

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет залізничного транспорту

ТРИХЛІБ ОЛЕКСІЙ ДМИТРОВИЧ



УДК 629.424:681.3.08

**УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ВИТРАТ ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА
МАНЕВРОВИМИ ТЕПЛОВИАЗИ В ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

05.22.07 – рухоний склад залізниць та тяга поїздів

Дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Науковий керівник
Тартаковський Едуард Давидович
доктор технічних наук,
професор

Харків – 2017

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ КЕРУВАННЯ Й КОНТРОЛЮ В ОРГАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ ЛОКОМОТИВНОГО ГОСПОДАРСТВА	15
1.1 Локомотивне господарство як важливіший об'єкт структури залізничного транспорту.....	15
1.2 Удосконалення контролю витрат дизельного палива і постановка завдання дослідження	20
1.3 Аналіз об'єктів паливовикористання, які вимагають удосконалення організації виробничих процесів	30
1.3.1 Аналіз умов функціонування нафтобаз	30
1.3.2 Визначення величини втрат нафтопродуктів	35
1.3.3 Основні характеристики дизельного палива для тепловозів	42
1.3.4 Особливості конструкції паливних баків тепловозів	49
1.4 Висновки до розділу 1	54
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ВИМІРУ Й ОБЛІКУ КІЛЬКОСТІ ПАЛИВА	55
2.1 Вимірювальні засоби комплексної системи контролю дизельного палива	55
2.2 Оцінка похибки виміру маси дизельного палива.....	66
2.3 Висновки до розділу 2	72
РОЗДІЛ 3 МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ КОНТРОЛЮ ВИКОРИСТАННЯ НАФТОПРОДУКТІВ	74
3.1 Математична формалізація руху дизельного палива при його використанні на залізничному транспорті	74
3.2 Уточнення реальної кількості нафтопродуктів при їхньому знаходженні на базах палива	83
3.3 Уточнення реальної кількості нафтопродуктів в стикових	

елементах системи паливовикористання	87
3.4 Коректування кількості палива в баку тепловоза в процесі експлуатації	95
3.5 Удосконалення систем контролю витрати палива.....	99
3.5.1 Дослідження роботи системи БІС-РМ в експлуатації.....	106
3.6 Оцінка паливної економічності й технічного стану тепловоза з використанням R/S методу.....	109
3.7 Уточнення розрахункового значення витрати палива тепловозом за зміну роботи машиніста	114
3.8 Алгоритмічні методи підвищення точності вимірювань.....	123
3.9 Висновки до розділу 3	130
РОЗДІЛ 4 ПРИНЦИПОВІ ОСНОВИ ОРГАНІЗАЦІЇ КОМПЛЕКСНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ВИТРАТ ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА	131
4.1 Спеціалізоване програмне забезпечення підсистеми обробки даних (СПОД).....	131
4.2 Принципи апаратної реалізації комплексної системи контролю витрат дизельного палива	138
4.2.1 Функції і принцип роботи контролера датчиків.....	139
4.2.2 Функції і принцип роботи блоку центрального контролера.....	142
4.2.3 Функції і принцип роботи блоку синхронізації й перенесення даних.....	143
4.3 Висновки до розділу 4	145
РОЗДІЛ 5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ КОМПЛЕКСНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ВИТРАТ ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА	147
5.1 Техніко-економічна ефективність комплексної системи контролю витрат дизельного палива в локомотивному депо	147
5.2 Ефективність системи обліку та контролю витрат дизельного палива на маневрових тепловозах ЧМЕЗ локомотивного депо Харків-сортувальний регіональної філії «Південна залізниця»	151

5.3 Розрахунок річної економії витрат на паливо від впровадження автоматизованої системи контролю витрати дизельного палива маневровими тепловозами в експлуатації	156
5.4 Висновки до розділу 5	157
ВИСНОВКИ	159
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	161
ДОДАТОК А Акти впровадження результатів дисертаційної роботи	174
ДОДАТОК Б Протокол проведення випробувань модернізованої бортової системи «БІС-Рм»	177

ВСТУП

Виконання необхідного обсягу перевезень пасажирів і вантажів, при одночасному зниженні витрат паливоенергетичних ресурсів є проблемою, актуальність якої підтверджується багаторічним досвідом роботи залізниць. Рішення цієї проблеми можливо шляхом відновлення й модернізації рухомого складу, удосконалення організації руху й водіння поїздів, впровадження передових методів обслуговування і ремонту локомотивів, а також інших заходів спрямованих на ефективне використання енергоресурсів.

Технічна політика та організаційні заходи щодо зниження витрати палива спрямовані, в основному, на зниження втрат і підвищення енергетичної ефективності автономної тяги. В 2016 р. споживання паливно-енергетичних ресурсів в Укрзалізниці склало близько 1,6 млн. тонн в умовному вирахованні. При цьому в теплотязі при обсягах перевезень 46,2 млрд.ткм бруто використано 262,4 тис. тонн дизельного палива. Енергоємність тяги поїздів за 2016 рік становила 6,25 туп/млн. приведених ткм, що менше на 0,05 туп/млн. приведених ткм, або 0,8% 2015 року. [5].

Найважливішим споживачем паливоенергетичних ресурсів при реалізації основних функцій залізничного транспорту є локомотивне господарство, що включає бази зберігання палива, пункти екіпірування тепловозів, а також рухомий склад. Від ефективності його роботи залежить якість показників залізничного транспорту, у тому числі собівартість перевезень. Досягнути зниження цього найважливішого показника можна тільки при наявності науково-обґрунтованої, технічно підтриманої, методично забезпеченої організації обліку й контролю за витратами паливоенергетичних ресурсів на всіх виробничих етапах їхнього використання.

У цей час на полігонах Укрзалізниці експлуатується 93 бази нафтопродуктів (далі - ТНТС), з них 83 ТНТС підпорядковано департаменту локомотивного господарства (ЦТ), 10 ТНТС - департаменту приміських

пасажирських перевезень (ЦРП). При цьому більшість складів характеризується недосконалою технологією контролю наявності рідкого палива, фізичним і моральним зношенням використовуваних для цих засобів (у середньому 95%). Вся первинна облікова інформація про рух нафтопродуктів у ТНТС формується вручну. Аналогічно здійснюється й більшість технологічних операцій по проведенню вимірів.

Відповідно до діючих методик контролю кількості відпущеного або отриманого, а також палива, що зберігається в резервуарі, виміри його щільності виконуються не при кожній операції зливу-наливу, а 1-2 рази за добу. Тому значення щільності дизельного палива є однаковим для всіх резервуарів бази й тим більше для всіх операцій зливу-наливу в них.

При існуючій методиці обліку величина можливих відхилень при проведенні вимірів накопичується протягом звітного періоду і, як правило, має тенденцію перевищувати розміри нормованого природного убутку.

Діюча в локомотивних депо система обліку витрат палива тепловозами має ряд недоліків, а існуюча система нормування (особливо на маневрову й господарську роботу) у зв'язку з недостатньою прив'язкою до фактично реалізованого навантаження, а також відсутністю об'єктивного вимірника, не виключає використання палива не по призначенню, у т.ч. за рахунок необґрунтовано завищених норм.

У більшості локомотивних депо Укрзалізниці витрата палива маневровим тепловозом за зміну роботи машиністом визначається візуально паливомірами бака локомотива, по різниці обсягу палива на початку й кінці робочої зміни. При цьому визначення масової витрати за зміну здійснюється з урахуванням значення щільності палива, вимірюваної у період екіпірування. Весь наступний період до наступного екіпірування значення щільності приймається за даними на дату останнього екіпірування. Це відбувається незважаючи на те, що міжекіпірувальний період залежно від місцевих умов експлуатації тепловоза може становити кілька діб. У такий спосіб у зв'язку з добовими коливаннями температури, а також через вплив підігріву палива,

значення його щільності, прийняте для розрахунків, може істотно відрізнятись від фактичного в баку тепловоза, що приводить до додаткової похибки у визначенні маси витраченого палива.

Первинний облік витрати палива тепловозами виконується в групі обліку локомотивного депо, що здійснює переведення даних маршрутів машиніста в електронний вид для наступної їхньої обробки в системі інтегрованої обробки маршрутів машиніста (ІОММ). Тобто, до переведення даних в електронний вид, як мінімум двічі на облік палива, може впливати «людський фактор».

Визначення норм і їхнє корегування для різних видів роботи носять багато в чому наближений характер. Норми встановлюються на місяць, протягом якого через нерівномірність вантажопотоку, наявності заявок від суміжних організацій, обсяги й характер виконуваної маневрової й господарської роботи можуть істотно змінюватися.

Виходячи з вищевикладеного можна констатувати, що ефективність обліку, контролю, нормування й аналізу витрати палива тепловозами в експлуатації може бути підвищена тільки за рахунок комплексного удосконалення обліку палива в паливно-складському господарстві, застосування сучасних засобів виміру витрат палива й параметрів роботи локомотива, автоматизації процесів виміру й реєстрації, нових алгоритмів обробки даних в умовах локомотивного депо.

Істотний внесок у вивчення питань контролю, обліку й аналізу витрат палива в процесі експлуатації тепловозів внесли відомі вчені –

Б. Е. Боднар, Т. В. Бутько, Р. К. Гізатуллін, О. Л. Голубенко, В. В. Грачов, А. В. Гріщенко, В. І. Дробаха, В. З. Какоткин, В. І. Кісельов, Є. Є. Коссов, В. Д. Кузьміч, Т. Ф. Кузнецов, І. К. Лакін, В. І. Могила, А. І. Молчанов, Л. А. Мугинштейн, С. В. Мямлин, В. О. Полянський, Е. А. Сідорова, В. В. Стрекопитов, С. И. Сухопаров, Е. Д. Тартаковський, А. П. Фалендиш, С. Я. Френкель, А. З. Хомич, В. В. Черніков і ін., а також їх закордонні колеги: G. Am, K. Brindli, P. Devine, H. Eichelsederr, D. Kroll, G. H. Henderson, B. Strimitzer-Riedle і багато хто інші.

У зв'язку з інтенсивним розвитком електроніки, елементної бази, зниженням вартості на апаратуру транспортного виконання, в останні роки одержали широке поширення контролюючі системи «Гама», «Резервуар-2», «Аналітик», РПРТ, БОРТ, БІС-Р, якими оснащуються бази нафтопродуктів, екіпірувальні пристрої, бортові системи тепловозів. Це сприяє створенню передумов впровадження комплексної автоматизованої системи контролю за витратами палива.

Тема дисертаційної роботи тісно пов'язана з основною спрямованістю наукових програм і проектів Укрзалізниці і виконана у відповідності з планами науково-дослідних робіт на замовлення Укрзалізниці по темах: «Розробка технологи технічного обслуговування та поточних ремонтів тепловозів з застосуванням безрозбірної технології очищення паливних систем та циліндро-поршневої групи дизельних двигунів тепловозів»(№ ДР 0112U007155), «Розробка дослідного зразка пристрою для обробки дизельного палива для покращення умов роботи паливної апаратури тепловозних дизелів»(№ ДР 0111U007697), «Дослідження та обґрунтування методів організації роботи паливно-складського господарства та його обладнання на залізничному транспорті»(№ ДР 0111U005643).

З урахуванням результатів аналізу стану розв'язуваного наукового завдання **метою дисертаційного дослідження** є підвищення ефективності використання енергоресурсів на основі удосконалення системи контролю витрат дизельного палива маневровими тепловозами в умовах експлуатації на залізницях України.

Відповідно до мети в дисертації було поставлено такі задачі:

1) Проаналізувати умови функціонування баз палива, екіпірувальних пунктів і маневрових тепловозів, як основних складових у розглянутому ланцюзі технологічних операцій, пов'язаних зі споживанням палива.

2) Дослідити відомі системи й технічні рішення по обліку та контролю витрат палива на етапах його технологічного використання з метою визначення резервів для скорочення витрат палива.

3) Визначити структуру комплексної інформаційно-аналітичної системи для автоматизації виміру, обліку, аналізу та контролю за витратами дизельного палива на тягу поїздів і сформулювати вимоги до основних структурних складових: складських систем контролю (ССК), систем видачі нафтопродуктів (СВН), систем виміру палива (СВП), бортових систем реєстрації (БСР), стаціонарних підсистем обробки даних (СПОД).

4) Оцінити точність і періодичність виміру кількості палива на етапах його зберігання та споживання при експлуатації маневрових тепловозів Укрзалізниці.

5) Удосконалити метод виміру кількості палива в баці тепловоза, з урахуванням чого розробити нове конструктивне рішення датчика рівня палива, а також корегування обробки інформації про вимірювання кількості палива при стохастичних коливаннях рівня палива в паливних баках тепловоза.

6) Визначити набір параметрів роботи тепловоза і його дизель-генераторної установки, замір яких забезпечує кількісний і якісний опис виконаної експлуатаційної роботи і відповідні їй енерговитрати.

7) Розробити стаціонарну підсистему, на основі програмного забезпечення, що надає можливість в автоматизованому режимі зчитувати дані щодо реєстрації вимірної витрати палива та проводити аналіз і контроль витрат палива.

8) Виконати техніко-економічну оцінку запропонованих розробок.

Актуальність дисертаційного дослідження підтверджена технічною політикою Укрзалізниці в плані активної розробки і впровадження, на базах палива та експлуатаційному парку тепловозів стаціонарних і бортових систем обліку й контролю за витратами палива.

Об'єктом дослідження є процес контролю витрати дизельного палива маневровими тепловозами в експлуатації.

Предмет дослідження – методи та системи контролю витрати дизельного палива маневровими тепловозами в експлуатації.

Методи дослідження. Теоретична частина роботи ґрунтується на методах математичної статистики, планування експерименту, математичного моделювання. Обробка й вибір основних параметрів комплексної автоматизованої системи контролю витрат дизельного палива (КАСК ДП) ґрунтувалися на варіантному дослідженні вузлів і систем та порівнянні їхніх показників як у стаціонарних умовах, так і на маневрових тепловозах в експлуатації. Кількісні оцінки, настроювання й тестування алгоритмів проведені за допомогою сучасних методів автоматизації вимірів і обробки даних. При обробці й аналізі експериментальних даних використовувалися методи теорії імовірності й математичної статистики.

Наукова новизна результатів полягає у науковому обґрунтуванні удосконалення контролю витрат дизельного палива у виробничому процесі маневрових тепловозів на залізницях України.

Вперше:

- обґрунтована й розроблена модель технологічного процесу автоматичного виміру й комплексного обліку кількості палива в ємностях для його зберігання та використання (у т. ч. у баці тепловоза), проведена оцінка точності контролю;

- розроблено адаптовану до умов експлуатації маневрових тепловозів модель визначення похибки об'ємно-масового методу статичного виміру маси дизельного палива;

Доопрацьовано:

- метод визначення похибки обробки інформації щодо вимірювання витрат палива тепловозами із системами контролю, які фіксують навантаження та стохастичні коливання рівня палива в баці тепловоза при експлуатації;

- оцінку технічного стану та паливної економічності тепловозів з використанням методу Херста й фрактального аналізу;

- визначено залежність точності контролю витрат палива маневрових тепловозів в експлуатації від густини палива в баці тепловоза.

Набуло подальшого розвитку:

- на підставі розрахунку й оцінки показника Херста за часовим рядом паливної економічності маневрових тепловозів, організацію корегування міжремонтних періодів й регулювання їх паливної апаратури;

- сформовано комплекс необхідних контрольних параметрів роботи маневрового тепловоза та обрано спосіб розрахунку витрат палива в експлуатації на основі цих параметрів.

Достовірність отриманих результатів і висновків підтверджена розрахунками, статистичним аналізом і позитивним досвідом експлуатації розробленої системи в локомотивних депо Укрзалізниці та промислових підприємств України.

Практичне значення одержаних результатів. Основні результати, отримані в даній роботі, реалізуються у впровадженій у ПАТ «Укрзаліниця» автоматизованих системах обліку й контролю витрат палива тепловозами БІС-Р, БІС-Рм а також системах обліку й контролю руху палива в резервуарних парках. Розроблений алгоритм й відповідне програмне забезпечення стаціонарної підсистеми обробки даних реєстрації параметрів палива та роботи маневрового тепловоза забезпечує автоматизований контроль витрат палива, а також фіксацію основних параметрів робочого процесу тепловоза, що дають змогу оцінити його технічний стан.

Розроблений методичний апарат використовується в рамках технічного, інформаційного й програмного забезпечення АСУ технологічними об'єктами зберігання й реалізації дизельного палива в локомотивному господарстві. Запропонована методика корегування вихідних характеристик дизель-генераторної установки (ДГУ) дозволяє врахувати її поточний теплотехнічний стан при визначенні розрахункової величини витрат і формуванні норм витрат дизельного палива.

Матеріали дисертації використовуються при викладанні основних дисциплін спеціалістам та магістрам кафедри «Експлуатація та ремонт

рухомого складу» (УкрДУЗТ), у дипломному проектуванні. Практичне впровадження результатів роботи підтверджується відповідними документами, які наведені в додатках до роботи.

Особистий внесок здобувача. Результати, що становлять основний зміст дисертаційної роботи, отримані автором самостійно. Всі дослідження проводились в УкрДУЗТ. У роботах, що опубліковані у співавторстві, автору у нижченаведених статтях належить:

[45] – обґрунтовано вибір системи, що забезпечує надійне й достовірне вимірювання рівня дизельного палива;

[104] – проаналізовано основні техніко-економічні складові оцінки ефективності автоматизованих систем обліку витрати палива;

[63] – показано основні конструктивні особливості вимірювальної системи "БІС-Рм" та охарактеризовано ряд її нових функцій;

[46,107] – запропоновано теоретичні залежності для визначення умов ефективності використання систем контролю і організації моніторингу технічного стану тепловоза;

[44] – наведено результати практичного впровадження систем «БІС-Р» на маневрових тепловозах.

Апробація результатів дисертації. Матеріали й результати дисертації доповідалися, обговорювалися та одержали позитивну оцінку на III Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні технології на залізничному транспорті» – м. Тель-Авів (Ізраїль), 2012 р.; на 75-й Міжнародній науково-технічній конференції Української державної академії залізничного транспорту – Харків, УкрДАЗТ, 2013 р.; на VI Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем в умовах реформування залізничного транспорту: управління, економіка і технології» – Дніпропетровськ, ДНУЗТ, 2013 р.; на VIII Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми економіки и управління на железнодорожном транспорте», – Судак, ЄКУЖТ, 2013 р., на

технічних нарадах в Укрзалізниці, в управлінні регіональної філії «Південна залізниця».

Дисертацію в повному обсязі розглянуто і схвалено на розширеному засіданні кафедри "Експлуатація та ремонт рухомого складу" (ЕРРС) УкрДУЗТ за участю членів спеціалізованої вченої ради Д 64.820.04, а також на розширеному засіданні кафедри «Охорона праці та безпека життєдіяльності» Харківського національного університету міського господарства ім. О. М. Бекетова.

Публікації. По темі дисертаційної роботи опубліковано 14 наукових праць, у тому числі 8 наукових статей (три з них без співавторів) у фахових наукових виданнях, затверджених МОН України, з яких 1 стаття у журналі, що включений до міжнародної наукометричної бази, а також 4 тези доповідей на науково-технічних конференціях, що відображають основний зміст дисертаційної роботи.

Структура і обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків (рис.1).

Повний обсяг дисертації складає 180 сторінок, з яких обсяг основного тексту 160 сторінок. Робота ілюстрована 34 рисунками, з них 10 на окремих сторінках, наведено 17 таблиць, з них 4 на окремих сторінках, список використаних джерел налічує 127 найменувань на 13 сторінках і 2 додатків на 7 сторінках.

Список використаних джерел

- 1 Автоматизированная система управления локомотивным хозяйством. АСУТ [Текст] / под ред. И. К. Лакина – М.: ОЦВ, 2002. – 516 с.
- 2 Азаров, Р. В. Расширенный модельный ряд бортовых систем «Дельта» для комплексного дистанционного контроля подвижного состава в эксплуатации [Текст] / Р. В. Азаров, А. А. Каграманян, С. В. Мямлин // Локомотив-информ. – 2006. – № 5. – С.36–38.
- 3 Александров, А. М. Вероятностное описание, экспериментальное и теоретическое исследование режимов работы тепловозных дизелей [Текст] / А. М. Александров, В. А. Четвергов, А. В. Чулков // Повышение надежности и улучшение технико-экономических показателей тепловозных дизелей. Труды / Центральный научно-исследовательский дизельный институт, – Л., 1983. – С. 11–27.
- 4 Алехин, С. А. Анализ факторов, определяющих эксплуатационный расход топлива транспортного дизеля [Текст] / С. А. Алехин, Д. Ю. Бородин и др // Двигатели внутреннего сгорания. – 2005. – № 2. – С. 33–39.
- 5 Аналіз використання паливно-енергетичних ресурсів на залізничному транспорті України за 2016 рік [Текст] – Київ: ПАТ «Укрзалізниця». – 2017. – 144 с.
- 6 Андреев, А. А. Повышение эффективности использования резервуаров [Текст] / А. А. Андреев // Транспорт и хранение нефтепродуктов – 2006. – № 1 – С. 13–17.
- 7 Балабин, В. Н. Расход топлива можно учитывать точно [Текст] / В. Н. Балабин, В. З. Какоткин, О. Ю. Живов // Локомотив. – 2003. – № 4. – С. 33–35.
- 8 Балабин, В. Н. Существующие системы измерения расхода топлива [Текст] / В. Н. Балабин, В. В. Домогацкий. // Локомотив. – 2003. – №2. – С.30–32, – № 3. – С.34.

9 Баринова, Л. Д. Комплексный подход к снижению потерь нефтепродуктов при их транспортировании [Текст] / Л. Д. Баринова, Л. Э. Забалканская // Транспорт, наука, техника, управление – 2010. – № 12. – С. 35–38.

10 Бармин, А. В. Радарные системы контроля уровня [Текст] / А. В. Бармен // Современные технологии автоматизации – 2002. – № 4. – С.31.

11 Белецкий, Ю. В., Системы контроля топливной экономичности [Текст] / Ю. В.Белецкий, Н. М.Найш, Ю. Е. Калабухин // Вісник СНУ ім В. Даля. – 2010. – С. 27–29.

12 Бойченко, С. В. Качественная оценка потерь нефтепродуктов от испарения [Текст] / С. В. Бойченко, Л. М. Черняк, Л. А. Федорович, О. С. Титова // Транспорт и хранение нефтепродуктов – 2007. – № 4. – С. 22–24.

13 Болжеларський, Я. В. Пристрої вимірювання витрати палива тепловозними дизелями [Текст] / Я. В. Болжеларський, В. С. Джус, І. М. Гончар // Збірник науково-технічних праць Українського державного лісотехнічного університету –2004. – Вип. 147. – С. 317–325.

14 Бондаревский, А. С. Метод оценки точности контроля, не требующий знания закона распределения контролируемого параметра [Текст] / А. С. Бондаревский // Измерительная техника – 2001. – № 6. – С. 3–8.

15 Бочаров, В. Аппаратно-программный комплекс «Борт» [Текст] / В. Бочаров, А. Головаш // РСП Эксперт – 2011. –№ 6. – С. 20–21.

16 Буренин, П. В. Радиолокационные уровнемеры [Текст] / П. В. Буренин, В. Л. Куприянов, С. И. Черномырдин // Приборы и системы управления. – 1996. – № 10. – С.31.

17 Бушуев, И. В., Автоматизированное рабочее место оператора группы учета локомотивного депо (АРМ ТЧУ) [Текст] / И. В. Бушуев, М. А Пуртова, С. П. Шкода: Сб. науч. тр. / ВПИИАС / Отв. ред. В. А. Шаров – М.: ЗАО «Бизнес Проект», –2005. Вып. 2. – 277 с.

18 Бушуев, И. В., Интегрированная обработка маршрутов машинистов [Текст] / И. В. Бушуев, М. А. Пуртова, А. А. Шамин: Сб. науч. тр. / ВПИИАС / Отв. ред. В.А. Шаров. – М.: ЗАО "Бизнес Проект", 2005. Вып. 2. – 259 с.

19 Вознесенский, В. А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях [Текст] / В. А. Вознесенский – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 1981. – 263 с.

20 Володин, А. И. Локомотивные двигатели внутреннего сгорания. [Текст] / А. И. Володин – 2-е изд. – М.: Транспорт, 2002. – 256 с.

21 Гапанович, В. А. Интеллектуальные железнодорожные системы: состояние и направления развития [Текст] / В. А. Гапанович, А. А. Поплавский // Железнодорожный транспорт. – 2009. – № 11. — С. 63–67.

22 Гапанович, В. А. Реализация стратегии и программ инновационного развития ОАО «РЖД» [Текст] / В. А. Гапанович // Железнодорожный транспорт – 2013. – № 2. – С. 11–17.

23 Годнев, А. Г. Коммерческий учет нефтепродуктов на топливных складах ОАО «РЖД» [Текст] / А.Г. Годнев, С. Н. Науменко // Вестник ВНИИЖТа – 2010. – № 5. – С.44–47

24 Головащ, А. Н. О рациональном использовании дизельного топлива [Текст] / А. Н. Головащ, С. Н. Должиков, В.Ф. Тарута // Локомотив. – 2004. – № 4. – С. 8–9.

25 Головащ, А. Н. Эффективность использования бортовых систем учета топлива на локомотивах [Текст] / А. Н. Головащ, В. М. Бочаров, С. М. Кузнецов // Локомотив – 2008. – № 11. – С. 21–22.

26 ГОСТ 305–82. Топливо дизельное. Технические условия. [Текст] – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 10 с.

27 ГОСТ 8.595 – 2004. Масса нефти и нефтепродуктов. Общие требования к методикам выполнения измерений [Текст] – М.: ИПК, Изд - во стандартов, 2005. – 22 с.

28 ГОСТ 3900 – 85. Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности. [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 36 с.

29 ГОСТ 13196-93. Устройства автоматизации резервуарных парков. Средства измерения уровня и отбора проб нефти и нефтепродуктов. [Текст]: Общие технические требования и методы испытаний – М.: Изд-во стандартов, 1993. – 16 с.

30 ГОСТ 26976-86. Нефть и нефтепродукты. Методы измерения массы [Текст] – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 14 с.

31 ГОСТ 28725-90. Приборы для измерения уровня жидкостей и сыпучих материалов. Общие технические требования и методы испытаний [Текст] – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 12 с.

32 ГОСТ Р 52517-2005. Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Характеристики. Стандартные исходные условия, объявление мощности, расход топлива и смазочного масла. Методы испытаний. [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 2006. – 36 с.

33 Грачев, В. В. Оценка точности измерения количества топлива в баке тепловоза гидростатическим измерителем [Текст] / В. В. Грачев [и др.] // Вестник ВНИИЖТ – 2008. – № 5. – С. 29–32.

34 Грищенко, А. В. Учету топлива и масла – современные средства измерения [Текст] / А. В. Грищенко, В. В. Грачев, Ф. Ю. Базилевский, М. А. Грищенко // Локомотив. – 2009. – №2. – С.33–36.

35 Грищенко, А. В. Современные информационные технологии для тепловозов [Текст] / А. В. Грищенко [и др.] // Локомотив –2007. –№ 4. – С.18–23.

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

37 Грунтов, П. С. Математические и технологические методы экономии топлива при тепловозной тяге [Текст] / П. С. Грунтов,

А. П. Кейзер // Тр-т, наука, техника, упр. – 1998. – № 9. – С. 36–42.

38 Гундоров, М. П. Исследование влияния условий эксплуатации и уровня загрузки тепловозов на удельные затраты энергоресурсов на тягу поездов [Текст] / М. П. Гундоров, Е. Б. Лактионов, И. Н. Родионов [и др.] // Труды ВНИКТИ, –2006. Вып.87. – С. 132–137.

39 Денисенко, В. Суммирование погрешностей измерений в системах автоматизации [Текст] / В. Денисенко // СТЛ: современные технологии автоматизации. – 2012. – № 1. – С. 92.

40 Джонсон, Н. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке Т.1. Методы обработки данных. [Текст] / Н. Джонсон, Ф. Лион – М.: Мир, 1980. – 486 с.

41 Джонсон, Н. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке Т. 2. Методы планирования эксперимента [Текст] / Н. Джонсон, Ф. Лион – М.: Мир, 1981. – 456 с.

42 Донской, А. Л. Система РПРТ тепловозов. Функциональные возможности, комплектующие блоки и оборудование [Текст] / А. Л.Донской [и др.] // Локомотив. – 2066. – № 7. – С. 22–24.

43 Дробаха, В. І. Шляхи зменшення витрат дизельного палива на тягу [Текст] / В. І Дробаха // Залізничний транспорт України. — 2004. — № 1.— С. 28—30.

44 Дробаха, В. І. Результати практичного впровадження систем «БІС-Р» [Текст] / В. І. Дробаха, О. Д. Трихліб, А. М. Каплун // Локомотив-інформ – 2007. – № 9. – С. 24–25.

45 Дробаха, В. І. Вимірювальні засоби автоматизованої системи обліку й контролю дизельного палива [Текст] / В. І. Дробаха, О. Д. Трихліб, М. О. Котов // Локомотив-інформ – 2012. – № 12 (78). – С. 59–61.

46 Дробаха, В. І. Аналіз технічного стану й паливної економічності тепловоза з використанням методу Херста [Текст] / В. І. Дробаха, О. Д. Трихліб // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – № 6. – С. 25–28.

47 ДСТУ 3868 – 99 Паливо дизельне Технічне умови [Текст] – Київ: Держстандарт України. – 1999. – 22 с.

48 Дубовиков, М. М. Размерность минимального покрытия и локальный анализ фрактальных временных рядов [Текст] / М.М. Дубовиков, А.В. Крянев, Н.В. Старченко // "Вестник РУДН" – 2004. – № 1. – Т. 3. – С. 81–95.

49 Ежевская, Л. А. Устройство контроля расхода топлива [Текст] / Л. А. Ежевская [и др.] // Транспорт, наука, бизнес: проблемы и стратегия развития / Урал. ГУПС – Екатеринбург – 2008. – С. 206–208.

50 Емельянов, С. В. Контроль расхода топлива на железнодорожном транспорте [Текст] / С. В. Емельянов // Техника железных дорог – 2011. – № 4 (16). – С. 49–53.

51 Жданкин, В. К. Приборы для измерения уровня [Текст] / В. К. Жданкин // Современные технологии автоматизации. – 2002. – № 23. – С. 6.

52 Жданкин, В. К. Сигнализаторы измерения уровня [Текст] / В. К. Жданкин // Современные технологии автоматизации – 2002. – № 2. – С. 4–6.

53 Жданкин, В. К. Ультразвуковые датчики для систем управления [Текст] / В. К. Жданкин // Современные технологии автоматизации. —2003. – № 4. – С. 48.

54 Жуковицький, І. В. Проблеми та перспективи автоматизації управління локомотивним господарством [Текст] / І. В. Жуковицький, А. Б. Устенко, О. Л. Зіненко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті – 2009. – № 2. – С. 38–42.

55 Зіненко О. Л. Запровадження автоматизованих систем управління для поліпшення якості експлуатації локомотивного парку [Текст] / О. Л. Зіненко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті – 2008. – № 2. – С. 49–53.

56 Измерения в промышленности: Справ. изд. в 3-х кн./Кн. 2 Способы измерения и аппаратура [Текст]: пер. с нем. / Под ред. Профоса П. —2-е изд. перераб. и доп. — М.: Металлургия, 1990. — 320 с.

57 Інструкція з контролювання якості нафти і нафтопродуктів на підприємствах і організаціях України [Текст], затверджена 04. 07. 2007 р. № 762 / 14029.

58 Инструкция о порядке и методах измерений при учетных операциях с нефтепродуктами на предприятиях федерального железнодорожного транспорта [Текст] — №10865, утверждена 10. 06. 2010 г.

59 Інструкція про порядок приймання, транспортування, зберігання, відпуску та обліку нафти і нафтопродуктів на підприємствах і організаціях України [Текст] № 281 / 171 / 578 / 155 від 20. 05. 2008 р.

60 Информационно-управляющие человеко-машинные системы: Исследование, проектирование, испытания [Текст]: Справочник / А. П. Адаменко, А. Г. Ашеро́в, И. Л. Бердников [и др.] / Под общ. ред. А. И. Губинского и В. Г. Евграфова. — М.: Машиностроение, 1993. — 527 с.

61 Иордан, Г. Г. Новый комплекс унифицированных датчиков Сапфир 2М [Текст] / Г. Г. Иордан, А. Я. Юровский, А. Г. Сладоновский, В. Ю. Сердюков // Приборы и системы управления. —1990. — № 11. — С.27.

62 Калашник, Г. Г. Современные системы учета нефтепродуктов [Текст] / Г. Г. Калашник, С. А. Кузьмин, С. Г. Макушкин // Жел.дор. транспорт — 1998. — № 12. — С. 17–20.

63 Каплун, А. Н. Система контроля расхода топлива «БИС-Рм». [Текст] / А. Н. Каплун, О. Д. Трихліб, К. С. Петров // Локомотив-информ. — 2014. — № 4. — С. 40–46.

64 Карпушин, Е. І. Енергозощаджуюче керування при русі на простому перегоні [Текст] / Е. І. Карпушин // Інформац. упр. сист. на ж. д. транспорті — 2000. — № 6. — С. 75–76.

65 Кокаев, О.Г. О ресурсосберегающей технологии транспортировки энергоносителей [Текст] / О. Г. Кокаев, С. А. Попов // Транспорт, наука, техника, управление – 2007. № 4. – С. 24–25.

66 Коссов, Ё. Е. Оптимизация режимов работы тепловозных дизель-генераторов [Текст] / Е. Е. Коссов, Ё. И. Сухопаров – М.: Интекст, 1999, – 184 с.

67 Кролл, Д. Определение и индикация уровня дизельного топлива [Текст] / Д. Кролл // Железные дороги мира. – 2001. – № 3. – С. 48 – 50.

68 Лакин, И. К. Информационная подсистема многоуровневой системы управления и обеспечения безопасности движения поездов (АСУ МС) [Текст] / И. К. Лакин // Сб. науч. тр. / ВНИИАС / Отв. ред. В. А. Шаров. – М.: ЗАО "БизнесПроект", 2005. – Вып. 2. – 277 с.

69 Литл, Т. Принадлежности и дополнительное оборудование для радарных уровнемеров [Текст] / Т. Литл // Современные технологии автоматизации. – 2003. – № 1. – С. 29.

70 Логунов, О. Н. Измерение и коммерческий учет массы наливных грузов [Текст] / О. Н. Логунов, Е. С. Ерилин, А. К. Пашков, Ю. И. Гридин // Жел. дор. транспорт. – 2004. – № 5. – С. 53–54.

71 Мандельброт, Б. Фрактальная геометрия природы [Текст] / Б. Мандельброт – М.: Институт компьютерных исследований, 2002. – 656 с.

72 Молчанов, А. И. Автоматизированная система учета, контроля и расхода топлива маневровыми тепловозами [Текст] / А. И. Молчанов, И. Л. Поварков, Л. А. Мугинштейн, К. М. Попов // Вестник ВНИИЖТ. – 2004. – № 2. – С. 25–29.

73 Молчанов, В. В. Системы комплексного контроля XXI века [Текст] / В. В. Молчанов // Локомотив – 2009, – № 7. – С. 34–35.

74 Молярчук, В. С. Пособие теплоэнергетику железнодорожного транспорта [Текст] / под ред. В. С. Молярчука – М.: Транспорт, 1973, – 397 с.

75 Мугинштейн, Л.А. Программный комплекс для учета, анализа и нормирования расходов энергоресурсов [Текст] / Л. А. Мугинштейн,

Е. Н. Школьников, А. В. Андреев, Т. В. Виноградова, С. А. Виноградов // Железнодорожный транспорт. – 2005. – № 9. – С. 32–36.

76 Настанова по економному використанню дизельного палива при експлуатації тепловозів (ЦТ-0198) [Текст] / Затверджено наказом Укрзалізниці від 29.10.2010 № 161-ЦЗ. – Київ, 2011. – 102 с.

77 Нефтепродукты. Свойства, качества, применение [Текст]: Справочник / под ред. Б. В. Лосикова – М.: Химия, 1966. – 776 с.

78 Новожилов, Ю. Н. Измерение расхода энергоносителей и погрешности коммерческих приборов [Текст] / Ю. Н. Новожилов // Измерительная техника. – 2000. – № 9. – С. 55–57.

79 Нотик, З. Х. Тепловозы ЧМЭЗ, ЧМЭЗТ и ЧМЭЗУ [Текст]: пособие машинисту / З. Х. Нотик – М.: Маршрут, 1996. – 268 с.

80 ОМНИКОММ УКРАИНА. Информация о системе контроля расхода топлива «FAS» (<http://omnicomm.com.ua>)

81 Определение и индикация уровня дизельного топлива [Текст] // Железные дороги мира. – 2001. – № 3. – С. 48.

82 Основы теоретической обработки результатов измерений [Текст] – М.: Издательство стандарт, 1991. – 476 с.

83 Петерс, Э. Фрактальный анализ финансовых рынков [Текст] / Э. Петерс – М.: Интернет-трейдинг, 2004. – 304 с.

84 Пойда, А. А., Хуторянский П. М., Кононов В.Е. Тепловозы: Механическое оборудование: Устройство и ремонт [Текст] / А. А. Пойда, П. М. Хуторянский, В. Е. Кононов – М.: Транспорт, 1988. – 231 с.

85 Покровский, Г. П. Топливо, смазочные материалы и охлаждающие жидкости [Текст] / Г. П. Покровский – М.: Машиностроение, 1985. – 200 с.

86 Правила тяговых расчетов для поездной работы [Текст] – М.: Транспорт, 1985. – 287 с.

87 Правила технічної експлуатації залізниць України [Текст] (з змінами та доповненнями згідно з Наказом Мінтрансу № 179 від

19. 03.2002) – Київ, 2003. – 94 с.

88 Прозоров, М. А. Новые кварцевые преобразователи уровня и температуры [Текст] /М. А. Прозоров // Приборы и системы управления. – 1996. – № 6. – С .27.

89 Расчеты автоматизированных систем управления (на примерах АСУ железнодорожным транспортом) [Текст] / Г. В. Дружинин, Э. К. Лецкий, А. И. Панкратов [и др.] / под ред. Г. В. Дружинина – М.: Транспорт, 1985. – 223 с.

90 Сорин, Л. Н. Автоматизированные системы управления для железнодорожного транспорта [Текст] / Л. Н. Сорин // Вісник СУНУ ім. В.Даля – 2011. – № 4 (158) – Част.1. – С. 205–207.

91 Тартаковский, Е. Д. Автоматизовані робочі місця (АРМ) в локомотивних та вагонних депо [Текст]: навч. посібник / Е. Д. Тартаковский, О. В. Устенко, О. С. Крашенінін – Харків: УкрДАЗТ, 2002, Ч.1. – 98 с.

92 Тартаковский, Э. Д. Основы автоматизации технического обслуживания и ремонта локомотивов [Текст]: учебн. пособие / Э. Д. Тартаковский. – Харків: ХИИТ, 1992, Ч.3. – 78 с.

93 Тартаковський, Е. Д. Технічні та технологічні засоби енергозбереження тепловозів в експлуатації [Текст] / Е. Д. Тартаковський, М. Г. Уманець, Д. О. Аулин // Вісник СУНУ ім. В. Даля. – 2010. – Вип. 5 (143). – Ч.2. – С. 25–29.

94 Тартаковский, Э.Д. Развитие математических моделей технологии обслуживания и ремонта локомотивов [Текст] / Э. Д. Тартаковский, В. И. Ефименко, А. Б. Бабанин, В. И. Дробаха // Совершенствование конструкции, технологии эксплуатации и ремонта подвижного состава / Межвуз. сб. науч. тр. – Харьков, ХИИТ – 1987. – Вып. 2. – С. 65–70.

95 Теория случайных процессов и ее инженерные приложения [Текст]/ под ред. Е. С. Вентцель – М.: Высшая школа, 2000. – 320 с.

96 Тепловозы. Основы теории и конструкции [Текст]: Учебное пособие / Под ред. В. Л. Кузьмича. –М.: Транспорт, 1991. – 185 с.

97 Тиверовский, В.И. Автоматика и новые информационные технологии на транспорте за рубежом [Текст] / В. И. Тиверовский // Транспорт, наука, техника, управление – ВИНТИ РАН, 2010. – № 9. – С. 47–51.

98 Тимченко, А. Ю. Подходы к созданию единой автоматизированной системы учета дизельного топлива в ОАО «РЖД» [Текст] / А. Ю. Тимченко, А. А. Троицкий // Локомотив-информ. – 2008. – № 6. – С. 26–28.

99 Тимченко, А. Ю. Единая автоматизированная система учета дизельного топлива [Текст] / А. Ю. Тимченко // Локомотив – 2011. – № 2. – С.33 – 35.

100 Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение [Текст]: Справ. изд. / К. М. Бадыштова, Я. А. Берштадт, Ш. К. Богданов [и др.]; под ред. В. М. Школьников. – М.: Химия, 1989. – 432 с.

101 Топливо, смазка, вода [Текст] / Л. Г. Мурзин, В. М. Гончаров: 5-е изд. перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1981. – 154 с.

102 Трихліб, О. Д. Аналіз витрат палива тепловозом з обліком фактично виконаної роботи [Текст] / О. Д. Трихліб // Збірник наукових праць. – Київ: ДЕТУТ, 2012. – С. 36–39.

103 Трихліб, О.Д. Впровадження електронних регуляторів частоти обертання та потужності тепловозних дизель-генераторів [Текст] / О. Д. Трихліб // Збірник наукових праць УкрДАЗТ, 2009. – вип. 94. – С. 56–58.

104 Трихліб, О. Д. Техніко-економічні аспекти автоматизованого обліку та контролю витрат дизельного палива [Текст] / О. Д. Трихліб, В. В. Котов, У. В. Котова // Вісник Східноукраїнського національного університету імені В.Даля – 2012. – № 3 (174). – Луганськ – С. 199–201.

105 Трихліб, О. Д. Облік, контроль і аналіз як важливіші складови енергозбереження при експлуатації маневрових тепловозів [Текст] / О. Д. Трихліб // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. – Харків, 2012. –

вип. 134. – С. 97–101.

106 Трихліб, О. Д. Удосконалення вимірів рівня палива при автоматизованому контролі його витрати [Текст] / О. Д. Трихліб // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. – Харків: УкрДАЗТ, 2013. – вип. 136. – С. 130–134.

107 Трихліб, О.Д. Застосування R/S-методу для оінки паливної економічності тепловозів [Текст] / О. Б. Бабанін, О. Д. Трихліб // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. – Харків – 2014.– Вип.149. – С. 45–49.

108 Уманец, Н. Г. Повышение топливной эффективности тепловозной дизельной установки [Текст] / Н. Г. Уманец, А. Н. Диковенко // Локомотив-информ. – 2006. – № 5. – С. 46 – 49.

109 Учету топлива и масла – современные средства измерения [Текст] // Локомотив. – 2009. – № 2. – С. 33 – 36.

110 Феоктистов, В. П. Автоматизированная система управления локомотивным хозяйством [Текст] / В. П. Феоктистов, И. К. Лакин, Ю. В. Смирнов, А. Ю. Тимченко // Локомотив – 2001. –№ 1 – С 9–11; Локомотив – № 4 – С. 11–14.

111 Феоктистов, В. П. Использование вычислительной техники в локомотивных депо [Текст] / В. П. Феоктистов, И. К. Лакин [и др] // ЦНИИТЭИ МПС, сер. Локомотивы и локомотивное хозяйство. – 1997. – Вып. 3. – С.3 – 35.

112 Фофанов, Г. А. Режимы работы тепловозов и пути повышения их топливнойэкономичности [Текст] / Г. А. Фофанов, Э. А. Пахомов, А. А. Лосев // Вестник ВНИИЖТа – 1983. – № 6. – С. 21–25.

113 Фрайден, Дж. Современные датчики [Текст]. Справочник. / Дж. Фрайден – М.: Изд-во Техносфера, 2006. – 592 с.

114 Хомич, А. З. Экономия топлива и теплотехническая модернизация локомотивов [Текст] / А. З. Хомич, О. И. Тупицын, А. Э. Симсон. – М.: Транспорт, 1975. – 264 с.

115 Шайдуллин, Ш. Н., Автоматизация оценки использования тепловозов [Текст] / Ш. Н. Шайдуллин, А. М. Добронос, В. А. Засов // Локомотив – 2000. – № 6. – С. 31–33.

116 Шапран, Е. Н. Совершенствование ресурсосберегающих технологий контроля энергетических установок тепловозов / Е. Н. Шапран [и др.] // Вісник СУНУ ім. В.Даля, 2008. – № 5 (123). – С. 154–157.

117 Шенкман, Э. Н. Автоматизованная система учета дизельного топлива и дизельного масла в вертикальных и горизонтальных резервуарах [Текст] / Э. Н. Шенкман, Л. К. Мартынов // Жел. дор. транспорт Сер. «Локомотивы и лок. хоз-во. Ремонт п.с.» /ОИ/ВНИИАС МПС (ЦНИИТЭИ), 2003. – Вып. 3–4. - С. 44 – 54.

118 Каталог продукции [Электронный ресурс] / <http://www.igla.info/products/>

119 Solartron Instruments a division of Solartron Group Ltd [Электронный ресурс] / <http://www.solartron.com>

120 Комплект измерительной системы [Электронный ресурс] / <http://www.igla.info/standart/Teplovoz/>

121 Claypool, A. Managing a moving target / A.Claypool // Progressive Railroadng. – 2004. – № 6. – p. 34, 36: il.

122 Handbook for the training pack SENSORIC SPL. Pepperl+Fuchs Kolleg GmbH, Mannheim, 1995.

123 Davis K., Lu W. Method and apparatus for management of automated fuel delivery system : пат. 6128551 США. – 2000.

124 Альбатрос. Настоящая промышленная автоматизация / Каталог продукции [Электронный ресурс] / <http://www.albatros.ru/catalog/products/>

125 УКРПРОМ. Каталог промышленных предприятий Украины Контрольно-измерительные приборы и автоматика / [Электронный ресурс] / <http://www.ukr-prom.com/cat-kontrolno-izmeritelnie-pribori-i-avtomatika/>

126 Statistics in plain English // Timothy C. Urdan – 2005.

127 Statistics Made Simple for Researcher's 2008 Ed // A. Asaad – 2008.

