

Українська державна академія залізничного транспорту

На правах рукопису

Доценко Юрій Валерійович

УДК 656.222.6:656.212

**УДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ПРОСУВАННЯ
ПОЇЗДОПОТОКІВ НА ОСНОВІ СТАБІЛІЗАЦІЇ ОБІГУ ВАНТАЖНОГО
ВАГОНУ**

05.22.01 – транспортні системи

Дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Науковий керівник:

Бутько Тетяна Василівна

д.т.н., професор

Харків – 2010

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1	
АНАЛІЗ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ТА ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В УПРАВЛІННІ ВАНТАЖНИМИ ПЕРЕВЕЗЕННЯМИ.....	
	12
1.1. Аналіз якісних показників роботи залізничних підрозділів та методів їх визначення.....	12
1.2. Аналіз наукових досліджень щодо покращення елементів обігу вантажного вагону.....	20
1.3. Аналіз автоматизованих систем управління перевізним процесом на залізничному транспорті.....	26
1.4. Висновки до розділу 1.....	35
РОЗДІЛ 2	
РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ СТАБІЛІЗАЦІЇ ОБІГУ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ.....	
	37
2.1. Аналітичні передумови формування моделі стабілізації обігу вагонів.....	37
2.2. Формування критерію стійкості при оперативному управлінні просуванням поїздопотоків по дільницях.....	55
2.3. Формування нейронної мережі для розробки моделі прогнозування значення обігу вантажного вагону.....	59
2.4. Застосування нейронної мережі для побудови моделі прогнозування значення обігу вантажного вагону.....	63
2.5. Перевірка математичної моделі прогнозування із застосуванням нейронних мереж на адекватність.....	71
2.6. Висновки до розділу 2.....	76
РОЗДІЛ 3	
МЕТОДОЛОГІЯ ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛІННЯ	

РУХОМ ВАНТАЖНИХ ПОЇЗДІВ.....	78	
3.1. Формалізація процесу визначення категорії поїздів на основі нечіткої логіки.....	78	
3.2. Формування ситуаційної моделі та системи підтримки прийняття рішень.....	96	
3.3. Висновки до розділу 3.....	114	
РОЗДІЛ 4		
УДОСКОНАЛЕННЯ ІСНУЮЧОЇ СТРУКТУРИ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧОЇ СИСТЕМИ УКРЗАЛІЗНИЦІ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ АТОМАТИЗОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОСУВАННЯ ПОЇЗДОПОТОКІВ НА ОСНОВІ СТАБІЛІЗАЦІЇ ОБІГУ ВАНТАЖНОГО ВАГОНУ		116
4.1 Передумови впровадження автоматизованої технології стабілізації обігу вантажного вагону до системи АСК ВП УЗ	116	
4.2 Передумови впровадження автоматизованої технології стабілізації обігу вантажного вагону до системи «КАСКАД».....	124	
4.3 Підходи щодо інтеграції автоматизованої технології стабілізації обігу вагону до структури АСК ВП УЗ	129	
4.4 Розрахунок економічної ефективності від впровадження запропонованої системи стабілізації обігу вантажного вагону.....	132	
4.4 Висновки до розділу 4.....	134	
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	135	
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	138	
ДОДАТОК А Відсоткове відхилення прогнозних значень обігу вагону від планових значень.....	153	

ДОДАТОК Б Перевірка математичної моделі прогнозування на основі нейронної мережі на адекватність.....	155
ДОДАТОК В Приклад автоматизованого діалогово-інформаційного вікна для роботи на АРМ ДНЦ.....	157
ДОДАТОК Д Приклад автоматизованого діалогово-інформаційного вікна для роботи на АРМ ДСП.....	158
ДОДАТОК Ж Акти впровадження.....	159

ВСТУП

В умовах конкурентного середовища на транспортному ринку одним з найбільш важливих важелів заохочення клієнтів є стійкість роботи транспортної системи. Залізнична транспортна система та її підсистеми в цілому відповідають цим вимогам, але в теперішній час спостерігається тенденція нестабільного виконання основних техніко-експлуатаційних показників її роботи, що негативно впливає на вимоги клієнтів щодо доставки «точно в строк». Зазначені недоліки обумовлено недосконалою організацією перевізного процесу. Тому відповідно „Концепції Державної програми реформування залізничного транспорту України” затвердженою розпорядженням Кабінету Міністрів України від 27 грудня 2006р. № 651-р постає задача удосконалення технології роботи залізничних підрозділів з метою стабілізації основних показників.

Актуальність теми. Обіг вантажного вагона є одним з найважливіших показників експлуатаційної роботи, виконання якого характеризує якість експлуатаційної роботи залізничних підрозділів та який доцільно розглядати як комплексний показник стійкості виконання перевізного процесу для даної підсистеми або системи в цілому. В умовах тенденції зростання цього показника (починаючи з 2005 року його значення змінювалося у межах 4,34 доби - 5,84 доби) гостро відчувається вплив зменшення числа перевізних засобів при збереженні обсягів роботи. Для раціоналізації використання вагонного парку, покращення якісних та кількісних показників роботи станцій необхідно намагатися зменшувати час обігу вантажного вагону шляхом дотримання встановлених технологічними нормативами значень тобто застосовувати всі можливі техніко-технологічні заходи щодо стабілізації цього показника.

Одним із шляхів забезпечення стабілізації обігу вантажного вагону є необхідним розробка автоматизованої технології пропуску поїздів з

урахуванням пріоритетності їх пропуску по дільницях наслідком чого є приведення значень обігу до нормативного.

Вирішення цієї науково-прикладної задачі потребує формалізації процесу визначення пріоритету поїздів у межах виконання змінно-добового плану та графіку руху поїздів (ГРП) з подальшим формуванням системи підтримки прийняття рішень на автоматизованому робочому місці поїзного диспетчера (АРМ ДНЦ) та АРМ чергового по станції (ДСП), що забезпечить процес стабілізації загального обігу вантажного вагону на залізничних підсистемах.

Реалізація зазначених заходів дозволить забезпечити виконання нормативного обігу вантажного вагону та як наслідок дотримання умови доставки вантажів «точно в строк».

Таким чином виконання поставленої задачі стабілізації обігу вантажного вагону на рівні Укрзалізниці (УЗ) та її підсистем є своєчасною та актуальною.

Мета та задачі дослідження. Метою даної дисертаційної роботи є удосконалення технології управління поїздопотокми на рівні дирекції по залізничним перевезенням (ДН) та залізниці в цілому, що на відмінність від існуючих забезпечує дотримання нормативного обігу вантажних вагонів (стабілізації) за рахунок надання пріоритетності поїздам при організації їх пропуску по дільницях та як наслідок сприяє стійкості функціонування залізничної транспортної системи. Реалізація цієї мети потребує постановку та вирішення таких основних задач:

1. Провести статистичні дослідження обігу вагонів з урахуванням експлуатаційних факторів, що впливають на пропуск поїздів з урахуванням характеристик поїздопотоків та проаналізувати існуючу технологію їх просування на рівнях дільниць, ДН та залізниці в цілому.

2. Провести аналіз існуючих наукових підходів щодо визначення елементів обігу вантажного вагону.

3. Сформувати сукупність критеріїв, які дозволяють надати пріоритетність щодо виконання поїзної роботи на полігонах ДН і залізниці в цілому та забезпечують стабілізацію обігу вагону і можуть бути основою для прийняття раціональних рішень поїзним диспетчером.

4. Розробити моделі, які дозволяють визначити та спрогнозувати обіг вантажних вагонів з урахуванням існуючого оперативного та змінно-добового плану рівня залізниці.

5. Сформувати моделі процесу управління поїздопотоками з урахуванням надання пріоритетів поїздам реалізація яких забезпечує виконання нормативного обігу вагонів по підрозділам залізниці.

6. Сформувати систему підтримки прийняття рішень (СППР) на автоматизованому робочому місці поїзного диспетчера (АРМ ДНЦ) та чергового по станції (АРМ ДСП) з елементами штучного інтелекту на основі синтезу комплексу моделей, що враховують ситуації невизначеності в поїзній роботі.

7. Удосконалити функціональну схему інформаційно-керуючої системи (ІКС) ДН та залізниці в цілому на основі структури розподілених СППР оперативних працівників.

8. Оцінити економічну доцільність від впровадження удосконаленої технології управління поїздопотоками.

Об'єкт дослідження – процес просування поїздопотоків на рівні залізничних підрозділів.

Предмет дослідження – технологія управління поїздопотоками.

Зв'язок з науковими програмами, планами, темами. Робота виконувалася у відповідності з Концепцією Державної програми реформування залізничного транспорту України, затвердженою розпорядженням Кабінету Міністрів України від 27 грудня 2006р. № 651-р, а також з науково – дослідницькою темою „Розробка та формування автоматизованих логістичних технологій залізничного транспорту” за номером держреєстарції 01080000U00007.

Методи дослідження

Виконані дослідження базуються на: процедурі моніторингу, методах теорії ймовірностей та математичної статистики для проведення аналізу існуючих експлуатаційних показників перевізного процесу; методах побудови штучних нейронних мереж для формування прогнозної моделі обігу вантажного вагону за період змінно-добового планування; застосуванні теорії нечітких множин, нечіткої логіки та теорії прийняття рішень для формування набору типових ситуації та вибору пріоритетності при пропуску поїздів.

Наукова новизна отриманих результатів

В дисертаційній роботі теоретично обґрунтовано технологію стабілізації обігу вантажного вагону в процесі пріоритетного просування поїздопотоків в межах таких підсистем УЗ як ДН, залізниця в цілому, що забезпечує стійкість їх функціонування та обумовлює зменшення експлуатаційних витрат. Для формалізації цієї технології було вперше:

- сформовано сукупність інтегральних критеріїв якості управління експлуатаційною роботою на рівні підсистем УЗ, які доцільно вважати "активними" аналогами критерію стійкості, що дозволяють оцінити відхилення обігу різних категорій вагонів (місцевих, порожніх, транзитних, навантажених) в поїздах різної пріоритетності за період оперативного планування;

- формалізовано процедуру визначення та прогнозування обігу вантажних вагонів на основі існуючого оперативного планування роботи на рівні залізниці шляхом розробки штучної нейронної мережі, яка адекватно відтворює вплив сукупності експлуатаційних параметрів на величину обігу;

- формалізовано процес управління поїздопотоками з урахуванням пріоритетів поїздів в межах підсистем, який забезпечує нормативний обіг вантажних вагонів різних категорій з урахуванням фізичного стану поїзду та інфраструктури, на основі синтезу комплексу слабо структурованих

моделей, що є основою формування системи розподілених СППР оперативних працівників;

удосконалено:

- ІКС залізниці шляхом інтегрування розробленого комплексу моделей на АРМ оперативних працівників рівня ДН та залізниці, що забезпечує інтелектуальне супроводження процесу стабілізації обігу вагонів;

- процес прийняття рішень при виконанні схрещень поїздів на одноколійних лініях на основі використання інформаційної моделі АСК ВП УЗ.

Обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій.

Обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій обумовлена коректністю постановки та рішення задачі, адекватністю моделі реальним об'єктам, коректністю використаного математичного апарату. Підтвердженням адекватності та достовірності є співпадіння результатів експериментів з результатами обробки даних натурних спостережень з похибкою, яка не перевищує заданий поріг 7,8 на Харківській, Полтавській, Сумській дирекціям по залізничним перевезенням; репрезентативність вибірки статистичного матеріалу.

Практичне значення отриманих результатів.

Розроблений комплекс моделей дозволяє визначати оптимальний варіант приймання та пропуску поїздів всіх категорій по залізничних станціях на основі надання їм такої пріоритетності, що забезпечує стабілізацію загального обігу вантажних вагонів.

Запропоновано модель динамічного прогнозування значень обігу вантажного вагону за період змінно-добового планування, яка є основою для оперативного персоналу ДН або залізниць щодо прийняття завчасних заходів для стабілізації експлуатаційних процесів, пов'язаних з рухом поїздів.

Запропонована технологія стабілізації обігу вантажного вагону надає можливість скоротити відхилення нормативного обігу вантажного вагону в

межах 20%, що підтверджено актом впровадження в умовах Південної залізниці;

Комплекс розроблених моделей рекомендовано інтегрувати до автоматизованих робочих місць оперативного персоналу рівня ДН та рівня залізниці, які відповідають за управління поїздопотоками на мережі.

Розроблений комплекс моделей рекомендовано для використання на всіх залізницях України.

Основні результати і розроблені наукові підходи по визначенню оптимальних варіантів пропуску поїздів по дільницях використані і впроваджені на Південній залізниці, а також у навчальний процес Української державної академії залізничного транспорту (УкрДАЗТ), Донецького інституту залізничного транспорту (ДонІЗТ) при вивченні дисциплін "Управління експлуатаційною роботою і якістю перевезень" та при проведенні учбово-дослідних робіт студентів і магістрів. Практичне впровадження результатів роботи підтверджується відповідними документами.

Особистий внесок здобувача.

Всі наукові результати, що винесено на захист отримано особисто автором або при його безпосередній участі.

Експериментальні дослідження значень обігу вантажних вагонів та аналіз результатів виконано автором, розробка моделей для реалізації технології пропуску поїздів по дільницях на основі визначення пріоритетності їх пропуску виконані особисто автором. Впровадження результатів та розробок в інформаційне та програмне забезпечення на виробництві і в навчальному процесі виконувалося під керівництвом автора.

В статтях, які написані у співавторстві доробок автора складає (автору належить):

У статті [2] запропоновано критерій пріоритетності розподілу технічних засобів при забезпеченні необхідного рівня сервісу і позитивному економічному результаті.

У статті [4] сформовано залежності обігу вантажного вагону від його елементів в термінах гібридних мереж.

У статті [5] Формалізовано процедуру оптимізації розподілу вагонного парку на основі нечіткої логіки, яка пропонується як основа на АРМ диспетчера вагонорозподільовача.

У статті [6] запропонована модель динамічного аналізу елементів обігу вантажного вагону, що дозволяє в оперативному режимі визначати взаємний їх вплив.

У статті [7] запропоновано математичну модель визначення категорії вантажного поїзду.

У статті [8] сформовано вимоги до структури та інформаційного забезпечення СППР.

Апробація результатів дисертації.

Основні положення дисертації доповідалися, обговорювалися та ухвалено на: 65, 67-71-й міжнародних науково-технічних конференціях кафедр УкрДАЗТ та спеціалістів залізничного транспорту і підприємств, 2003, 2005-2009 рр.; першій, другій, третій міжнародній науково-практичній конференції „Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем: техніка, технологія, економіка і управління” Київський університет економіки і технологій транспорту, 2003-2005 рр. (м. Київ); 7-й міжнародній науково-практичній конференції „Наука і освіта”, (м. Дніпропетровськ), 2004 р.; 65-й міжнародній науково-практичній конференції „Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту” Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, (м. Дніпропетровськ), 2005 р.

Дисертацію у повному обсязі розглянуто та схвалено на розширеному засіданні кафедри управління експлуатаційною роботою (УЕР) УкрДАЗТ, 2010 р. (м. Харків); на науковому семінарі кафедри транспортних технологій Харківського національного автомобільно-дорожнього університету (ХНАДУ), 2010 р. (м. Харків).

Публікації.

Відповідно до теми дисертації опубліковано 8 наукових робіт (дві з них без співавторів) у виданнях, що затверджені ВАК України як фахові.

Структура та обсяг дисертації.

Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та 5 додатків.

Повний обсяг роботи складає 160 сторінок, з яких обсяг основного тексту 133 сторінки. Робота ілюстрована 36 рисунками, наведено 2 таблиці. Список використаних джерел складає 164 найменування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 Абрамов А.П. Маркетинг на транспорте / Абрамов А.П., Галабурда В.Г., Иванова Е.А. – М.: Желдориздат, 2001. – 329 с.
- 2 Автоматизированное проектирование систем автоматического управления / Под ред. Солодовникова В.В. – М.: Машиностроение, 1990. – 335 с.
- 3 Автоматизация работы сортировочных станций (с применением вычислительных машин) / Под ред. Олешко Г.И. и Б. Дел Рио. – М.: Транспорт, 1964. – 176 с.
- 4 Автоматизированные системы управления на железнодорожном транспорте. Часть IV / Под ред. Грунтова П.С. – Гомель: БелИИЖТ, 1993. – 52 с.
- 5 Акулиничев В.М. Система организации вагонопотоков на сортировочных станциях. Изд. МИИТа, 1967.
- 6 Акулиничев В.М. Математические методы в эксплуатации железных дорог / Акулиничев В.М., Кудрявцев В.А., Корешков А.Н. – М.Транспорт, 1981. – 224 с.
- 7 Амосов Н. М., Байдык Т. Н., Гольцев А. Д. Нейрокомпьютеры и интеллектуальные роботы. – Киев: Наукова думка, 1994. – 272 с.
- 8 Апатцев В.И. Оптимизация работы железнодорожных узлов / В.И. Апатцев // Железнодорожный транспорт. – 1998. – № 11. – С. 2-6.
- 9 Барский А.Б. Нейронные сети: распознавание, управление, принятие решений / Барский А.Б. – М. Финансы и статистика, 2004. – 176 с.
- 10 Бауэрсокс Д.Д. Логистика: интегрированная цепь поставок / Бауэрсокс Д.Д., Клосс Д.Д. – М. ЗАО "Олимп-Бизнес", 2001.
- 11 Бочарников В.П. Fuzzy-Технология: математические основы практика моделирования в экономике / Бочарников В.П. Санкт-Петербург, 2001. – 328 с.
- 12 Бутько Т.В. Планування перевезень вантажу на основі раціональної організації вагонопотоків на залізниці із застосуванням теорії нечітких

множин/ Т.В. Бутько, О.В. Лаврухін // Східно-Європейський журнал передових технологій. 2004. – Спецвипуск 7 [1]. – С. 16-19.

13 Бутько Т.В., Лаврухін О.В. Модель поїзоутворення на основі ситуаційної системи прийняття рішення / Т.В. Бутько, О.В. Лаврухін // Східно-Європейський журнал передових технологій 2004. – 3 [9]. – С. 30-33.

14 Бутько Т.В., Лаврухін О.В., Доценко Ю.В. Удосконалення управління процесом просування поїздопотоків на основі стабілізації обігу вантажного вагону / Т.В.Бутько, О.В.Лаврухін, Ю.В.Доценко // Зб.наук.праць / ДонІЗТ УкрДАЗТ, 2010. – Вип.22. – с.18 – 26.

15 Буянов В.А., Ратин Г.С. Автоматизированные информационные системы на железнодорожном транспорте / Буянов В.А., Ратин Г.С. – М. Транспорт, 1984, – 239 с.

16 Вайну Я. Корреляция рядов динамики / Вайну Я. – М. Статистика, 1977. – 119 с.

17 Васильев В. И. Распознающие системы / Васильев В. И. // К.: Наукова думка, 1969. – 291 с.

18 Величко В.И., Система фирменного транспортного обслуживания / Величко В.И., Сотников Е.А., Голубев Б.Л. – М. Интекст, 2001. – 184 с.

19 Ветухов А.Е. Комплексные методы сокращения простоя вагонов / Ветухов А.Е., Аветикян М.А. – М. Транспорт, 1986. – 206 с.

20 Величко В.И. Основы транспортного экспедирования на железнодорожном транспорте / Величко В.И., Сотников Е.А., Винокурова Т.А., Голубев Б.Л. – М. Интекст, 2000. – 96 с.

21 Вентцель Е.С. Исследование операций / Вентцель Е.С. – М. Советское радио, 1972.

22 Вергун О.Ф. Рекомендації з техніко-економічних розрахунків окремих показників експлуатаційної роботи залізниць / Вергун О.Ф., Липовець Н.В., Гаркуша Л.Ю. – К.: Транспорт України, 2002. – 64 с.

23 Верлока В.С. О повышении конкурентоспособности железных дорог / В.С. Верлока // Залізничний транспорт України. – 2000. – №5. С. 68-71.

- 24 Галабурда В.Г. Маркетинг на транспорте: Учебное пособие / Галабурда В.Г. – М. МИИТ, 1992. – 108 с.
- 25 Галабурда В.Г. Комплексная оценка качества транспортного обслуживания / Галабурда В.Г., Соколов Ю.И. // Железнодорожный транспорт. – 1999. – №5 С.60-64.
- 26 Гермейер Ю.Б. Игры с противоположными интересами. Теория принятия решений при неполном единстве / Гермейер Ю.Б. – М. МГУ, 1972.
- 27 Гершвальд А.С. Автоматизация управления сортировочной работой/ А.С. Гершвальд // Приборы и системы управления. – 1986. № 12. – С. 17-18.
- 28 Гершвальд А.С. Оптимальное управление процессами работы базовой станции опорного центра / А.С. Гершвальд // Железные дороги мира, 2002. - № 6.
- 29 Гмурман В.Е. Введение в теорию вероятностей и математическую статистику / Гмурман В.Е. – М. Статистика, 1963. – 238 с.
- 30 Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика / Гмурман В.Е. – М.: Высшая школа, 1977. – 257 с.
- 31 Голышев Л.К. Концептуальная модель автоматизированного рабочего места / Л.К. Голышев // Механизация и автоматизация управления. – 1989. – № 4. – С. 46 – 48.
- 32 Горбань А.Н. Обучение нейронных сетей / Горбань А.Н. – СПб. ПараГраф, 1990. – 160 с.
- 33 Горбань А.Н. Нейронные сети на персональном компьютере / Горбань А.Н., Россиев Д.А. – Новосибирск. Наука, 1996. – 144 с.
- 34 Грень Е. Статистические игры и их применение / Под ред. Пирогова Г.Г., С.Д. Горшенина. – М. Статистика, 1975. – 176 с.
- 35 Гриценко В.И., Мирошниченко В.М. О поддержке информационной модели отображения состояния и динамики транспортных процессов в среде сетевой СУБД / В.И. Гриценко, В.М. Мирошниченко // Информационные технологии планирования и управления на транспорте: Сб. научн. тр. – К.: ИК АН УССР, 1988. – С. 80 – 87.

- 36 Гриценко В.И. Программные средства ввода и переработки данных в системе оперативного слежения на транспорте / Гриценко В.И., Мирошниченко В.М., Вегера Ю.К. – К.: ИК АН УССР, 1989. – С. 12 – 19.
- 37 Данько М.І., Ковальов А.О, Котенко А.М. Прогнозування показників роботи під'їзних колій і станцій примикання / М.І. Данько, А.О. Ковальов, А.М. Котенко // Залізничний транспорт України. – 2002. – № 6. – С. 18-19.
- 38 Данько М.І. Прогнозування розподілу вагонопотоків на основі теорії нечітких множин / М.І. Данько, О.В. Лаврухін // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – Харків, 2004. – № 2. – С. 80-83.
- 39 Демин Ю.В. Грузовой подвижной состав для железнодорожных транспортных коридоров / Ю.В. Демин // Залізничний транспорт України. – 1999. – №4 с. 2-5.
- 40 Джеффри Е. Хинтон Как обучаются нейронные сети / Джеффри Е. Хинтон // В мире науки. – 1992. – № 11-12. – С. 103-110.
- 41 Дмитриев А.К., Мальцев П.А. Основы теории построения и контроля сложных систем / Дмитриев А.К., Мальцев П.А. – Л. Энергоатомиздат, Ленинградское отделение, 1988. – 192 с.
- 42 Долгополов П.В. Удосконалення місцевої роботи залізничного вузла на основі поширених мереж Петрі / П.В. Долгополов // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2004. – №1. – С.51–54.
- 43 1. Доценко Ю.В. Розробка математичної моделі оптимального використання технічних засобів залізниці на основі теорії нейронних мереж / Ю.В. Доценко // Східно-Європейський журнал передових технологій 2005. – 6/2 (18). – С. 37-39.
- 44 Доценко Ю.В. Модель прогнозування необхідного числа вагонів для виконання плану перевезень вантажів на основі апарата нейронних мереж / Ю.В. Доценко // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ "ХПІ" - 2005. – № 57. - с. 24 – 28.

- 45 Жуковицький І.В. Принципи побудови системи підтримки прийняття рішень і управління вантажними перевезеннями на основі аналітичних серверів АСК ВП УЗ / І.В. Жуковицький, В.В. Скалозуб, А.Б. Устинко // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. Дніпропетровськ, 2007. – №.17. – С.28-34.
- 46 Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближённых решений / Заде Л.А. , Моисеева Н.Н., Орловского С.А. – М.: Мир, 1976.
- 47 Заде Л.А. Основы нового подхода к анализу сложных систем и процессов принятия решений / Л.А. Заде //Математика сегодня. – М. Знание, 1974. – с 5-49.
- 48 Заенцев И.В. Нейронные сети: основные модели. Учебное пособие к курсу "Нейронные сети" для студентов 5 курса магистратуры кафедры электроники физического факультета Воронежского Государственного университета / Заенцев И.В. – Воронеж, 1999. – 76 с.
- 49 Елисеева И.И. Общая теория статистики / Елисеева И.И., Юзбашев М. М. Под ред. чл.-корр. РАН И. И. Елисеевой. - М. Финансы и статистика, 1996. – 368 с.: ил.
- 50 Иванченко А.Г. Персептрон - системы распознавания образов / Иванченко А.Г. // К. Наукова думка, 1972.
- 51 Ивницкий В.А. Анализ оборота грузового вагона / В.А. Ивницкий // Вестник ВНИИЖТ. – 2002. – №1 с. 35-39.
- 52 Ивницкий В.А. Оптимальное управление приращением показателей функционирования железнодорожного транспорта / В.А. Ивницкий // Вестник ВНИИЖТ. – 2004. - №2 http://www.css-mps.ru/vestnik-vniizht/v2004-2/v2-6_1.htm
- 53 Иловайский Н.Д., Когут Б.Б. Взаимосвязь экономических результатов работы ОАО "РЖД" с организацией перевозочного процесса / Иловайский Н.Д., Когут Б.Б. // Вестник ВНИИЖТ. – 2004. – №3 <http://www.css-mps.ru/>

- 54 Инструктивні вказівки з організації вагонопотоків на залізницях України. – К.: ТОВ „Швидкий рух”, 2005. – С 99.
- 55 Калашнікова Т.Ю. Формування адаптивної технології поїздоутворення. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук / Калашнікова Т.Ю. – Х. УкрДАЗТ, 2003. – 197 с.
- 56 Картавцев В.В. Нейронная сеть предсказывает курс доллара?/ В.В. Картавцев // Компьютеры + программы - 1993 - N 6(7) - с. 10-13.
- 57 Киселев М., Соломатин Е. Средства добычи знаний в бизнесе и финансах / М.Киселев, Е. Соломатин // Открытые системы. - 1997. - № 4. - С. 41-44.
- 58 Комплексная система электронного обмена данными (КСЭОД). Техническое задание. Харьков. – 1999.
- 59 Концепція та Програма реструктуризації на залізничному транспорті України. - Київ, Міністерство транспорту, 1998. – 145 с.
- 60 Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров / Корн Г., Корн Т. – М.: Наука, 1968. – 720 с.
- 61 Короткий С. Нейронные сети: основные положения. <http://www.orc.ru/~stasson/menu.html>.
- 62 Короткий С. Серия статей для журнала "Монитор" <http://www.orc.ru/~stasson/menu.html>.
- 63 Котіль Н.В. Довідник основних показників роботи залізниць України (1999 – 2000 роки) / Котіль Н.В. – К. Укрзалізниця, 2000.
- 64 Кочнев Ф.П. Управление эксплуатационной работой железных дорог: Учеб. пособие для вузов / Кочнев Ф.П., Сотников И.Б. – М.: Транспорт, 1990. – 424 с.
- 65 Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств / Кофман А. М. Радио и связь, 1982. – 432 с.
- 66 Кочнев Ф.П., Сотников И.Б. Управление эксплуатационной работой железных дорог: Учеб. пособие для вузов / Кочнев Ф.П., Сотников И.Б. – М. Транспорт, 1990. – 424 с.

- 67 Кузнецов Л.П., Иванченко В.Н., Лябах Н.Н., Самойленко Ю.А. Автоматизация технологических процессов в системе оперативного управления сортировочными станциями / Кузнецов Л.П., Иванченко В.Н., Лябах Н.Н., Самойленко Ю.А. – Ростов на Дону. РИИЖТ, 1984. – 77 с.
- 68 Курбатова А.В. Транспортный рынок: особенности, возможности, условия конкурентоспособности / А.В.Курбатова // Железнодорожный транспорт. – 2000. – №5. С. 7-9.
- 69 Крастинь О.П. Разработка и интерпретация моделей корреляционных связей в экономике / Крастинь О.П. – Рига. Зинатне, 1983.
- 70 Круглов В.В. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети / Круглов В.В., Дли М.И., Голунов Р.Ю. – М. Физматлит, 2001. – 224 с.
- 71 Кулешов В.М. Сучасні технології обслуговування вантажовласників на залізниці / В.М. Кулешов, Ю.В. Доценко // Зб.наук.праць / УкрДАЗТ, 2003. – Вип.53. – с.82 – 85.
- 72 Кулешов В.М. Оптимізація розподілу ресурсів для забезпечення сервісу перевезень на залізниці / В.М. Кулешов, Ю.В. Доценко // Зб.наук.праць / ДонІЗТ УкрДАЗТ, 2005. – №1. – С. 5-13.
- 73 Кулешов В.М. Знаходження критерію пріоритетності розподілу технічних засобів реалізацією системи нечіткого виводу / В.М. Кулешов, Ю.В. Доценко // Зб.наук.праць / УкрДАЗТ, 2005. –№66. – С.22-28.
- 74 Кулешов В.М. Побудова нечіткої апроксимуючої системи залежності обороту вантажного вагону від його елементів / В.М. Кулешов, Ю.В. Доценко // Зб.наук.праць / ДонІЗТ УкрДАЗТ, 2005. –№3. – С.27-31.
- 75 Кулешов В.М. Оптимізація розподілу ресурсів для забезпечення сервісу перевезень на залізниці / В.М. Кулешов, Ю.В. Доценко // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна. Випуск 11, – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В.Лазаряна, 2006, - С. 80 – 84.
- 76 Крюков Н.Д. Совершенствование многосуточного планирования поездной работы / Крюков Н.Д. Васин А.Е. – М. Транспорт, 1977. – С. 128 – 142.

- 77 Куссуль В.М. Разработка архитектуры нейроподобной сети для распознавания формы объектов на изображении / В.М. Куссуль, Т.Н. Байдык // Автоматика. – 1990 – №5 - С. 56-61.
- 78 Лаврухін О.В. Удосконалення управління перевізним процесом на основі теорії нечітких множин / О.В. Лаврухін // Зб. наук. праць. – Х: ХарДАЗТ, 2003. – Вип. № 53. – С. 78 – 82.
- 79 Лаврухін О.В. Знаходження функції належності факторів впливу планової потреби у вагонах / О.В. Лаврухін // Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем: техніка, технологія, економіка і управління: Тези доп. першої наук.-практ. конф. – К.: КУЕТТ, 2003.
- 80 Лаврухін О.В. Розробка математичної моделі динамічного аналізу елементів обігу вантажного вагона / О.В. Лаврухін, Ю.В. Доценко // Зб.наук.праць / ДонІЗТ УкрДАЗТ, 2008. – Вип.14. – с.18 – 26.
- 81 Лаврухін О.В., Доценко Ю.В. Розробка динамічної моделі визначення категорії поїздів на основі нечіткої логіки / О.В. Лаврухін Ю.В. Доценко // Зб.наук.праць / ДонІЗТ УкрДАЗТ, 2008. – Вип.15. – с.9 – 16.
- 82 Лысенко Э.В. Проектирование автоматизированных систем управления технологическими процессами / Лысенко Э.В. – М. Радиосвязь, 1987. – 271 с.
- 83 Макаренко М. Краткий справочник показателей эксплуатационной работы железных дорог Украины / Макаренко М. Юникон-Пресс, 2001.
- 84 Малахова Е.А. Создание новой информационной технологии на сортировочных станциях в условиях функционирования комплекса автоматизированных рабочих мест / Е.А. Малахова // Інформаційно – керуючі системи на залізничному транспорті, 1999. – №5. – С.46-50.
- 85 Масалов Ю.Л.. Лукьянов Ю.Е. Установление оптимального режима функционирования сортировочной станции / Масалов Ю.Л.. Лукьянов Ю.Е. – Харьков. ХИИТ, 1985. – 49 с.
- 86 Мацюк В.І. Особливості вузлової маршрутизації / В.І. Мацюк // Вісник ДУІКТ: Зб. наук. праць. – К., 2006. - №4 (том 4). С. 334-339.

- 87 Мелехов А.Н. Ситуационные советующие системы с нечёткой логикой / Мелехов А.Н., Бернштейн Л.С., Коровин С.Я. – М. Наука. Гл. ред. Физ.-мат.-лит. – 1990.
- 88 Миротин Л.Б., Безель Б.П., Сулейменов Т.О., Мадалиев К.О. Транспортная логистика: Учебное пособие / Миротин Л.Б., Безель Б.П., Сулейменов Т.О., Мадалиев К.О. – Москва, "Брандес", 1996. – 211 с.
- 89 Мирошниченко В.М. О некоторых аспектах прогнозирования развития транспортной обстановки в системе Интертранс – СМ / В.М. Мирошниченко // Принципы построения автоматизированных систем управления на транспорте. – К.: ИК АН УССР, – 1986. – С. 51-58.
- 90 Минский М., Пейперт С. Перцептроны / Минский М., Пейперт С. – М.: Мир, 1971, – 261 с.
- 91 Миротин Л.Б., Мадалиев К.О., Ташбаев Ы.Э. Выбор оптимального варианта доставки / Миротин Л.Б., Мадалиев К.О., Ташбаев Ы.Э. <http://www.madi.ru>
- 92 Національна автоматизована система керування. Технічне завдання. – Киев, 1998. – 254 с.
- 93 Орлов В.Н., Чудов А.С. Калькуляция и анализ себестоимости железнодорожных перевозок / В.Н.Орлов, А.С. Чудов – М: Транспорт, 1967. – 288 с.
- 94 Орловский С.А. Игры в нечётко определённой обстановке / Орловский С.А. – Ж. вычисл. матем. и матем. физ., – 1976, – №16, с. 1427-1435.
- 95 Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечёткой исходной информации / Орловский С.А. – М. Наука, Главная редакция физико-математической литературы, – 1981, 208 с.
- 96 Орловский С.А. Об одной задаче принятия решений в нечётко определённой обстановке / Орловский С.А. // Вопросы прикладной математики. – Иркутск, 1976.
- 97 Осипов В.Т. Применение ЭВМ на железных дорогах / Осипов В.Т. – М. Наука, 1984. – 264 с.

- 98 Осьмушко О.В. Экспертні системи – перспективний напрямок розвитку АСУ на залізничному транспорті / О.В. Осьмушко // Залізничний транспорт України. – К.: Транспорт України, 1997, №1. – С. 10-12.
- 99 Парцвания В.М. Концепция создания локально – вычислительных сетей автоматизированных рабочих мест производственно – экономической системы / В.М. Парцвания // Проблемы внедрения информационных технологий на транспорте. – К.: ИК АН Украины, 1992. – С. 48-52.
- 100 Петренко Л.М. Перевезення вантажів залізничним транспортом / Петренко Л.М., Габа В.В. – К, 2003.
- 101 Петров А.П. Автоматизация, вычислительная и микропроцессорная техника в эксплуатационной работе железных дорог / Петров А.П., Буянов В.А., Угрюмов Г.А. – М. Транспорт, 1984. – 232 с.
- 102 План формування вантажних поїздів залізниць України на 2008 – 2009 рр. Київ, 2008.
- 103 Поспелова Д.А. Нечёткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / Поспелова Д.А. – М.: Наука, 1986, 312 с.
- 104 Плохов Е.М., Егоров Н.В. Компьютерные технологии управления перевозками / Е.М. Плохов, Н.В. Егоров // Железнодорожный транспорт, 1997. - № 3. – С.2-7.
- 105 Поспелов Д.А. Логико-лингвистические модели в системах управления / Поспелов Д.А. – М.: Энергоиздат, 1981. – 231 с.
- 106 Принципы построения автоматизированных систем управления на транспорте: Сб. науч. тр. – К.: Институт кибернетики им. В.М.Глушкова, 1986. – С. 51-58.
- 107 Проблемы внедрения информационных технологий на транспорте: Сб. науч. тр. – К.: Институт кибернетики им. В.М.Глушкова, 1992. – С. 63 – 67.
- 108 Проблемы информатизации на железнодорожном транспорте: Сб. науч. тр. / Под ред. Листа Ф.Д., Кутыркина А.В.– М.: Транспорт, 1982. – 160 с.

- 109 Ревин В.А. О выборе рациональных структур локальных информационно – вычислительных сетей. – К.: Институт кибернетики им. В.М.Глушкова, 1992. – С. 9 – 15.
- 110 Липовець Н.В. Рекомендації з техніко-економічних розрахунків окремих показників експлуатаційної роботи залізниць / Розроб.: О.Ф.Вергун, Н.В.Липовець, Л.Ю.Гаркуша. – К.: Транспорт України, 2002. – 64 с.
- 111 Розенблат Ф. Принципы нейродинамики / Розенблат Ф. – М. Мир, 1965.
- 112 Розенблат Ф. Принципы нейродинамики (перцептрон и теория механизмов мозга) / Розенблат Ф. – М. Мир, 1965. – 480с.
- 113 Рутковский Д., Пилинський М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические и нечеткие системы / Рутковский Д., Пилинський М., Рутковский Л. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 452 с.
- 114 Сигорский В.П. Математический аппарат инженера / Сигорский В.П. – К.: Техника, 1975. – 766 с.
- 115 Смехов А.А. Маркетинговые модели транспортного рынка / Смехов А.А. – Гомель. Транспорт, 1998. – 120 с.
- 116 Смехов А. А. Развитие автоматизированной системы управления грузовой станцией / Смехов А.А. – М. Транспорт. 1996
- 117 Смехов А.А., Повороженко В.В., Дерibas А.Т. Управление грузовой и коммерческой работой на железнодорожном транспорте / Смехов А.А., Повороженко В.В., Дерibas А.Т. – М.: Транспорт, 1990.-351 с.
- 118 Смехов А.А. Введение в логистику / Смехов А.А. – М.: Транспорт, 1993. – 112 с.
- 119 Солодовиков В.В. Основные понятия, определения и проблемы автоматизации проектирования систем управления / Солодовиков В.В. – М.: Машиностроение., 1982. – 48 с.
- 120 Сотников Е.А. Эксплуатационная работа железных дорог (состояние, проблемы, перспективы) / Сотников Е.А. – М.: Транспорт, 1986. – 256 с.

- 121 Сотников И.Б. Взаимодействие станций и участков железных дорог / Сотников Е.А. – М. Транспорт, 1984. – 188 с.
- 122 Статут залізниць України. – К. Транспорт України, 1998. – 83 с.
- 123 Струнков Т. Думал ли Гильберт о нейронных сетях? PC Week RE 13/99 / Струнков Т. <http://neuroproject.ru/hilbert.php>
- 124 Таунсенд К. Проектирование и программная реализация экспертных систем на персональных ЭВМ / Таунсенд К., Фохт Д. – М.: Финансы и статистика, 1990. – 319 с.
- 125 Терешина Н.П. Взаимодействие с пользователями транспортных услуг / Н.П. Терешина, О.А. Кузнецова // Железнодорожный транспорт. – 2001. – №8 С.69-71
- 126 Тиори Т., Фрай Дж. Проектирование структур баз данных (перевод с англ.) / Тиори Т., Фрай Дж. – М.: Мир, 1985. – 287 с.
- 127 Тимофеев А.В. Роботы и искусственный интеллект / Тимофеев А.В. – М.: Наука, 1978. – 192 с.
- 128 Тихомиров О.К. Структура мыслительной деятельности человека / Тихомиров О.К. – М. Изд-во МГУ, 1969. – 158 с.
- 129 Тужилкин В.М. Информация о поездах и грузах / Тужилкин В.М. – М.: Транспорт, 1972. – 143 с.
- 130 Тулупов Л.П. Автоматизированные системы управления перевозочными процессами на железных дорогах / Тулупов Л.П. Жуковский Е.М., Гусятинер А.М. – М. Транспорт, 1991. – 208 с.
- 131 Турек Г. Информационные системы грузовых перевозок на Австрийских федеральных железных дорогах / Г. Турек // ОВВ Journal, 1993. – № 6. – С. 3-6.
- 132 Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика / Уоссермен Ф. - М.: Мир, 1992. - 240 с.
- 133 Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте / Под ред. Грунтова П.С. – М.: Транспорт, 1994. – 543 с.

- 134 Фадеев Г.М. ОАО "РЖД" – стратегические цели и первоочередные задачи // Железные дороги мира. – 2003. - №10 <http://www.css-rzd.ru>
- 135 Филиппенко И. Г. Нейропарадигмы и перспективы их применения при реализации “НОЖпарадигмы” / И.Г. Филиппенко, А.Ю. Глушакова Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. №2. 1998. Харьков. с. 51- 58
- 136 Чашенко Н.И. Оценка эффективности создания АСУ / Чашенко Н.И. – М. Статистика, 1978. – 240 с.
- 137 Шапкин И.Н. Организация перевозок на основе дискретных методов управления и твердого графика движения поездов / Шапкин И.Н., Д.Б. Неклюдов, Е.М. Кожанов // Железные дороги мира. – 2005. – №3 С.28-33.
- 138 Шапкин И.Н. Информационные технологи в организации перевозок / И.Н. Шапкин // Железные дороги мира. – 2003. – №4 с.9-13.
- 139 Шкапич С.И., Грунтов П.С. Автоматизированные логистические центры / С.И. Шкапич, П.С. Грунтов // Железнодорожный транспорт. – 1998. – №9. – С.43 – 47.
- 140 Штовба С.Д. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику / Штовба С.Д. <http://matlab.tutor.net.ru>.
- 141 Ярушкина Н.Г. Основы теории нечетких и гибридных систем / Ярушкина Н.Г. – М. Финансы и статистика, 2004. – 320 с.
- 142 Alain Petrowski Performance Analysis of a Pipelined Backpropagation Parallel Algorithm / Alain Petrowski, Gerard Dreyfus, Claude Girault //IEEE Transactions on Neural Networks, Vol.4, N6, 1993, pp.970-981.
- 143 Artificial Intelligence. // Amsterdam: Time - Life - Books, 1986
- 144 Artificial Neural Networks: Concepts and Theory, IEEE Computer Society Press, 1992.
- 145 Bardcev S.I., Okhonin V.A. The algorithm of dual functioning (back-propagation): general approach, vesions and applications. Krasnojarsk: Inst. of biophysics SB AS USSA - 1989.

- 146 Bernard Widrow 30 Years of Adaptive Neural Networks: Perceptron, Madaline, and Backpropagation / Bernard Widrow, Michael A. Lehr // Artificial Neural Networks: Concepts and Theory, IEEE Computer Society Press, 1992, pp.327-354.
- 147 Cendrowska J. PRISM: An algorithm for inducing modular rules / Cendrowska J. // International Journal of Man-Machine Studies. - 1987. - 27. - P. 349-370.
- 148 Cybenko. Approximation by Superpositions of a Sigmoidal Function. Mathematical Control Signals Systems, 1989, 2.
- 149 Funahashi. On the Approximate Realization of Continuous Mappings by Neural Networks. Neural Networks, 1989, v. 2, № 3.
- 150 Hopfield J.J. Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities / J.J. Hopfield // Proc. Natl. Acad. Sci. 1984. V. 9. p. 147-169.
- 151 Hopfield J.J. Unlearning has a stabilizing effect in collective memories / Hopfield J.J., Feinstein D.I., Palmer F.G. // Nature. 1983. V. 304. P. 141-152.
- 152 Hopfield J.J. Neural computation of decision in optimization problems / Hopfield J.J., Tank D.W. // Biol. Cybernet. 1985. V. 52. P.141-152.
- 153 Harris Drucker Improving Generalization Performance Using Backpropagation / Harris Drucker, Yann Le Cun // IEEE Transactions on Neural Networks, Vol.3, N5, 1992, pp.991-997.
- 154 Hornick, Stinchcombe, White. Multilayer Feedforward Networks are Universal Approximators. Neural Networks, 1989, v. 2, № 5.
- 155 Hecht-Nielsen R. Neurocomputing: picking the human brain // IEEE SPECTRUM 1988 - V. 25. N 3 - p. 36-41.
- 156 Mamdani E.H. Advances in the linguistic synthesis of fuzzy controllers / E.H. Mamdani // Int. J. of Man – Machine Studies, 1976. – V. 8. – P. 669-678.
- 157 Paul J. Werbos, Backpropagation Through Time: What It Does and How to Do It // Artificial Neural Networks: Concepts and Theory, IEEE Computer Society Press, 1992, pp.309-319.

- 158 Rumelhart D.E. Learning Internal Representation by Back - Propagation Errors / Rumelhart D.E., Hinton G.E., Williams R.J. //Nature.- 1986.-323.- p. 533-536.
- 159 Rosenblatt F. Principles of neurodynamics. / Rosenblatt F. Spartan., Washington, D.C., 1962.
- 160 Sankar K. Pal Multilayer Perceptron, Fuzzy Sets, and Classification / Sankar K. Pal, Sushmita Mitra //IEEE Transactions on Neural Networks, Vol.3, N5, 1992, pp.683-696.
- 161 Takefuji D.Y. A new model of neural networks for error correction / Takefuji D.Y. // Proc. 9th Annu Conf. IEEE Eng. Med. and Biol. Soc., Boston, Mass., Nov. 13-16, 1987. V. 3, New York, N.Y., 1987 - p. 1709-1710.
- 162 Zadeh L.A. Fuzzy sets / Zadeh L.A – Inf. Cjntr.,1965, 8, p.338 – 353.
- 163 Zadeh L.A. Fuzzy orderings / L.A. Zadeh– Inf. Sci., 1971, 3,p. 177 – 200.
- 164 Zadeh L.A. Fuzzy logic and approximate reasoning / L.A. Zadeh // Synthese, 1975. – V. 80. – P. 407-428.