	14710,707	15679,171	16010,707
20	17149,232	12758,020	14852,114	15814,219	16152,114
21	17335,426	12880,277	14980,666	15936,990	16280,666
22	17504,692	12991,420	15097,532	16048,600	16397,532
23	17658,571	13092,460	15203,774	16150,064	16503,774
24	17798,461	13184,313	15300,357	16242,304	16600,357
25	17925,633	13267,817	15388,160	16326,158	16688,160
26		13343,729	15467,981	16402,390	16767,981
27		13412,740	15540,545	16471,691	16840,545
28		13475,478	15606,513	16534,692	16906,513
29		13532,512	15666,484	16591,965	16966,484
30		13584,361	15721,002	16644,032	17021,002

ДОДАТОК Е
СИСТЕМА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА РЕМОНТУ НОВИХ
МАНЕВРОВИХ ТЕПЛОВОЗІВ

Таблиця Е.1

Вибір системи ТОР маневрового тепловозу експертним методом

Ремонт по відмові	Планово-попереджувальний	Ремонт по фактичному стану	Комбінована система	Система ТОР с підтримкою
0	4	3	5	3
1	5	5	5	2
1	4	3	4	5
1	5	4	5	3
1	4	5	5	3
0	3	3	4	3
1	4	5	5	2
0	4	3	3	3
2	3	2	5	2
1	4	5	4	2
0	4	4	4	4
0	5	5	5	4
8	49	47	54	36

Планово-попереджувальна система	Ремонт по фактичному стану	Комбінована система
0,1111	0,3333	0,5556
0,25	0,125	0,625
0,3636	0,2727	0,3636
0,25	0,3333	0,4167
0,2	0,3	0,5
0,3333	0,2222	0,4444
0,3636	0,1818	0,4545
0,1111	0,3333	0,5556
0,3	0,2	0,5
0,25	0,4167	0,3333
0,4	0,1	0,5
0,2727	0,2727	0,4545
0,2671	0,2576	0,4753

ДОДАТОК Ж

ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІД ВИКОРИСТАННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ МАНЕВРОВИХ ТЕПЛОВОЗІВ

Ж.1 Методика розрахунку економічної ефективності від впровадження дизелів типу Д80

Вихідні дані для розрахунків

Згідно з розглянутою в п.6.1 моделлю вихідними даними для розрахунків є:

- масив, який містить техніко-економічні характеристики дизелів тепловозів, які розглядаються:

$$\lambda_1' = \left\{ \Pi_T^{\bar{}}, \Pi_T^H, B_{xx}^{\bar{}}, B_{xx}^H, g_{ei}^{\bar{}}, g_{ei}^H, N_{ei}^{\bar{}}, N_{ei}^H, n_{кол}^{\bar{}}, n_{кол}^H \right\},$$

де $\Pi_T^{\bar{}}, \Pi_T^H$ - ціна відповідно базового і нового локомотивів, грн;

$B_{xx}^{\bar{}}, B_{xx}^H$ - годинна витрата палива на холостому ході відповідно базового і нового локомотивів, кг/год;

$g_{ei}^{\bar{}}, g_{ei}^H$ - питома ефективна витрата палива на i -му режимі п.к.м., відповідно базового і нового локомотивів, г/кВт*год;

$N_{ei}^{\bar{}}, N_{ei}^H$ - ефективна потужність дизеля на i -му режимі роботи, яка відповідає i -ій позиції контролера машиніста, кВт відповідно базового і нового локомотивів, кВт;

$n_{кол}^{\bar{}}, n_{кол}^H$ - кількість гальмівних колодок відповідно базового і нового локомотивів, шт.;

- масив, який характеризує техніко-економічні показники використання маневрових тепловозів:

$$\lambda_1' = \left\{ M_{et}^{\bar{}}, M_{et}^H, \tau_i^{\bar{}}, \tau_i^H, C_e^{\bar{}}, C_e^H, k_1^{\bar{}}, k_1^H, G_t^{\bar{}}, G_t^H, \right. \\ \left. \Pi_{Ti}, C_{pi}^{\bar{}}, C_{pi}^H, N_i^{\bar{}}, N_i^H, t_{кол}^{\bar{}}, t_{кол}^H, \Pi_m, v_m^{\bar{}}, v_m^H, e_{ек}^{\bar{}}, e_{ек}^H \right\},$$

де $M_{et}^{\bar{}}, M_{et}^H$ - кількість експлуатаційного парку відповідно базового і нового локомотивів;

$\tau_i^{\bar{}}, \tau_i^H$ - частка часу роботи двигуна на i -й позиції контролера машиніста відповідно базового і нового локомотивів;

$C_e^{\bar{}}, C_e^H$ - середньоексплуатаційні витрати палива відповідно базового і нового локомотивів, кг;

$k_1^{\bar{}}, k_1^H$ - коефіцієнт використання потужності відповідно базового і нового локомотивів;

$G_t^{\bar{}}, G_t^H$ - витрата палива відповідно базового і нового локомотивів, т;

Π_{Ti} - ціна 1 т дизельного палива, грн/т;

$C_{pi}^{\bar{}}, C_{pi}^H$ - вартість витрат на одиницю i -го виду ремонту та обслуговування базового і нового тепловозів, грн;

$N_i^{\bar{}}, N_i^H$ - відповідно кількість ремонтів базового і нового тепловозів;

$t_{кол}^{\bar{}}, t_{кол}^H$ - середній термін використання гальмівної колодки відповідно базового і нового тепловозів, діб;

C_m - оптова ціна чавуну в якості металобрухту, грн/т;

$\mathcal{E}_m^{\bar{}}, \mathcal{E}_m^H$ - витрати мастильних матеріалів на 1 годину роботи відповідно базового і нового тепловозів, т;

$e_{ек}^{\bar{}}, e_{ек}^H$ - витрати на матеріали по екіпіровці локомотивів на 1т витраченого дизельного палива відповідно базового і нового тепловозів, грн/т.

- масив, який характеризує умови експлуатації маневрових тепловозів:
 - а) множина характеристик навколишнього середовища

$$\lambda_1^{nc} = \{T, P_{атм}\},$$

де T – середньорічні значення різниці температур джерела (труба тепловозу) і навколишнього середовища на рівні витоку;

$P_{атм}$ - тиск атмосферний.

- б) множина характеристик дільниць обслуговування

$$\lambda_1^{d.o.} = \{L, R_{\min}, i_{\%i}\},$$

де L – довжина ділянки обертання; км; R_{\min} - мінімальний радіус кривих, м; $i_{\%i}$ - нахил профілю шляху.

Економічний ефект від впровадження в експлуатацію нових маневрових тепловозів при однакових обсягах робіт можливий за рахунок зміни станів локомотиву, які спрямовані на зміну експлуатаційних витрат: зміна витрат палива (A_{211}); зміна витрат на ТО та ПР (A_{212}).

В свою чергу зміна витрат на паливо дасть ефект: за рахунок зміни витрат на паливо в експлуатації; за рахунок зміни витрат за шкоду, яка буде нанесена навколишньому середовищу.

Зміна витрат на ТО та ПР дасть ефект: за рахунок зміни витрат на ТО та ПР; за рахунок зміни витрат на екіпіровку; за рахунок зміни витрат на матеріали (гальмівні колодки). Результуючими будуть масиви R_{2j} та R_{5j} :

$$R_{2\bar{b}j} = \{E_{ек}^{\bar{}}, E_{пал}^{\bar{}}, E_{екол}^{\bar{}}, E_{ТОР}^{\bar{}}, E_{екіп}^{\bar{}}, E_{кол}^{\bar{}}\},$$

$$R_{2Hj} = \{E_{ек}^H, E_{пал}^H, E_{екол}^H, E_{ТОР}^H, E_{екіп}^H, E_{кол}^H\},$$

$$R_{5j} = \{\Delta E_{ек}, \Delta E_{пал}, \Delta E_{екол}, \Delta E_{ТОР}, \Delta E_{екіп}, \Delta E_{кол}\},$$

де $E_{пал}^{\bar{}}, E_{пал}^H$ - економія експлуатаційних витрат від зменшення витрат на паливо розрахункового періоду, грн.;

$E_{рем}^{\bar{}}, E_{рем}^H$ - економія річних експлуатаційних витрат на ремонт та обслуговування відповідно базового та нового дизелів, грн.;

$E_m^{\bar{}}, E_m^H$ - витрати на мастильні матеріали в маневровому русі відповідно базового та нового дизеля, грн.;

$E_{ек}^{\bar{}}, E_{ек}^H$ - витрати на екіпіровку в маневровому русі відповідно базового і нового дизеля, грн.

**Ж 2. Економічна ефективність впровадження
нових маневрових тепловозів**

Таблиця Ж.1

Парк маневрових тепловозів, ціна і капітальні вкладення по варіантам

Рік розрахунк ового періоду	Парк тепловозів		Ціна, млн. грн		Капіт. вкладення, млн. грн.		Економія витрат від придбання, млн.грн.
	ЧМЕЗ	ТЕМ103	ЧМЕЗ	ТЕМ103	ЧМЕЗ	ТЕМ103	
2005	1	1	5,00	8,96046	5,0	8,96	-3,96
2006	5	5	5,0	4,7	25,0	23,5	1,5
2007	10	10	5,0	4,7	50,0	47,0	3,0
2008	14	14	5,0	4,7	70,0	65,8	4,2
2009	20	20	5,0	4,7	100,0	94,0	6,0
2010	20	20	5,0	4,7	100,0	94,0	6,0
2011	20	20	5,0	4,7	100,0	94,0	6,0
2012	20	20	5,0	4,7	100,0	94,0	6,0

Таблиця Ж.2

**Режими роботи та питома ефективна витрата палива по позиціям
контролера машиніста**

п.к.м.	Час роботи тепловоза на п.к.м., %		Потужність тепловоза на п.к.м.		Ефективна витрата палива на п.к.м.	
	ЧМЕЗ	ТЕМ103	ЧМЕЗ	ТЕМ103	ЧМЕЗ	ТЕМ103
х.х.	62,8	61,2			14	4
1	16,9	8,2	170	60	233.7	244.6
2	8,5	4,5	191	140	224	233.7
3	2,8	4,9	276	220	217.4	226.2
4	2,8	3,8	405	300	214.7	220.1
5	4,2	4,2	552	350	216	214.7
6	1,7	4,5	684	450	217.4	210
7	0,1	4,6	846	510	224	204.5
8	0,2	4,1	993	588	231	202.4

Таблиця Ж.3.

Розрахунок викидів шкідливих речовин в атмосферу.

Показник	Позиції контролера машиніста									Усього
	х.х.	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Доля роботи на режимі	$\frac{62.8}{61.2}$	$\frac{16.9}{8.2}$	$\frac{8.5}{4.5}$	$\frac{2.8}{4.9}$	$\frac{2.8}{3.8}$	$\frac{4.2}{4.2}$	$\frac{1.7}{4.5}$	$\frac{0.1}{4.6}$	$\frac{0.2}{4.1}$	1.0
2. Час роботи у рік на режимі, ч	$\frac{5386.7}{5249.4}$	$\frac{1449,58}{703,4}$	$\frac{729,1}{386}$	$\frac{240,2}{420,3}$	$\frac{240,2}{326}$	$\frac{360,3}{360,3}$	$\frac{145,8}{386}$	$\frac{8,6}{394,6}$	$\frac{17,2}{351,7}$	$\frac{8577,5}{8577,5}$

Продовження табл.Ж.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3. Потужність на режимі, кВт	----	$\frac{170}{60}$	$\frac{191}{140}$	$\frac{276}{220}$	$\frac{405}{300}$	$\frac{552}{350}$	$\frac{684}{450}$	$\frac{846}{510}$	$\frac{993}{588}$	----
4. Питома ефективна витрата палива на режимі, г/кВт ч	$\frac{14кг/ч}{4кг/ч}$	$\frac{233,7}{244,6}$	$\frac{224,0}{233,7}$	$\frac{217,4}{226,2}$	$\frac{214,7}{220,1}$	$\frac{216,0}{214,7}$	$\frac{217,4}{210,0}$	$\frac{224,2}{204,5}$	$\frac{231,0}{202,4}$	-----
5. Витрата палива на режимі за рік, г	$\frac{75,4}{21}$	$\frac{57,6}{10,3}$	$\frac{31,2}{12,6}$	$\frac{14,4}{21}$	$\frac{20,9}{21,5}$	$\frac{43,0}{27,1}$	$\frac{21,7}{36,5}$	$\frac{1,6}{41,2}$	$\frac{3,9}{41,9}$	$\frac{269,7}{233,1}$
6. Питомий викид NOx по нормі, г/кВт ч	120г/год	17	21	25	25	25	25	21	21	----
7. Викид окислів азоту за рік, т	0,65	4,19	2,92	1,66	2,43	4,97	2,49	0,12	0,36	19,79
8. Питомий викид CO, г/кВт ч	50 г/год	10	10	10	10	10	10	10	10	-----
9. Викид окису вуглецю за рік, т	0,26	2,46	1,39	0,66	0,97	1,99	0,99	0,07	0,17	8,96

Примітка: в чисельнику – дизель К6S310DR тепловоза ЧМЕЗ,
в знаменнику – дизель 10Д80А тепловозу ТЕМ103.

Таблиця Ж.4

Види, періодичність та вартість обслуговувань і ремонтів тепловозів

Вид ТО та ПР	Періодичність, років		Вартість витрат на ТО, ТР, КР		Кількість ремонтів за 1 рік		Вартість витрат, грн		Економія витрат, грн
	ЧМЕЗ	ТЕМ103	ЧМЕЗ	ТЕМ103	ЧМЕЗ	ТЕМ103	ЧМЕЗ	ТЕМ103	
КР-2	17	30	669240	633000	0,0588	0,0333	39367,03	21100	18267,06
КР-1	8,5	15	557700	510000	0,0588	0,0333	32805,88	17000	15805,88
ТР-3	2,833	3,75	18590	16200	0,235	0,2	4374,89	3240	1134,89
ТР-2	1,417	-	8245	-	0,353	-	2908,29	-	2908,29
ТР-1	0,708	1,25	4122,5	4000	0,707	0,533	2913,43	2133,33	780,09
ТО-3	0,125	0,123	1375	1200	6,588	7,311	9057,91	8773,33	284,58

Таблиця Ж.5.

Розрахунок економії експлуатаційних витрат від зменшення витрат на мастильні матеріали.

Показники	Тепловоз	
	ЧМЕЗ	ТЕМ103
1. Локомотиво-години роботи, лок-год	8577,5	8577,5
2. Середньо експлуатаційна витрата палива	309,23	234,28
3. Потужність дизеля на номінальному режимі, кВт	993	588
4. Коефіцієнт використання потужності	0,1024	0,197
5. Витрата мастильних матеріалів від витрати палива.	0,02	0,01
6. Вартість дизельного мастила, грн/т	2070	2070
7. Витрати на мастильні матеріали, грн	11164,46	4818,48

Таблиця Ж.6.

Розрахунок економії експлуатаційних витрат від зменшення витрат на екіпіровку.

Показники	Тепловоз	
	ЧМЕЗ	ТЕМ103
1. Локомотиво-години роботи	8577,5	8577,5
2. Середньо-експлуатаційна витрата палива, г/кВт год.	303,23	234,28
3. Потужність дизеля на номінальному режимі, кВт	993	588
4. Коефіцієнт використання потужності	0,1024	0,197
5. Витрати на матеріали по екіпіровці на 1г витраченого дизельного палива, грн.	11,3	11,3
6. Витрати на екіпіровку в маневровому русі	3047,17	2630,04

Таблиця Ж.7.

Зменшення експлуатаційних витрат та шкоди навколишньому середовищу за роками розрахункового періоду.

Рік розрахункового періоду	Програма придбання тепловозів	Інвентарний парк тепловозів	Сумарне зменшення експлуатаційних витрат на обсяг використання тепловозів, грн.	Сумарне зменшення шкоди навколишньому середовищу на обсяг використання тепловозів, грн.	Разом зменшення на обсяг використання тепловозів, грн.
1	2	3	4	5	6
2005	1	1	129717,8	5201,4	134919,2
2006	5	6	778306,8	31208,4	809515,2
2007	10	16	2075485	83222,4	2158707
2008	14	30	3891534	156042	4047576
2009	20	50	6485890	260070	6745960

Продовж.табл.Ж.7

1	2	3	4	5	6
2010	20	70	9080246	364098	9444344
2011	20	90	11674602	468126	12142728
2012	20	110	14268958	572154	14841112
2013	-----	110	14268958	572154	14841112
2014	-----	110	14268958	572154	14841112
2015	-----	110	14268958	572154	14841112
2016	-----	110	14268958	572154	14841112
2017	-----	110	14268958	572154	14841112
2018	-----	110	14268958	572154	14841112
2019	-----	110	14268958	572154	14841112
2020	-----	110	14268958	572154	14841112
2021	-----	110	14268958	572154	14841112
2022	-----	110	14268958	572154	14841112
2023	-----	110	14268958	572154	14841112
2024	-----	110	14268958	572154	14841112
2025	-----	110	14268958	572154	14841112
2026	-----	110	14268958	572154	14841112
2027	-----	110	14268958	572154	14841112
2028	-----	110	14268958	572154	14841112
2029	-----	110	14268958	572154	14841112
2030	-----	110	14268958	572154	14841112
2031	-----	110	14268958	572154	14841112
2032	-----	110	14268958	572154	14841112
2033	-----	110	14268958	572154	14841112
2034	-----	110	14268958	572154	14841112
2035	-----	109	14139240	566953	14706193
2036	-----	104	13490651	540946	14031579
2037	-----	94	12193473	488932	12682405
2038	-----	80	10377424	416112	10793536
2039	-----	60	7783068	312084	8095152
2040	-----	40	5188712	208056	5396768
2041	-----	20	2594356	104028	2698384
Разом		-----	428068,7	17164,6	445233,4

Ж 3. Розрахунок терміну заміни діючого рухомого складу в залежності від часу його експлуатації

Таблиця Ж.8

Розрахунок терміну заміни діючого рухомого складу в залежності від часу його експлуатації при $F=0,10$

Час експлуатації старого ТРС	τ – термін заміни старого ТРС новим ТРС						
	F=0,1	0	5	10	15	20	25
0	1,0	2,4	5,2	10,4	20,2	37,9	69,8
1	1,2	2,7	5,7	11,3	21,5	40,1	73,3
2	1,4	3,1	6,3	12,2	22,9	42,4	77,0
3	1,6	3,4	6,8	13,1	24,4	44,8	80,8
4	1,9	3,8	7,4	14,1	26,0	47,3	84,9
5	2,1	4,2	8,1	15,1	27,7	50,0	89,2
7	2,6	5,1	9,5	17,3	31,3	55,8	98,6
10	3,6	6,6	11,9	21,3	37,6	66,0	115,1
15	5,7	9,9	17,3	30,0	51,6	88,6	151,4
20	8,7	14,9	25,2	42,7	72,2	121,6	204,6
25	13,3	22,3	37,2	62,0	103,2	171,6	285,0
30	20,4	33,7	55,6	91,7	151,0	248,7	409,2

Таблиця Ж.9

Розрахунок терміну заміни діючого рухомого складу в залежності
від часу його експлуатації при $F=0,12$

Час експлуатації старого ТРС	τ – термін заміни старого ТРС новим ТРС						
	0	5	10	15	20	25	30
F=0,12							
0	1,0	2,8	6,8	15,3	32,8	68,0	137,8
1	1,2	3,2	7,6	16,6	35,1	72,1	145,0
2	1,5	3,7	8,4	18,0	37,6	76,4	152,6
3	1,8	4,2	9,2	19,5	40,2	81,0	160,7
4	2,1	4,7	10,1	21,1	43,0	85,9	169,4
5	2,4	5,2	11,1	22,8	45,9	91,2	178,6
7	3,1	6,4	13,2	26,6	52,6	102,9	199,3
10	4,3	8,6	17,1	33,4	64,7	124,2	236,9
15	7,3	13,9	26,3	49,7	93,3	174,7	325,8
20	12,0	22,3	41,1	75,8	139,4	255,8	468,8
25	20,0	36,3	65,8	119,3	216,1	391,0	707,1
30	33,6	60,2	108,0	193,5	346,9	621,5	1113,3

Таблиця Ж.10

Розрахунок терміну заміни діючого рухомого складу в залежності
від часу його експлуатації при $F=0,15$

Час експлуатації старого ТРС	τ – термін заміни старого ТРС новим ТРС						
	0	5	10	15	20	25	30
F=0,15							
0	1,0	3,5	10,1	26,4	65,5	156,4	364,2
1	1,3	4,1	11,3	28,9	70,4	166,2	384,0
2	1,6	4,8	12,6	31,5	75,7	176,9	405,4
3	2,0	5,5	14,0	34,3	81,4	188,3	428,4
4	2,3	6,2	15,6	37,4	87,5	200,8	453,5
5	2,8	7,1	17,2	40,8	94,3	214,3	480,8
7	3,7	9,0	21,1	48,5	109,8	245,6	543,6
10	5,5	12,7	28,5	63,4	139,9	306,0	665,1
15	10,4	22,4	48,1	102,8	219,1	465,4	985,7
20	19,4	40,5	84,4	175,9	366,1	761,0	1580,2
25	36,7	75,3	154,4	316,7	649,2	1330,5	2725,9
30	70,7	143,7	292,1	593,7	1206,4	2451,2	4979,9