

Міністерство освіти і науки України

Український державний університет залізничного транспорту

На правах рукопису



СИРОТЕНКО ЮРІЙ ВАЛЕНТИНОВИЧ

УДК 629.424.14.004

УДОСКОНАЛЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК МАНЕВРОВИХ  
ТЕПЛОВОЗІВ З АДАПТАЦІЄЮ ДО УМОВ ЇХ  
ЕКСПЛУАТАЦІЇ

05.22.07 – рухомий склад залізниць та тяга поїздів

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних  
наук

Науковий керівник:  
Бабанін Олександр Борисович  
доктор технічних наук, професор

Харків - 2016

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	4
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК МАНЕВРОВИХ ТЕПЛОВОЗІВ ТА ЇХ РОЗВИТОК .....	11
1.1 Огляд досліджень щодо підвищення ефективності маневрових тепловозів .....	11
1.2 Аналіз досліджень з оптимізації характеристик силових установок тепловозів .....	22
1.3 Підвищення тягових якостей маневрових тепловозів за рахунок застосування бустерних unit-модулів .....	34
1.4 Висновки .....	44
РОЗДІЛ 2 МОДЕЛЮВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК МАНЕВРОВИХ ТЕПЛОВОЗІВ З АДАПТАЦІЄЮ ЇХ ДО УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ .....	45
2.1 Визначення експлуатаційних факторів, що впливають на режими роботи тепловозів та їх оцінка .....	45
2.2 Корегування тепловозної характеристики маневрового тепловоза з адаптацією до місця його експлуатації .....	59
2.3 Вибір варіанту тепловозної характеристики маневрового тепловоза на основі аналізу ієрархій .....	73
2.4 Висновки .....	82
РОЗДІЛ 3 ПОКРАЩЕННЯ МАНЕВРОВОЇ РОБОТИ ЗА ДОПОМОГОЮ БУСТЕРНОГО UNIT-МОДУЛЯ .....	83
3.1 Моделювання порівняльних тягових властивостей тепловоза ЧМЕЗ при роботі з бустерним unit-модулем .....	83
3.2 Особливості гіркових операцій, що виконуються маневровими тепловозами .....	97

3.3	Визначення ефективності використання тепловоза ЧМЕЗ з бустерним unit-модулем при виконанні гіркових операцій .....	110	
3.4	Висновки.....	123	
РОЗДІЛ 4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНІ ЗАХОДИ ДЛЯ			
ПОКРАЩЕННЯ РОБОТИ МАНЕВРОВИХ			
ТЕПЛОВОЗІВ .....			124
4.1	Поліпшення перехідних режимів роботи маневрових тепловозів .....	124	
4.2	Покращення роботи дизеля тепловоза ЧМЕЗ за допомогою електронного регулятора .....	133	
4.3	Визначення витрати палива при виконанні гіркових операцій тепловозами ЧМЕЗ і ЧМЕЗ з бустерним unit-модулем .....	140	
4.4	Розрахунок економічного ефекту від впровадження тепловоза ЧМЕЗ з бустерним unit-модулем .....	147	
4.5	Річна економія витрат на паливо від впровадження часткової навантажувальної характеристики .....	162	
4.6	Висновки.....	163	
ВИСНОВКИ .....			164
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....			167
ДОДАТКИ.....			184

## ВСТУП

**Актуальність теми** визначається незадовільним станом з використанням маневрових тепловозів на залізницях України. Сучасна уніфікація експлуатаційних характеристик маневрових тепловозів, які працюють на залізницях України у зв'язку із подовженням терміну служби та старінням їх вузлів і агрегатів, вже не відповідає сучасним вимогам. На даному етапі широкий діапазон маневрових операцій пред'являє до маневрового тепловоза різні, іноді суперечливі вимоги. Одні з них потребують урахування домінуючого впливу на параметри потужності маневрових тепловозів за видом роботи, яка цими локомотивами виконується. Інші, при виборі цих характеристик, вимагають ураховувати максимальну масу поїздів, що розформовуються, а треті вважають головним для такого вибору ступінь завантаженості локомотива. Але в загальній постановці завдання усі вони воєдино сходяться, що для виконання всього діапазону маневрових робіт необхідно враховувати їх особисту індивідуальність для кожного місця експлуатації маневрового локомотива. Виходячи з цього постає науково-практичне завдання з вибору оптимальних характеристик маневрового тепловоза з адаптацією до місця їх експлуатації. Таким чином представлена дисертаційна робота є актуальною

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконувалася відповідно до Комплексної програми оновлення залізничного рухомого складу України на 2008-2020 роки, яка затверджена Наказом Міністерства транспорту та зв'язку №1259 від 14 жовтня 2008р., стратегії розвитку залізничного транспорту на період до 2020р., що схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2009р. №1555-р. та у відповідності з планами науково-дослідних робіт на замовлення Укрзалізниці по темах: "Розробка проекту "Технології інформаційної

взаємодії лінійного рівня залізниці та Укрзалізниці в частині інформації про технічний стан і паспортні дані” (ДР №0110U000210), "Дослідження та визначення оптимального набору параметрів, режимів їх отримання і обробки для відображення технічного стану локомотивів з метою забезпечення побудови автоматизованої системи їх діагностування і організації ремонту та пробігу” (ДР №0108U007035), "Прогнозування характеристик маневрових, магістральних тепловозів та дизель-поїздів з урахуванням життєвого циклу" (ДР №0105U000899), де автор був співвиконавцем.

**Мета і задачі дослідження.** Метою даної дисертаційної роботи є удосконалення характеристик маневрових тепловозів з адаптацією до місця їх експлуатації. Реалізація цієї мети потребує постановки та вирішення таких основних задач:

- проаналізувати сучасні наукові дослідження щодо покращення характеристик маневрових тепловозів та перспективи їх подальшого розвитку;
- проаналізувати існуючі технології використання маневрових тепловозів, визначити характерні експлуатаційні фактори та отримати їх числові характеристики з апроксимацією відповідними законами розподілу;
- на основі параметричної апроксимації характеристики дизеля тепловоза ЧМЕЗ отримати вирази питомих витрат палива в залежності від потужності з їх чисельними значеннями;
- на основі геометричної інтерпретації та оптимізації параметрів за універсальною трьохпараметровою характеристикою дизеля К6S310DR тепловоза ЧМЕЗ розробити математичну модель та отримати чисельні критерії для корегування рівня його тепловозної характеристики, з урахуванням особливостей місця експлуатації;
- на основі використання отриманих результатів оптимізаційних розрахунків формалізувати задачу вибору варіантів тепловозної характеристики за допомогою теорії прийняття рішень;

- виконати моделювання порівняння тягових властивостей тепловоза ЧМЕЗ з бустерним unit-модулем щодо збільшення дотичної сили тяги на розгінних позиціях контролера машиніста;

- запропонувати та обґрунтувати пропозиції щодо застосування на маневровому тепловозі навантажувальної характеристики на часткових режимах і розробити шляхи її реалізації;

- визначити та оцінити ефективність запропонованих заходів.

*Об'єкт дослідження* – процес експлуатації маневрових тепловозів.

*Предмет дослідження* – методи і технології, які спрямовані на покращення експлуатаційних характеристик маневрових тепловозів.

**Методи дослідження.** У роботі для оцінки статистичних показників використання маневрових тепловозів застосовувались методи математичної статистики, теорії ймовірності та системного аналізу. Для оптимізаційних розрахунків тягової характеристики використовувались методи математичного аналізу та теорії прийняття рішень. Достовірність наукових результатів роботи підтверджується задовільною збіжністю розрахункових і експериментальних даних (з погрішністю менше 1%), що зумовлено відповідністю прийнятих припущень та характером поставлених задач, які вирішувалися за допомогою прикладного програмного забезпечення.

**Наукова новизна одержаних результатів.** У дисертаційній роботі надано теоретичне обґрунтування удосконалення характеристик маневрових тепловозів з адаптацією до місця їх експлуатації.

При цьому вперше:

- сформовано динамічну оптимізаційну модель на основі параметричної апроксимації трьохпараметрової характеристики дизеля тепловоза ЧМЕЗ. Наступний підхід, на відміну від існуючого, дозволив отримати значення питомих витрат палива в залежності від

потужності  $b_e = f(N_e, a_0, a_1, a_2)$ , де  $a_0, a_1$  і  $a_2$  - параметри, які залежать від номера позиції контролера машиніста. Запропонована математична модель стала підставою для подальшого корегування тепловозної характеристики з адаптацією маневрового тепловоза до умов його експлуатації;

- створена математична модель тепловозної характеристики, на основі якої визначений комплексний оптимізаційний критерій, що дозволяє корегувати на кожній позиції рівень потужності. На підставі цього отримані нові математичні залежності, в основу яких покладений коригувальний множник і запропоновані емпіричні коефіцієнти, що дозволяють визначати потрібну потужність по позиціям для кожного виду роботи, яка виконується маневровим тепловозом;

- формалізовано метод моделювання тягових властивостей маневрового тепловоза ЧМЕЗ з бустерним unit-модулем, який відрізняється від існуючих отриманням апроксимаційних залежностей із електромеханічних характеристик тягового електродвигуна тепловоза ЧМЕЗ і розрахунком порівняльних значень дотичної сили тяги за нормативною зовнішньою характеристикою для чотирьох розгінних позицій контролера машиніста.

Доопрацьовано:

- гнучку технологію застосування на маневровому тепловозі часткової навантажувальної характеристики на проміжних позиціях контролера машиніста, яка дає змогу, при виконанні окремих маневрових операцій, підвищити його продуктивність і економічність.

Дістало подальшого розвитку:

- технологія застосування бустерного unit-модуля з адаптацією маневрового тепловоза до умов виконання гіркових операцій та підвищення маси поїздів, що обробляються.

**Практичне значення одержаних результатів.** Розроблений комплекс моделей дозволяє здійснювати процедуру управління роботою маневрових тепловозів, раціонально організувати їх експлуатацію та привести її у відповідність сучасним вимогам, за рахунок покращення експлуатаційних характеристик і підвищення продуктивності використання.

На основі створених математичних моделей визначені залежності швидкості та шляху розгону маневрового складу в залежності від реальних експлуатаційних властивостей маневрового тепловоза. Виходячи з цього створені номограми, що містять усі необхідні дані для визначення характерних параметрів маневрових операцій, які покладені в основу режимних карт для локомотивних бригад. Основні практичні результати і розроблені наукові підходи щодо удосконалення характеристик маневрових тепловозів з адаптацією до місця їх експлуатації використані і впроваджені на дослідних тепловозах локомотивних депо Харків-Сортувальний і станції Основа Південної залізниці.

Впровадження положень дисертаційної роботи дозволило покращити умови роботи маневрових тепловозів, а також отримати стабільну економію 0,3% дизельного палива.

Матеріали дисертації впроваджені також в навчальний процес Українського державного університету залізничного транспорту при вивченні дисциплін "Основи експлуатації локомотивів", "Локомотивні енергетичні установки" та при проведенні учбово-дослідних робіт студентів і магістрів.

Практичне впровадження результатів роботи підтверджується відповідними документами та патентом на корисну модель, які наведено у додатках до роботи.

**Особистий внесок здобувача.** Усі результати роботи отримані особисто автором. Всі дослідження проводились в Українському



державному університеті залізничного транспорту. У статтях, що опубліковані у співавторстві автору у наступних працях належить:

- у [9] наведена експериментальна розробка часткової навантажувальної характеристики на маневрових тепловозах та висвітлені результати їх дослідної експлуатації;

- у [10] зроблена постановка задачі дослідження та виконана інтерпретація отриманих результатів щодо визначення власних значень головних компонентів за факторами, які впливають на продуктивність маневрових тепловозів;

- у [12] на основі аналізу умов виконання тепловозами маневрової роботи класифіковані основні вимоги та розроблені номограми для розрахунку характерних її етапів;

- у [13] запропоновані критерії, на основі яких здійснюється вибір характеристик маневрових тепловозів з урахуванням перехідних процесів та особливостей конкретних умов експлуатації;

- у [14] виконані порівняльні тягові розрахунки тепловозів ЧМЕЗ і ЧМЕЗП з бустерним unit-модулем при виконанні важкої маневрової роботи;

- у [71] виконано моделювання та розраховані залежності коефіцієнтів використання від потужності, яка реалізовується маневровими тепловозами за зміну роботи на різних станціях;

- у [119] виконано нормування експлуатаційних характеристик маневрових тепловозів;

- у [120] запропоновано метод на основі теорії корисності для моделювання тягово-енергетичних показників маневрових тепловозів;

- у патенті [147] автору належить розробка процедури з визначення експлуатаційних режимів маневрових і промислових тепловозів.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення дисертації доповідалися, обговорювалися та ухвалено на: 74-й міжнародній науково-технічній конференції УкрДАЗТ (Харків, 2012р.);

XXIII Міжнародній науково-технічній конференції "Проблеми розвитку рельсового транспорту" (Крим, 2013 р.); науково-практичній конференції студентів та молодих вчених "Логістичне управління та безпека руху на транспорті" (Сєверодонецьк, 2014); міжнародній науково-технічній конференції "Нові технології, обладнання, матеріали в будівництві і на транспорті" (Харків, 2014), международной научно-практической конференции "Логистическое управление и безопасность движения на транспорте" (Лозовая, 2015).

Дисертацію в повному обсязі розглянуто та схвалено на розширеному засіданні кафедри "Експлуатація та ремонт рухомого складу" (ЕРРС) УкрДУЗТ із членами спеціалізованої вченої ради Д64.820.04, та на науковому семінарі кафедри "Електричний транспорт" Харківського національного університету міського господарства.

**Публікації.** Відповідно до теми дисертації опубліковано 18 наукових праць, у тому числі 11 наукових статей (чотири з них без співавторів) у фахових виданнях, що затверджені МОН України, з яких 1 стаття у журналі, що включений до міжнародної наукометричної бази, 5 тез доповідей на науково-технічних конференціях, 1 патент на корисну модель та 1 додаткова праця.

**Структура і обсяг роботи.** Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

Повний обсяг дисертації складає 214 сторінок, з яких обсяг основного тексту 156 сторінок. Робота ілюстрована 57 рисунками, з них 4 на окремих сторінках, наведено 30 таблиць, з них 7 на окремих сторінках, список використаних джерел із 148 найменувань на 17 сторінках і 5 додатків на 30 сторінках.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абрамов, С.Н. Усредненный режим работы маневровых тепловозов [Текст] / С.Н.Абрамов // Электрическая и тепловозная тяга. - №9. - 1989. - С.36-37.
2. Азаренко, В.А. Электронный регулятор дизеля тепловоза ЧМЭЗ [Текст] / В.А.Азаренко, И.П.Аникеев, А.Н.Кирьянов // Локомотив. - 2002. - № 3. - С.22-25.
3. Акулиничев, В.М. Организация перевозок на промышленном транспорте [Текст] / Акулиничев В.М. - М.: Высш. шк., 1983. - 247с.
4. Акулиничев, В.М. Система организации вагонопотоков на сортировочных станциях [Текст] / В.М.Акулиничев.- М.: Транспорт 1967. – 267с.
5. Амелин, В.П. Выбор типа маневрового локомотива для работы на вытяжных путях станции [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / В.П.Амелин. – М., 1973. – 186с.
6. Англо-французско-немецко-русский словарь аббревиатур, используемых в Организации сотрудничества железных дорог (ОСЖД) [Текст]. – Варшава, 2007.
7. Анфилатов, В.С. Системный анализ в управлении [Текст] / В.С.Анфилатов, А.А.Емельянов, А.А.Кукушкин. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 368с.
8. Астахов, П.Н. Сопротивление движению железнодорожного подвижного состава [Текст] / П.Н.Астахов // Тр. ЦНИИ МПС. - Вып.311. - 1966. – 116с.
9. Бабанин, А.Б. Улучшение переходных режимов работы маневровых тепловозов на промежуточных позициях [Текст] / А.Б.Бабанин, Ю.В.Сиротенко, И.В.Мымриков // Локомотив-информ. - №5-6. – 2009. – С.4-8.

10. Бабанін, О.Б. Визначення вагомості факторів, що впливають на режим роботи маневрових тепловозів [Текст] / О.Б.Бабанін, Ю.В.Сиротенко // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2007. – Вип. 81. – С. 59-66.

11. Бабанін, О.Б. Наукові основи вдосконалення технології контролю, діагностування та матеріально-технічного забезпечення при технічному обслуговуванні локомотивів [Текст] : дис. ... д-ра техн. наук / О.Б.Бабанін. – Харків, 2001. – 288с.

12. Бабанін, О.Б. Оцінка ефективності маневрових тепловозів [Текст] / О.Б.Бабанін, Ю.В.Сиротенко, А.І.Марцун // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. – Вип. 96. – С. 98-103.

13. Бабанін, О.Б. Оцінка критеріїв для формування характеристик маневрових тепловозів [Текст] / О.Б.Бабанін, Ю.В.Сиротенко // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 122. – С.60-65.

14. Бабанін, О.Б. Покращення характеристик тепловозів ЧМЕЗП для виконання важкої маневрової роботи [Текст] / О.Б.Бабанін, Ю.В.Сиротенко, Є.О.Тимошенко // // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – Вип. 134. – С.79-84.

15. Бабичков, А.М. Тяга поездов и тяговые расчеты [Текст] / А.М.Бабичков, П.А.Гурский, А.П.Новиков - М.: Транспорт, 1971. – 346с.

16. Бабков, Ю.В. Два дизеля для тепловоза ЧМЭЗ [Текст] / Ю.В.Бабков, И.В.Сазонов, В.Ю.Гусев, В.Л.Сергеев // Локомотив. – 2010. - №1. – С.37-39.

17. Баранов, Н.А. Особенности процесса разгона двухтактного дизеля с газотурбинным наддувом [Текст] / Н.А.Баранов // Двигатели внутреннего сгорания. М.: НИИинформтяжмаш, 1965. - № 10 – Вып. 655. - С.49-56.

18. Белан, А.П. Оптимальные режимы эксплуатации промышленных тепловозов [Текст] / А.П.Белан // Промышленный транспорт. - 1984. - № 12. - С.18-21.

19. Белостоцкий, А.М. К расчету переходных процессов четырехтактных двигателей внутреннего сгорания с импульсным газотурбинным наддувом [Текст] / А.М.Белостоцкий // Труды МИИТ. - 1966. - Вып. 251. - С.222-232.

20. Белостоцкий, А.М. Расчет на ЦВМ оптимальных переходных процессов комбинированных двигателей методом динамического программирования [Текст] / А.М.Белостоцкий // Изв. вузов. - М.: Машиностроение, 1967. - № 12. - С.130-133.

21. Бирюкова, Л.Г. Теория вероятностей и математическая статистика [Текст] / Л.Г.Бирюкова, Г.И.Бобрик. – М.: ИНФРА-М, 2004. – 287с.

22. Бобровский, В.И. Совершенствование имитационной модели процесса надвига и роспуска составов на сортировочных горках [Текст] / В.И.Бобровский, Е.Б.Демченко // Транспортні системи та технології перевезень: зб. наук. праць ДНУЗТ. - 2012. - Вип. 3. - С. 5-9.

23. Болжеларський, Я.В. Досвід і проблеми нормування палива на маневрову роботу в умовах Львівської залізниці [Текст] / Я.В.Болжеларський, О.М.Гончаров // Залізничний транспорт України. - 2007. - № 2. - С.71-72.

24. Болховитинов, Г.Ф. Нагрузочные и экономические характеристики дизеля тепловоза ТЭЗ в эксплуатационных условиях [Текст] / Г.Ф.Болховитинов, Н.В.Щетинин, Л.Н.Белоконев, М.Н.Городецкий // Труды МИИТ. – 1961. – Вып.138. – С.5-12.

25. Болховитинов, Г.Ф. Результаты определения нагрузочных режимов дизеля тепловоза ТЭ2 в поездных условиях [Текст] / Г.Ф.Болховитинов // Труды МИИТ. – 1961. – Вып.138. – С.13-19.

26. Болховитинов, Г.Ф. Эксплуатационные режимы работы дизелей маневровых тепловозов [Текст] / Г.Ф.Болховитинов, А.М.Белостоцкий // Железнодорожный транспорт. - 1986. - №12. - С.45-48.

27. Бончук, Ю.А. Выбор оптимальных нагрузочных характеристик тепловозных дизель-генераторов 10Д100 в эксплуатации [Текст] / Ю.А.Бончук // Оптимизация управления и совершенствование узлов локомотивов. – Сб. статей. – Гомель. – 1977. – Вып.156. – С.56-59.

28. Боровой, Н.Е. Влияние веса поездов на объем маневровой работы [Текст] / Н.Е.Боровой // ТрудыМИИТ.: Трансжелдориздат, 1962. Вып.137. – 384с.

29. Боровой, Н.Е. Техничко-экономическая оценка методов сортировки вагонов на вытяжных путях [Текст] / Н.Е.Боровой // Труды МИИТ.: Трансжелдориздат, 1967. - Вып.113. – 186с.

30. Боцманов, Б.В. Нормирование маневровой работы на вытяжках [Текст] / Б.В.Боцманов. – М.: Трансжелдориздат, 1948. – 176с.

31. Васильев, В.Н. Эксплуатационная экономичность тепловозных дизелей с учетом переходных процессов [Текст] / В.Н.Васильев // Труды МИИТ. - М.: Транспорт, 1978. - Вып. 611. - С.27-34.

32. Васильев, И.И. Графики и расчеты по организации железнодорожных перевозок [Текст] / И.И.Васильев. – М.: Трансжелдориздат, 1941. – 312с.

33. Верегин, Ю.А. Схема соединения тяговых электродвигателей и тяговые свойства локомотива [Текст] / Ю.А.Верегин, Ю.М.Перегудов // Труды ВНИТИ. – 1974. - №40. – С.56-71.

34. Витвинский, В.Е. Эффективность использования дизелей типа Д49 на промышленных тепловозах [Текст] / В.Е.Витвинский, Н.Г.Касьян // Двигателестроение. – 1984. - №4. – С.42-47.

35. Володин, А.И. Локомотивные энергетические установки [Текст] / А.И.Володин, В.З.Зюбанов, В.Д.Кузьмич. – М.: ИПК "Желдориздат", 2002. – 718с.

36. Володин, А.И. Моделирование на ЭВМ работы тепловозных дизелей [Текст] / А.И.Володин. - М.: Транспорт, 1985. - 216с.

37. Володин, А.И. Пути совершенствования основных характеристик и эксплуатационных качеств дизелей магистральных тепловозов [Текст] : дис. ... д-ра техн. наук / А.И.Володин. - М., 1969. – 424с.

38. Володин, А.И. Топливная экономичность силовых установок тепловозов [Текст] / А.И.Володин, Г.А.Фофанов. – М.: Транспорт, 1979. - 126с.

39. Володин, А.И. Экономия топлива на тепловозах [Текст] / А.И.Володин, Г.А.Фофанов. - М.: Трансжелдориздат, 1962. – 186с.

40. Воронянский, М.П. Тягові елементи маневрової роботи [Текст] / М.П.Воронянський. – Київ: ВУАН, 1933. – 192с.

41. Гаккель, Я.М. Первый мощный тепловоз, построенный в Ленинграде в 1924году [Текст] / Я.М.Гаккель // Электричество. - 1925. - № 1. – С.7.

42. Гвелесиани, В. Улучшение работы сортировочной станции Belt Railway (Чикаго, США) благодаря модернизации маневровых локомотивов системой управления NEXSYS [Текст] / Гвелесиани В., Томас Б., К.Назаренко // Локомотив-информ. – 2011. - №3. –С.50-54.

43. Гиттис, В.Б. Влияние неустановившегося режима на некоторые показатели ДВС [Текст] / В.Б.Гиттис // Сгорание и смесеобразование в дизелях. - М.: Изд-во АН СССР, 1960. - 290с.

44. Глаголев, Н.М. Тепловозы [Текст] / Н.М.Глаголев. - М.: Трансжелдориздат, 1948. - 388с.

45. Гончаров, А.Е. Маневровая работа на железнодорожном транспорте [Текст] / А.Е.Гончаров, В.П.Казанцев. - М.: Транспорт, 1978. - 183с.

46. Гончаров, В.П, Условия трогания маневрового состава [Текст] / В.П.Гончаров // Труды ХИИТ. – 1965. - Вып.79. – С.53-56.

47. Гончаров, В.П. Маневровые тяговые характеристики [Текст] / В.П.Гончаров // Труды ХИИТ. – 1970. - Вып.114. – С.15-23.

48. Гончаров, В.П. Оптимальные режимы работы маневровых тепловозов [Текст] / В.П.Гончаров // Труды ХИИТ. – 1967. - Вып.102. – С.26-31.

49. Гончаров, В.П. Сопротивление подвижного состава при трогании с места [Текст] / В.П.Гончаров // Труды ХИИТ. – 1964. - Вып.70. – С.74-82.

50. Гончаров, В.П. Торможение при маневрах [Текст] / В.П.Гончаров // Труды ХИИТ. – 1965. - Вып.79. – С.12-23.

51. Горяинов, В.Б. Математическая статистика [Текст] / В.Б.Горяинов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2008. – 424с.

52. ГОСТ 22339-88 "Тепловозы маневровые и промышленные. Типы и основные параметры" [Текст]. – М.: Госстандарт, 1988. – 48с.

53. Грищенко, С.Г. Запись, накопление и расшифровка параметров локомотивов в эксплуатации [Текст] / С.Г.Грищенко, А.Б.Бабанин // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. - 1997. - №2. - С.40-41.

54. Грунауэр, А.А. Выбор ограничительной характеристики по давлению наддува для транспортных дизелей [Текст] / А.А.Грунауэр, И.Д.Долгих, С.И.Тараканов // Двигатели внутреннего сгорания. – Харьков. – 1981. - Вып. 38. - С.34-57.

55. Грунауэр, А.А. Снижение токсичности и повышение



эксплуатационной экономичности транспортных энергоустановок [Текст] / А.А.Грунауэр. – Харьков.: ХПИ, 1981. - 144с.

56. Данько, М.І. Математичне моделювання витрат палива маневровими локомотивами [Текст] / М.І.Данько, Т.В.Буцько, В.Д.Зонов // Залізничний транспорт України. - 2004. - № 3. - С.29-32.

57. Денисов, А.С. Корректирование ресурса двигателей в зависимости от сочетания эксплуатационных факторов [Текст] / А.С.Денисов // Двигателестроение. – 1984. - №10. – С.30-33.

58. Дробаха, В.И. Автоматизированная система учета эксплуатационного расхода топлива "АСУ БИС-Р" [Текст] / В.И.Дробаха, А.Н.Каплун, И.В.Северин // Локомотив-информ. - 2006. - № 4. - С.40-42.

59. Дружинин, М.М. Повышение эксплуатационной экономичности тепловозов обеспечением оптимальной по расходу топлива генераторной характеристики дизеля [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / М.М.Дружинин. – М., 1975. – 197с.

60. Дубров, А.М. Компонентный анализ и эффективность в экономике [Текст] / А.М.Дубров. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 352с.

61. Енин, В.М. Как работают тепловозы ТЭМ2УМ [Текст] / В.М.Енин, Т.В.Ставров, М.В.Загорский // Локомотив. - 1998. - № 12. - С.32-36.

62. Ерощенко, С.А. Оценка экономичности работы тепловоза при реостатных испытаниях [Текст] / С.А.Ерощенко, В.В.Савенко, А.В.Панчук // Двигатели внутреннего сгорания. – 2008. - №2. – С.88-91.

63. Забелло, М.Л. Маневровая работа на железных дорогах [Текст] / М.Л.Забелло // Труды ЦНИИ. – 1958. - Вып.160. – 326с.

64. Забелло, М.Л. Эксплуатационные требования к маневровым локомотивам [Текст] / М.Л.Забелло // Труды ЦНИИ МПС. – 1963. - Вып. 270. – 261с.

65. Заславский, Е.Г. Обеспечение высокого качества переходных процессов автоматизированного дизель-генератора [Текст] / Е.Г.Заславский, А.С.Эпштейн // Двигатели внутреннего сгорания: Межвед. научн.-техн. сб. – Харьков.: 1982. - Вып. 35. - С.64-66.

66. Зонов, В.Д. Удосконалення нормування витрат палива маневровими тепловозами [Текст] / В.Д.Зонов // Залізничний транспорт України. - 2002. - № 3. - С.18-19.

67. Игин, В.Н. Эксплуатационные испытания тепловоза с электронной системой управления топливоподачей [Текст] / В.Н.Игин, В.А.Марков, В.В.Фурман // Транспортное и энергетическое машиностроение. – 2014. - №4. – С.25-37.

68. Иванов, А.Ю. Устройство тягового агрегата ЧМЭЗБ [Текст] / А.Ю.Иванов, Е.В.Орешкин // Электрическая и тепловозная тяга. - 1988. - № 9. - С.21-25.

69. Иванов, Н.Е. Определение оптимальных условий эксплуатации работы маневровых тепловозов [Текст] / Н.Е Иванов // Труды ДИИТ. -1968. - Вып. 80. – С.56-59.

70. Иоффе, А.Г. Тяговый агрегат люблинских рационализаторов [Текст] / А.Г.Иоффе // Локомотив. - 2002. - № 3. - С.33-34.

71. Каграманян, А.А. Совершенствование технологии диагностирования и экологического контроля маневровых тепловозов [Текст] / А.А.Каграманян, А.Б.Бабанин, Ю.В.Сиротенко // Екологічна безпека. – Кременчук.: КДПУ, 2008. – Вип. 1. – С. 100-111.

72. Казанцев, В.П. Выбор оптимальной мощности маневровых локомотивов на перспективу [Текст] / В.П.Казанцев // Железнодорожный транспорт. – 1966. - №2. – С.36-41.

73. Казанцев, В.П. Маневровая работа на железнодорожном транспорте [Текст] / В.П.Казанцев. - М.: Транспорт, 1978. – 304с.

74. Казанцев, В.П. Некоторые результаты расчетов по выбору оптимальной мощности маневровых локомотивов для работы на вытяжных путях [Текст] / В.П.Казанцев // Труды МИИТ. – 1963. - Вып.246. – С.18-42.

75. Каплан, И.А. Практические занятия по высшей математике [Текст] / И.А. Каплан. – Харьков.: ХГУ, 1967. – 947с.

76. Кирьяков, М.Н. Расчет оптимальной характеристики дизеля [Текст] / М.Н.Кирьяков // Транспорт Урала - 2011. - № 2(29). - С.71-75.

77. Комплексна програма оновлення залізничного рухомого складу України на 2008 - 2020 роки [Текст]. - Київ.: Укрзалізниця, 2009.

78. Корнев, А.Н. Определение тяговых характеристик автономного подвижного состава по его ускорению [Текст] / А.Н.Корнев, М.М.Комарицкий, М.Ю.Носков // Вестник ВНИИЖТ. - 2006. - № 6. - С.27-30.

79. Коссов, Е.Е. Выбор характеристик магистральных и маневровых тепловозов [Текст] / Е.Е.Коссов, В.А.Старовойт // Повышение топливной экономичности тепловозов. – М.: Транспорт, 1991. - Труды ВНИИЖТ. - 238с.

80. Коссов, Е.Е. Исследование соответствия некоторых характеристик дизелей с высоким наддувом требованиям тепловозной тяги [Текст] / Е.Е.Коссов, И.Л.Поварков // ВестникВНИИЖТ. - 1975. - № 3. - С.23–28.

81. Коссов, Е.Е. Оптимизация работы тепловозного дизель-генератора [Текст] / Е.Е.Коссов // Труды МИИТ. - 1982. - Вып. 700. - С.8-22.

82. Коссов, Е.Е. Оптимизация режимов работы тепловозных дизель-генераторов [Текст] / Е.Е.Коссов, С.И.Сухопаров. – М.: ИнТекст, Труды ВНИИЖТ, 1999. – 183с.

83. Коссов, Е.Е. Экспериментальное исследование динамических качеств тепловозного дизель-генератора [Текст] / Е.Е.Коссов // Труды МИИТ. - М.: Транспорт, 1980. - Вып. 663. - С.147-158.

84. Костромин, А.М. Исследование динамики дизель-генераторной установки тепловозов [Текст] / А.М.Костромин // Сб. тр. ЛИИЖТ. – 1971. - №141. – С.157-176.

85. Крутов, В.И. Автоматическое регулирование двигателей внутреннего сгорания [Текст] / В.И.Крутов. - М.: Машиностроение, 1979. - 615с.

86. Крушедольский, А.Г. Корректировка тепловозной характеристики форсированного дизеля магистрального тепловоза [Текст] / А.Г.Крушедольский, Е.В.Гришина // Двигатели внутреннего сгорания. – 2009. - №1. – С.103-106.

87. Кудряш, А.П. Надежность и рабочий процесс транспортного дизеля [Текст] / А.П.Кудряш. - Киев.: Наукова думка, 1981. - 136с.

88. Кудряш, А.П. Повышение эффективности тепловозных дизель-генераторов в эксплуатации [Текст] / А.П.Кудряш, В.Т.Созаев, Э.Д.Тартаковский // Железнодорожный транспорт. – 1972. - №10. - С. 38-40.

89. Кудряш, А.П. Резервы повышения экономичности тепловозов 2ТЭ10Л [Текст] / А.П.Кудряш, Е.Г.Заславский, Э.Д.Тартаковский. – М.: Транспорт, 1975. – 64с.

90. Кузьмич, В.Д. Теория локомотивной тяги [Текст] / В.Д.Кузьмич, В.С.Руднев. - М.: Изд-во "Маршрут", 2005. – 415с.

91. Кулабухов, А.С. Тяговый агрегат ЧМЭЗБ [Текст] / А.С.Кулабухов, Е.Л.Дубинский, А.Н.Долганов // Электрическая и тепловозная тяга. - 1988. - № 5. - С. 22 - 24.

92. Лабут, А.А. Исследования вопросов эксплуатации и ремонта маневрового тепловоза с гидropередачей [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / А.А.Лабут. – М., 1969. – 167с.

93. Лашко, А.Д. Технічні вимоги до тягового рухомого складу нового покоління [Текст] / А.Д.Лашко, С.Г.Грищенко // Залізничний транспорт України. - 2008. - № 3. - С.11-14.

94. Леонов, И.В. Оптимизация разгона силовых установок с двигателем внутреннего сгорания [Текст] / И.В.Леонов // Двигатели внутреннего сгорания. Харьков, 1982. - № 35. - С.54 - 59.

95. Луков, Н.М. Автоматические системы управления и регулирования тепловозов [Текст] / Н.М.Луков. - М.: Изд-во МИИТа, 1983. - 144с.

96. Макаренко М.В. Краткий справочник показателей эксплуатационной работы железных дорог Украины [Текст] / М.В.Макаренко. – К.: "Юнион-Пресс", 2001. – 154с.

97. Мухутдинов, Г.Н. Резерв повышения к.п.д. тепловоза ТЭЗ [Текст] / Г.Н.Мухутдинов // Тр. ТАШИИТ. – 1970. – Вып.76. – С.8-16.

98. Назаров, Л.С. Маневровые тепловозы [Текст] / Л.С.Назаров. - М.: Транспорт, 1977. – 404с.

99. Никулин, М.Х. Оптимизация систем регулирования и управления тепловозом [Текст] / М.Х.Никулин, И.Л.Шагалов. – М.: Транспорт, 1971. – 192с.

100. Новикова, И.Н. Технические характеристики тепловоза ЧМЭЗ и его модификаций [Текст] / И.Н.Новикова // Локомотив-информ. - 2006. - № 4. - С.18-19.

101. Одинцов, Л.В. Вопросы теории маневровой работы [Текст] / Л.В.Одинцов. - М.: Трансжелдориздат, 1947. – 214с.

102. Остапенко, Г.И. Определение внешней скоростной характеристики по заданному пределу дымности отработанных газов автотракторного дизеля с турбонаддувом [Текст] / Г.И.Остапенко, К.Е.Долганов // Двигателестроение – 1984. - №10. – С.8-10.

103. Перегудов, Ю.М. Работа тепловоза с электрической передачей на пределе по сцеплению [Текст] / Ю.М.Перегудов // Труды ВНИТИ. – 1977. - №45. – С.14-27.

104. Платонов, А.И. Работа вытяжек формирования и сортировочных путей [Текст] / А.И.Платонов. - М.: Трансжелдориздат, 1948. - 342с.

105. Поварков, И.Л. Исследование путей улучшения эксплуатационных качеств тепловозных дизелей с высоким наддувом за счет совершенствования систем автоматического регулирования [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / И.Л.Поварков. – М., 1975. – 174с.

106. Подвижной состав и тяга поездов [Текст]: учеб. / А.П. Третьяков, В.В. Деев, А.А. Перов.: под ред. Деева В.В. - М.: Транспорт, 1979. - 368с.

107. Портнов, Д.А. Быстроходные турбопоршневые двигатели с воспламенением от сжатия [Текст] / Д.А.Портнов. - М.: Машгиз, 1963. - 623с.

108. Протодяконов, М.М. Методы сравнения типов малых станций [Текст] / М.М.Протодяконов // Труды технико-экономического совета НКПС. – 1929. – Вып. 1/93. – 148с.

109. Пушкарев, И.Ф. Контроль и оценка технического состояния тепловозов [Текст] / И.Ф.Пушкарев, С.А.Пахомов. - М.: Транспорт, 1985. – 216с.

110. Рихтер, Н.И. Записка о перестройке станций Николаевской ж.д. [Текст] / Н.И.Рихтер. – СПб, 1902.

111. РТМ 24.040.016-72. Методика определения эффективности маневровых и промышленных тепловозов [Текст]. М.: Министерство

тяжелого, энергетического и транспортного машиностроения, 1972. – 194с.

112. Саати, Т. Аналитическое планирование. Организация систем [Текст] / Т. Саати, К. Кернс. – М.: Радио и связь, 1991. – 224с.

113. Сергеев, В.Л. Знакомьтесь: маневровый аккумуляторный локомотив ЛАМ-01 [Текст] / В.Л.Сергеев, И.А.Шаркин // Локомотив. - 2003. - № 10. - С.39.

114. Симсон, А.Э. Газотурбинный наддув дизелей [Текст] / А.Э.Симсон. - М.: Машиностроение, 1964. – 186с.

115. Симсон, А.Э. Испытания тепловозных и судовых дизелей типа Д100 [Текст] / А.Э.Симсон, Н.П.Синенко, Ф.М.Маляров. - М.: Машгиз, 1960. – 236с.

116. Сиротенко, Ю.В. Застосування інтегральних методів контролю при випробуваннях маневрових тепловозів ЧМЕЗ [Текст] / Ю.В.Сиротенко // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – Вип. 108. – С. 19-24.

117. Сиротенко, Ю.В. Критерії безпечних режимів навантаження силової установки маневрових тепловозів ЧМЕЗ. [Текст] / Ю.В.Сиротенко // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ. – 2007. – Вип. 82. – С. 110-115.

118. Сиротенко, Ю.В. Моделювання тягово-енергетичних показників маневрового тепловоза при виконанні гіркової роботи [Текст] / Ю.В.Сиротенко // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. – Вип. 99. – С.38-46.

119. Сиротенко, Ю.В. Нормування експлуатаційних характеристик маневрових тепловозів за допомогою переносного автоматизованого комплексу [Текст] / Ю.В.Сиротенко, Р.В.Турчинов, С.А.Змій // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 127. – С.79-83.

120. Сиротенко, Ю.В. Оцінка якості системи передачі інформації про технічний стан вузлів маневрових тепловозів на основі теорії корисності [Текст] / Ю.В.Сиротенко, К.П.Гоменюк // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – Вип. 94. – С. 93-100.

121. Сиротенко, Ю.В. Визначення потужності маневрового тепловоза з урахуванням місця його експлуатації [Текст] / Ю.В. Сиротенко // Східно-європейський журнал передових технологій. – 2014. - №1. – С. 41-45.

122. Сиротенко, Ю.В. Обґрунтування вибору параметрів маневрових та промислових тепловозів з урахуванням місця експлуатації [Текст] / Ю.В.Сиротенко // Зб. наук. праць УкрДАЗТ: тези доп. 74-ї МНТК, 2012. – Вип. 129. – С. 223.

123. Сиротенко, Ю.В. Совершенствование эксплуатационных режимов маневровых тепловозов с учетом места их работы [Текст] / Ю.В.Сиротенко // Проблемы развития рельсового транспорта: матер. XXIII МНТК. – Крым, 2013. – С. 42-43.

124. Сиротенко, Ю.В. Вдосконалення характеристик маневрових тепловозів з адаптацією до умов експлуатації [Текст] / Ю.В.Сиротенко // Логістичне управління та безпека руху на транспорті: зб. тез НПК студентів та молодих вчених. – Сєвєродонецьк, 2014. – С. 71-74.

125. Сиротенко, Ю.В. Удосконалювання технології настроювання експлуатаційної характеристики маневрових тепловозів з адаптацією до місця роботи [Текст] / Ю.В.Сиротенко // Нові технології, обладнання, матеріали в будівництві і на транспорті: мат. МНТК. – Харків, 2014. – С. 75-76.

126. Струнге, В.Н. Регулирование частоты вращения и мощности дизель-генераторов тепловозов [Текст] / В.Н.Струнге, П.М.Канило. – М.: Транспорт, 1976. – 112с.



127. Тартаковский, Э.Д. Совершенствование технологии технического обслуживания тепловозов [Текст] / Э.Д.Тартаковский, И.И.Бабинский, А.Б.Бабанин // Электрическая и тепловозная тяга. – 1991. - №12. – С.10-13.

128. Тартаковский, Э.Д. Методы оценки жизненного цикла тягового подвижного состава железных дорог / Э.Д.Тартаковский, С.Г.Грищенко, Ю.Е.Калабухин. – Луганск.: Изд-во "Ноулидж", 2011. – 174с.

129. Толщин, В.И. Переходные процессы в дизель-генераторах [Текст] / В.И.Толщин. - Л.: Машиностроение, 1979. - 119с.

130. Уманець, М.Г. Удосконалення методів оцінки ефективності експлуатаційних випробувань тепловозів в умовах локомотивних депо [Текст] : дис канд. техн. наук / М.Г.Уманець. – Харків, 2011. – 112с.

131. Фокин, Н.Н. Проходимость и сцепляемость тепловоза ТЭМ7 в кривых и горках [Текст] / Н.Н.Фокин, И.И.Зеленов, В.Н.Логунов // Труды ВНИТИ. – 1975. - №42. – С.22-35.

132. Фофанов, Г.А. Влияние эксплуатационных факторов на экономичность тепловозного дизеля 10Д100 [Текст] / Г.А.Фофанов, С.И.Силин // Вестник ВНИИЖТ. - 1975. - № 1. - С.24-27.

133. Фофанов, Г.А. Режимы работы тепловозов и пути повышения их топливной экономичности [Текст] / Г.А.Фофанов, Э.А.Пахомов, А.А.Лосев // Вестник ВНИИЖТ. - 1983. - №6. - С.21-25.

134. Фуфрянский, Н.А. Развитие и совершенствование тепловозной тяги [Текст] / Н.А.Фуфрянский, А.Н.Бевзенко. - М.: Транспорт. 1982. - 303с.

135. Халафян, А.А. Statistica 6. Статистический анализ данных [Текст] / А.А.Халафян. – М.: ООО "Бином-Пресс", 2007. – 512с.

136. Хомич, А.З. Оценка эксплуатационной экономичности тепловозного дизеля [Текст] / А.З.Хомич // Двигателестроение. - 1979. - № 7. - С. 47 - 49.

137. Хомич, А.З. Диагностика и регулировка тепловозов [Текст] / А.З.Хомич, С.Г.Жалкин, Э.Д.Тартаковский. - М.: Транспорт, 1977. – 222с.
138. Хомич, А.З. Локомотив: Диагностика, эксплуатация [Текст] / А.З.Хомич, В.Д.Шевчук, С.Д.Тартаковский. - Харьков.: Прапор, 1975. – 112с.
139. Хомич, А.З. Экономия топлива и теплотехническая модернизация тепловозов [Текст] / А.З.Хомич, О.И.Тупицын, А.Э.Симсон. - М.: Транспорт, 1975. - 264с.
140. Циннер, К. Наддув двигателей внутреннего сгорания — Aufladung von Verbrennungsmotoren [Текст] : Перевод с немецкого / Под ред. Н.Н. Иванченко. - Л.: Машиностроение, 1978. - 264с.
141. Шелест, П.А. Тяговые расчеты тепловозов промышленного транспорта [Текст] / П.А.Шелест. - М.: Транспорт, 1972. – 243с.
142. Шпаковский, В.В. Изменение скоростных характеристик дизелей маневровых тепловозов в процессе длительной эксплуатации [Текст] / В.В.Шпаковский // Двигатели внутреннего сгорания. – 2009. - №1. – С.110-112.
143. Штанге, Д.А. Механическая работа паровоза как измеритель его эксплуатационных качеств [Текст] / Д.А.Штанге // Железнодорожное дело. - 1926. - №4. - С.11-18.
144. Щетинин, Н.В. К вопросу о режимах работы тепловозных дизелей в поездных условиях [Текст] / Н.В.Щетинин, Л.Н.Белоконев, М.Н.Городецкий // Труды МИИТ. – 1959. – Вып.112. – С.5-22.
145. Эпштейн, А.С. Переменные режимы работы двигателей с газотурбинным наддувом [Текст] / А.С.Эпштейн. – М.: Машгиз, 1962. – 207с.
146. Эпштейн, А.С. Эксплуатационные режимы тепловозного дизеля 10Д100 [Текст] / А.С.Эпштейн, В.И.Зайончковский // Двигателестроение. - 1985. - № 5. - С.47-49.

147. Патент 85348 Україна, МПК G01M 17/08. Спосіб визначення експлуатаційних режимів маневрових і промислових тепловозів [Текст] / Бабанін О.Б., Сиротенко Ю.В., Турчинов Р.В., Змій С.О., Бульба В.І., Пастух Д.М.: заявник і патентовласник Українська державна академія залізничного транспорту; № U201309276 заявл. 23.07.2013р.; опубл. 11.11.2013р., Бюл. №21.

148. Flinn F., Mizusawa M., Uychara O. and Myers P. An Experimental Determination of the Instantaneous Potential Radiant Heat Transfer within an Operating Diesel Engine. SAE Trans, 1972, №81, SAE Paper 720022.