

Міністерство освіти і науки України
Українська державна академія залізничного транспорту

На правах рукопису

РИБАЛЬЧЕНКО ЛІЛІЯ ІГОРІВНА

УДК 656.223.2.001.18

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗВЕЗЕННЯ ПОРОЖНЬОГО
ВАГОНОПОТОКУ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ ГІБРИДНИХ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ**

05.22.01 – транспортні системи

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Науковий керівник
Лаврухін Олександр Валерійович,
д.т.н., доцент

Харків – 2013

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1	
АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ПІДХОДІВ ЩОДО УПРАВЛІННЯ РОЗВЕЗЕННЯМ ПОРОЖНІХ ВАГОНІВ НА ЗАЛІЗНИЧНИХ ПОЛІГОНАХ.....	12
1.1 Аналіз експлуатаційних показників роботи залізниць.....	12
1.2 Аналіз існуючої технології розвезення порожніх вагонів на полігонах залізниць України.....	16
1.3 Аналіз існуючих наукових досліджень з питань організації удосконалення процесу перевезень.....	20
1.4 Аналіз закордонного досвіду організації розвезення порожніх вагонів.....	23
1.5 Аналіз функціональних можливостей існуючих автоматизованих засобів управління перевізним процесом.....	28
1.5.1 Аналіз вітчизняних автоматизованих засобів управління перевізним процесом.....	28
1.5.2 Аналіз закордонних автоматизованих засобів управління перевізним процесом.....	31
1.6 Висновки до розділу 1.....	35
РОЗДІЛ 2	
ПРОГНОЗУВАННЯ ПОПИТУ ТА ПЛАНУВАННЯ РОЗПОДІЛУ ПОРОЖНІХ ВАГОНОПОТОКІВ.....	37
2.1 Передумови створення моделі прогнозування обсягів навантаження.....	37
2.2 Формування математичної моделі прогнозування обсягів навантаження зі здатністю адаптації до мінливих умов оперативної обстановки.....	40

2.3 Перевірка моделі прогнозування обсягів навантаження на точність.....	58
2.4 Формалізація процесу розвезення порожніх вагонів між станціями залізничного полігону.....	61
2.5 Висновки до розділу 2.....	73

РОЗДІЛ 3

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ПРОЦЕДУРИ ВИБОРУ КАТЕГОРІЇ ПОЇЗДІВ, У СКЛАДІ ЯКИХ ПОВИННІ ПРЯМУВАТИ ПОРОЖНІ ВАГОНИ ДО СТАНЦІЇ НАВАНТАЖЕННЯ.....	74
--	----

3.1 Передумови розробки нечіткої моделі, яка призначена для формалізації процедури вибору категорії поїздів, у складі яких повинні прямувати порожні вагони до станції навантаження.....	74
3.2 Вибір методу розробки моделі вибору категорії поїздів, у складі яких повинні прямувати порожні вагони до станції навантаження.....	75
3.3 Розробка нечіткої моделі вибору категорії поїздів, у складі яких повинні прямувати порожні вагони до станції навантаження	77
3.4 Моделювання та отримання результатів.....	89
3.5 Висновки до розділу 3.....	98

РОЗДІЛ 4

ФОРМУВАННЯ ПІДХОДІВ ЩОДО РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНУВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ РОЗВЕЗЕННЯМ ПОРОЖНІХ ВАГОНІВ.....	100
---	-----

4.1 Передумови формування підходів щодо реалізації системи підтримки прийняття рішення.....	100
4.2 Визначення задач системи підтримки прийняття рішення оперативного персоналу.....	104

4.3 Структура та функціонування системи підтримки прийняття рішення оперативного персоналу.....	105
4.4 Програмна реалізація комплексу моделей, що призначені для функціонування автоматизованої технології розвезення порожнього вагонопотоку.....	111
4.5 Економічна ефективність впровадження автоматизованої технології розвезення порожнього вагонопотоку на основі використання гібридних інтелектуальних систем.....	114
4.6 Висновки до розділу 4.....	120
ВИСНОВКИ.....	126
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	124
Додаток А Акти впровадження.....	138
Додаток Б Патент на корисну модель.....	141
Додаток В Структура дисертаційного дослідження.....	147
Додаток Г Навчання створеної моделі прогнозування обсягів навантаження.....	148
Додаток Д Перевірка моделі прогнозування обсягів навантаження на точність.....	149
Додаток Е Отримані результати моделювання щодо вибору категорії поїздів, у складі яких повинні прямувати порожні вагони до станції навантаження.....	153
Додаток Є Програмна реалізація моделювання процесу вибору категорії поїздів, у складі яких повинні прямувати порожні вагони до станції навантаження.....	154

ВСТУП

Актуальність теми

Нові економічні умови сприяли виникненню великої кількості підприємств, які надають послуги з перевезення вантажів різних категорій. Для отримання переваг у конкурентній боротьбі залізничному транспорту необхідне підвищення якості обслуговування клієнтів з наданням розширеного комплексу послуг. Одним із ключових питань для системи перевезень є своєчасне забезпечення вагонами необхідного типу усіх відправників вантажу відповідно до заявок. Вирішення цього питання ускладнюється у зв'язку з гострою нестачею вагонів та їх незадовільним станом. Для придбання нового рухомого складу потрібні значні капіталовкладення, тому постає завдання раціонального використання наявних в експлуатації одиниць транспорту. Варіантом раціоналізації є освоєння нових та удосконалення існуючих підходів у галузі організації вагонопотоків, в основу яких покладено оптимальне використання парку вагонів. Найбільш перспективним способом реалізації зазначених підходів є такий, що передбачає організацію перевізного процесу на основі удосконалення технології оперативного планування при розподілі мобільних засобів транспорту на полігонах Укрзалізниці.

За статистичними даними за декілька попередніх років, спостерігається тенденція погіршення виконання показників: простій вагона на одній технічній станції за останні п'ять років збільшився на 30%, простій вагона під однією вантажною операцією збільшився майже на 40%, а значення величини обігу вантажного вагона, який є основним комплексним показником ефективності використання рухомого складу, збільшилось на 31%. Однією з основних причин погіршення зазначених показників є недосконалість систем управління та планування вагонопотоками.

Системи, методи і технології, які використовуються на сучасному етапі роботи залізничного транспорту, не повною мірою враховують фактори, які впливають на процеси оперативного управління. До таких факторів можливо віднести людський, який є найбільш впливовим при виконанні оперативного управління. При прийнятті будь-якого рішення щодо оперативного управління необхідно взяти до уваги значну кількість важливих аспектів, врахувати їх і за короткий час сформулювати управлінське рішення. Врахування та усунення негативного впливу людського фактора можливо за рахунок створення автоматизованої системи, призначенням якої є надання рішень щодо оперативного перерозподілу парку вагонів.

Таким чином, вирішення поставленої задачі удосконалення технології розвезення порожнього вагонопотоку на основі використання гібридних інтелектуальних систем є своєчасним та актуальним.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота виконана відповідно до Державної цільової програми реформування залізничного транспорту на 2010-2019 роки, затвердженої Кабінетом Міністрів України, розпорядження Кабінету Міністрів України від 16.12.2009р. № 1555-р “Стратегії розвитку залізничного транспорту на період до 2020 року”, а також науково-дослідних робіт: “Формування комплексу універсальних моделей, реалізація яких забезпечує раціональну організацію вантажопотоків на залізничній транспортній мережі” (держ. реєстр. № 0111U002236); “Управління на мережі залізниць парком вантажних вагонів різної власності в нових умовах ” (держ. реєстр. № 0111U005392), у яких дисертант є виконавцем та автором звітів.

Мета і задачі дослідження

Метою даної дисертаційної роботи є удосконалення технології розвезення порожнього вагонопотоку за допомогою використання гібридних інтелектуальних систем.

Реалізація вищевказаної мети потребує постановки та вирішення наступних задач дослідження:

- провести аналіз статистичних даних основних показників експлуатаційної роботи залізниць України, аналіз теоретичних розробок і практичного досвіду з організації управління розвезенням порожнього вагонопотоку;
- розробити модель прогнозування обсягів навантаження зі здатністю адаптації до мінливих умов оперативної обстановки;
- формалізувати процес розвезення порожніх вагонів між станціями залізничного полігону з урахуванням мінімізації експлуатаційних витрат;
- формалізувати процедуру вибору категорії поїздів, у складі яких повинні прямувати порожні вагони до станції навантаження;
- удосконалити структуру та комплекс задач інформаційно-керуючої системи з організації управління вагонопотоками та обґрунтувати техніко-економічну доцільність впровадження удосконаленої технології розвезення порожнього вагонопотоку.

Об'єкт дослідження – процес управління вагонопотоками на залізничному транспорті.

Предмет дослідження – технологія розвезення порожнього вагонопотоку на залізничних полігонах.

Методи дослідження

Проведені дослідження базуються на використанні методів теорії ймовірностей, математичної статистики та процедури моніторингу для проведення аналізу існуючих експлуатаційних показників перевізного процесу; методів побудови штучних нейронних мереж для удосконалення процесу змінно-добового планування, а саме для планування реальної потреби у вагонах кожного з підприємств, які є клієнтами залізниці; застосуванні методу генетичних алгоритмів для визначення раціонального розподілу порожніх вагонів між станціями; застосуванні теорії нечітких

множин і нечіткої логіки для формалізації процедури вибору категорії поїздів, у складі яких повинні прямувати вагони до станції навантаження.

Наукова новизна одержаних результатів

У дисертаційній роботі теоретично обґрунтовано наукові підходи щодо удосконалення технології розвезення порожнього вагонопотоку на основі використання гібридних інтелектуальних систем, які дозволяють оптимізувати процес розвезення порожнього вагонопотоку зі зменшенням непродуктивних простоїв вагонів і своєчасною доставкою під навантаження, що забезпечить дотримання якісних і кількісних показників роботи залізниць при використанні наявного рухомого складу за рахунок мінімізації впливу "людського" фактора на прийняття управлінських рішень. Для формалізації цих процесів було вперше:

- для отримання достовірних значень щодо реальних потреб клієнтів залізничного транспорту у порожніх вагонах за умови врахування мінливих умов експлуатації сформовано математичну модель прогнозування обсягів навантаження;

- для оперативного управління процесом розвезення порожніх вагонів між станціями залізничного полігону сформовано оптимізаційну модель, яка базується на застосуванні еволюційних методів і дозволяє врахувати витрати на переміщення, а також дозволяє мінімізувати штрафи залізниць через несвоєчасну подачу вагонів;

- для отримання мінімальних експлуатаційних витрат при виборі категорії поїздів, у складі яких повинні прямувати порожні вагони до станції навантаження, сформовано нечітку модель, яка в масштабі реального часу дозволяє врахувати нечіткість інформації та надає доцільне рішення задачі оперативному персоналу.

Дістали подальшого розвитку:

- комплекс функціональних задач, що вирішуються на автоматизованому робочому місці (АРМ) оперативних працівників шляхом

інтеграції моделей прогнозування, розподілу та доставки порожніх вагонів на основі сучасних методів і технологій моделювання.

Практичне значення отриманих результатів

Сформовані моделі з елементами штучного інтелекту дозволяють досягти якісно нового рівня в управлінні розвезенням порожнього вагонопотоку на залізничних полігонах, а також надають можливості отримати об'єктивні параметри оперативного плану місцевої роботи на добу. Це надає можливість вивільнення порожніх вагонів і забезпечення вимог клієнтів залізниць наявним рухомим складом.

Запропонована удосконалена автоматизована технологія розвезення порожнього вагонопотоку надасть можливість отримати мінімальні експлуатаційні витрати за рахунок уникнення непродуктивних пробігів вагонів і локомотивів та і скорочення простою вагонів на технічних станціях.

Результати проведеного моделювання на полігонах Південної залізниці показали, що використання розроблених моделей забезпечить можливість вивільнення робочого парку порожніх вантажних вагонів у межах 10%, а також скорочення простою вагонів на станціях у середньому на 26%, зниження порожнього пробігу вагонів близько 38%, збільшення дільничної швидкості на 25%, скорочення обігу порожнього вантажного вагона не перевищує 5%.

Впровадження запропонованої технології в умовах Південної залізниці дозволить отримати економію витрат у розмірі 1088948,47 грн на рік.

Комплекс розроблених моделей рекомендовано інтегрувати до автоматизованих робочих місць оперативного персоналу рівня дирекції перевезень (ДН), які відповідають за управління місцевою роботою, а саме поїзного диспетчера (ДНЦ).

Розроблений комплекс моделей рекомендовано для використання на всіх залізницях України.

Основні результати і розроблені наукові підходи щодо формування автоматизованої технології розвезення порожнього вагонопотоку на основі визначення оптимальних варіантів розподілу та доставки порожніх вагонів між залізничними станціями на полігонах ДН використані та впроваджені на Південній залізниці, а також у навчальний процес Української державної академії залізничного транспорту (УкрДАЗТ) при вивченні дисциплін "Управління експлуатаційною роботою" та при проведенні навчально-дослідних робіт студентів і магістрів. Практичне впровадження результатів роботи підтверджується відповідними документами, які наведені в додатках до роботи (додаток А).

Особистий внесок здобувача

Усі результати роботи отримані особисто автором і проводились в УкрДАЗТ. У публікаціях 5 статей у співавторстві автором зроблено такий внесок:

- у статті [37] сформована штучна нейронна мережа, яка дозволить визначати прогностичні значення кількості вагонів під навантаження для окремого вантажовідправника;
- у статті [34] розроблена модель розподілу порожніх вагонів на залізничному полігоні, в основі якої лежить метод генетичного алгоритму;
- у статті [38] запропоновано удосконалення технології вибору категорії поїздів у складі яких повинні слідувати порожні вагони до станції навантаження за допомогою нечіткої логіки та змодельовано цей процес;
- у [85] вибір критеріїв щодо визначення пріоритетів поїздів при їх відправленні з залізничної станції.

Апробація результатів дисертації

Основні положення дисертації доповідались, обговорювались і були схвалені на 24 міжнародній науково-практичній конференції "Перспективні комп'ютерні управляючі і телекомунікаційні системи для залізничного

транспорту України” 2011 р. (м Алушта); 7 науково-практичній міжнародній конференції “Проблеми міжнародних транспортних коридорів та єдиної транспортної системи України” 2011 р. (смт Коктебель, АР Крим); 8 науково-практичній міжнародній конференції “Проблеми міжнародних транспортних коридорів та єдиної транспортної системи України” 2012 р. (м Харків); 75 міжнародній науково-практичній конференції УкрДАЗТ, 2013 р. (м Харків); II міжнародній науково-технічній конференції “Обчислювальний інтелект” 2013 р. (м Черкаси).

Повністю дисертаційна робота доповідалася та була позитивно оцінена на розширеному засіданні кафедри управління експлуатаційною роботою Української державної академії залізничного транспорту за участю членів спеціалізованої ради (м Харків); засіданні кафедри автоматизації та комп’ютерно-інтегрованих технологій Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка; засіданні кафедри інформаційних управляючих систем Національного аерокосмічного університету імені М.С. Жуковського.

Публікації

За темою дисертації опубліковано 11 наукових праць, у тому числі 5 наукових статей (дві з них без співавторів), що опубліковані у фахових наукових виданнях, затверджених МОН України, 1 патент на корисну модель (додаток Б) і 5 тез доповідей.

Структура та обсяг дисертації

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

Повний обсяг тексту дисертації 154 сторінки, обсяг основного тексту складає 119 сторінок, роботу ілюстровано 45 рисунками, наведено 2 таблиці, 7 додатків, список використаних джерел включає 118 найменувань.

Структура дисертаційного дослідження наведена у додатку В.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аверкин А. Н., Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта [Текст] / А. Н. Аверкин, И. З. Батыршин, А. Ф. Блишун – М.: Наука, 1986. – 312 с.
2. Андриющенко, В.О. Удосконалення процесів експлуатації вагонних парків з урахуванням особливостей їх обліку і використання: автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня к.т.н. / В.О. Андриющенко; [ДНУЗТ]. – Д., 2008. – 21с.
3. Акулиничев, В.М. Математические методы в эксплуатации железных дорог [Текст] / В.М. Акулиничев, В.А. Кудрявцев, А.Н. Корешков – М.: Транспорт, 1981. – 224 с.
4. Акулиничев, В.М. Система организации вагонопотоков на сортировочных станциях [Текст] / В.М. Акулиничев – М.: МИИТ, 1967–67 с.
5. Афанасьев, В.Н. Анализ временных рядов и прогнозирование [Текст] / В.Н. Афанасьев, М.М. Юзбашев – М.: Финансы и статистика, 2001. – 228 с.
6. Батыршин, И.З. "Основные операции нечеткой логики и их обобщения" [Текст] / И.З. Батыршин. – К.: Отечество, 2001. – 100 с.
7. Батыршин, И.З. Теория и практика нечетких гибридных систем. [Текст] / Под ред. Н.Г. Ярушкиной. – М.: Физматлит, 2007. – 208 с.
8. Белорусская железная дорога (грузовые перевозки): [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: [http:// www.rw.by/cargo_transportation/](http://www.rw.by/cargo_transportation/).
9. Бодюл, В.И. Повышение ритмичности и эффективности транспортного производства на основе снижения внутрисуточной неравномерности грузовых перевозок на железных дорогах: автореферат дисертации на соискание ученой степени д.т.н. / В.И. Бодюл; [ФГУП ВНИИЖТ МПС России]. – М., 2006. – 40с.
10. Борисов, В.В. Нечеткие модели и сети [Текст] / В.В. Борисов, В.В. Круглов, А.С. Федулов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 284 с.

11. Борисов, А.Н. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений. [Текст] / А.Н. Борисов, А.В. Алексеев, Г.В. Меркурьев – М.: Радио и связь, 1989. – 304 с.
12. Борисов, А.Н. Принятие решения на основе нечетких моделей: примеры использования. [Текст] / А.Н. Борисов, О.А. Крумберг, И.П. Федоров – Р.: Знание, 1990. – 184 с.
13. Боровиков, В. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: для профессионалов [Текст] / В. Боровиков. — СПб.: Питер, 2003. — 688 с.
14. Боровикова, М.С. Организация движения на железнодорожном транспорте [Текст] / М.С. Боровикова – М.: Транспортная книга, 2009. – 494 с.
15. Блюмин, С.Л. Нечеткая логика: алгебраические основы и приложения [Текст] / С.Л. Блюмин, И.А. Шуйкова, П.В. Сараев. – Л.: ЛЭГИ, 2002. – 111 с.
16. Бутько, Т. В. Планування перевезень вантажу на основі раціональної організації вагонопотоків на залізниці із застосуванням теорії нечітких множин [Текст] / Т. В. Бутько, А. В. Лаврухін // Східно-Європейський журнал передових технологій 2004.- Спецвипуск 7 [1]. – с. 16-19.
17. В УЗ появится современный диспетчерский центр управления перевозками: [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.podrobnosti.ua/economy/2012/06/19/842719.html>.
18. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей [Текст] / Е.С. Вентцель. – М.: Наука, 1969. – 576 с.
19. Вилкас, Э. Й. Решения: теория, информация, моделирование. [Текст] / Э. Й. Вилкас, Е. З. Майминас. – М., Радио и связь, 1981. – 234 с.
20. Вятчинин, Д.А. Нечеткие методы автоматической классификации [Текст] / Д.А. Вятчинин. - М.: Технопринт , 2004. – 219 с.

21. Ветухов, А.Е. Комплексные методы сокращения простоя вагонов [Текст] / А.Е. Ветухов, М.А. Аветикян – М.: Транспорт, 1986. – 206 с.
22. Гапанович, В.А. Системы автоматизации и информационные технологии управления перевозками на железных дорогах. [Текст] / Под ред. В.И. Ковалева. – М.: Маршрут, 2006. – 544 с.
23. Гершвальд, А.С. Оптимизация оперативного управления процессами грузовых перевозок на железнодорожном транспорте [Текст] / А.С. Гершвальд. – М.: Интертекст, 2001. 240 с.
24. Гершвальд, А.С. Вертикаль внутрисуточного планирования грузовых перевозок. [Текст] / А.С. Гершвальд, А.Г. Савицкий // Научно-теоретический технико-экономический журнал «Железнодорожный транспорт». – М., 2010. – Вып. 3. – С. 25-28.
25. Гладков, Л.А. Генетические алгоритмы. [Текст] / Л.А. Гладков, В.В. Курейчик, В.М.Курейчик. – М.: Физматлит, 2006. – с. 320.
26. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. [Текст] / В.Е. Гмурман. – М.: Высшая школа, 1977. – 257 с.
27. Годовой отчет. Латвийская железная дорога: [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: http://www.ldz.lv/texts_files/LDZ_G_P_RUS_WEB.pdf.
28. Groшев, Г.М. Пособие поездному диспетчеру и де журному по отделению. [Текст] / Г.М. Groшев, В.А. Кудрявцев, Г.А. Платонов, А.Д. Чернюгов. – М.: Транспорт, 1992. – 368 с.
29. Грунтов, П.С. Автоматизированные диспетчерские центры управления эксплуатационной работой железных дорог [Текст] / П.С. Грунтов, С.А. Бабченко, В.Г. Кузнецов – М.: Транспорт, 1990. 288 с.
30. Грунтов, П.С. Автоматизированные системы управления на железнодорожном транспорте. Часть IV [Текст] / Под ред. П.С. Грунтова – Гомель: БелИИЖТ, 1993. – 52 с.
31. Грунтов, П.С. Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте. Учебник для вузов

ж.д. транспорта [Текст] / П.С. Грунтов, Ю.В.Дьяков, А.М. Макаровичин – М.: Транспорт, 1994. – 543с.

32. Данько, М.І. Визначення необхідної кількості вантажних вагонів для надання вантажовідправникам при застосуванні методу нейронних мереж / М.І. Данько, О.В. Лаврухін, Л.І. Рибальченко // Тези доповідей 24-ї Міжнародної науково-практичної конференції [“Перспективні комп’ютерні управляючі і телекомунікаційні системи для залізничного транспорту України”] (м. Алушта, 2011 р.) / Інформаційно - керуючі системи на залізничному транспорті. – Харків, 2011. – Вип. 5. – С. 158.

33. Данько, М.І. Модель прогнозування розподілу порожніх вагонів на дирекції залізничних перевезень із застосуванням теорії нечітких множин [Текст] / М.І. Данько // Зб. наук. праць. – Х.: УкрДАЗТ, 2005. – Вип. 71. – С.25-30.

34. Данько, М.І. Оптимізація використання порожнього парку вагонів за допомогою генетичних алгоритмів [Текст] / М.І. Данько, О.В. Лаврухін, Л.І. Рибальченко // Зб. наук. праць. – Х.: УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 122. – С. 7-12.

35. Данько, М.І. Прогнозування розподілу вагонопотоків на основі теорії нечітких множин [Текст] / М.І. Данько, О.В. Лаврухін // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – Харків, 2004. – Вип. 2. – С. 80-83.

36. Данько, М.І. Розподіл порожнього парку вагонів при застосуванні генетичного алгоритму / М.І. Данько, О.В. Лаврухін, Л.І. Рибальченко // Тези доповідей 7-ї Міжнародної науково-практичної конференції [“Проблеми міжнародних транспортних коридорів та єдиної транспортної системи України”] (сmt Коктебель, травень - червень 2001 р.) / Вісник економіки транспорту і промисловості (збірник науково - практичних статей). – Харків, 2011. – Вип. 34. – С. 78-79.

37. Данько, М.І. Удосконалення процесу змінно-добового планування на основі застосування інтелектуальних методів [Текст] / М.І.

Данько, О.В. Лаврухін, Л.І. Рибальченко, В.О. Романчук // Зб. наук. праць. – Х.: УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 119. – С. 7-11.

38. Данько, М.І. Удосконалення технології вибору категорії поїздів для обслуговування місцевої роботи [Текст] / М.І. Данько, О.В. Лаврухін, Л.І. Рибальченко // Зб. наук. праць. – Х.: УкрДАЗТ, 2012. – Вип. 131. – С. 5-11.

39. Данько, М.І. Удосконалення технології вибору категорії поїздів для обслуговування місцевої роботи / М.І. Данько, О.В. Лаврухін, Л.І. Рибальченко // Тези доповідей 8-ї Міжнародної науково-практичної конференції [“Проблеми міжнародних транспортних коридорів та єдиної транспортної системи України”] (м. Харків, червень 2012 р.) / Вісник економіки транспорту і промисловості (збірник науково-практичних статей). – Харків, 2012. – Вип. 38. – С. 76-77.

40. Данько, М.І. Управління експлуатаційною роботою і якістю перевезень на залізничному транспорті [Текст] / Т.В. Бутько, О.В. Березань, П.В. Долгополов, В.М. Кулешов, Т.Ю. Калашнікова, О.В. Лаврухін та інші. – Х.: УкрДАЗТ, 2009. – 183 с.

41. Дуброва, Т.А. Статистические методы прогнозирования в экономике: Учебное пособие [Текст] / Т.А. Дуброва – М.: МЭСИ, 2003. – 52 с.

42. Единный диспетчерский центр: [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: http://www.uzrailway.uz/rus_p_8_p_3.html.

43. Електронний документообіг: [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: http://uz.gov.ua/cargo_transportation/electronic_transportation/.

44. Жуковин, В.Е. Нечеткие многокритериальные модели принятия решений [Текст] / В.Е. Жуковин – Тбилиси: Мецниереба, 1988. – 71 с.

45. Жуковицький, І.В. Принципи побудови системи підтримки прийняття рішень і управління вантажними перевезеннями на основі аналітичних серверів АСК ВП УЗ [Текст] / І.В. Жуковицький, В.В. Скалозуб, А.Б. Устенко // Вісник Дніпропетровського національного університету

залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. Дніпропетровськ, 2007.
– Вип.17. – С.28-34.

46. Жуковицький, І.В. Використання аналітичних серверів АСК ВП
УЗ для удосконалення управління вантажними перевезеннями [Текст] / І.В.
Жуковицький, В.В. Скалозуб, А.Б. Устенко // Тези II Міжнародної науково-
технічної конференції [“Проблеми економіки и управления на
железнодорожном транспорте”] Інтернет-конференція 21-30 декабря 2009 г.

47. Заглядимов, Д.П. Организация движения на железнодорожном
транспорте [Текст] / Д.П. Заглядимов – М.: Транспорт, 1985. – 356 с.

48. Заде, Л.А. Понятие лингвистической переменной и его
применение к принятию приближённых решений [Текст] / Л.А. Заде, Н.Н.
Моисеев, С.А. Орловский – М.: Мир, 1976. – 165 с.

49. Заенцев, И.В. Нейронные сети: основные модели [Текст] / И.В.
Заенцев – В. : ВГУ, 1999. – 76 с.

50. Івницький, В.А. Аналіз оборота грузового вагона [Текст] / В.А.
Івницький // Вестник ВНИИЖТ. – 2002. – Вип. 1 С. 35-39.

51. Інструктивні вказівки з організації вагонопотоків на залізницях
України [Текст]: офіц. текст – К.: Мін-во транспорту та зв'язку
України, Державна адміністрація залізничного транспорту України, головне
управління перевезень.–2005. – 99 с.

52. Інструкція з оперативного планування поїзної і вантажної роботи
на залізницях України: [Текст]: офіц. текст: [прийнято та надано чинності
наказом Укрзалізниці від 15 грудня 2004 р № 969-ЦЗ]. –К.: Мін-во
транспорту та зв'язку України, Державна адміністрація залізничного
транспорту України, головне управління перевезень. – 2004. – 48 с.

53. Інструкція з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях
України [Текст]: офіц. текст – К.: Мін-во транспорту та зв'язку
України, Державна адміністрація залізничного транспорту України, головне
управління перевезень. – 2005. – 458 с.

54. Кириченко, Г.І. Оперативне розподілення потоків порожніх вагонів на полігоні дирекції перевезень: автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня к.т.н. / Г.І. Кириченко; [ДПТ]. – Д., 2002. – 17с.

55. Ковалелис А. Центр управління движением - шаг к безопасному будущему: Литовский курьер. 2013. №30 (805) [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://old.kurier.lt/?r=12&a=4950>.

56. Козаченко, Д.М. Дослідження параметрів вагонопотоків, що розформовуються на сортувальних гірках [Текст] / Д.М. Козаченко, М.І. Березовий, Т.В. Болвановська // Зб. наук. праць ДНУЗТ “Транспортні системи і технології перевезень”. – 2012. – Вип. 4.- с. 44-48.

57. Козаченко, Д.Н. Проблемы управления парками грузовых вагонов в условиях реформирования железнодорожного транспорта [Текст] / Д.М. Козаченко, Ю.М. Германюк // Зб. наук. праць ДНУЗТ “Транспортні системи і технології перевезень”. – 2011. – Вип. 2.- с. 60-62.

58. Козаченко, Д.М. Визначення раціональних параметрів поїздопотоків на залізничних напрямках [Текст] / Д.М. Козаченко, Г.Я. Мозолевич // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011. – Вып. 2/3 (50). – С. 40-45.

59. Козаченко, Д.М. Дослідження параметрів потоків поїздів на залізничних напрямках [Текст] / Д.М. Козаченко, Г.Я. Мозолевич // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2010. – Вып. 3/5 (45). – С. 17-21.

60. Козаченко, Д.Н. Оценка неравномерности поступления вагонов на подъездные пути промышленных предприятий [Текст] / Д.М. Козаченко, Р.В. Вернигора, Р.Ш. Рустамов // Тези доповідей 73-ї Міжнародної науково-практичної конференції [“Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту”] (м. Днепропетровськ, 23-24 травня 2013 р.) / Зб. наук. праць ДНУЗТ. – С. 150.

61. Колесников, А.В. Гибридные интеллектуальные системы: Теория и технология разработки. [Текст] / А.В. Колесников – СПб: СПбГТУ, 2001. – 711 с.
62. Копылов, А.С. Оптимальный резерв порожних вагонов в районе массовой погрузки. [Текст] / А.С. Копылов // Научно-технический журнал «Вестник ВНИИЖТ». – М., Вып.1 С.- 4-8.
63. Кофман, А.М. Введение теории нечетких множеств в управлении предприятиями [Текст] / А.М. Кофман, Х. Хил Алуха. – М.: Высшая школа, 1992. – 160с.
64. Кофман, А. Введение в теорию нечетких множеств [Текст] / А.М. Кофман – М.: Радио и связь, 1982. – 432 с.
65. Кочнев, Ф.В. Управление эксплуатационной работой железных дорог. [Текст]: учеб. пособие для вузов / Ф.В. Кочнев, И.Б. Сотников. – М.: Транспорт, 1990. – 424 с.
66. Круглов, В. В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. [Текст] / В. В. Круглов, В.В. Борисов. – М.: Горячая Линия – Телеком, 2002. – 382с.
67. Кудрицька, Н.В. Прогнозування обсягів перевезень залізничним транспортом України з використанням багатофакторних моделей [Текст] / Н.В. Кудрицька, Т.А. Мукмінова // Науково-практичний журнал «Залізничний транспорт України». – К., 2007. – Вип. 2. – С. 80-82.
68. Кудрявцева, В.А. Организация и управление движением на железнодорожном транспорте [Текст] / В.А. Кудрявцева М.: Академия, 2006. – 426 с.
69. Куссуль, Н.Н. Нейронные сети [Текст] / Н.Н. Куссуль.– М.: Вильямс, 2006. – 1104 с.
70. Лаврухін, О.В. Формування моделей і методів інтелектуальної технології оперативного управління поїздопотоками: автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня д.т.н. / О.В. Лаврухін; [УкрДАЗТ]. – Х., 2012. – 40 с.

71. Левицький, І.Ю. Удосконалення технології прискореної доставки вантажів на залізницях України в умовах ринку транспортних послуг: автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня к.т.н. / І.Ю. Левицький; [ДНУЗТ]. – Д., 2004. – 21с.
72. Лукашин, Ю.П. Регрессионные и адаптивные методы прогнозирования. Учебное пособие [Текст] / Ю.П. Лукашин – М.: МЭСИ, 1997. – 416 с.
73. Лю, Б. Теория и практика неопределенного программирования [Текст] / Б. Лю – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. – 416 с.
74. Макаренко, М. Краткий справочник показателей эксплуатационной работы железных дорог Украины [Текст] / М. Макаренко – К.: Юникон-Пресс, 2001.
75. Макаренко, М.В. Стратегічне прогнозування роботи залізничного транспорту [Текст] / М.В. Макаренко // Науково-практичний журнал «Залізничний транспорт України». – К., 2004. – Вип. 2. – С. 49-51.
76. Мацюк, В.І. Удосконалення системи розвозу місцевих вагонів в залізничному вузлі: автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня к.т.н. / В.І. Мацюк; [ДЕТУТ]. – К., 2008. – 22с.
77. Мацюк, В.І. Удосконалення процесу розподілу порожніх вагонів при організації місцевої роботи на дільниці [Текст] / В.І. Мацюк, О.В. Шевченко // Зб. наук. праць, серія “Транспортні системи і технології”. – К.: ДЕТУТ, 2010. – Вип. 17. – С. 268-273.
78. Мацюк, В.І. Скорочення часу знаходження місцевого вагона у вузлі шляхом оптимізації системи передавального руху поїздів [Текст] / В.І. Мацюк, В.К. Мироненко // Науково-практичний журнал «Транспортні інновації». – К., 2011. – Вип. 9. – С. 19-25.
79. Мацюк, В.І. Автоматизація процесу розподілу порожніх вагонів при організації місцевої роботи на дільниці [Текст] / В.І. Мацюк, В.К. Мироненко // Тезиси доповідей на V міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем в

умовах реформування залізничного транспорту: управління, економіка, технології”, м.Київ, ДЕТУТ, 24-25 березня 2011 р.

80. Мацюк, В.І. Скорочення строків доставки вантажів залізничним транспортом [Текст] / В.І. Мацюк // Збірник наукових праць НТУ серія ”Проблеми транспорту”. – К., 2010. – Вип. 8. – С. 153 – 158.

81. Мозолевич, Г.Я. Підвищення ефективності процесу перевезень за рахунок визначення раціональних параметрів поїздопотоків: автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня к.т.н. / Г.Я. Мозолевич; [ДНУЗТ]. – Д., 2011. – 21с.

82. Носенко, М. П. Підвищення ефективності використання елементів залізничних транспортних систем при організації вантажних перевезень: автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня к.т.н. / М.П. Носенко; [УкрДАЗТ]. – Х., 2010. – 20с.

83. Особенности и характерные примеры развития зарубежных сортировочных станций: [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.jd-st.ru/.../6-osobennosti-i-xarakternyye-primery-razvitiya-zarub>.

84. Орлов, А. И. Задачи оптимизации и нечеткие переменные. [Текст] / А. И. Орлов. – М.: Знание, 1980. — 64 с.

85. Патент 67140 Україна МПК В61L 25/00, В61L 27/00, G06F 7/100, G06N 7/100. Автоматизована система визначення пріоритетів поїздів при їх відправленні з залізничних станцій/ О.В. Лаврухін, Т.В. Бутько, Т.О. Костиркіна, Л.І. Рибальченко; заявники і патентоволодарі О.В Лаврухін, Т.В. Бутько, Т.О. Костиркіна, Л.І. Рибальченко. – № и 2011 05425; заявл. 28.04.2011; опубл. 10.02.2012, Бюл. №3.

86. Пегат, А. Нечеткое моделирование и управление [Текст] / А. Пегат – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2009. – 798 с.

87. Петров, Ю. Планирование в структурных подразделениях железнодорожного транспорта [Текст] / Ю. Петров, А.И. Купоров, Л.В. Шкурина – М.: Москва, 2008. – 308 с.

88. Порядок направлення вагонопотоків та організації їх у вантажні поїзди на залізницях України на 2011 – 2012 рр. (План формування поїздів): [Текст]: офіц. текст.– К.: Мін-во транспорту та зв'язку України, Державна адміністрація залізничного транспорту України, головне управління перевезень. – 2011. – 702 с.

89. Правила технічної експлуатації залізниць України [Текст]: офіц. текст: [прийнято та надано чинності наказом Міністерства транспорту України від 20 грудня 1996 р. № 411. Зі змінами і доповненнями, внесеними наказом Міністерства транспорту України від 19 березня 2002 року № 179].– К.: Мін-во транспорту України. – 2002. – 133 с.

90. Прилепин, Е. В. Методы оперативного управления доставкой местного груза на отделении железной дороги: автореферат диссертации на соискание ученой степени к.т.н. / Е.В. Прилепин; [ВНИИАС МПС России]. – М., 2004. – 20с.

91. Публікація документів Державної Служби Статистики України: [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: http://ukrstat.org/uk/druk/katalog/kat.../publ1_u.htm.

92. Рибальченко, Л.І. Визначення цільової функції оптимізації використання порожнього парку вагонів [Текст] / Л.І. Рибальченко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – Вып. 6/3 (60). – С. 25-27.

93. Рибальченко, Л.І. Удосконалення процесу управління розвезенням порожніх вагонів на залізничних полігонах на основі застосування інтелектуальних методів / Л.І. Рибальченко // Тези доповідей 75-ї Міжнародної науково-практичної конференції [“Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті”] (м. Харків, 24-25 квітня 2013 р.) / 3б. наук. праць УкрДАЗТ. – Харків, 2013. – Вип. 136. – С. 376.

94. Рибальченко, Л.І. Формування інтелектуальних моделей управління розвезенням порожніх вагонів на залізничних полігонах / Л.І. Рибальченко //Тези II Міжнародної науково-технічної конференції

[“Обчислювальний інтелект-2013 (результати, проблеми, перспективи) Computational Intelligence, ComInt–2013”] (м. Черкаси, 14-17 травня 2013 р.) / Зб. наук. праць – Черкаси, 2013. – Вип. – С. 232.

95. Рибальченко, Л.І. Формування підходів щодо реалізації системи підтримки прийняття рішення оперативного управління за допомогою сучасних технологій моделювання [Текст] / Л.І. Рибальченко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. Науково-технічний журнал. – Х.: УкрДАЗТ, 2012. – Вип. 5. – С. 20-24.

96. Ротштейн, А.П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткая логика, генетические алгоритмы, нейронные сети [Текст] / А.П. Ротштейн – В.: УНИВЕРСУМ-Винница, 1999. - 320 с.

97. Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы [Текст] / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский – М.: Горячая линия - Телеком, 2006. – 452 с.

98. Сенько, В.И. Обеспечение перевозочного процесса парком грузовых вагонов [Текст] / В.И. Сенько, Е.П. Гурский, Л.В. Сенько // Международный информационный научно-технический журнал «Вагонный парк». – Х., 2010. – Вып. 9. – С. 6-9.

99. Сидельников, Ю.В. Системный анализ технологии экспертного прогнозирования. [Текст] / Ю.В. Сидельников – М.: МАИ, 2007. – 453 с.

100. Ситник, М.Д. Неравномерность перевозок грузов и резервы вагонного парка. [Текст] / Под ред. М.Д. Ситника. – М.: Транспорт, 1968. – 142 с.

101. Смехов, А.А. Математические модели процессов грузовой станции [Текст] / А.А. Смехов. – М. : Транспорт, 1982. – 255 с.

102. Современный центр обработки данных позволит Литовским ж/д расширить услуги на внешних рынках: [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: [http:// www.trans-port.com.ua/index.php?newsid=10701](http://www.trans-port.com.ua/index.php?newsid=10701).

103. Терёшина, Н.П. Экономика железнодорожного транспорта. Учебник. [Текст] / Н.П. Терёшина, В.Г. Галабурда, М.Ф. Трихунков и др. – М.: УМЦ ЖДТ, 2006. – 801 с.
104. Тулупов, Л.П. Автоматизированные системы управления перевозочными процессами на железных дорогах [Текст] / Л.П. Тулупов, Е.М. Жуковский, А.М. Гусятинер – М.: Транспорт, 1991. – 208 с.
105. Тулупов, Л.П. Управление и информационные технологии на железнодорожном транспорте [Текст] / Л.П. Тулупов, Э.К. Лецкий, И.Н. Шапкин, А.И. Самохвалов – М.: Желдориздат, 2004. – 205 с.
106. Укрзалізниця. Вантажні перевезення: [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: http://uz.gov.ua/cargo_transportation/.
107. Чернов, В.Г. Модели поддержки принятия решений в инвестиционной деятельности на основе аппарата нечетких множеств [Текст] / В.Г. Чернов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 312 с.
108. Штовба, С.Д. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику [Текст] / С.Д. Штовба. – В.: Винницкого государственного технического университета, 2001. – 198 с.
109. Штовба, С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. [Текст] / С.Д. Штовба. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 288 с.
110. Ярушкина, Н.Г. Основы теории нечётких и гибридных систем. [Текст] / Н.Г. Ярушкина. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 320 с.
111. Zadeh, Lotfi. Fuzzy Sets / Information and Control, 8(3), June 1965, pp.338-53.
112. Zadeh, Lotfi. Outline of a New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Processes / IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, SMC-3(1), January 1973, pp.28-44.
113. 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.

114. McNeill, Daniel and Freiburger, Paul. Fuzzy Logic / Touchstone Rockefeller Center, 1993.
115. Kosko, Bart. Fuzzy thinking / Hyperion, 1993.
116. Kosko, Bart. Neural Networks and Fuzzy Systems / Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1991.
117. Zemankova-Leech, Maria, and Abraham Kandel. Fuzzy Relational Data Bases: A Key to Expert Systems / Cologne: Verlag TUV Rheinland, 1984.
118. Kaufmann, Arnold, and Gupta, Madan M. Introduction to Fuzzy Arithmetic/ Thomson Computer Press, 1991.