

**МІНІСТЕРСТВО ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ**

На правах рукопису

Костенніков Олексій Михайлович

УДК 656.222.6:656.212

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ФОРМУВАННЯ МІСЦЕВОГО
ВАГОНОПОТОКУ НА ДІЛЬНИЦІ В УМОВАХ СЕЗОННОГО
КОЛИВАННЯ ОБСЯГІВ НАВАНТАЖЕННЯ**

05.22.01 – транспортні системи

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Науковий керівник
Запара Віктор Мефодійович, к.т.н., професор

Харків-2011

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА ОРГАНІЗАЦІЇ ТА УПРАВЛІННЯ МІСЦЕВОЮ РОБОТОЮ НА ВІТЧИЗНЯНИХ ТА ЗАКОРДОННИХ ЗАЛІЗНИЦЯХ	Error! Bookmark not defined.
1.1 Аналіз організації місцевої роботи на залізницях України	Error! Bookmark not defined.
1.2 Аналіз закордонного досвіду організації місцевої роботи	Error! Bookmark not defined.
1.3 Аналіз досліджень з питань організації місцевої роботи	Error! Bookmark not defined.
1.4 Дослідження сезонної нерівномірності перевезень вантажів та її вплив на організацію місцевої роботи дільниць	Error! Bookmark not defined.
1.5 Висновки до розділу 1	Error! Bookmark not defined.
РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГІВ НАВАНТАЖЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРО- НЕЧІТКОГО МОДЕЛЮВАННЯ.....	Error! Bookmark not defined.
2.1 Вибір методу прогнозування обсягів навантаження	Error! Bookmark not defined.
2.2 Визначення вхідних параметрів моделі прогнозування обсягів навантаження вантажів на дільниці	Error! Bookmark not defined.
2.3 Формування структури моделі прогнозування на основі нейро- нечіткої системи Nefproх	Error! Bookmark not defined.
2.4 Формування гібридної моделі прогнозування сезонних вантажопотоків місцевої роботи зі зворотними зв'язками	Error! Bookmark not defined.
2.5 Перевірка гібридної моделі прогнозування обсягів місцевої роботи дільниць на точність	Error! Bookmark not defined.
2.6 Висновки до розділу 2.....	Error! Bookmark not defined.
РОЗДІЛ 3 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОРГАНІЗАЦІЇ МІСЦЕВОЇ РОБОТИ НА ПОЛІГОНАХ ЗАЛІЗНИЦІ.....	Error! Bookmark not defined.
3.1 Формалізація технології організації місцевої роботи на залізничних полігонах з урахуванням сезонних коливань вантажопотоків	Error! Bookmark not defined.

3.1.1	Техніко-економічне обґрунтування доцільності організації ступінчатих маршрутів	Error! Bookmark not defined.
3.1.2	Організація технології роботи і просування збірних поїздів	Error! Bookmark not defined.
3.1.3	Доцільність призначення вивізного поїзду	Error! Bookmark not defined.
3.2	Моделювання технології вивезення місцевого вагонопотоку зі станцій дільниць.....	Error! Bookmark not defined.
3.3	Висновки до розділу 3	Error! Bookmark not defined.
РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ОПЕРАТИВНИХ ПРАЦІВНИКІВ ПРИ ВИКОНАННІ МІСЦЕВОЇ РОБОТИ НА ЗАЛІЗНИЧНИХ ПОЛІГОНАХ ТА ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ ЗАХОДІВ		
4.1	Принцип побудови системи підтримки прийняття рішень оперативних працівників	Error! Bookmark not defined.
4.2	Визначення задач, які повинна вирішувати система підтримки прийняття рішень оперативних працівників при управлінні місцевою роботою.....	Error! Bookmark not defined.
4.3	Розробка структури та процедури функціонування системи по ефективному управлінні місцевою роботою дільниць	Error! Bookmark not defined.
4.4	Програмна реалізація системи підтримки прийняття рішень для оперативного управління місцевою роботою	Error! Bookmark not defined.
4.5	Визначення економічного ефекту для полігону залізниці від впровадження запропонованої СППР	Error! Bookmark not defined.
4.6	Висновки до розділу 4.....	Error! Bookmark not defined.
ВИСНОВКИ		
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 12		
Додаток А Дослідження тривалості операцій, що мають обмежувальний характер в загальному часі доставки вагонів		

Додаток Б Дослідження сезонності навантаження вагонів на залізницях України та методика оцінки показників внутрішньорічного коливання обсягів навантаження.....**Error! Bookmark not defined.**

Додаток В Порівняння реальних значень та планового навантаження вагонів**Error! Bookmark not defined.**

Додаток Д Діаграми щодобового навантаження вагонів по залізницях України**Error! Bookmark not defined.**

Додаток Е Розрахунок економічного ефекту від впровадження СППР**Error! Bookmark not defined.**

Додаток Ж Акти впровадження у виробництво**Error! Bookmark not defined.**

Додаток К Акт впровадження у навчальний процес**Error! Bookmark not defined.**

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АРМ – автоматизоване робоче місце;

АСКВП УЗ – автоматизована система керування вантажними перевезеннями

Укрзалізниці;

АС МЕСПЛАН – автоматизована система документообігу замовлень на перевезення вантажів та формування планів;

АСУ – автоматизована система управління;

БД – база даних;

ДНН – начальник відділу перевезень;

ДНЦ – поїзний диспетчер;

ДНЦС – старший поїзний диспетчер;

ДЦУ – дорожній центр управління;

ІКС – інформаційно-керуюча система;

ПД – полігон дирекції залізничних перевезень;

СППР – система підтримки прийняття рішень;

ЦУМР – центр управління місцевою роботою.

ВСТУП

Актуальність теми. Аналіз загального часу просування вантажів від станцій навантаження до станцій призначення вказує на те, що при існуючій технології доставки значний час обігу вагона займають такі операції: очікування забирання зі станції навантаження та простій на станціях переробки (в деяких випадках ці простої сягають 30% від загального часу доставки). В умовах сезонного коливання вагонопотоків цей показник тільки зростає. Це призводить до надлишкових простоїв рухомого складу, несвоєчасного підведення порожніх вагонів під навантаження і, як наслідок, незадоволення потреб вантажовласників. Для раціонального використання вагонного парку, покращення експлуатаційних показників роботи залізничних підрозділів необхідно підвищувати якість оперативного планування місцевої роботи з урахуванням сезонної нерівномірності. Це можливо за рахунок створення системи, що визначатиме оптимальні регульовальні заходи щодо раціональної підв'язки локомотивів під місцеві состави для формування збірних та вивізних поїздів, ступінчатих маршрутів, призначення диспетчерських локомотивів. Це дозволить зменшити непродуктивні простої та пробіги вагонів і локомотивів та мінімізувати експлуатаційні витрати.

Зважаючи на вищевказане, тема дисертаційної роботи є актуальною і направлена на вирішення важливих питань удосконалення технології формування місцевого вагонопотоку в умовах сезонного коливання обсягів навантаження.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалась відповідно до Державної програми реформування залізничного транспорту (розпорядження Кабінету Міністрів України від 27.12.2006 р. № 651-р), Закону про інформатизацію на залізничному транспорті, а також до науково-дослідних робіт «Розробка Єдиного технологічного процесу роботи під'їзної колії Закритого

акціонерного товариства “Донецьксталь” – металургійний завод” та станції примикання Донецьк ДП “Донецька залізниця”» (держ. реєстр. №0108U003761), «Разработка предложений по повышению эффективности использования грузовых вагонов различной формы собственности в новых условиях» (держ. реєстр. №011U004890).

Мета і завдання дослідження. Метою даної дисертаційної роботи є удосконалення технології обслуговування місцевих вагонопотоків на полігоні дирекцій залізничних перевезень, яка адаптована до сезонних коливань обсягів навантаження та забезпечує мінімальні непродуктивні простой за рахунок раціональної підв'язки локомотивів до місцевих поїздів різних категорій. Реалізація цієї мети потребує постановки та вирішення таких основних задач:

1. Провести аналіз організації місцевої роботи на залізницях України та за кордоном.
2. Провести статистичні дослідження щодо динаміки сезонної нерівномірності перевезення вантажів у місцевому сполученні.
3. Провести аналіз існуючих методів прогнозування для створення адекватної моделі прогнозування обсягів місцевої роботи з урахуванням сезонного фактора.
4. Формалізувати технологію організації місцевої роботи на полігонах дирекцій залізничних перевезень, яка відбиває процес підв'язки локомотивів під місцеві состави.
5. Провести моделювання процесу вивезення місцевого вагонопотоку на реальному полігоні дирекцій залізничних перевезень.
6. Удосконалити існуючі інформаційно-керуючі системи (ІКС) за рахунок формування системи підтримки прийняття рішень (СППР) оперативних працівників.
7. Провести економічне обґрунтування запропонованої технології.

Об'єкт дослідження – процес обслуговування місцевого вагонопотоку на дільниці.

Предмет дослідження – технологія підв'язки локомотивів під місцеві состави в умовах сезонного коливання обсягів навантаження.

Методи дослідження. Виконані дослідження базуються на: процедурі моніторингу, методах теорії ймовірностей та математичної статистики для проведення аналізу існуючих експлуатаційних показників перевізного процесу; методах побудови гібридних мереж для формування прогнозної моделі обсягів виконання місцевої роботи станцій за період змінно-добового планування; застосуванні теорії нечітких множин, нечіткої логіки та теорії прийняття рішень для формування процедури призначення поїздів відповідних категорій для виконання місцевої роботи.

Наукова новизна одержаних результатів. У дисертаційній роботі теоретично обґрунтовано процес формування автоматизованої технології обробки місцевих вагонопотоків на полігонах дирекцій залізничних перевезень в умовах сезонних коливань обсягів навантаження, яка забезпечує зменшення непродуктивних простоїв вагонів шляхом раціональної підв'язки локомотивів до місцевих поїздів різних категорій. Для формалізації цих процесів було вперше:

- для прогнозування реальних обсягів навантаження у вагонах на полігонах дирекції залізничних перевезень сформовано двохетапну гібридну модель, яка містить блок попереднього прогнозу на основі історичного динамічного ряду та блок остаточного прогнозування. Перевагою сформованої двохетапної моделі є можливість врахування процесу виконання місцевої роботи в умовах як сезонних коливань, так і коливань за днями тижня, що забезпечує середню похибку прогнозу у межах до одного вагона;

- для формалізації технології управління місцевою роботою на полігонах дирекцій залізничних перевезень розроблено оптимізаційну модель, яка враховує особливості планування місцевої роботи та забезпечує мінімізацію непродуктивних простоїв та пробігів (вагонів, локомотивів). Цільову функцію розробленої моделі представлено у вигляді інтегрального

критерію якості управління за період змінно-добового планування, при цьому підінтегральною функцією є функціонал від векторів стану системи, що характеризується топологією полігону дирекції залізничних перевезень та прогноною кількістю реально потрібних вагонів під навантаження-розвантаження, та вектора управління, який характеризується планом роботи локомотивів;

- з метою реалізації управління місцевою роботою сформовано процедуру оперативного формування плану роботи поїзних локомотивів при вивезенні вантажних вагонів зі станції полігону дирекції залізничних перевезень, яка ґрунтується на визначенні раціональної послідовності об'їзду локомотивами лінійних об'єктів шляхом надання бальної оцінки, яка включає такі показники: кількість вагонів, кількість вагонів зі швидкопсувним вантажем, кількість вагонів зі спливаючим терміном доставки.

Доопрацьовано:

- комплекс функціональних задач локальної інформаційно-керуючої системи полігону дирекції залізничних перевезень, який реалізує автоматизовану технологію управління місцевою роботою на основі інтегрування СППР до автоматизованих робочих місць оперативних працівників (АРМ ДНЦС, АРМ ДНЦ).

Практичне значення отриманих результатів. Розроблена багатоетапна модель управління місцевою роботою на полігоні дирекції залізничних перевезень дозволяє сформувавши оптимальний план роботи на змінно-добовий період в автоматизованому режимі, який надає можливість при забезпеченні вимог клієнтів отримати мінімальні експлуатаційні витрати за рахунок раціонального використання рухомого складу (вагонів та локомотивів). Запропонована автоматизована технологія місцевої роботи дозволяє оптимізувати робочий парк вагонів за рахунок наближення реальної потреби у вагонах до заявки клієнтів та зменшити непродуктивні пробіги локомотивів за рахунок їх раціональної підв'язки до поїздів відповідних

категорій. Комплекс розроблених моделей рекомендовано інтегрувати до автоматизованих робочих місць оперативного персоналу рівня ДН, які відповідають за управління місцевою роботою.

Розроблений комплекс моделей рекомендовано для використання на всіх залізницях України.

Основні результати і розроблені наукові підходи щодо формування автоматизованої технології управління місцевою роботою на полігонах дирекції залізничних перевезень використані та впроваджені на Південній залізниці, а також у навчальний процес Української державної академії залізничного транспорту (УкрДАЗТ), при вивченні дисципліни "Вантажні перевезення" та при проведенні навчально-дослідницьких робіт студентів і магістрів. Практичне впровадження результатів роботи підтверджується відповідними документами та патентом України.

Особистий внесок здобувача. У наукових працях, опублікованих зі співавторами, особистий внесок полягає в: [49] – проведено аналіз варіантів освоєння місцевого вагонопотоку в період збільшення обсягів навантаження; [48] – наведено техніко-економічне обґрунтування регулювальних заходів для оперативного управління місцевою роботою при сезонному збільшенні обсягів перевезень вантажів; [52] – запропоновано враховувати фактор пріоритету навантаження при розподілі порожнього рухомого складу; [46] – досліджено можливість застосування календарного планування при організації місцевої роботи для збільшення частки маршрутизації та скорочення нерівномірності навантаження протягом звітного періоду; [77] – розроблено додатковий пристрій моделювання на автоматизованому робочому місці поїзного диспетчера; [47] – досліджено ефективність від збільшення здвоєних операцій; [55] досліджено ефективність функціонування центрів управління місцевою роботою (ЦУМР) на російських залізницях. В працях [46,47,48,49,52,55,77] наведені результати досліджень, що проведені в Українській державній академії залізничного транспорту.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертації доповідались, обговорювались та схвалені на науково-технічних конференціях:

– 73-й міжнародній науково-технічній конференції кафедр Української державної академії залізничного транспорту та фахівців залізничного транспорту і підприємств, Українська державна академія залізничного транспорту, Харків, 2011 р.;

– 4-й міжнародній науково-практичній конференції “Проблеми міжнародних транспортних коридорів та єдиної транспортної системи України”, УкрДАЗТ, 2008 р. (смт Коктебель);

– 22-й міжнародній науково-практичній конференції “Перспективные компьютерные, управляющие и телекоммуникационные системы для железнодорожного транспорта Украины”, УкрДАЗТ, 2009 р. (м. Алушта).

Повністю результати дисертаційної роботи заслухані та схвалені на розширеному засіданні кафедри “Управління вантажною і комерційною роботою” Української державної академії залізничного транспорту та на науковому семінарі кафедри “Морські перевезення” Одеського національного морського університету.

Публікації. За темою дисертації опубліковано 6 статей у фахових виданнях, що затверджені МОНмолодьспорту України (у тому числі 2 – без співавторів), 1 пат. на кор. модель, 2 праці апробаційного характеру та 2 додаткові праці.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Повний обсяг роботи складає 176 сторінок, з яких обсяг основного тексту 124 сторінки, роботу ілюстровано 16 рисунками, наведено 3 таблиці. Список використаних джерел складає 125 найменувань та 7 додатків.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аведьян Э.Д. Алгоритмы настройки многослойных нейронных сетей / Э.Д. Аведьян // Автоматика и телемеханика.— 1995.— №4.— С.106-118.
2. Акуленко А.А. Прогноз обсягів вантажних і пасажирських перевезень на перспективу до 2020 року / А.А. Акуленко, П.О. Яновський // Залізничний транспорт України. – 2009. – №6. – С. 41-43.
3. Альтерман С.Л. Организация работы с местными вагонами / С.Л. Альтерман, А.И. Сметанин. – М.:Трансжелдориздат, 1961. – 174с.
4. Андерсон Т. Статистический анализ временных рядов: пер. с англ. – М.: Наука, 1976. – 343с.
5. Атре Ш. Структурный подход к организации баз данных / Ш. Арте. – М.: Финансы и статистика, 1983. – 320 с.
6. Бакаєв О.О. Макроекономічне моделювання економічного розвитку України / О.О. Бакаєв, Т.Г. Кравченко. – К.: Транспорт України, 2004. – 124с.
7. Балака Є.І. Оцінка економічної доцільності інвестицій в інноваційні проекти на транспорті / Є.І. Балака, О.І. Зоріна, Н.М. Колеснікова, І.М. Писаревський. – Х.: УкрДАЗТ, 2005. – 210с.
8. Балалаев А.С. О нормировании простоя местных вагонов на станции / А.С. Балалаев // Вестник ВНИИЖТ. – 1985. – №5. С. 11-16.
9. Балч В.И. Регулирование грузовых перевозок на железных дорогах / В.И. Балч, В.Ф. Гречанюк, И.Г. Казановский и др. – М.: Транспорт, 1984. – 248 с.
10. Баранов Л.А. Системы поддержки принятия решений / Л.А. Баранов, Е.В. Ерофеев, В.В. Сапожников, М.И. Василенко, В.П. Быков // Железнодорожный транспорт. – 1994. – №12. – С. 19-21.

11. Барков Н.Н. Сезонная и внутринедельная неравномерность грузовых перевозок на железных дорогах / Н.Н Барков. – М.:Трансжелдориздат, 1963. – 96с.
12. Белов К.А. Оперативное планирование работы диспетчерских передаточных локомотивов на базе информационно-планирующей системы / К.А. Белов // Сб. науч. тр. ЛИИЖТа. – 1974. – Вып. 377. – С. 122-129.
13. Беляк А.И. Совершенствование программного обеспечения пакета задач оперативного планирования / А.И. Беляк // Тр. ВНИИЖТ. – Вып. 662. – 1982. – С. 47-53.
14. Бирман Э.Г. Сравнительный анализ методов прогнозирования / Э.Г. Бирман // НТИ Сер.2 – 1986. – №1. – С.11-16.
15. Богданов И.А., Организация равномерной грузовой работы в течении недели (Опыт Иловайского отделения Донецкой дороги) / И.А. Богданов, Г.А. Круглов. – М.: Трансжелдориздат, 1961. – 37с.
16. Бокс Дж., Дженкинс I. Анализ временных рядов. Прогноз и управление. Вып. 1: пер. с англ. – М.: Мир, 1974. – 405с.
17. Борисов А.Н. Модели принятия решений на основе лингвистической переменной / А.Н. Борисов, А.В. Алексеев, О.А. Крумберг. – Рига: Зинантне, 1989. – 256с.
18. Борисов А.Н., Осис Я.Я. Методика оценки функций принадлежности элементов размытого множества / А.Н. Борисов, Я.Я. Осис // сб. «Кибернетика и диагностика». – 1970. – Вып. 4. – С. 125-134.
19. Борисов В.В. Нечеткие модели и сети / В.В. Борисов, В.В. Круглов, А.С. Федулов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 284 с.
20. Бородин, А.Ф. Новая системы организации грузового движения на железных дорогах Польши / А.Ф. Бородин, Е. Жук // Железнодорожный транспорт. – 1997. – Вып. 4. – С. 27-34.
21. Вентцель Е.С. Исследование операций / Е.С. Вентцель. – М.: Советское радио, 1972. – 552с.

- 22.Вентцель Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Вентцель. – М.: Наука, 1969. – 576 с.
- 23.Вязанкин С.А. Тульский центр управления местной работой / С.А. Вязанкин // Железнодорожный транспорт. – 2005. – №4. – С. 76-79.
- 24.Гильденгорн И.А. Совершенствование организации местной работы отделения дороги на основе математического моделирования / И.А. Гильденгорн // Тр. ВНИИЖТ. – 1987. – Вып. 2. – С. 7-11.
- 25.Гоманков Ф.С. Технология и организация перевозок на железнодорожном транспорте / Ф.С. Гоманков, А.Д. Омаров, З.С. Бекжанов. – Алматы.: Бестау, 2002. – С. 308.
- 26.Горбань А.Н. Обучение нейронных сетей / А.Н. Горбань. – М.: СП. ПараГраф, 1991. – 160с.
- 27.Гришин А.П. Местная работа отделения: опыт и проблемы / А.П.Гришин // Железнодорожный транспорт. – 1996. – №2. – С. 10-20.
- 28.Грищенко В.И. О поддержке информационной модели отображения состояния и динамики транспортных процессов в среде сетевой СУБД / В.И. Грищенко, В.М. Мирошниченко // Информационные технологии планирования и управления на транспорте: Сб. науч. тр. – К.: ИК АН УССР, 1988. – С. 80-87.
- 29.Грошев Г.М. Оценка эффективности внедрения центров управления местной работой на отделениях железных дорог / Г.М. Грошев, О.А. Никифорова // Экономика железных дорог. – 2006. – №12. – С. 20-32.
- 30.Данько М.І. Прогнозування показників роботи під'їзних колій і станцій примикання / М.І. Данько, А.М. Котенко, А.О. Ковальов // Залізничний Транспорт України. – 2002. – №6. – С.18-19.
- 31.Данько М.І. Прогнозування розподілу вагонопотоків на основі теорії нечітких множин / М.І. Данько, О.В. Лаврухін // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2004. – №2. – С. 80-83.

- 32.Елисеев С.Ю. Технологические требования к информационно-управляющим и аналитическим системам управления перевозками / С.Ю. Елисеев // Ж.-д. трансп. – 2003. – № 11. – С. 8-13.
- 33.Жук Е. Имитационное моделирование работы сортировочной станции при составлении графика движения поездов / Е. Жук// Вестник ВНИИЖТ. – 1995. №3. – С.45-46.
- 34.Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений: пер. с англ. – М.: Мир, 1976. 162с.
- 35.Зачепа В.М. Исследование вопросов организации местных вагонопотоков с учетом сезонности перевозок скоропортящихся грузов: автореферат дис. ... канд. техн. наук: 05.22.08 / В.М. Зачепа, ВНИИЖТ. - М., 1976.- 24 с.
- 36.Змитрович А.И. Интеллектуальные информационные системы / А.И. Змитрович.– Минск: ТетраСистемс, 1997. – 367с.
- 37.Ильин А.Н. Планирование эксплуатационной работы в центре управления перевозками / А.Н. Ильин // Железнодорожный транспорт.– 2002. – №5. – С. 34-37.
- 38.К. Асаи, Д. Ватада, С. Иваи. Прикладные нечеткие системы: пер. с япон. – М.: Мир, 1993. – 368 с.
- 39.Карасев А.А. Способы снижения затрат при организации местной работы на станциях и участках / А.А. Карасев // Сб.науч.трудов. УрГУПС. – 2006. – №52. – С. 11-13.
- 40.Кендэлл М. Временные ряды: пер. с англ. – М.: «Финансы и статистика», 1979. – 198с.
- 41.Кендэлл М., Стюарт А. Многомерный статистический анализ и временные ряды : пер с англ. – М.: Наука, 1976. – 736 с.
- 42.Кирьянова О.С. Выбор рационального числа остановок сборных поездов / О.С. Кирьянова // Вестник ВНИИЖТ. – 1964. – №5. С. 16-22.
- 43.Козлов П.А. Управляющие системы на железнодорожном транспорте / П.А. Козлов // Автоматика, связь и информатика. – 2003. – №1. – С. 4-6.

44. Комашинский В.И. Нейронные сети и их применение в системах управления и связи / В.И. Комашинский, Д.А. Смирнов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2003. – 94 с.
45. Копылов А.С. Оптимальный резерв порожних вагонов в районе массовой погрузки / А.С. Копылов // Тр. ВНИИЖТ. – 1984. – Вып.1 С.– 4-8.
46. Костенніков О.М. Застосування календарного планування при організації місцевої роботи / О.М. Костенніков, Д.І. Мкртичян, К.Ю. Барсков, О.А. Ломачук // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 118.– С. 246-253.
47. Костенніков О.М. Збільшення кількості здвоєних операцій за рахунок раціонального розподілу порожніх вагонів / О.М. Костенніков, Д.І. Мкртичян, А.Л. Обухова, Т.В. Давидовська, Ю.В. Санченко // Зб. наукових праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 120.– С. 11-14.
48. Костенніков О.М. Регулювальні заходи для оперативного управління місцевою роботою при збільшенні обсягів перевезень сезонних вантажів / О.М. Костенніков, В.М. Запара, Д.І. Мкртичян, О.В. Ковальова // Збірник наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – Вип. 111. - С. 48-57.
49. Костенніков О.М. Вибір раціональної форми обслуговування проміжних станцій в період сезонних перевезень / О.М. Костенніков, В.М. Запара, А.О. Ковальов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. - 2008 - №4/3 (34). - С. 58-60.
50. Костенніков О.М. Дослідження технології організації місцевої роботи в період перевезень сезонних вантажів / О.М. Костенніков // Збірник наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – Вип. 102. – С. 71-77.
51. Костенніков О.М. Прогнозування обсягів навантаження в період масового перевезення сезонних вантажів з використанням нейронної системи Nefprox / О.М. Костенніков // Вісник Донецького

- інституту автомобільного транспорту. - Донецьк: ДІАТ, 2008.- №4. - С. 4-9.
52. Костенніков О.М. Удосконалення технології регулювання рухомого складу для перевезення сезонних вантажів / О.М. Костенніков, В.М. Запара, Д.І. Мкртичян, А.О. Ковальов, М.В. Кузьменко // Збірник наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 112. - С. 123-128.
53. Костенніков О.М. Підвищення якості переробки вантажів, які прямують в міжнародному сполученні. Тези доповідей 4-й міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми міжнародних транспортних коридорів та єдиної транспортної системи України» (2-7 червня 2008 р., смт. Коктебель) / О.М. Костенніков // Вісник економіки транспорту і промисловості № 22. 2008. – С. 60.
54. Костенніков О.М. Удосконалення технології управління та оперативного керування місцевою роботою в період зростання обсягів перевезень сезонних вантажів Матеріали доповідей 23-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Перспективні комп'ютерні, управляючі і телекомунікаційні системи для залізничного транспорту України» м. Алушта, вересень 2009 р. / О.М. Костенніков // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті № 4 (додаток). 2009. – С. 20.
55. Костенніков, О.М. Визначення заходів для ефективного управління місцевою роботою / О.М. Костенніков, Д.І. Мкртичян, В.М. Запара, А.О. Ковальов // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 124. – С. 48-51.
56. Круглов В.В. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети / В.В. Круглов, М.И. Дли, Р.Ю. Голубов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 225 с.
57. Кудрицька Н.В. Прогнозування обсягів перевезень залізничним транспортом України з використанням багатofакторних моделей /

- Н.В Кудрицька, Т.А. Мукмінова // Залізничний Транспорт України. – 2007. – №2. – С.80-82.
- 58.Лаврухін О.В. Удосконалення автоматизованих робочих місць оперативного персоналу на базі інформаційно-керуючих систем / О.В. Лаврухін, І.В. Мікулін // Збірник наук. праць. –Харків: УкрДАЗТ, 2007. –Вип. 85. – 70–78 с.
- 59.Лаврухін О.В. Удосконалення АРМ поїзного диспетчера на основі нечіткої логіки: дис. канд. техн. наук / О.В. Лаврухін. – Харків, 2007.
- 60.Левин Д.Ю. Совершенствование методов регулирования вагонного парка / Ю.Д. Левин // Железнодорожный транспорт. – 1983. – №4. – С.44-47.
- 61.Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А.В. Леоненков. – СПб.: БХВ – Петербург, 2005. – 736 с.
- 62.Лукашин Ю.Л. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования / Ю.Л. Лукишин. – М.: Статистика, 1979. – 255с.
- 63.Лю Б. Теория и практика неопределенного программирования: пер. с англ. – М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2005. – 416 с.
- 64.Макаренко М.В. Стратегічне прогнозування роботи залізничного транспорту / М.В. Макаренко // Залізничний Транспорт України. – 2004. – №2. – С.49-51.
- 65.Мандрица В.М. Прогнозирование перевозок грузов на автомобильном транспорте / В.М. Мандрица, В.Н. Краев. – М.: Транспорт, 1981. – 152 с.
- 66.Матвеев Л.А. Информационные системы: Поддержка принятия решений / Л.А. Матвеев. – СПб, 1996. – 242с.
- 67.Матвеев Л.А. Системы поддержки принятия решений / Л.А. Матвеев. – СПб, 1993. – 80с.
- 68.Мацюк В.І. Удосконалення системи розвозу місцевих вагонів в залізничному вузлі: автореферат дис. ... канд. техн. наук: 05.22.01 / В.І. Мацюк; [ДЕТУТ]. – К., 2008. – 22с.

69. Мелихов А.Н., Берштейн Л.С., Коровин Я.С. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой / А.Н. Мелихов, Л.С. Берштейн, Я.С. Коровин. – М.: Наука. Физматлит. 1990. – 272с.
70. Меркулов А.В. Применение компьютерных технологий при создании сложных информационно-управляющих систем на железнодорожном транспорте / А.В. Меркулов. Ч.1,2. – Хабаровск: ДВГУПС, 2003. – 382 с.
71. Минин А.В. Определение числа остановок сборных поездов с учетом колебаний местных вагонопотоков / А.В. Минин // Сб. науч. тр. ЛИИЖТа. – 1967. – Вып. 274. С. 177-187.
72. Минский М. Л., Пейперт С. Перцептроны: пер. с англ.. – М: Мир. – 1971. – 262 с.
73. Мирошниченко В.М. О некоторых аспектах прогнозирования развития транспортной обстановке в системе Интертранс – СМ / В.М. Мирошниченко // Принципы построения автоматизированных систем на транспорте. – К.: ИК НАН УССР, 1986. – С. 51–58.
74. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / Аверин А.Н., и др.; под ред. Д.А.Поспелова. – М.: Наука, 1986. –312с.
75. Никулин И.И. К вопросу развоза местного груза внутри железнодорожного узла / И.И. Никулин// Сб. трудов ДИИТа. – 1959. Вып. XXVIII. – С. 37-45.
76. Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации / С.А. Орловский. – М.: Радио и связь, 1981. – 286 с.
77. Пат. на кор. модель 62856 Україна, МПК В61L 27/00. Система для організації вагонопотоків з місць навантаження / Запара В.М., Ковальов А.О., Костенніков О.М.; заявник і патентовласник Запара В.М., Ковальов А.О., Костенніков О.М. - №U201109886; заявл. 09.08.2011; опубл. 12.09.2011, Бюл. №17.

78. Пащенко Ю.Э. Методика прогнозування основних показників роботи транспорту України на довгострокову перспективу / Ю.Э. Пащенко, Н.В. Кудрицька // Формування ринкових відносин в Україні. – 2005. – Вип. 12 (55). – С. 68-71.
79. Прилепин Е.В. Методы оперативного управления доставкой местного груза на отделении железной дороги: автореферат дис. ... канд. техн. наук: 05.22.08 / Е.В. Прилепин, [ВНИИАС МПС России]. – М., 2004. – 22с.
80. Проблемы информатизации на железнодорожном транспорте: Сб. науч. тр. / Под ред. Листа Ф.Д., Кутыркина А.В. – М.: Транспорт, 1982.–160с.
81. Прохорченко А.В. Удосконалення роботи пасажирської технічної станції на основі технології оперативного регулювання составоутворення: дис. канд. техн. наук / А.В. Прохорченко. – Харків, 2008.
82. Романов А.П. Вопросы совершенствования вывозного движения / А.П. Романов // Сб. науч. тр. ЛИИЖТа. – 1962. Вып. 189. – С. 22-38.
83. Романов А.П. Выбор системы работы передаточных локомотивов / А.П. Романов // Сб. науч. тр. ЛИИЖТа. – 1970. – Вып. 302. – С. 14-23.
84. Романов А.П. Некоторые вопросы совершенствования организации местной работы / А.П. Романов // Сб. науч. тр. ЛИИЖТа. – 1962. – Вып. 216. – С.8-26.
85. Ротштейн А.П. Soft Computing: идентификация закономерностей нечеткими базами знаний / А.П. Ротштейн, Ю.И. Митюшкин; Винницкий гос. техн. ун-т. - Винница: Универсум-Винница, 2002.– 145с.
86. Рутковская Д., Пилинский М., Рутковский Л. "Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: пер. с польск. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 452 с.
87. Рыженков А.В. К вопросу о развитии ступенчатой маршрутизации / А.В. Рыженков // Соискатель. – 2005. –№1.–С.78-80

88. Сафиулин Р.Н. Совершенствование управления местной работой / Р.Н. Сафиулин // Сб. науч. трудов. УрГУПС. – 2006. – №52. – С. 13-19.
89. Сборник задач по теории вероятностей, математической статистике и теории случайных функций / под ред. А.А. Свешникова – М.: Наука, 1970. – 274 с.
90. Сигорский В.П. Математический аппарат инженера / В.П. Сигорский. – К.: Техника, 1975. – 766с.
91. Синюк В.Г. СППР: основные понятия и вопросы применения / В.Г. Синюк А.П. Котельников. – Белгород, 1998. – 79 с.
92. Ситников М.Д. Неравномерность перевозок грузов и резервы вагонного парка / М.Д. Ситников. – М.: Транспорт, 1968. – 142 с.
93. Смехов А.А. Развитие автоматизированной системы управления грузовой работой / А.А. Смехов. – М.: Транспорт. 1996. – 144с.
94. Смехов А.А. Управление грузовой и коммерческой работой на железнодорожном транспорте / А.А. Смехов, В.В. Повороженко, А.Т. Дерibas и др. – М.: Транспорт, 1990. – 351с.
95. Тимошков В.М. Организация работы сборных поездов при удлинении тяговых плеч / В.М. Тимошков. – М.: Трансжелдориздат, 1963. – 180 с.
96. Тишкин Е.М. Метод комбинаторной сортировки вагонов основа интенсивной технологии местной работы / Е.М. Тишкин // Вестник ВНИИЖТ. – 1987. – №2. С. 1-6
97. Тяло Н.А. Выбор экономически целесообразных форм организации сборно-участкового вагонопотока в современных условиях: дис. канд. техн. наук: / Н.А. Тяло. – Самара, 2001.
98. Угрюмов А.К. Неравномерность движения поездов / А.К. Угрюмов. – М.: Транспорт, 1968.– 111 с.
99. Угрюмов А.К. Вопросы разработки узлового графика движения поездов / Угрюмов А.К., А.П. Романов // Сб. науч. тр. ЛИИЖТа. – 1974. – Вып. 377. – С. 6-15.

100. Угрюмов А.К. Оперативное управление движением на железнодорожном транспорте / А.К. Угрюмов, Г.М. Groшев, Г.А. Кудрявцев и др. – М.: Транспорт, 1983. – 239 с.
101. Федотов Н.И. Колебания объемов работы на грузовых станциях / Н.И. Федотов. – Труды НИИЖТ. – Вып. 39. – 1964. – С. 53-76.
102. Фёрстер Э., Рёнц Б. Методы корреляционного и регрессионного анализа: пер. с нем. – М.: Финансы и статистика, 1983. – 302 с.
103. Хомоненко А.Д. Базы данных / А.Д. Хомоненко, В.М. Цыганков, М.Г. Мальцев. – СПб.: КОРОНА, 2004, – 736 с.
104. Швыров В.В. Моделирование внутригодовых колебаний спроса / В.В. Швыров, Т.С. Швырова. – М.: Статистика, 1973. – 176 с.
105. Швыров В.В. Сезонные колебания в торговле и методы их изучения / В.В. Швыров, Т.С. Швырова. – Новосибирск, 1969. – 41 с.
106. Экономика железнодорожного транспорта: учеб. / И.В. Белов, В.Г. Галабурда, В. Ф.Данилин и др.; под ред. И. В. Белова. – М.: Транспорт, 1989. – 351 с.
107. Юрченко Ю.М. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з теми «Визначення економічної ефективності заходів у галузі автоматики, телемеханіки та зв'язку на залізничному транспорті» / Ю.М. Юрченко, С.О. Погасій. – Харків. – УкрДАЗТ, 2002. – 34с.
108. Ярушкина Н.Г. Основы теории нечетких и гибридных систем: Учеб.пособие / Н.Г. Ярушкина. – М.: Финансы и статистика, 2004.– 320с.
109. Яхьева Г.Э. Нечеткие множества и нейронные сети. – М.: Интернет - Университет Информационных Технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 316 с.
110. Castro J.L. Fuzzy logic controllers are universal approximators// IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. Part B: Cybernetics. 1995. V.25. P. 629–635.

111. D. Nauck, F. Klawonn and R. Kruse. Foundation of Neuro-fuzzy Systems. John Wiley and Sons, New York, 1997.
112. D. Nauck. Neuro-Fuzzy systems: review and prospects, Proc. Of EUFIT (&, pp. 1044-1053, 1997.
113. Drabsch D.R. Planned Railway Operations which Exemplify Superior Service – PROWESS / D.R. Drabsch // Nat.Conf.Publ./Inst. Eng., Austral/ – 1993. – №91/18.–С.190-194.–АНГЛ.
114. Hyndman, R. J. and Koehler A. B. (2006). "Another look at measures of forecast accuracy." International Journal of Forecasting volume 22 issue 4, pages 679-688.
115. Jang J.-S. R. Neuro-Fuzzy and Soft Computing// IEEE Trans. Systems & Cybernetics. – 1997. – P. 614.
116. Jang J.-S. R. Neuro-Fuzzy modeling and control. Proc. Of the IEEE, 83(3): 378-406, March 1995.
117. Kosko B. Fuzzy systems as universal approximators// In Proc. of the IEEE Int. Conf. on Fuzzy Systems. 1980. P. 1153–1162.
118. Kozuchowski K. Zastosowanie modelu symulacyjnego do opracowywania planu koncentracji pracy manewrowej na stacjach rozrzadowych / K. Kozuchowski // Praca COB I RTK. – 1984. – №99-100. – Пол.
119. Lin C.-T, Lee G.C.S., Neural-network-based fuzzy logic control and decision system; IEEE Trans. On Computers, December 1991, vol.40, nr 12, 132–1336.
120. MATLAB Compiler User's Guide. Sixth printing. Revised for Version 3.0 (Release 13). 2002. 274 c.
121. Metcalfe R. M., Boggs D. R. Ethernet: Distributed Packet Switching for Local Computer Networks. // ACM Communications, 19(5):395-404, July 1976.

122. Parsaye, K.A. Characterization of Data Mining Technologies and Processes/ K.A. Parsaye // The Journal of Data Warehousing. – 1998.—№1. – p. 12-24.
123. Rationalisierung bei der Zugbildung und Nachbereichsbedienung im Schienengüterverkehr// ETR: Eisenbahntechnik Rdsch. – 1995. – №4 – C220. – Hem.
124. Wang L.X. Fuzzy systems are universal approximators// In Proc. of the IEEE Int. Conf. on Fuzzy Systems, San Diego, 1992. P. 1163–1169.
125. Plavica V., Petrovacki D. About simple fuzzy control and fuzzy control based on fuzzy relational equations // Fuzzy Sets And Systems.— 1999.— №101.— P.41-47.