

Українська державна академія залізничного транспорту

Уманець Микола Григорович

УДК 629.424.3: 621.313.12

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ
ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВИПРОБУВАНЬ ТЕПЛОВОЗІВ В УМОВАХ
ЛОКОМОТИВНИХ ДЕПО**

05.22.07 – рухомий склад залізниць та тяга поїздів

дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Науковий керівник:
Тартаковський Едуард Давидович
доктор технічних наук,
професор.

Харків–2011

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВИПРОБУВАНЬ.....	9
1.1. Види експлуатаційних випробувань тепловозів.....	9
1.2. Методи оцінки ефективності тепловозів при експлуатаційних випробуваннях.....	14
Висновки по розділу 1.....	20
РОЗДІЛ 2. УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОВОЗІВ ПРИ ВИПРОБУВАННЯХ В УМОВАХ ДЕПО.....	21
2.1. Статистичне визначення ефективності тепловозів по даним експлуатації.....	22
2.2. Короткострокове прогнозування ефективності тепловозів.....	37
2.3. Модель оцінки ефективності експлуатаційних випробувань в умовах депо.....	41
Висновки по розділу 2.....	45
РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТЕПЛОВОЗНИХ ДИЗЕЛІВ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ ТЕХНІЧНИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАСОБІВ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ.....	46
3.1. Технічні та технологічні засоби підвищення ефективності тепловозів в експлуатації.....	46
3.2. Ефективність функціонування тепловозних дизелів при впровадженні технічних та технологічних заходів енергозбереження	85
Висновки по розділу 3.....	89

РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВИПРОБУВАНЬ ТА РОЗРАХУНКУ ЕКОЛОГІЧНОЇ СКЛАДОВОЇ.....	91
4.1. Оцінка питомої витрати дизельного палива локомотивів на тягу поїздів.....	91
4.2. Оцінка статистичних властивостей вибіркових даних.....	96
4.3. Статистичний аналіз зміни енергетичної ефективності тепловозів в експлуатації.....	104
4.4. Екологічна складова ефективності тепловозів.....	111
Висновки по розділу 4.....	115
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	116
ДОДАТОК А.....	127
ДОДАТОК Б.....	157

ВСТУП

У загальному "життєвому циклі" технічних систем, що включає в себе проектування, експлуатацію і серійне виробництво, випробуванням приділяється особлива роль. У багатьох випадках виявляється, що велика частина витрат на забезпечення життєвого циклу приходить саме на проведення випробувань. Науковою основою підходу, що розвивається, є теорія випробувань, що у цей час перебуває в стадії свого формування. Вона представляється трьома ще слабо зв'язаними один з одним напрямками. Перший напрямок назвемо статистичним. Він складається з знаходження за дослідними даними границь довірчого інтервалу для показників ефективності систем і їхніх елементів. Другий напрямок у теорії випробувань може бути названий фізико- статистичним. Третій напрямок у теорії випробувань може бути (настільки ж умовно, як і перші два) названо алгебраїчним. Він складається в залученні математичного апарата алгебри матриць і методів багатомірного статистичного аналізу.

Для випробувань та їх оцінки в умовах депо прийемо за основний напрямок – статистичний.

Актуальність теми. Згідно з запропонованим проф. Данько М.І. класифікатором, ресурсозбереження в залізничній галузі включає такі основні ресурси, як паливо-енергетичні, запчастини і витратні матеріали, експлуатаційний ресурс парку рухомого складу та його окремих одиниць та трудові ресурси для забезпечення основної та допоміжної діяльності.

У сучасних умовах важливим напрямком є підвищення ефективності використання паливо-енергетичних ресурсів. Це відповідає програмі розвитку залізничного транспорту України. З урахуванням постійного росту цін на енергоносії потрібно вишукування нових резервів, які дозволили б знизити витрати на паливо з одночасним зниженням токсичності відпрацьованих газів тепловозів. Також це обумовлено великою ступеню зносу тепловозного парку України, але напружена економічна ситуація не

дозволяє в повній мірі поповнювати парк тепловозів, що працюють на залізницях. В цих умовах існують два основних шляхи покращення техніко-економічних та екологічних показників локомотивів:

- модернізація та застосування технічної діагностики;
- застосування хімотологічних заходів (використання ефективних присадок до дизельного пального та оливи).

До першого шляху покращення паливної ефективності можна віднести модернізацію тепловозів електронно-керуючими системами роботи дизель-генераторними установками, електронними системами контролю витрати палива та реєстрації параметрів роботи тепловозів. Модернізацією електронними керуючими системами роботи дизель-генераторними установками досягається можливість безступінчастого завдання і високої точності підтримки частоти обертання колінчатого вала дизеля (± 2 об/хв.), а також робота по характеристиці найбільшої економічності.

Другий шлях підвищення паливної ефективності тепловозів в експлуатації – застосування присадок до дизельного пального та моторної оливи. Фізико-хімічні властивості пального впливають на роботу паливної апаратури, процеси розпилювання, згоряння, а як наслідок на отриману потужність і економічність двигуна. Важливим є вплив палива та моторної оливи на корозійні процеси, нагароутворювання та знос в двигуні. Тому застосування присадок дизельного пального та оливи може привести до позитивного результату, як для компенсації недоліків, пов'язаних з недостатньою якістю дизельного пального та оливи, так погіршеним технічним станом двигуна – ліквідація вуглецевих відкладень з поверхонь двигуна, паливної апаратури, газо-повітряного тракту.

Зв'язок роботи з науковими темами та програмами. Дисертаційна робота пов'язана з планами науково-дослідних робіт на замовлення Укрзалізниці по темах «Проведення порівняльних випробувань тепловозів з дизелями, що обладнанні електронними регуляторами різних систем» (№ДР 0107U006534), «Прогнозування характеристик маневрових, магістральних

тепловозів та дизель-поїздів з урахуванням життєвого циклу» (№ ДР 0105U000899).

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є наукове обґрунтування та практичне дослідження удосконалення методів оцінки ефективності експлуатаційних випробувань тепловозів в умовах локомотивних депо.

Для досягнення цієї мети необхідно розв'язати такі задачі;

- зробити аналіз існуючих методів оцінки експлуатаційної ефективності;

- виявити шляхи та методи підвищення ефективності тепловозів та їх оцінки, в тому числі витрати палива, оливи, та витрати на ремонт;

- запропонувати інтегральний критерій оцінки ефективності тепловозів в умовах депо;

- організувати та провести експлуатаційні випробування основних технічних рішень щодо енергозбереження – впровадження електронних регуляторів частоти обертання та потужності дизель-генераторів різних конструкції, використання різних добавок до дизельного пального та моторної оливи;

- визначити ефективність за розробленими методами в різних депо, на різних серіях локомотивів, в тому числі на екологічну складову ефективності.

Об'єкт дослідження - експлуатаційні випробування тепловозів в умовах локомотивних депо.

Предмет дослідження – визначення ефективності експлуатаційних випробувань тепловозів в умовах локомотивних депо.

Методи дослідження – математична статистика, системний підхід, методи натурного експерименту, критеріальна оцінка ефективності, прогнозування характеристик.

Наукова новизна отриманих результатів:

- Вирішена науково – практична задача удосконалення методів оцінки ефективності експлуатаційних випробувань тепловозів в умовах локомотивних депо. Для цього:

- вперше запропонований інтегральний критерій ефективності, який враховує витрати дизельного палива, моторної оливи та витрати на ремонт;
- отримані аналітичні залежності екологічної складової ефективності тепловозів;
- запропоновано метод прогнозування характеристик тепловозів за даними експлуатаційних випробувань в умовах депо;
- доопрацьовані методи статистичної оцінки ефективності окремих інженерних рішень щодо модернізації тепловозів та використання різних добавок до дизельного пального та моторної оливи;
- доопрацьовано метод безконтактного дистанційного вимірювання температур випускних газів дизелів та отриманні аналітичні залежності щільності значень.

Практичне значення одержаних результатів. Результати роботи впроваджено при організації випробувань електронних регуляторів вітчизняного та закордонного виробництва фірми Heinzmann в локомотивному депо Основа Південної залізниці; при випробуваннях кондиціонеру дизельного пального FP-4000 в локомотивному депо Лозова Південної залізниці; випробування електронних регуляторів в локомотивних депо Одеської залізниці; при випробуваннях добавки до моторної оливи Озерол в депо Харків-Сортувальний Південної залізниці.

Матеріали дисертації використовують при викладанні основних дисциплін спеціалістам та магістрам кафедри «Експлуатація та ремонт рухомого складу», у курсовому та дипломному проектуванні.

Особистий внесок здобувача. В статтях [2] автору належить розробка концепції визначення ефективності витрат енергоресурсів; в статтях [3,4,5] автору належить розробка технології впровадження присадок до дизельного пального та моторної оливи; в статтях [7,8] автором запропоновано теоретичні залежності ефективності енергозберігаючих технологій. Всі публікації задовольняють вимогам ВАК України.

Апробація результатів дисертації. Основні матеріали і результати дисертації доповідалися і отримали позитивні відгуки:

- XVII-XX – міжнародних науково-технічних конференціях «Проблеми розвитку рейкового транспорту» (Крим, м. Алушта , Ялта 2007-2010 р.);

- 64-72 науково-технічних конференціях з міжнародною участю Української державної академії залізничного транспорту. Повністю дисертаційна робота доповідалася на розширеній науково-технічній нараді ХК «Луганськтепловоз» (2009), та розширеному засіданні кафедри ЕРРС УкрДАЗТ з участю членів спеціалізованої вченої ради (2010,2011р.).

Публікації. Основні результати дослідження опубліковані в 9 статтях в фахових виданнях, а також в 2 додаткових статтях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Айзинбуд, К.С. О преобразовании уравнения движения поезда для решения оптимизационных тяговых задач / К.С. Айзинбуд //Повышение эффективности локомотивного хозяйства: сб. научных ст. РИИЖТ. -1975.- Вып. 110.-С. 35 - 38.
2. Бабанін О. Б. Розробка теоретичних основ експлуатаційної технологічності локомотивів / О. Б. Бабанін // Зб. наук. пр. / ХарДАЗТ. – 1999. – Вип. 39. – С. 88–93.
3. Бакланов, А.А. Применение энергетического баланса движения поезда для нормирования расхода электроэнергии на тягу/ А.А Бакланов //Тез. науч.-техн. конф. кафедр Омск, ин-та инж. ж.-д. трансп. Омск: ОмИИТ, 1984.-С. 83-84.
4. Болтянский, В.В. Прогнозирование затрат энергоресурсов на тягу поездов/ В.В. Болтянский, Я.Б. Кудрявцев //Вест. ВНИИЖТ. 1983. №5. -С. 12-14.
5. Бушуев В.В. Энергетика России. Стратегия развития. Научное обоснование энергетической политики. /В.В. Бушуев. М.: Энергия, 2005.- 800 е.: ил.
6. Вентцель Е.С. Теория вероятностей /Е.С. Вентцель. М.: Наука, 1969. -576 е.: ил.
7. Вентцель Е.С. Прикладные задачи теории вероятностей /Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров М.: Радио и связь, 1983. - 416 е.: ил.
8. Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях /В.А. Вознесенский. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Финансы и статистика, 1981. - 263 е.: ил.
9. Володин, А.И. Расход топлива и электроэнергии в поездной работе локомотивов /А.И. Володин, Н.М. Хуторянский //Ж.-д. транспорт. — 1982.- №4.-С. 55 -58.

10. Гапанович, В.А. Через энергетическое обследование к эффективной и экономической работе / В.А. Гапанович //Локомотив.— 2005.- №1.-С.4 — 8.

11. Грищенко, А.В. Система непрерывного удаленного контроля параметров локомотива/Грищенко А.В., Грачёв В.В., Лавский В.Г// Международный информационный научно-технический журнал — «Локомотив информ». — 2007.-№05.-С. 10-11.

12. Грищенко, А.В. Современные информационные технологии для тепловозов /Грищенко А.В., Грачев В.В., Лавский В.Г. и др. // Локомотив. 2007. - № 4. - С. 18 - 23.

13. Геминтерн, В.И. Прогнозирование случайных процессов с помощью авторегрессионных моделей / В.И. Геминтерн, А.А. Френкель//Заводская лаборатория. 1967. - № 7. - С. 853 - 858.

14. Головаш, А.Н. О рациональном использовании дизельного топлива/ А.Н. Головаш, С.Н. Должиков, В.Ф. Тарута // Локомотив.- 2004.- №4. С. 14 - 17.

15. Горелик, Н.А. Опыт использования обобщенной модели Бокса - Дженкинса для прогнозирования экономических показателей / Н.А. Горелик, А.А. Френкель //Экономика и математические методы.- 1975. Т. XI. Вып. 4. С. 784 - 789.

16. Горелик, Н.А. Проблемы анализа и прогноза экономической динамики / Н.А. Горелик, А.А. Френкель //Вестник статистики. 1982. - № 2. - С. 16-25.

17. Горелик, Н.А. Адаптация при прогнозировании экономических показателей методом экспоненциального сглаживания / Н.А. Горелик,

18. А.А. Френкель //Экономика и математические методы. 1981. - Т. XVII. Вып. 6.-С. 1203- 1209.

19. Дарахвелидзе П.Г. Программирование в Delphi 4 / П.Г. Дарахвелидзе, Е.П. Марков. СПб.: БХВ - Санкт - Петербург, 1999. - 864 е.: ил.

20. Деордиев, А.Г. Внедряются обоснованные нормы расхода топлива для маневровых тепловозов (опыт Свердловской дороги)/ А.Г. Деордиев, Л.С. Назаров, А.К. Зозулев //Локомотив. 2004. -№2. - С. 12- 13.

21. Джонсон Н. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Т. 1: Методы обработки данных / Н. Джонсон, Ф. Лион. М.: Мир, 1980. - 486 с.: ил.

22. Джонсон Н. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Т. 2: Методы планирования эксперимента / Н. Джонсон, Ф. Лион. М.: Мир, 1981.-456 с.: ил.

23. Добров Г.М. Прогнозирование науки и техники /Г.М. Добров. 2-е изд. -М.: Наука, 1977.-81 с.

24. Диагностика и регулировка тепловозов / А. З. Хомич, С. Г. Жалкин, А. Э. Симсон, Э. Д. Тартаковский. – М.: Транспорт, 1977. – 222 с.

25. Донской, А.Л. Система РПРТ тепловозов: Функциональные возможности, комплектующие блоки и оборудование/ А.Л. Донской, И.В. Назаров, А.И. Молчанов и др.// Локомотив. 2006. - № 7. - С.22 -24.

26. Долинжев, А.И: Метод нормирования расхода топлива поездными тепловозами /А.И. Долинжев //Вест. ВНИИЖТ.-1960. №3. - С. 19 - 21.

27. Дружинин Н.К. Математическая статистика в экономике /Н.К. Дружинин. М.: Статистика, 1999. - 364 с.

28. Езекиел М. Методы анализа корреляций и регрессий. Линейных и криволинейных. / М. Езекиел, К. Фокс,- М.: Статистика, 1966. — 559 с.

29. Ерофеев, Е.В. Определение оптимального режима движения поезда при заданном времени хода/ Е.В. Ерофеев //Вест. ВНИИЖТ. 1969. - №1. -С. 54- 57.

30. Жалкин С. Г. Определение места и роли диагностики в системе технического обслуживания тепловозов / С. Г. Жалкин, Н. А. Галахов, Э. Д. Тартаковский; редкол. журн. «Электрич. и тепловоз. тяга». – М., 1981. – 6 с. – Деп. в ЦНИИТЭИ МПС 10. 08. 1981 г., № 654/81.

31. Закс Л. Статистическое оценивание / Л. Закс.- М.: Статистика, 1976.599 е.: ил.
32. Ильин, Г.А. Техническое нормирование и прогнозирование расходотоплива на уровне локомотивного депо/ Г.А. Ильин //Тр. МИИТ. 1979. -Вып. 627.-С. 139- 152.
33. Инструкция по техническому нормированию расхода электрической энергии и топлива тепловозами на тягу поездов. №ЦТ 2564. — М.: Транспорт, 1968. 47 с.
34. Испытание локомотивов и выбор рациональных режимов вождения поездов / под ред. С.И. Осипова. М.: Транспорт, 1975 - 272 е.: ил.
35. Кельперис, П.И. Резервы повышения скоростей движения поездов и экономии электроэнергии / П.И. Кельперис, И.П. Исаев, В.Т. Стрельников //Ж.-д. транспорт. 1982. - №4. - С. 18-24.
36. Кильдишев Г.С. Анализ временных рядов и прогнозирования / Г.С. Кильдишев, А.А. Френкель. М.: Статистика, 1973. - 100 с.
37. Кирьянов Д.В. Самоучитель MathCad 12 / Д.В. Кирьянов. СПб.: БХВ Санкт-Петербург, 2004. - 576 е.: ил.
38. Кобзев, С.А. Повышать энергоэффективность тягового подвижного состава / С.А. Кобзев //Локомотив. 2004. - №8. - С. 4 - 6.
39. Ковязин А.Н. Мир InterBase. Архитектура, администрирование и разработка приложений баз данных в InterBase/Firebird/Yaffil / А.Н. Ковязин, С.М. Востриков. М.: Кудиц-Образ, 2002. - 432 с.
40. Козлов, В.И. Экономичные методы вождения электропоездов на горных участках / В.И. Козлов //Электрическая и тепловозная тяга. 1977. — №7. -С. 38.
41. Крашенинин А. С. Разработка методики корректировки технологии технического обслуживания тепловозов по статистической информации: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.07 / А. С. Крашенинин. – М., 1990. – 24 с.

42. Корнев, Н.Н. О расчёте расхода топлива тепловозами / Н.Н. Корнев, П.П. Стромский //Вестн. ВНИИЖТ. 1979. - №7. - С. 27 - 30.
43. Корнев Н.Н. Топливная экономичность тепловоза в эксплуатации / Н.Н. Корнев, Н.А. Фуфрянский. М.: Транспорт, 1974. - 55 с.
44. Костромин А.М. Оптимизация управления локомотивом /А.М. Костромин. М.: Транспорт, 1979. - 119 с.: ил.
45. Котиков Ю.Г. Транспортная энергетика /Ю.Г. Котиков М.: Academia, 2006. - 272 с.: ил.
46. Кудрявцев, Я.Б. Максимальные скорости и тягово-энергетические показатели движения поездов / Я.Б. Кудрявцев //Ж.-д трансп. 1976. -№ 12. - С. 42 - 47.
47. Кудрявцев, Я.Б. Принцип максимума и оптимальное управление движением поезда / Я.Б. Кудрявцев //Вест. ВНИИЖТ. 1977. - №1. - С. 57-61.
48. Кудрявцев, Я.Б. Имитационное и аналитическое моделирование эксплуатационных и тягово-энергетических показателей движения поездов / Я.Б. Кудрявцев, В.З. Болтянский //Вестн. ВНИИЖТ. 1981. -№8.-С. 17-21.
49. Льюис К.Д. Методы прогнозирования экономических показателей / К.Д. Льюис. — М.: Финансы и статистика, 1986. 133 с.
50. Мартин Р.Д. Устойчивый авторегрессионный анализ временных рядов / Р.Д. Мартин //Устойчивые статистические методы оценки данных. М.: Машиностроение. 1984. - С. 121 - 146.
51. Мастепанов А.М. Топливо и энергетика России / А.М. Мастепанов. М.: Энергия, 2005. - 596 с.: ил.
52. Медлин, Р.Я. Использование статистической информации для нормирования и анализа удельного расхода электроэнергии на тягу поездов / Р.Я. Медлин, А.А. Бакланов //Тез. науч-техн. конф. кафедр Омск, ин-та инж. ж.-д. трансп. 1984. - С. 84 - 85.
53. Меркурьев Г.Д. Локомотивным и ремонтным бригадам о топливе и смазочных материалах 2-е изд., перераб. и доп / Г.Д. Меркурьев. - М.:1. Транспорт, 1988. 128 с.

54. Молчанов, А.И. Автоматизированная система учета, контроля и анализа расхода топлива маневровыми тепловозами /А.И. Молчанов, И.Л. Поварков, Л.А. Мугинштейн, К.М. Попов// Вестник ВНИИЖТ. 2004. -№2,- С.25- 29.

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

56. Молярчук, В.С. Новый метод нормирования расхода топлива на паровозах / В.С. Молярчук //Соц. трансп. 1938. - №12. - С. 26 - 36.

57. Молярчук, В.С. К вопросу определения влияния изменения коэффициентов участковой скорости на удельные энергозатраты локомотивов / В.С. Молярчук, Н.А. Балычева //Тр. ИКТП. 1980. - Вып. 32.-С. 76-86.

58. Налимов В.В. Теория эксперимента / В.В. Налимов.- М.: Наука, 1971. -208 с.: ил.

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

60. Новиков, А.П. Уточнение уравнения движения поезда и некоторых расчетных формул / А.П. Новиков //Вестн. ВНИИЖТ. 1970. - №7. - С. 19-21.

61. Новиков, А.П. Прогнозирование и нормирование расхода энергоресурсов на тягу поездов / А.П. Новиков, Б.Г. Постол //Тр. МИИТа. 1977. - Вып. 558. - С. 3 - 18.

62. Новиков, А.П. Нормы расхода топлива рассчитывает электронная машина / А.П. Новиков, Д.К. Сиваев //Электрическая и тепловозная тяга. - 1974.-№9.-С. 14-16.

63. Овчинников, Ф.Е. Сравнительная оценка некоторых методов нормирования расхода топлива для грузовых тепловозов / Ф.Е. Овчинников, А.П. Новиков, Д.К. Сиваев //Тр. МИИТа. 1971. - Вып. 363.-С. 137-146.

64. Основы теории обработки результатов измерений. М.: Издательство стандартов, 1991. - 476 с.
65. Палей, Д.А. Краткосрочное прогнозирование / Д.А. Палей, Т.В. Виноградова //Вестник ВНИИЖТ. 1977. - №3. - С. 4 - 6.
66. Паристый И.Л. Вождение поездов повышенного веса и длины: Опыт Московской железной дороги. /И.Л. Паристый, Р.Г. Черепашенец. М.: Транспорт, 1983. - 240 е.: ил.
67. Песаран М. Динамическая регрессия: теория и алгоритмы / М. Песаран, Л. Слейтер. М.: Финансы и статистика, 1984. - 310 с.
68. Пособие теплоэнергетику железнодорожного транспорта /В.С. Молярчук, Л.Г. Мурзин, Е.М. Юдаева и др. М.: Транспорт, 1973. - с. 310.
69. Постол, Б.Г. Планирование расхода топлива на тягу поездов для сети железных дорог при помощи ЭВМ: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.22.07: защищена /Б.Г. Постол. М.: МИИТ, 1977. - 22 с.
70. Почаевец, Э.С. К вопросу оптимального управления движением поезда / Э.С. Почаевец //Тр. МИИТ. 1967. - Вып. 253. - С. 137 - 150.
71. Правила тяговых расчётов для поездной работы. М.: Транспорт, 1985. - 287 с.
72. Рыжов, В.А. О путях улучшения технико-экономических показателей тепловозной тяги / В.А. Рыжов //Локомотив 2005. - №10. - С. 13 - 15.
73. Самсонкін В.М. Комплексна програма оновлення залізничного рухомого складу України на 2008 – 2020 роки / В.М. Самсонкін, О.М. Гончаров, С.Г.Грищенко та ін., Укрзалізниця. – К.:ДП ДНДЦ УЗ 2009. – 300 с.
74. Сиваев, Д.К. Автоматизация нормирования и прогнозирования расхода дизельного топлива тепловозами на тягу поездов / Д.К. Сиваев //Тр. МИИТа. 1972. - Вып.403. - С. 88 - 104.

75. Сковородников, Е.И. Диагностируем состояние дизеля без его разборки / Е.И. Сковородников, С.М. Овчаренко //Локомотив. 2005. - №11. - С. 14-16.

76. Совершенствование нормирования расхода топливно-энергетических ресурсов на предприятиях промышленного транспорта. М: Транспорт, 1988.- 80 с.

77. Статистические методы в инженерных исследовательских работах /под. ред. Г.К. Круга. М.: Высшая школа, 1983. - 122 с.

78. Статистические методы контроля качества продукции. /Л. Ноулер и др.: пер. с англ.-2-е русск. изд.-М.: Издательство стандартов, 1989.-96 е.: ил.

79. Статистические методы обработки эмпирических данных. М. Издательство стандартов, 1978. - 230 с.

80. Тартаковский Э. Д. Научные основы и разработка поточной технологии диагностирования и технического обслуживания тепловозов: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.22.07 / Э. Д. Тартаковский. – М.: Моск. ин-т инженеров ж.-д. трансп., 1984. – 36 с.

81. Тверитин В.Н. Нормирование расходов топлива на тепловозы /В.Н. Тверитин, П.Л. Корховой. Днепропетровск: ДИИТ, 1961. - 19 с.

82. Техническое нормирование расхода топлива на тягу поездов /В.В. Шеянов, А.В. Толкачёв, А.Д. Беленький, П.М. Бобылёв //Ж.-д трансп. -1975.- №3.-С. 46-48.

83. Ткачёв, Ю.В. Выбор режима работы локомотива при тяговых расчётах /Ю.В. Ткачёв //Тр. Уральского эл.-мех. ин-т ж.-д. трансп. Свердловск. -1975.-30 с.

84. Толкачёв, А.В. Нормирование расхода топлива с использованием ЭЦВМ. / А.В. Толкачёв //Тр. ТашИИТа. 1972. - Вып.88. - С. 29 - 43.

85. Толкачёв, А.В. О выборе оптимального управления движением поезда / А.В. Толкачёв //Тр. ТашИИТа. -1976. Вып. 134. - С. 40 - 54.

86. Толкачѳв, А.В. Об одном методе поиска траектории оптимального уравнения движения объекта / А.В. Толкачѳв //Тр. ТашИИТа. 1974. — Вып. 108.-С. 126- 134.

87. Толкачѳв, А.В. Расчѳты норм расхода энергии на перевозочную работу локомотивов методом расчленения / А.В. Толкачѳв //Тр. ТашИИТа. — 1972. Вып. 100. - С. 43 - 54.

88. Уманець М.Г. Удосконалення методів оцїнки ефективностї експлуатацїйних випробувань тепловозів в умовах локомотивних депо/ Уманець М.Г.// Інформацїйно-керуючі системи на залїзничному транспортї - Харкїв: УкрДАЗТ.- 2011.- Вип.5.- С. 151-153.

89. Уманець М.Г. Основні напрямки дослїджень кафедри ЕРРС та Південної залїзницї в галузї зниження витрат енергоресурсів локомотивами / Е.Д. Тартаковський, М.Г. Уманець, Д.О. Аулін // Зб. наук. праць: УкрДАЗТ, 2006,-Вип 76- С. 5-11.

90. Уманець Н.Г. Повышение топливной эффективности тепловозной дизельной установки / Н.Г. Уманец, А.Н. Диковенко// Лок-информ №5, 2006.-С. 46-49.

91. Уманець М.Г. Досвїд використання кондицїонеру дизельного пального / Е.Д. Тартаковський, М.Г. Уманець, Д.О. Аулін // Зб. наук. праць: УкрДАЗТ, 2006,-Вип 8.- С. 22-25.

92. Уманець М.Г. Оцїнка ефективностї та безпечного застосування дизельної оливи з анамегатором «Озерол МП-10» / Е.Д. Тартаковський, М.Г. Уманець, М.В. Максїмов // Зб. наук. праць: УкрДАЗТ, 2007,-Вип 82- С. 60-64.

93. Уманець М.Г. Вплив паливного кондицїонеру FR-4000 на роботу тепловозного дизеля / Е.Д. Тартаковський, М.Г. Уманець, Д.О. Аулін // Зб. наук. праць: УкрДАЗТ, 2008,-Вип 88- С. 227-232.

94. Уманець М.Г. Визначення життєвого циклу тягового рухомого складу (ТРС) / Е.Д. Тартаковський, М.Г. Уманець, Д.О. Аулін // Зб. наук. праць: УкрДАЗТ, 2006,-Вип 72- С. 82-87.

95. Уманець М.Г. Вплив вуглицевих відкладень на роботу тепловозного дизеля та пропозиції по зниженню їх утворення / Е.Д. Тартаковський, М.Г. Уманець, Д.О. Аулін // Зб. наук. праць: УкрДАЗТ, 2008,- Вип 96- С. 129-135.

96. Уманець М.Г. Технічні та технологічні засоби енергозбереження тепловозів в експлуатації /Е.Д. Тартаковський, М.Г. Уманець, Д.О. Аулін //Вісник Східноукраїнського національного університету ім. Володимира Даля, 2010. - Вип 5(143).- Частина 2.- 2010.- С 215-219.

97. Уманець М.Г. Оцінка впливу анамегатора для моторних олів «Озерол МП-10» на технічний стан тепловозних дизелів /Е.Д. Тартаковський, М.Г. Уманець, М.В. Максимов // Зб. наук. праць: УкрДАЗТ, 2007,-Вип 88- С. 232-238.

98. Уманець М.Г. Синтетичні фільтри для тепловозів – новітні технології для транспорту/ Грищенко Ю.М., Уманець М.Г., Бабанін О.Б.// Залізничний транспорт України. Науково-практичний журнал, 2011,-Вип.3- С.18-21.

99. Федорищева Е.А. Энергетика: проблемы и перспективы. М.: Высшая школа, 2005. - 143 с.: ил.

100. Френкель А.А. Математические методы анализа динамики и прогнозирования производительности труда /А.А. Френкель. М.: Экономика, 1972. - 190 с.

101. Френкель, А.А.О многофакторном прогнозировании производительности труда / А.А. Френкель //Труд и заработная плата. -1970.- №3.-С. 10-14.

102. Френкель, А.А. Прогнозирование роста производительности труда / А.А. Френкель/Плановое хозяйство. 1975. - № 4.- С. 137 - 138.

103.Черепашенец, Р.Г. Вождение поездов повышенного веса: Опыт и проблемы / Р.Г. Черепашенец, Н.В. Максимов //Ж.-д трансп. 1980. — №3-С. 5-13.

104. Четыркин Е.М. Статистические методы прогнозирования. 2-е изд. /Е.М. Четыркин. М.: Статистика, 1977. - 200 с.
105. Чистяков В.П. Курс теории вероятностей /В.П. Чистяков.- М.: Наука, 1982.-322 с.
106. Чукова, Т.С. Тяговые расчеты на ЭВМ / Т.С. Чукова, А.И. Скворцова //Электрическая и тепловозная тяга. — 1972. — №5. С. 11 - 12.
107. Хомич А. З. Техническая диагностика и надежность тепловозов / А. З. Хомич, С. Г. Жалкин, Э. Д. Тартаковский // Железнодорожный транспорт. – 1974. – № 11. – С. 45–48.
108. Шторм Р. Теория вероятностей. Математическая статистика. Статистический контроль качества. /Р. Шторм. М.: Мир, 1970. - 386 с.
109. Экономия дизельного топлива: Опыт депо Сольвычегодск //Электрическая и тепловозная тяга. 1979. - №7. - С. 16 - 18.
110. Ямпольский С. М. Проблемы научно-технического прогнозирования / С.М. Ямпольский, Ф.М. Хилюк, В.А. Лисичкин. М.: Экономика, 1969. - 1116 с.
111. Зайдель А. Н. Элементарные оценки ошибок измерений / А. Н. Зайдель. – Л: Наука, 1968. – 123 с.
112. Янг Э. Прогнозирование научно-технического прогресса. 2-е изд. /Э. Янг. М.: Прогресс, 1974.
113. Batty M. Monitoring and Exponential Smoothing Forecasting System. Oper. Res. Quart. 1969. V. 20. No. 3. P. 319-325.
114. Brown R.G. and Meyer R.F. The Fundamental Theorem of Exponential Smoothing. Oper. Reser. 1961. V. 9. No. 5. P. 673-687.
115. Brown R.G. Smoothing, Forecasting and Prediction of Discrete Time Series. N.Y.: Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1963.