

Українська Державна Академія залізничного транспорту України

На правах рукопису

Дробаха Володимир Ілліч

УДК 629.4.016.2: 629.424

**УДОСКОНАЛЕННЯ ОБЛІКУ ТА НОРМУВАННЯ ВИТРАТ
ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА НА ТЯГУ ПОЇЗДІВ**

05.22.07 – рухомий склад залізниць та тяга поїздів

**Дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук**

**Науковий керівник
Котов Володимир Володимирович,
кандидат технічних наук,
доцент**

Харків - 2004

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
<hr/>	
РОЗДІЛ 1. ТЕНДЕНЦІЯ ЗАГАЛЬНОГО І ПИТОМОГО СПОЖИ- ВАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ НА ТЯГУ ПОЇЗДІВ В УКРЗАЛІЗНИЦІ.....	13
1.1 Тенденція зміни витрат енергоресурсів на тягу поїздів.....	13
1.2. Технічні і організаційні заходи Укрзалізниці по економії енергоресурсів на тягу поїздів.....	20
1.3. Аналіз енергетичної ефективності тепловозів в експлуатації.....	29
1.4. Постановка задачі і ціль дослідження.....	37
Висновки.....	39
РОЗДІЛ 2. СИСТЕМА ПЛАНУВАННЯ НОРМ ВИТРАТ ПАЛИВА НА ТЯГУ ПОЇЗДІВ.....	41
2.1 Класифікація норм витрат дизельного палива на тягу поїздів.....	41
2.2 Аналіз існуючих методів нормування витрат дизельного палива на тягу поїздів.....	43
2.3 Дослідження вірогідності методів нормування витрат дизельного палива на тягу поїздів.....	54
2.4 Обґрунтування прийнятого метода нормування та теоретичні основи його удосконалення.....	60
Висновки.....	65
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА МЕТОДА НОРМУВАННЯ ВИТРАТ ПАЛИВА НА ТЯГУ ПОЇЗДІВ.....	67
3.1 Оцінка впливу експлуатаційних факторів на витрати палива локомотивами.....	67
3.1.1 Вплив маси состава на величину питомих витрат енергії на тягу поїздів.....	68
3.1.2 Вплив режиму руху поїзда на питомі витрати енергії на тягу поїздів.....	72
3.1.3 Розробка алгоритму оптимізації режимів руху пасажирських поїздів по критерію мінімуму енергетичних затрат на тягу.....	77
3.1.4 Вплив технічного стану локомотива на його енергетичні показники.....	84
3.1.5 Вплив температури зовнішнього повітря на витрати палива на тягу поїздів.....	91
3.2 Вибір нормоутворюючих факторів і визначення базової норми.....	92
3.3. Облік складових витрат енергії при обмеженні швидкості руху поїзда.....	97
Висновки.....	99
РОЗДІЛ 4. УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ОБЛІКУ І КОНТРОЛЮ ЗА ВИТРАТАМИ ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА НА ПОЇЗНУ РОБОТУ.....	101

4.1Пріоритет виконання сучасних облікових і контролюючих засобів в економії енергоресурсів.....	101
4.2Автоматизована система контролю наявності та витрат дизельного палива при експлуатації тепловозів.....	106
Висновки.....	114
РОЗДІЛ 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ	
УДОСКОНАЛЕННЯ ОБЛІКУ ТА НОРМУВАННЯ ВИТРАТ	
ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА НА ТЯГУ ПОЇЗДІВ.....	116
Висновки.....	119
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ.....	120
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	122
ДОДАТКИ.....	137

ВСТУП

Технологічний процес роботи транспорту, як і інших галузей виробничої діяльності, неможливий без використання енергії. У зв'язку з наявністю дефіциту енергетичних ресурсів в країні, який обумовлений не тільки недостатнім багатством її надр вуглеводами, кризовими явищами в економіці і її нерациональною структурою, а також високим рівнем зношеності основних виробничих фондів, проблема енергозбереження на залізничному транспорті являється одною із самих гострих і першочергових.

Виконуючи майже половину загального об'єму перевізної роботи, виконуваної в країні всіма видами транспорту, залізничний транспорт споживає приблизно 15% енергоресурсів, що використовуються в цілому транспортом [1]. А якщо розглядати витрати в країні всіх енергоресурсів, то приблизно 5% електроенергії і більше 10% дизельного палива витрачається для виконання залізничних перевезень [2].

Робота сучасного залізничного транспорту характеризується значними затратами на енергоносії в тязі поїздів, як в загальному об'ємі так і в витратах локомотивного господарства. Затрати на дизельне паливо і електроенергію в локомотивному господарстві становлять 40-50% всіх експлуатаційних витрат. Тому економія палива та електроенергії в поїзній роботі дає значний економічний ефект.

В цих умовах особливе значення набуває розробка теорії енергетичних процесів в тязі поїздів. Наряду з аналізом механіки і енергетики руху поїзда, врахуванням сукупності дії багатьох випадкових і об'єктивних факторів, супутніх перевезеному процесу, необхідно прагнути забезпечити роботу локомотива в режимі близькому до оптимального використання його потужності і сили тяги. Існує і продовжує залишатися актуальною серйозною

проблемою планування і нормування витрат паливно-енергетичних ресурсів в експлуатації. Сучасні методи оцінки витрат палива і електроенергії не можуть бути визнані достатньо точними, оскільки в повній мірі не враховують всіх різноманітних факторів, що впливають на економічність локомотивів, дуже рідко використовують високоточні засоби вимірювання і контролю.

Вдосконалення нормування, тобто зменшення витрат палива на одиницю транспортної роботи, дозволяє, поряд із збільшенням обсягів перевезень при даних матеріальних ресурсах, інтенсифікувати процес розширеного відтворення. Розроблені та затверджені норми витрат паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) необхідні для планування їх потреби, оцінки ефективності витрат, стимулювання раціонального і економного їх використання.

Актуальність дисертаційного дослідження обумовлена гостротою проблеми енергозбереження на залізничному транспорті. Для поліпшення техніко-економічних показників роботи залізничного транспорту України потрібно, поряд з більш ефективним використанням залізничної колії і рухомого складу, забезпечувати економні витрати енергоресурсів на тягу поїздів і розробку енергозберігаючих технологій. Ситуація посилюється також ростом тарифів на оплату електроенергії та цінами на дизельне паливо, що спостерігається останнім часом.

Як наслідок вказаних факторів є значне збільшення долі енергозатрат у собівартості перевезень залізниць до 18%, хоча раніше ця доля не перевищувала 10%. В експлуатаційних витратах тепловозних депо, обслуговуючих вантажний рух, доля витрат по оплаті дизельного палива досягає 40% і більше.

Актуальність даного дослідження підтверджується також положеннями “Національної енергетичної програми” [3] і Законом України “Про енергозбереження” [4], Державною комплексною програмою з енергозбереження, Указом Президента України № 603/2000 від 20 квітня 2000 року “Про стан залізничного транспорту України та заходи щодо забезпечення його ефективного функціонування”, Наказом Держкоменергозбереження від 22.10.02 р. №112 “Основні положення з нормування питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів у суспільному виробництві” (зареєстровано у Мінюсті 7. 11. 2002 р. за № 878/7166).

Необхідність проведення досліджень по цій темі відображена в концепції та програмі реструктуризації на залізничному транспорті України на 1998-2008р.р., наказі Укрзалізниці №41-ЦЗ від 17.02.03 р. “Про прийняття додаткових заходів по забезпеченню збереження нафтопродуктів в локомотивному господарстві” та багатьох інших керівних документах Укрзалізниці.

Дана робота є однією із компонентів системного підходу до вирішення проблеми зниження витрат палива на тягу поїздів в рамках цільової комплексної програми по економії та підвищенню ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів у народному господарстві.

Метою даної дисертаційної роботи є вирішення наукової задачі удосконалення обліку та нормування витрат дизельного палива на тягу поїздів за рахунок створення високоефективних методів нормування і забезпечення високоточного обліку та контролю витрат енергоресурсів на основі моніторингу роботи тепловозів. У зв'язку з цим в роботі поставлені і вирішені наступні задачі:

- дослідження показників процесу перевезень, структури експлуатаційного парку локомотивів, їх технічного стану і умов експлуатації для розробки багаторівневої моделі зниження витрат енергоресурсів на тягу поїздів;
- дослідження відомих методів нормування і оцінка їх можливостей стосовно до задачі нормування, що вирішується на рівні локомотивного депо;
- на основі проведенного аналізу науково обґрунтувати метод нормування, найбільш прийнятний для практичного використання у локомотивній тязі;
- розгляд впливу та одержання залежностей найважливіших експлуатаційних факторів (в тому числі технічного стану локомотива, режиму руху поїзда та інших) на витрати енергії на тягу поїздів і здійснення можливості науково-обґрунтованого їх обліку при нормуванні і прогнозуванні витрат енергоресурсів;
- досягнення найбільшої вірогідності використовуваного метода шляхом розширення кількості факторів, що обліковуються, і встановлення надійного функціонального і статистичного зв'язку розмірів споживання дизельного палива тепловозами і основними параметрами перевізного процесу;
- обґрунтування можливості і реалізації способу застосування послідовного аналізу і технології контролю за витратами палива тепловозами у процесі експлуатації;
- впровадження технології оперативного моніторингу енергетичної ефективності експлуатаційного парку тепловозів з використанням персональних ЕОМ.

Практична задача дослідження заключається в тому, щоб відпрацювати систему нормування енерговитрат в тязі поїздів і практичні методи нормування витрат дизельного палива з врахуванням змінних умов роботи тепловозного парку і технічного стану локомотивів, а також забезпечити об'єктивний контроль наявності та витрат дизельного палива в процесі експлуатації тепловозів.

Основне призначення розроблюваного метода - це вирішення задачі нормування, обліку і контролю за витратами дизельного палива як комплексної проблеми на рівні локомотивного депо при максимальному обліку реально діючих факторів.

Об'єктом дисертаційного дослідження є процес перевезення залізничного транспорту зі всіма його компонентами і відповідними елементами (маневрова робота, зберігання, відпуск і контроль витрат енергоресурсів), а також впливаючими факторами, які в тій або іншій мірі

відображаються на роботі всього енергетичного ланцюга тепловозної тяги, а в кінцевому результаті - на величину енерговитрат на тягу поїздів.

В практичному аспекті об'єктом дослідження є основний вид норм енерговитрат, розрахованих на поїздки тепловоза з поїздом в межах конкретного тягового плеча, а також системи контролю витрат дизельного палива тепловозами при виконанні поїзної або маневрової роботи. Об'єктом дослідження є аналіз використання енергії на тягу поїздів за 25 років (1978-2002р.р.) на залізницях СРСР і України, а також параметрів, які характеризують процес перевезень (маса поїздів, швидкість руху по дільницям, відповідне навантаження на вісь вагонів та інші).

Предмет дослідження – це енерговитрати в системі тепловозної тяги і їх зв'язок з параметрами процесу перевезень і різновидностями, характером виконання додаткової роботи, а також з конкретним виконанням різних форм цього процесу тепловозами та особливостями використання дизельного палива.

Інформаційна база. У дисертації використовуються статичні данні МШС СРСР і Укрзалізниці за період з 1940 по 2003р.р. по мережі залізниць, а також данні, зібрані за 1995-2003р.р. в якості прикладів на дільницях Південно-Західної та Південної залізниць.

Методи дослідження включають в себе класичні методи математичної статистики, які використовувались при аналізі факторів, що впливають на витрати палива, їх оцінки і обґрунтування нормоутворюючих факторів, а також методів чутливості, заснованих на використанні коефіцієнтів впливу на рішення задач енергетики тепловозної тяги. При цьому виділяються вагомі і невагомі фактори по критеріям їх впливу на результуючі енерговитрати. На цій основі, із застосуванням спеціально розробленої експертної моделі витрат дизельного палива тепловозами на тягу поїздів, обґрунтовується система нормування енерговитрат для локомотивного депо, яка передбачає автоматизований розрахунок технологічних норм по факторам впливу (метод базової норми).

Застосовані методи дослідження пропонують також перехід від загальних методологічних основ енергобалансу і балансу потужності тепловоза до специфічних для тепловозної тяги розрахунковим характеристикам, які в даній роботі названі тяговими енергетичними паспортами тепловозів. Перевага їх є в обліку як енергетичних параметрів локомотива так і в обліку характеристик основного опору руху вагонів у складі поїзда, а також додаткового опору колії.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у наступному:

- доопрацьовано метод імовірно-статистичного моделювання енергоспоживання при реалізації перевізного процесу з обліком різноманітних діючих експлуатаційних факторів, деякі з яких враховуються вперше;

- одержані аналітичні залежності, які характеризують вплив найважливіших експлуатаційних факторів на енерговитрати, їх відповідні розрахункові формули, а також умови їх вірогідного виконання;

- вперше розроблено розрахункову модель для отримання ефективної, спроможної і об'єктивної оцінки вірогідності методик нормування витрат енергоресурсів на тягу поїздів;
- розроблено модель послідовного аналізу наявності і стану палива у паливному баці тепловозу на базі застосування нової технології безперервного контролю, обліку і моніторингу витрат палива на тягу поїздів;
- удосконалено систему нормування витрат енергоресурсів локомотивами на тягу поїздів за рахунок уточнення обчислюємих функціональних залежностей, що виражаються коефіцієнтами впливу.

Практичне значення дисертації полягає в тому, що на основі результатів дисертаційної роботи розроблена та затверджена Генеральним директором Укрзалізниці галузева інструкція по технічному нормуванню витрат електричної енергії і палива локомотивами на тягу поїздів (ЦТ-0059). Запропоновані в ній системи розрахунку енерговитрат використовуються в практичній роботі локомотивних депо і паливно-теплотехнічних відділів управлінь залізниць. На базі розвинутих в дисертації методів може бути створена автоматизована система розрахунку норм витрат дизельного палива і його повсякденного обліку, реалізована на персональних ЕОМ у складі автоматизованого робочого місця (АРМ) в центрі оперативного-технічного обліку депо.

Впроваджено на дослідному парку тепловозів в локомотивних депо Дарниця Південно-Західної та Харків-Сортувальний Південної залізниць систему автоматизованого моніторингу типу „БІС-Р”, яка забезпечує безупинний контроль кількості дизельного палива в паливному баку тепловоза і дозволяє оперативно враховувати всі виникаючі відміни в організації процесу перевезень і в обслуговуванні локомотива.

Практична апробація. Основні положення дисертації доповідались на: - 63 - 65 міжнародних науково-технічних конференціях кафедр академії та спеціалістів залізничного транспорту і підприємств, УкрДАЗТ (Харків, 2001 - 2003 р);

- XIV міжнародній науково-технічній конференції “Проблеми розвитку рейкового транспорту” (Крим, Ялта, 2004 рік);

- Дисертація повністю доповідалась на розширеному засіданні кафедри " Експлуатація та ремонт рухомого складу" Української державної академії залізничного транспорту в 2004 р. з участю членів спеціалізованої вченої ради.

Найважливіші положення дисертації обговорювались на семінарах щодо технічного стану та роботи баз палива у ТЧ Дебальцеве-Пас. Донецької залізниці, ТЧ Кривий Ріг Придніпровської залізниці, ТЧ Помічна Одеської залізниці, ТЧ Жмеринка Південно-Західної залізниці, а також на технічних радах Головного управління локомотивного господарства Укрзалізниці що проводилися у ТЧ Основа Південної залізниці, ТЧ Дарниця Південно-Західної залізниці, ТЧ Куп'янськ Південної залізниці та інших.

На тему дисертації опубліковано 10 статей. З них у виданнях, затверджених ВАК України як фахові – 7 (дві з них без співавторів).

Матеріали дисертації використовувались при розробці “Інструкції по технічному нормуванню витрат електричної енергії і палива локомотивами на тягу поїздів” №ЦТ-0059-2003р., затвердженої наказом Укрзалізниці №62-Ц від 05 березня 2003 р.

Особистий внесок здобувача

Результати наукових розробок і положення, що виносяться на захист, представляють самостійну завершену наукову працю. Впровадження розробок здійснювалось під керівництвом автора.

В співавторстві було опубліковано сім статей. Особистий внесок здобувача у сумісних публікаціях:

- аналіз особливостей раціональних режимів керування рухом пасажирських поїздів, розробка системи математичних моделей [5];
- аналіз основних показників перевізного процесу Укрзалізниці, визначення задач нормування [6];
- розробка самоорганізуючої розрахункової моделі для отримання оцінки вірогідності методик нормування [7];
- розробка задачі по розрахунку енергооптимальних режимів ведення поїзду [8];
- аналіз впливу обмеження швидкості руху поїздів і їх зупинок на питомі витрати палива [9];
- аналіз статистичних даних по зносу колісних пар, розробка емпіричних залежностей впливу зносу колісних пар на питомі витрати палива [10];
- розробка рекомендацій по нормуванню витрат палива тепловозів при маневровій роботі, по обліку технічного стану локомотива, удосконалення розрахунків впливу опору руху, розробка тягово-енергетичних паспортів сучасних локомотивів [11].

Структура роботи: Дисертація складається із вступу, п’яти розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Повний об’єм дисертації складає 174 сторінки, в тому числі 121 сторінок основного тексту; додатків, списку використаних джерел, рисунків та таблиць 53 сторінки. Робота ілюстрована 24 рисунками, наведено 26 таблиць. Список використаних джерел складається з 166 найменувань.

Виходячи з викладеного, в цій роботі поставлена задача розробки заходів щодо зменшення витрат дизельного палива на тягу поїздів на всіх етапах виробничого циклу: починаючи з удосконалення процесу нормування та прогнозування очікуваних за поїздки витрат енергоресурсів, збільшення ефективності їх використання в процесі переміщення поїздів та удосконалення заходів об’єктивного обліку та контролю за витратами палива по підсумкам виконаної поїзної роботи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аналіз використання паливно-енергетичних ресурсів та роботи по енергозбереженню на залізничному транспорті України за 2002 рік - Укрзалізниця, Київ, 2003.- 53с.
2. Сергиенко Н.И. Пути снижения эксплуатационных расходов в локомотивном хозяйстве железных дорог Украины // Залізничний транспорт України, - №4. 1999. - С. 28-30.
3. Комплексна Державна програма енергозбереження. Міністерство економіки України. Національна академія наук України. - К.: Держком-енергозбереження України, 1996. - 234с.
4. Закон України "Про енергозбереження" №75/94-ВС від 1.07.1994, м. Київ. - 4с.
5. Блохин Е.П., Евдомаха Г.В., Скалозуб В.В., Дробаха В.И. Модель оптимального регулятора для управления движением пассажирских поездов // Транспорт. Збірн. наук. праць Дніпропетровськ. державного технічного ун-ту залізнич. тр-ту. Вип. 10. 2002. - С.58-65.
6. Сергієнко М.І., Дробаха В.І., Котов В.В. Проблеми нормування витрат енергоносіїв на тягу поїздів // Залізничний транспорт України. - №2. 2003. – С. 11-13.
7. Дробаха В.І., Котов В.В. Вірогідність методик нормування витрати дизельного палива на тягу поїздів // Зб. наук. праць / Укр. ДАЗТ, 2003. – С. 16-26.
8. Скалозуб В.В., Евромаха Г.В., Дробаха В.И. Исследование режимов ведения поездов с учетом переменных тарифов оплаты электроэнергии // Системні технології, №3 (26), 2003. – С. 142-150.
9. Дробаха В.И., Котов В.В. Оценка влияния некоторых особенностей эксплуатации тепловозов на удельный расход топлива /Депонир. в ЦНИИТЭИ МПС № 5516 от 15.02.1991г. – 5с.
10. Котов В.В., Дробаха В.И., Телиман Н.А. Оценка влияния технического состояния колесных пар локомотивов на удельный расход топлива /Депонир. в ЦНИИТЭИ МПС № 5629 от 20.09.1991г. – 4с.
11. Інструкція по технічному нормуванню витрат електричної енергії і палива локомотивами на тягу поїздів / ЦТ – 0059 – Укрзалізниця – Київ – 2003р . – 85с.
12. Гетьман Г.К. Задачи рациональной стратегии обновления локомотивного парка Украины // Повышение эффективности работы устройств электрического транспорта: Сб. трудов ДИИТа - Днепропетровск, 1999. – С. 23-30.
13. Зозуляк В.П., Пасічник В.І. Показники залізничного транспорту країн світу (Аналітичний огляд і прогноз динаміки) // Залізничний транспорт України , №1, 2000. – С. 21-24.
14. Кірпа Г.М. Основні напрямки поліпшення стану Українських залізниць у сучасних умовах // Залізничний транспорт України, - №4. 2001.-С.4-6.

15. Федюшин Ю.М., Соколов Л.Н., Лысенко Ю.Я. Программа реструктуризации: основные направления и методические подходы // Транспортный комплекс Украины, Вып.5. 1998. – С.7 – 10.
16. Бочаров А.П., Кранц И.М., Кривошей Б.А. Проблемы технологического управления эксплуатационной работой железных дорог Украины //Залізничний транспорт України. - №2. 2001. – С.14-16.
17. Федюшин Ю.М., Пащенко Ю.Е., Букин В.Н. К проблеме обновления подвижного состава железных дорог Украины // Залізничний транспорт України. - №2. 2001.- С. 6-8.
18. Посмитюха А.А. Вторая жизнь подвижного состава Украины // Локомотив, 2001. №2. - С. 11-14.
19. Кірка Г.М. “ Скоростные рельсы экономики Украины ” //Залізничний транспорт України - 2004. -№1.- С.3-8.
20. Котельников А.В., Белоглазова Н.С. Мировые тенденции развития видов тяги на железных дорогах // Вісник Східноукраїнського національного університету – 2001, №7(41) - С. 119-124 .
21. Савченко В.В. Інтеграція залізниць України до міжнародної транспортної мережі (огляд) // Залізничний транспорт України – 2003.- №4. – С. 47-49.
22. Грищенко С.Г., Тартаковський Е.Д., Фалендиш А.П. Методичні проблеми прискорення введення в експлуатацію нового тягового рухомого складу // Зб. наук. праць / УкрДАЗТ, 2003. – Вип.56. – С. 10-16.
23. Напрямки розвитку системи утримання тягового рухомого складу залізниць / Босов А.А., Капіца М.І., Грущак І.М. // Залізничний транспорт України – 2003. -№2. – С. 7-10.
24. Наговицын В.С. Неразрушающий контроль и направления его развития // Жел. дор. транспорт – 2002.- №3. – С. 20-23.
25. Дудка Н.В. Напрямки розвитку локомотивного господарства України // Залізничний транспорт України – 2004. - №1.- С. 16-18.
26. Косьяненко В.М. Лубликации - да, износу - нет // Залізничний транспорт України – 1997. - №2-3. – С.28-30.
27. Емельянова Р.А. Оценка влияния гребнесмазывателя на текущие затраты локомотивного хозяйства / Транспорт: наука, техника, управление. ВИНТИ – 2001.- №6. – С. 14-17.
28. Узлов И.Г., Моисеева Л.А. Особенности производства цельнокатаных колес, бандажей и осей. Соответствие уровня их качества условиям эксплуатации //Залізничний транспорт України – 1997. - №2-3. - С.20-21.
29. Боднарь Б.Е., Мосендз Р.Л. Рациональное содержание подвижного состава по состоянию / Вестн. східноукр. нац. ун-ту ім. В.Даля Н.Ж. Сер. Транспорт 2 –2002.- №6 (52).- С.18-22.
30. Блохин Е.П., Пшинько А.Н., Евромаха Г.В., Скалозуб В.В., Землянов В.Б. Выбор энергетически оптимальных режимов ведения поездов // Залізничний транспорт України, №6, 2001 –С. 19-22.
31. Скалозуб В.В. Модели и методы расчета компромиссно – оптимальных режимов движения поезда // Системні технології. Регіональний міжвузівський

збірник наукових праць. Вип. 3(20). – Дніпропетровськ, 2002. – С. 137-146.

32. Мугинштейн Л.А., Рахманинов В.И., Ябко И.А. Энергооптимальные режимные карты для машинистов // Локомотив.- 2001. - №2. – С.6-7.

33. Расчет оптимальных по расходу топлива режимных карт ведения поездов на тепловозной тяге / Урдин В.И., Монахов О.И. // сб. науч. тр. / Моск. ин-т инж. ж.-д. трансп.- 1989.-№811. – С.34-38.

34. Франко Ди Майо. Законы движения, обеспечивающие минимальные затраты на тягу // Жел. дороги мира – 1978. - №9.- С.55-56.

35. Оптимизация ведения поезда с помощью бортового компьютера .С. Topfer. Eisenbahningenieur, 1998, №2. 5.68-70.

36. Евдомах Г.В. Тяговые расчеты на ПЭВМ в диалоговом режиме // Метровуз сб. науч. тр. / ДИИТ – 1991 -№281/32 – С.115-121.

37. Скалозуб В.В. Железнов К.И. Оптимизация режимов ведения поезда на основе динамического программирования // Математичне моделювання. Дніпродзержинськ : ДДТУ. - №2. 2002. - С.32-36.

38. Пясик М., Толстов Е., Случак И. Системы автоматического ведения поезда // СТА. Современные технологии автоматизации – 2000.- №4. – С.60-70.

39. Микропроцессорные системы автоведения электроподвижного состава / Л.А.Баранов Я.М.Головичев и др. Под ред. Л.А.Баранова – М.: Транспорт, 1990 - 272с.

40. Бушненко Ю.В. Никифорова Н.Б. и др. Автоматизированная система ведения электровоза // Локомотив –1997.- №9 – С. 30-32.

41. Донской А.Л., Свергун С.В., Буткевич Х.Ю., Бушненко Ю.В., Никифорова Н.Б. Унифицированная система автоведения электропоезда // Локомотив, - №9. 2003. – С.18 – 23.

42. From a government institution to a publicity or privately-run transport enterprise /Cornet I.//Rail international – 1993 - № 8 – 9 – p. 41 – 44.

43. Horn Peter. Experemintelle Simulations – student zur energieoptimalen Zugsteuerung //DET - Eisenbahntechn. – 1973. - 21, №11. – s. –517-519.

44. Феоктистов В.П., Шафрыгин А.В. Автоматизация управления движением электрического подвижного состава // Вестник МИИТа – 2001. - №5. –С. 3-8.

45. Дробаха В.І. Удосконалення системи нормування витрати електроенергії і палива локомотивами на тягу поїздів // Збірник наукових праць Київського університету економіки і технологій транспорту Мін. трансп. України : Серія " Транспортні системи і технології", Вип. 1-2-К. : КУЕТТ, 2003. – С. 51-53.

46. Дробаха В.І. Вплив віку локомотива і його загального напрацювання на енергетичні показники // Зб. наук. праць / Укр.ДАЗТ, 2002. – Вип. 49. – С. 57-60

47. Нестрахов А.С. Тепловозная тяга на дорогах мира // Локомотив, 2001, - №2 – С. 8-20.

48. Лисицын А.Л., Котельников А.В., Якимов Г.Б. Перспективы развития электрофицированных железных дорог // Железнодорожный транспорт,- №8, 2001. – С. 20-24.

49. Локомотив – 2003. -№7. – С.47.

50. Обновление парка тепловозов // Железные дороги мира – 2003. - №7. - С. 34-39.
51. Рост заказов на тепловозы в Европе неизбежен / International Railway Journal, №4, 2002.- С.10-12.
52. Тенденции развития тепловозостроения // Железные дороги мира – 1994. - №12. – С.30-33.
53. Требования к современным тепловозам и тенденции их совершенствования // Железные дороги мира – 1994. - №1. – С.32-34.
54. Нефедов В.А., Беляев А.М., Емельянов Ю.В. Пути дальнейшего развития тепловозостроения // Железные дороги мира – 1994. - №15. - №11. – С.22-25.
55. Шуран С.Н. Стратегия развития (Каким быть тепловозу?) // Локомотив – 1999. - №2. – С.38-40.
56. Коссов Е.Е., Копыленко В.А. Влияние технических характеристик тепловозов на эффективность работы железнодорожных линий // Труды МИИТа – М. : 1982. – Вып. 715 – с.12-21.
57. Игин В.Н. Тяговые свойства магистральных тепловозов // Железные дороги мира – 1997. – 4 – с.54-58.
58. Нефедов В.С. Каким быть тепловозу? // Локомотив – 1997 - №2. – с.15-16.
59. Осяев .А.Т., Подшивалов А.Б. и др. Организация мониторинга технико-экономических показателей эксплуатации подвижного состава при внедрении системы ремонта с учетом технического состояния оборудования // Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте : Труды 3-й науч. практ. конф. М.: МИИТ, 2000 – с. IV-36- IV-37.
60. Игин В.Н. Оперативный теплотехнический контроль тепловозов // Локомотив – 1995. - №9 – С.28-29.
61. Стромский П.П. Повысить топливную экономичность тепловозов // Локомотив – 1994. - №2. – С.35-36.
62. Совершенствование системы ремонта и технического осмотра тепловозов : Сб. науч. тр. / Под ред. А.Б. Подшивалова, В.С. Антропова – М : Транспорт, 1995. - 176с.
63. Сальников А.А., Шевченко Л.А. Нормирование потребления и экономия топливно-энергетических ресурсов.- М.: Энергоатомиздат., 1986. - 240с.
64. Методичні рекомендації з нормування питомих витрат паливо-енергетичних ресурсів /Міністерство транспорту України –Київ – 2001. - 79 с .
65. Долинжев А.И. Метод нормирования расхода топлива поездными тепловозами // Вестник ВНИИЖТа – 1960. - №3 .- С.19-21.
66. Тверитин В.Н., Корховой П.Л. Нормирование расхода топлива тепловозы – Днепропетровск : ДИИТ, 1961-19с.
67. Временная инструкция по техническому нормированию расхода топлива тепловозами – ЦТ 2129 – М. : Трансжелдориздат, 1961 – 35с.

68. Пособие теплоэнергетику железнодорожного транспорта / Под ред. В. С.Молярчука. – М. : Транспорт, 1973. – 392с.

69. Молярчук В.С. Теоретические основы методики нормирования расхода топлива и электроэнергии для тяговых средств транспорта - М. : Транспорт, 1966. – 264с.

70. Новиков А.П., Сиваев Д.К. Учет длины поезда при решении тяговых задач // Железнодорожный транспорт – 1971. - №6. – С. 31-33.

71. Новиков А.П. Уточнение уравнения движения поезда и некоторые расчетные формулы // Вестник ВНИИЖТа. – 1970.-№7. -С.19-21.

72. Новиков А.П., Постол Б.Г. Прогнозирование и нормирование расхода энергии на тягу поездов // Труды МИИТа. – 1977. Вып. 558. – С. 3-18.

73. Новиков А.П., Сиваев Д.К. Сравнительная оценка некоторых методов нормирования расхода топлива // Труды МИИТа. – 1971. – Вып. 363. – С. 137-146.

74.Толкачев А.В. Расчеты норм расхода энергии на перевозочную работу локомотивов методом расчленения // Труды ТашИИТа – 1972. – Вып. 100. – С. 43-54.

75.Толкачев А.В. Нормирование расхода топлива с использованием ЭЦВМ. // Труды ТашИИТа – 1972. – Вып. 88. - С. 29-43.

76. Толкачев А.В. О выборе оптимального управления движением поезда // Труды ТашИИТа – 1976 – Вып. 134. – С. 40-54.

77. Толкачев А.В. Расчеты дифференцированных норм расхода топлива тепловозами // Труды ТашИИТа – 1979.-Вып. 163.- С. 8-15.

78. Айзинбуд К.С. О преобразовании уравнения движения поезда для решения оптимизационных тяговых задач // Повышение эффективности локомотивного хозяйства: Сб. н. ст / РИИЖТ – 1975. – Вып. 110. – С. 35-38.

79. Блохин Е.П., Манашкин Л.А., Стамблер Е.Л. и др. Расчеты и испытания тяжеловесных поездов / Под ред. Е.П. Блохина – М.: Транспорт, 1986 – 263 с.

80. Воскресенский Б.Д., Буданов Д.Д. Основные начала механики железнодорожного транспорта / Эксперименты института путей сообщения – М.Ж. – 1919. – Бюллетень №9. – С. 15-26.

81. Гедич В.Н. Рациональные способы вождения поездов // Электровозная и тепловозная тяга – 1978. - №7. – С. 19-21.

82. Гребенюк П.Т., Корнев Н.Н., Кондратьев В.П. Метод построения кривой скорости при интенсивном движении поездов // Автотормоза скоростных и тяжеловесных поездов / ВНИИЖТ – М.:Транспорт, 1979. - №604. – С.30-39.

83. Ерофеев Е.В. Определение оптимального режима движения поезда при заданом времени хода // Вестн. ВНИИЖТа – 1969. - №1. – С. 54-57.

84. Исаев И.П. Феоктистов В.П., Сидорова Н.Н. Нормирование энергозатрат в тяге поездов на основе реальных параметров поездопотоков // Актуальные проблемы экономии электроэнергии и топлива на железнодорожном транспорте: тез. докл. на всес. науч.-технич. конф. – М.: МИИТ, 1987. – С. 5-6.

85. Кельперис П.И., Исаев И.П., Стрельников В.Т. Резервы повышения скоростей движения поездов и экономия электрической энергии // Железнодорожный транспорт, 1982. - №4. – С. 18-24.
86. Козлов В.И. Экономические методы вождения электропоездов на горных участках // Электровозная и тепловозная тяга – 1977. №7. – С. 38-39.
87. Бакланов А.А. Применение энергетического баланса движения поездов для нормирования расхода эл. энергии на тягу // Тезисы науч.-техн. конф. ОМИИТ, 1984. С. 83-84.
88. Техническое нормирование расхода топлива на тягу поездов / Шеянов В.В., Толкачев А.В., Беленький А.Д., Бобылев П.М. // Железнодорожный транспорт – 1975. - №3. – С. 46-48.
89. Данилевич М.И. Основа экономии – правильное нормирование // Электровозная и тепловая тяга – 1981. - №2. – С.22-23
90. Постол Б.Г. Применение персональных ЭВМ для нормирования и учета топливно-энергетических ресурсов на работу локомотивов для уровня дороги // Повышение эффективности работы локомотивов на дорогах Дальнего Востока-Хабаровск, 1987.- С.98-102.
91. В борьбе за экономию и бережливость // Железнодорожный транспорт – 1985. - №10. – С. 2-3.
92. Сиваев Д.К. Автоматизация нормирования и прогнозирования расхода дизельного топлива тепловозов на тягу поездов // Труды МИИТа – 1972. – Вып. 403. – С. 88-104.
93. Костромин А.М. Оптимизация управления локомотивом. – М.: Транспорт. 1979. – 119с.
94. Совершенствование прогнозирования и нормирования расхода электроэнергии и топлива локомотивами на выполнение перевозочной работы / Володин А.И., Хуторянский Н.И. // Пробл.соверш. системы тяг. электроснабж. подвиж. состава ж.д. – М., 1988. – С. 40-46.
95. Болтянский В.З., Кудрявцев Я.Б. Прогнозирование затрат энергоресурсов на тягу поездов // Вестник ВНИИЖТа – 1983. - №5. – С. 12-14.
96. Кудрявцев Я.Б., Болтянский В.З. Имитационное и аналитическое моделирование эксплуатационных и тягово-энергетических показателей движения поездов // Вестник ВНИИЖТа – 1981. - №8. – С. 17-21.
97. Кудрявцев Я.Б. Максимальные скорости и тягово-энергетические показатели движения // Железнодорожный транспорт – 1976. - №12. – С. 42-47.
98. Корнев Н.Н., Фудрянский Н.А. Топливная экономичность тепловозов в эксплуатации – М.: Транспорт, 1974. – 55с.
99. Корнев Н.Н., Стромский О расчете расхода топлива тепловозами // Вестник ВНИИЖТа – 1979. - №7. -С.27-30.
100. Тулупов Л.П. Метод прогнозирования количественных показателей в оперативном управлении // Вестник ВНИИЖТа – 1973. - №1. – С. 59-61.

101. Палей Д.А., Виноградова Т.В. Краткосрочное прогнозирование // Вестник ВНИИЖТа – 1977. -№3. – С.4-6.
102. Ильин Г.А. О рациональном управлении движением тепловоза // Вопросы механики, теплопередачи и технического ремонта агрегатов подвижного состава и других машин железных дорог // Труды МИИТа – 1979 . – Вып. 627. – С.126-129.
103. Ильин Г.А. Техническое нормирование и прогнозирование // Труды МИИТа – 1979. – Вып. 627. – С. 139-152.
104. Рациональные режимы вождения поездов и испытания локомотивов / Под. ред. С.Н. Осипова – М.: Транспорт, 1984. – 280с.
105. Мугинштейн Л.А., Лисицин А.Л. Нестационарные режимы тяги (Сцепление. Критическая норма массы поезда) – М.: Интекст, 1996. – 176 с.
106. Никифоров Б.Д. Изучение и использование статистических законов // Железнодорожный транспорт – 1976. - №9. -С. 57-61.
107. Медлин Р.Я., Бакланов А.А. Использование статистической информации для нормирования и анализа удельных расходов электрической энергии на тягу поездов // Тезисы науч.-техн. конф. кафедр ОмИИТа – Омск. – 1984. -С. 84-85.
108. Медлин Р.Я., Сидорова Е.А. Выявление главных факторов определяющих величину удельных расходов электрической энергии за поездку // Актуальные проблемы экономии электрической энергии и топлива на железнодорожном транспорте: Тез. докл. на Всес. науч.-техн. конф. – МИИТ – 1982. – С. 9-12.
109. Исаев И.П., Петраковский С.Г. Экономия топлива на тепловозах в условиях Заполярья // Железнодорожный транспорт – 1978. - №2. – С. 44-47 .
110. Колотий А.Н. Топливу и электроэнергию – строгий учет // Электровозная и тепловозная тяга – 1981. - №2. – С. 16-18.
111. Колотий А.Н., Мурзин Л.Г. Экономия энергоресурсов – важнейшая народнохозяйственная задача // Электровозная и тепловозная тяга – 1976. – №4. – С.10-13.
112. Коссов Е.Е., Поварков И.Л. Исследование соответствия некоторых характеристик локомотивов его тяговым возможностям // Вестник ВНИИЖТа – 1985. - №3. – С. 23-28.
113. Правила технического обслуживания и текущего ремонта тепловозов типа ТЭЗ и ТЭ10: ЦТ/4410 – М.: Транспорт, 1988 – 256с.
114. Показатели оценки теплотехнического состояния тепловозов в условиях эксплуатации (из опыта работы службы локомотивного хозяйства Северной железной дороги). Информационный листок. - Ярославль: ДЦНТИП, 1984 - №Т40(930)-12737 – 4с.
115. Коссов Е.Е., Поварков И.Л. Исследование соответствия некоторых характеристик дизелей с высоким наддувом требованиям тепловозной тяги // Вестник ВНИИЖТа – 1975. - №3. – С. 23-28.
116. Тартаковский Э.Д. Основы автоматизации технического обслуживания. Учебное пособие - Харьков: ХИИТ – 1987. – 45с.

117. Просвиров Ю.Е. Проблемы совершенствования системы диагностики тепловозных дизелей - Самара: СамИИТ, 1999. - 48с.
118. Ведрученко В.Р. Топливоиспользование в тепловозных дизелях. Системные методы исследований: Учеб. пособие / Омский ин-т инж. ж-д транспорта, 1990. – 89с.
119. Работа дизелей в условиях эксплуатации: Справочник / А.К. Костин, Б.П. Пугачев, Ю.Ю. Кочнов; Под общ. редакц. А.К. Костина – Л.: Машиностроение. Ленинград. отд. – 1989. - 284с.
120. Основы теории обработки результатов измерений: Учебное пособие. – М.: Изд. стандартов, 1991. – 476с.
121. Налимов В.В. Теория эксперимента – М.: Наука, 1971. – 208с.
122. Математическая статистика / Под ред. А.М. Длина. – М.: Высш. шк., 1975. – 398с.
123. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Прикладные задачи теории вероятностей. – М.: Радио и связь, 1983. – 416с.
124. Вентцель Е.С. Теория вероятностей – М.: Наука, 1969 – 576с.
125. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения – М.: Наука / Гл. ред. физ.-мат. лит., 1991 – 384с.
126. Гмурман В.С. Теория вероятностей и математическая статистика – 4-е изд. – М.: Высш. шк., 1972. – 368с.
127. Венецкий Н.Г., Кильдишев Г.С. Теория вероятностей и математическая статистика. Учебное пособие – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Статистика, 1975. – 264с.
128. Джонсон Н., Лион Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. т.1. Методы обработки данных. – М.: Мир, 1980 – 486с.
129. Зак Л. Статистическое оценивание – М.: Статистика, 1976. – 598с.
130. Шторм Р. Теория вероятностей. Математическая статистика. Статистический контроль качества – М.: Мир, 1970. – 386с.
131. Бендат Дж., Пирсол А. Применение корреляционного и спектрального анализа. Пер. с англ. – М.: Мир, 1983. – 312с.
132. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ: в 2-х кн. Кн. 2.: Пер. с англ. – М.: Финансы и статистика, 1987. – 351с.
133. Езекисл М., Фокс К. Методы анализа корреляции и регрессии – М.: Статистика, 1966, - 406с.
134. Мостеллер Ф., Тьюки Дж. Анализ данных и регрессия: В 2-х вып. Вып.1:Пер. с англ. Благовещенского Ю.Н. Под ред.Адлера Ю.П. – М.: Финансы и статистика, 1982. – 317 с.
135. Демидович Б.П., Марон И.А., Шувалова Э.З. Численные методы анализа – М.: Наука, 1967. – 368 с.
136. Феоктистов В.П., Сидорова Н.Н., Обухов В.П. Повышение эффективности системы нормирования энергозатрат на тягу поездов в локомотивном депо // Ж.-д. трансп. Сер. «Локомотивы и локомотивное хозяйство. Ремонт локомотивов». ОН/ЦНИИТЭИ – 1999. – вып. 3. – С. 10-15.
137. Феоктистов В.П., Петраковский С.С. Сидорова Н.Н. Управление энергосбережением в тяге поездов путем нормирования удельных

энергозатрат // Ж.-д. трансп. Сер. «Локомотивы и локомотивное хозяйство. Ремонт локомотивов». ОН/ЦНИИТЭИ – 1999. – вып. 3. – С. 16-23.

138. Обухов В.П. Использование оперативного тягового расчета в системе нормирования энергозатрат в локомотивном депо // Ж.-д. трансп. Сер. «Локомотивы и локомотивное хозяйство. Ремонт локомотивов». ОН/ЦНИИТЭИ – 2001. – вып. 4. – С. 37-43.

139. Мугинштейн Л.А., Лохач А.В. О нормировании и анализе расхода топливно-энергетических ресурсов в депо // Локомотив. – 2002. - №3 . – С. 35-37.

140. Киселев В.И., Феоктистов В.П. Применение балансных методов для анализа энергосбережения в тяге поездов // Ж.-д. трансп. «Локомотивы и локомотивное хозяйство. Ремонт локомотивов». ОН/ЦНИИТЭИ – 2000. – вып. 2. – С. 14-26.

141. Межвуз. темат. сб. науч. тр. Исследование тягово-энергетических показателей электроподвижного состава. – Омск : ОМИИТ. – 1981. С. 99-105.

142. Володин А.И., Хуторянский Н.М. Совершенствование прогнозирования и нормирования расхода электроэнергии и топлива локомотивами на выполнение перевозочной работы // Пробл. соверш. системы электроснабж. подвиж. состава ж.д. – М., 1988. – С. 40-46.

143. Пателюк Г.Н. Методика нормирования расхода энергии локомотивами на тягу поездов // Комплексная оценка и направления интенсификации перевозок на дорогах Сибири : Межвуз. темат. сб. науч. тр. / ОМИИТ, 1986. – С. 95 – 104.

144. Медлин Р.Я., Сидорова Е.А. Нормирование расхода энергоресурсов // «ЭТТ» - 1989. – № 3.- С.35-39.

145. Федорец В.А. О функциональном мультипликативном подобии при моделировании энергоресурсов на тягу поездов // Межвуз. темат. сб. науч. тр. : Пути повышения надежности и экономичности тепловозов – Днепропетровск. : ДИИТ. – 1987. – С. 66 – 69.

146. Прикладная статистика. Основы эконометрики : Учебник для вузов : В 2 т. 2-е изд. испр. – Т. 2 : Айвазян С.А. Основы эконометрики. – М. : ЮНИТИ-ДАНА. 2001. – 432 с.

147. Развитие локомотивной тяги / Н.А.Фуфрянский, А.С.Нестрахов и др.; Под ред. Н.А.Фуфрянского и А.Н.Бевзенко. – М. : Транспорт, 1982, 303 с .

148. Фофанов Г.А., Григорович Д.Н. Компьютерная система для испытаний тепловозов и тепловозных дизелей // Вестник ВНИИЖТ, 1997, - №3. С. 14-16.

149. Правила тяговых расчетов для поездной работы. – М. : Транспорт , 1985. – 287 с.

150. Беллман Р. Динамическое программирование – М. : ИЛ. – 1969. – 400 с.

151. Дашкевич А.Б. Рациональное использование электрической энергии на тягу поездов. М. : Транспорт. 1968.- 128с.

152. Стромский П.П. Влияние различных факторов на удельный расход энергии на тягу поездов // Вестник ВНИИЖТа №2, 1981 – С. 7-10.
153. Ильин Е.И., Голованов В.П. и др. Влияние особенностей климата Казахстана на экономичность тепловозов в эксплуатации // Труды ВНИТИ, Коломна, 1988, Вып. 68, -С. 119 – 128.
154. Инструкция по техническому нормированию расхода электрической энергии и топлива тепловозами на тягу поездов (ЦТ 2564) – М. : Транспорт, 1968. – 48 с.
155. Бакаев О.О., Кулік В.В., Славов М.А. Транспортна галузь у системі кругообігу національної економіки // Зал. транспорт України – 2002. - №2. – С.2-10.
156. Лашко А.Д., Сергієчко М.І. Енергозбереження на залізничному транспорті України // Зал. транспорт України – 2001. - №4. – С.7-11.
157. Моніторинг показників основної діяльності підприємств залізничного транспорту України (1991-2000рр.) / Наук. кер. Ю.М.Цветов, М.В.Макаренко – К. : ВАТ „УКТП – Центр”, 2001. – 163 с.
158. РТМ – 24.040.62-81. Тепловозы. Правила определения значений параметров тепловозов – М. : Минтяжтрансаш. 1981. -24с.
159. Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Финансы и статистика, 1981. – 263 с.
160. Налимов В.В. Применение математической статистики при анализе веществ – М. : Физматгиз, 1960 – 430 с.
161. Статистические методы обработки эмпирических данных – М. : Из-во стандартов, 1978 – 230 с.
162. Тартаковский Э.Д., Ефименко В.И., Бабанин А.Б., Дробаха В.И. Развитие Математических моделей технологии обслуживания и ремонта локомотивов // Совершенствование конструкции, технологии эксплуатации и ремонта подвижного состава / Межвуз. сб. науч. тр. – Харьков, ХИИТ – 1987 . – Вып. 2 – С.65-70.
163. Патент РФ №2149363 от 5.08.1998. Устройство для контроля измерения уровня жидкости в резервуаре. - 4с.
164. Балабин В.И. Домагацкий В.В. Существующие системы измерения расхода топлива // Локомотив – 2003, -№2. – С. 38-41.
165. Определение и индикация уровня дизельного топлива // Железные дороги мира – 2001. - №3. - С. 48 – 50.
166. Ермаков А.Е., Ермакова О.П., Карелин Б.В., Демьяшкин В.А. Счетчики расхода топлива тепловозами // Транспорт: наука, техника, управление – 2002. - №8. – С.29.