

УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Калашнікова Тетяна Юріївна

УДК 656.212.5.073:656.222.3

**ФОРМУВАННЯ АДАПТИВНОЇ
ТЕХНОЛОГІЇ ПОЇЗДОУТВОРЕННЯ**

05.22.20 - Експлуатація та ремонт засобів транспорту

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2003

Дисертацією є рукопис

Робота виконана на кафедрі "Управління експлуатаційною роботою та міжнародними перевезеннями" Української державної академії залізничного транспорту Міністерства транспорту України

Науковий керівник - доктор технічних наук, професор

Бутько Тетяна Василівна, Українська державна академія залізничного транспорту, кафедра "Управління експлуатаційною роботою та міжнародними перевезеннями", завідувач кафедрою

Офіційні опоненти: - доктор технічних наук, професор

Жуковицький Ігор Володимірович, Дніпропетровський державний університет залізничного транспорту ім. Ак. В.Лазаряна, кафедра "Електронно-обчислювальні машини", завідувач кафедрою

- кандидат технічних наук, доцент

Яновський Петро Олександрович, Київський університет економіки і технологій транспорту, кафедра „Організація перевезень і управління на транспорті”, доцент кафедри

Провідна установа

Східноукраїнський національний університет ім. В.Даля, кафедра „Транспортні технології”, Міністерство освіти і науки України, м. Луганськ

Захист відбудеться "___" _____ 2003 р. о _____ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.820.04 в Українській державній академії залізничного транспорту, за адресою: 61050, м. Харків, майдан Фейєрбаха, 7.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Української державної академії залізничного транспорту, за адресою: 61050, м. Харків, майдан Фейєрбаха, 7.

Автореферат розісланий "___" _____ 2003 р.

Вчений секретар

спеціалізованої вченої ради

Фалендиш А.П.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Вступ. Згідно до Концепції та Програми реструктуризації залізничного транспорту України і Директиви ЄС 91/440 з метою забезпечення ефективності функціонування Укрзалізниці (УЗ) в умовах транспортного ринку стає необхідним удосконалення технології перевізного процесу. Нова технологія повинна бути заснована на задоволенні вимог користувачів щодо якості транспортного обслуговування поряд зі зниженням витрат на перевезення, а також передбачати адаптацію до умов ринкової економіки таких базових складових технології перевізного процесу як: організація вагонопотоків і поїздоутворення, план формування поїздів (ПФП), графік руху (ГРП), оперативне управління і регулювання організації тягового рухомого складу, технологія роботи станцій.

Актуальність теми. Зниження інтенсивності поїздопотоків негативно впливає на кількісні і якісні показники роботи залізниць України, у тому числі і на своєчасність доставлення вантажу в строк. Невиконання нормативного терміну доставки спостерігається в середньому для 40-50% відправок в залежності від їх виду. Це обумовлено значним простоем вагонів під накопиченням, який становить близько 70% від загального простою транзитних вагонів із переробкою на технічних станціях, що найчастіше складає порядку 15-21 години.

На основі директивних вказівок УЗ (телеграма за № АР 000301/ЦД 18/11 0905, 2002р.) визначено необхідність скорочення часу простою вагонів на станції на 10-15% за рахунок удосконалення технології роботи та використання сучасних інформаційних технологій.

План формування поїздів, що існує, передбачає чітку організацію вагонопотоків завдяки чому систематично заважає виконанню вимозі вантажовласника про своєчасність доставки. Таким чином, для успішного функціонування залізниці в умовах ринку, необхідно забезпечення гнучкості у технології перевізного процесу та перегляд і корегування інструкції щодо складання ПФП.

Враховуючи, що однією із основних ланок перевізного процесу є сортувальна станція у взаємодії з прилеглими дільницями, доцільно сформуванати адаптивну технологію поїздоутворення, яка враховує гнучкість у оперативному підході до визначення ваги окремого составу з точки зору економії ресурсів та якості перевезення, а також необхідність забезпечення раціонального завантаження технічних засобів та можливість підвищення прибутковості за рахунок пропуску поїздів по спеціальних вимогах вантажовласників.

Зважаючи на це, тема дисертаційної роботи направлена на вирішення важливих питань удосконалення технології взаємодії сортувальної станції з прилеглими дільницями в умовах транспортного ринку, що дозволяє кваліфікувати її як актуальну.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана на кафедрі "Управління експлуатаційною роботою і міжнародними перевезеннями" ("УЕР і МП") УкрДАЗТ відповідно до Концепції і Програми реструктуризації на залізничному транспорті України, Закону про інформатизацію, а також пов'язана з виконанням науково-дослідної теми „Визначення ставок зборів та розробка рекомендацій по визначенню ставок договірних тарифів”, за № держреєстрації 0102U006685.

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є підвищення ефективності взаємодії сортувальної станції та прилеглих дільниць шляхом удосконалення організації вагонопотоків на основі формування адаптивної технології поїздоутворення.

Для досягнення зазначеної мети необхідне вирішення наступних задач:

- дослідження динаміки основних експлуатаційних показників роботи системи «сортувальна станція-прилегли дільниці»;
- розробка та впровадження математичної моделі для формування адаптивної технології поїздоутворення, що забезпечує виконання терміну доставки вантажу з урахуванням ресурсозбереження;
- дослідження розподілу випадкової величини маси поїзда по станціях формування, її вплив на окремі експлуатаційні показники роботи системи;
- дослідження взаємодії станції і прилеглих дільниць, розробка та впровадження моделей їх функціонування з урахуванням сезонного фактору;
- допрацювання моделі технології взаємин станції і вантажовласника в умовах кооперативної й антагоністичної конкуренції залізниці з автомобільним транспортом;
- формування критерію якості управління системою «сортувальна станція-прилегли дільниці», що дозволяє оцінити стійкість її функціонування в умовах транспортного ринку.

Методи дослідження. Метод системного аналізу, математична статистика, математичне програмування, теорія імовірності, метод динаміки середніх, теорія стійкості динамічних систем, теорія ігор, адаптивні методи короткострокового прогнозування.

Предмет дослідження. Технологія взаємодії сортувальної станції з прилеглими дільницями.

Об'єкт дослідження. Сортувальна станція у взаємодії з прилеглими дільницями.

Наукова новизна отриманих результатів. Наукова новизна полягає в наступному.

- Вперше теоретично обґрунтовані положення по формуванню і веденню адаптивної технології поїздоутворення на сортувальній станції з визначенням доцільності формування двогрупних чи неповносоставних (неповновагових) поїздів в оперативному режимі. Технологія заснована на прогнозі підходу поїздів з урахуванням фактору ресурсозбереження і виконанням вимоги „доставка вантажу в строк" на підставі розробленої моделі стохастичного програмування.

- Вперше розроблені моделі технології взаємодії сортувальної станції з прилеглими дільницями на основі методу динаміки середніх, які дозволяють визначити необхідну кількість локомотивів, локомотивних бригад, колійний розвиток станції в оперативному режимі. Стійкість моделей підтверджена критеріями Ляпунова і Рауса.

- Вперше запропоновано використання розробленого комплексу моделей в умовах нерівномірності поїздопотоків, як додаткових функціональних задач існуючої комплексної системи електронного обміну даними (КСЕОД).

- Розроблено новий підхід у визначенні оптимальної стратегії залізниці по удосконаленню технології обслуговування вантажовласників на основі результатів моніторингу клієнтури при наявності антагоністичної чи кооперативної конкуренції з автомобільним транспортом.

- Вперше формалізовано критерій якості управління системою «сортувальна станція - прилеглі дільниці», який комплексно враховує скорочення експлуатаційних витрат і виконання вимоги „доставка вантажу в строк” в рамках адаптивної технології поїздоутворення та визначені його граничні значення.

Практичне значення отриманих результатів. Практичну цінність мають:

- адаптивна технологія поїздоутворення, що реалізована у вигляді програмного продукту (на автоматизованому робочому місці станційного диспетчера сортувальної станції) та інтегрована до КСЕОД, яка дозволяє забезпечити зниження витрат залізничного транспорту наряду із виконанням зобов'язань перед вантажовласником по своєчасній доставці вантажу (зниження часу простою вагонів під накопиченням в середньому на 10-30% та загального простою транзитних вагонів із переробкою в середньому на 5-10%);

- доповнення телеграми натурного листа (ТгНЛ) даними про виконання нормативного і фактичного терміну доставки вантажу на момент підходу поїзда до станції для кожного вантажного вагону з метою отримання більш точної інформації про склад поїзду в рамках ведення адаптивної технології поїздоутворення;

- технологія взаємодії сортувальної станції з прилеглими дільницями, що формалізована у вигляді математичної моделі, яка дозволяє визначити в оперативному

режимі відповідну кількість поїзних локомотивів, локомотивних бригад і колійного розвитку станції в умовах нерівномірності поїздопотоків та граничні значення цієї кількості;

- чисельні значення та закономірності зміни критерію якості управління, які визначають припустимі межі стійкого функціонування сортувальної станції у взаємодії з прилеглими дільницями.

Рівень реалізації і впровадження наукових розробок. Основні результати і розроблені методики по організації адаптивної технології поїздоутворення використані і впроваджені на станції Основа Південної залізниці, а також у навчальний процес УкрДАЗТ при вивченні дисциплін "Управління експлуатаційною роботою і якістю перевезень" і "Математичні моделі в розрахунках на ПЕОМ", у дипломному проектуванні і при проведенні учбово - дослідних робіт студентів і магістрів. Розроблені моделі по формуванню адаптивної технології поїздоутворення увійшли до звіту по науково - дослідній роботі з проблем Вищої школи "Аналіз ефективності використання комп'ютерних технологій при вивченні дисциплін "Математичні моделі в розрахунках на ПЕОМ" та профільюючих дисциплін спеціальності ОПУТ", за № держреєстрації ОК 0202U006396, РК0102U002541.

Особистий внесок здобувача. В роботах із співавторами здобувачем особисто були отримані наступні розробки і наукові результати, що представлені до захисту: розробка структурно - логічної схеми визначення прогнозних значень експлуатаційних показників роботи системи при наявності сезонного фактору [1]; розробка методики щодо реалізації технології взаємодії залізниці і вантажовласника в умовах конкуренції з автомобільним транспортом [2]; розробка моделі щодо визначення доцільності формування неповносоставних поїздів [3]; оцінка кількісних показників моделі по забезпеченню стійкості функціонування сортувальної станції [4].

Апробація результатів наукового дослідження. Загальні положення і результати дисертаційної роботи було докладено на науково - технічній конференції (НТК) ХарДАЗТ, Харків, 2000р. та міжнародних технічних конференціях (МТК) ХарДАЗТ, Харків, 2001р., УкрДАЗТ 2002р.; на засіданні 14 - міжнародної школи -семінару, м. Алушта, 2001; на Першій обласній конференції молодих вчених "Проблема сучасного транспорту" ХАІ, Харків 2002р.

Повністю результати дисертаційної роботи були докладені та схвалені на розширеному засіданні кафедри "УЕР і МП", УкрДАЗТ 2003р. з участю членів спеціалізованої ради.

Публікації. По темі дисертації опубліковано 6 статей у наукових фахових виданнях, з яких дві без співавторів.

Обсяг і структура дисертаційної роботи. Дисертація містить вступ, чотири розділи, висновок, список використаних джерел (120 найменувань), 9 додатків. Рукопис містить 207 сторінок, у тому числі 145 сторінок основного тексту, 10 таблиць, 29 рисунків, а також додатки на 32 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми, сформульовані мета та задачі дослідження, відображені наукова новизна і практична цінність, подано загальну характеристику роботи.

У **першому розділі** дисертації проводиться розгляд функціонування залізничного транспорту з позиції системного аналізу. Як одна із складових перевізного процесу, в окрему систему виділена сортувальна станція у взаємодії з прилеглими дільницями, для якої проведено аналіз організації поїздоутворення по УЗ та за кордоном.

Аналізом показників роботи системи виявлено недосконалість і невідповідність технічного оснащення станцій Укрзалізниці та існуючої технології обробки поїздів до умов транспортного ринку. Про це свідчить і невиконання обов'язків залізниці перед вантажовласником по своєчасному виконанню термінів доставлення вантажів. У даний час простій навантажених вагонів має значну величину, яка є невиправдано великою, внаслідок чого маршрутна швидкість просування вантажопотоків в середньому по Україні нижче, ніж по Європі (на 1999 рік - 12 км/год і 14 км/год відповідно). Прискорення просування вантажів можливо за рахунок удосконалення технології обробки поїздів наряду із розвитком технічного оснащення залізниць та широким впровадженням інформаційних технологій. В цих напрямках працювали такі вчені як В.І. Бобровський, І.В. Жуковицький, М.Д. Іловайський, Ф.П. Кочнев, В.І. Крячко, В.М. Кулешов, Д.Ю. Левін, Є.В. Нагорний, В.Я. Негрей, А.Л. Павлов, І.Б. Сотников, Є.Г. Шафіт та ін.

Ще одним з напрямків підвищення швидкості просування вагонів по мережі залізниць є формування адаптивної технології поїздоутворення та відправлення поїздів, яка відповідає вимогам транспортного ринку. В умовах зниження вагонопотоку це можливо за рахунок відправлення неповновагових поїздів, тобто при скороченні часу накопичення вагонів на коліях сортувального парку. Визначенням оптимальної маси поїзду та впливом цього показника на час накопичення займалися такі вчені як К.А. Бернгард, І.П. Бурпатов, М.А. Воробйов, А.В. Дмитренко, М.М. Макуха, М.Д. Малькевич, Б.Є. Пейсахзон, В.В. Повороженко, К.К. Тихонов, М.І. Федотов та ін. В їх роботах основним принципом вибору норми маси поїзда постає довжина приймально-відправних колій та потужність локомотивів даного напрямку. Дослідженням доцільності варіювання величини маси состава займалися такі вчені: Г.К. Гетьман, Г.І. Музикіна, А.С. Савченко, В.Т. Стрельников,

П.О. Яновський та ін. В їх роботах враховані додаткові вимоги, які включають до себе наявність конкуруючих засобів транспорту, невідповідність існуючих потужностей та обсягів виконуваної роботи, фактори ресурсозбереження і т.д.

Однак всі розробки проведено в рамках існуючих інструктивних вказівок по розробці ПФП, що не завжди дозволяє виконати вимогу по своєчасній доставці вантажу. Це обумовлено відсутністю інформації та програмного забезпечення для оперативного визначення оптимального складу поїзда та часу його накопичення.

Таким чином, необхідно формування нової адаптивної технології поїздоутворення, що дозволить скоротити експлуатаційні витрати та максимально приблизити фактичний термін доставлення вантажу до нормативного.

Вище наведене обумовило мету і задачі дослідження.

Другий розділ. Для формалізації екстремальної задачі по розробці адаптивної технології поїздоутворення, розроблена модель, цільова функція якої має вигляд складного функціоналу:

$$C = K(C_n, C_{з.пл}, C_{нак}, C_{пр.д}), \quad (1)$$

де - C_n - витрати на паливо, $C_{з.пл}$ - витрати на заробітну плату локомотивним бригадам, $C_{нак}$ - витрати на накопичення, $Q_{бр}$ - маса поїзда брутто, кг.

У повному вигляді по n -відправлених поїздів за одиницю часу:

$$C = \sum_{i=1}^n \int_{b(r)}^{b(r+1)} f(Q_{бр}) dQ_{бр} \cdot \left[\frac{Q_{бр}(i) \cdot L(i)}{10000} \kappa \cdot c'_n + \sum_{d=1}^l c'_{зпл}(i) \cdot 2L_{зв}(d) + \right. \\ \left. + (m^{доп}(i) \cdot t^n(i) \cdot c_{ваг.год}) + \sum_{j=1}^K [(T_{ф}(i, j) - T_{нор}(i, j)) \cdot Ko] \right] \rightarrow \min \quad (2)$$

при системі обмежень:

$$\begin{cases} Q_{бр} \leq Q_{\max} \\ m \leq m_{\max} \\ T_{ф} \leq T_{нор} \end{cases}, \quad (3)$$

де - i - кількість поїздів, що відправлено у системі за одиницю часу; $b(r)$, $b(r+1)$ - кінці часткових інтервалів розбиття гістограми випадкової величини маси составу; $f(Q_{бр})$ - щільність функції розподілу випадкової величини маси составу; L - відстань перевезення вантажу, км; κ - коефіцієнт нормованих питомих витрат; c'_n - вартість 1 тони палива, грн; $c'_{зпл}$ - розцінка за поїзду локомотивним бригадам, в залежності від маси вантажного поїзду на 1 км пробігу, грн.; $L_{зв}$ - довжина плеча звороту локомотивних бригад, км; $m^{доп}$ - кількість вагонів поїзду, що формується; t^n - час накопичення поїзду, год; $c_{ваг.год}$ - вартість однієї вагоно-години, грн; j - кількість вагонів у складі поїзда; $T_{ф}$ - фактичний строк доставки, діб;

$T_{нор}$ - нормативний строк доставки, дїб; K_0 - коефіцієнт начислення штрафу за прострокування доставки вантажу; Q_{max} , m_{max} - обмеження по масі та довжині составу.

Розроблена модель представляє задачу стохастичного програмування, стохастичність якої обумовлена імовірнісною природою показника маси составу $Q_{ор}$.

Для вивчення імовірнісних характеристик проведено дослідження функції розподілу випадкової величини (ВВ) маси состава з визначенням її структури та параметрів. На підставі аналізу статистичних даних поряд із традиційними (Лапласа-Шарльє, Гаусса) виявлено додаткові види розподілів маси состава у часовому та просторовому відношенні для сучасних умов. Такими розподілами є розподіл Вейбулла-Гнеденко з щільністю розподілу

$$f(Q) = \alpha \cdot \beta \cdot Q^{\beta-1} \cdot \exp(-\alpha \cdot Q^\beta), \quad (4)$$

де Q - вага i -го состава, а α та β параметри, при зміні математичного очікування ВВ від мінімального значення до максимального $\alpha \in [2,011 \cdot 10^{-3}; 2,82 \cdot 10^{-3}]$, $\beta \in [4,817; 4,977]$; та синусоїдного розподілу з щільністю:

$$f(Q) = [B + A \cdot \sin(\omega \cdot Q + a)] \cdot C, \quad (5)$$

де параметр $B \in [17; 20,5]$ - зміщення синусоїди по вертикалі; $A \in [8; 11,5]$ - амплітуда; $\omega \in [-0,0016; 0,002]$ - циклічна частота; $a \in [-6,46; 2,65]$ - зсув по фазі.

На підставі репрезентативних вибірок була проведена перевірка гіпотез за допомогою критеріїв погодження Пірсона та Романовського.

На основі визначених функцій розподілу, можлива вірогіднісна оцінка наявності відправлення поїзда з масою Q :

$$P_j(Q) = \int_{Q_j}^{Q_{j+1}} f(Q) dQ = F(Q_{j+1}) - F(Q_j), \quad (6)$$

де j - частковий інтервал розбиття загального інтервалу між Q_{min} і Q_{max} - мінімальним та максимальним значеннями мас відправлених поїздів; $F(Q)$ - інтегральна функція розподілу ВВ.

На підставі аналітичних залежностей проведено дослідження впливу маси поїзда на такі показники експлуатаційної роботи системи „сортувальна станція – прилеглі дільниці” як час накопичення поїздів на коліях сортувального парку; витрати на паливо чи електроенергію по поїзній і маневровій роботі; швидкість доставки вантажу і якість перевезення взагалі; розміри руху на дільниці; кількість локомотивних і поїзних бригад; середньодобовий пробіг вагонів і локомотивів і, як наслідок, їх продуктивність; ходова і дільнична швидкість; план формування поїздів. З одного боку, збільшення маси поїзда сприяє більш ефективному

використанню рухомого складу та локомотивних бригад. З іншого боку - погіршується якість перевезень внаслідок збільшення часу накопичення вагонів на коліях сортувального парку, що означає збільшення терміну доставки вантажу і, тим самим, знижує конкурентноздатності залізниці.

На основі моделі розроблено програмний продукт по веденню адаптивної технології поїздоутворення з урахуванням даних про підхід поїздів. При цьому скорочення простою транзитних вагонів під накопиченням пропонується за рахунок відправлення багатогрупних поїздів та варіювання маси поїзда (кількості вагонів).

З метою забезпечення доставлення вантажів в зазначений термін в рамках ведення адаптивної технології поїздоуворення та відправлення у роботі пропонується реалізація структурної схеми та програми, результат застосування якої являє собою рішення екстремальної задачі по оперативному визначенню оптимальної маси та часу накопичення окремого состава.

Одним з етапів моделювання є визначення поведінки функціонала сумарних витрат (1). З цією метою проведено дослідження та обробка складових функції на прикладі сортувальної станції Основа Південної залізниці. На рис. 1 наведена залежність сумарних витрат при формуванні поїздів від інтенсивності поїздопотоку та маси вантажних поїздів.

Рис. 1. Залежність сумарних економічних витрат від інтенсивності поїздопотоку та маси составу

На підставі моделювання визначаються можливі варіанти по кількості вагонів у составі, обирається оптимальний, який забезпечує мінімальні витрати при скороченні часу накопичення та виконанні нормативного терміну доставлення вантажу.

Для реалізації моделі в оперативному режимі запропоновано застосування програмного продукту на автоматизованому робочому місці станційного диспетчера сортувальної станції, як додаткової задачі КСЕОД. Це дозволяє удосконалити оперативну роботу сортувальної станції у взаємодії з прилеглими дільницями при веденні адаптивної технології поїздоутворення та відправлення вантажних поїздів.

З метою отримання більш точної інформації про склад поїзду в рамках моделі передбачається доповнення телеграми натурального листа такими додатковими даними, як виконання нормативного терміну доставки вантажу, так і фактичного терміну на момент підходу поїзда до станції для кожного вантажного вагону.

Результатами моделювання визначено доцільність формування двогрупних чи неповновагових поїздів в окремих випадках з метою прискорення просування вантажів і виконання принципу „доставка вантажу в строк” в умовах адаптивної технології поїздоутворення.

Відправлення двогрупних чи неповновагових (неповносоставних) поїздів сприяє підвищенню розмірів руху на дільниці, який передбачено планом формування поїздів, тому може бути здійснено з сортувальної станції по найближчій "нитці" транзитного поїзда чи за диспетчерським розкладом (оперативне корегування) у випадку якщо:

- час накопичення, який очікується для даного состава, сприяє невиконанню терміну доставки вантажів на станцію призначення;
- існує вимога вантажовласника про доставку вантажу скоріше встановленого терміну при сплаті їм додаткових витрат залізниці;
- вантаж не є масовим і не відправляється маршрутами;
- перевезення не відбуваються в збірних, вивізних чи передавальних поїздах, тому що ці категорії поїздів не рахуються як „неповновагові”.

Третій розділ. В умовах ведення адаптивної технології поїздоутворення необхідним елементом є розробка моделі взаємодії сортувальної станції з прилеглими дільницями. Технологія взаємодії поряд із відповідними інформаційними повідомленнями передбачає визначення в оперативному режимі необхідної кількості поїзних локомотивів, локомотивних бригад, колійного розвитку станції та оцінки резервів пропускної спроможності всієї системи „сортувальна станція- прилеглі дільниці”. З цією метою

розроблені моделі функціонування поїзних локомотивів, локомотивних бригад та колійного розвитку станції на основі методу динаміки середніх.

Кількість станів в названих вище моделях визначена на основі технології перевізного процесу, а інтенсивності переходів - на підставі статистичних даних по сортувальних станціях мережі Укрзалізниці (інтенсивність поїздопотоку спостерігається у межах $\lambda \in [0,2; 5] \text{год}^{-1}$).

Так, для моделювання роботи поїзних локомотивів при плечовому способі обслуговування поїздів локомотивами і прикріпленій системі роботи локомотивних бригад проаналізовано технологію і визначено можливі стани їх перебування, на основі узагальнення яких побудований граф станів роботи тягового рухомого складу (рис. 2). Граф передбачає можливість перебування локомотива у неробочому парку і в експлуатації (ТО -2, екіпірування локомотива і перебування з транзитним, дільничним чи збірним поїздом на дільниці обертання).

Рис. 2- Граф станів поїзного локомотива

Взагалі, індекси стану поїзного локомотива S_{ij} для плечового способу його обслуговування щодо основного депо визначають:

i - парк перебування локомотива, $i \in [0,1]$, $i=0$ - перебування локомотива в парку депо, що не експлуатується, $i=1$ - перебування локомотива в експлуатації;

j - вид операції, що проводиться з локомотивом на даний момент часу, $j \in [0,8]$.

При цьому, S_{00} – стан, що характеризує наявність локомотивів у резерві управління дороги (РУД); S_{01} - знаходження локомотивів у неробочому парку, тобто у депо в процесі ТО-5 (поточне обслуговування), ТО-3, ПР-1 (поточний ремонт), ПР-2, ПР-3, НР (позаплановий ремонт), КР-1 (капітальний ремонт), КР-2; S_{12} - знаходження локомотивів на ТО-2 чи в екіпіруванні; S_{13} - простій локомотива у основному депо в очікуванні рейса; S_{14} -

стан, що включає процес слідування локомотива під склад поїзда, рух локомотива з поїздом в голові, подвійною тягою чи підштовхуванням на дільниці обертання та відчеплення локомотива від поїзда на станції призначення цієї дільниці обертання; S_{15} - слідування локомотива в основне депо зі станції основного депо; S_{16} - слідування локомотива у зворотне депо після відчеплення від состава та простій локомотива в зворотному депо станції на дільниці обертання; S_{17} - очікування рейса на станції зворотного депо (враховується від моменту закінчення ТО-2 чи екіпірування до моменту виїзду під склад поїзду); S_{18} - поодинокі слідування локомотива по дільниці обертання.

Інтенсивності переходів зі стану в стан $\lambda_1 - \lambda_{15}$ визначено виходячи зі статистичного матеріалу про вхідний та вихідний потік поїздів, дільничної швидкості просування поїздів, схеми розташування депо і прилеглих дільниць обертання локомотивів, нормативів на технологічні операції по обробці поїздів і локомотивів та інше.

Моделювання проведено в умовах станції Основа та прилеглих дільниць обертання локомотивів Основа-Полтава і Основа-Ворожба (О-П і О-В). На основі зазначеного вище, для визначення середньої чисельності локомотивів, що знаходяться в кожному з можливих станів на кожному з плечей обертання була побудована система диференціальних рівнянь Колмогорова (7).

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dS_{01}}{dt} = -(\lambda_{14} + \lambda_{13})S_{01} + \lambda_{12}S_{15} \\ \frac{dS_{12}}{dt} = -\lambda_{15}S_{12} + \lambda_{11}S_{15} \\ \frac{dS_{13}}{dt} = -(\lambda_2 + \lambda_{10})S_{13} + \lambda_{14}S_{01} + \lambda_{15}S_{12} \\ \frac{dS_{14}}{dt} = -(\lambda_4 + \lambda_3)S_{14} + \lambda_1S_{00} + \lambda_2S_{13} + \lambda_6S_{17} \\ \frac{dS_{15}}{dt} = -(\lambda_{11} + \lambda_{12})S_{15} + \lambda_3S_{14} + \lambda_8S_{18} \\ \frac{dS_{16}}{dt} = -\lambda_5S_{16} + \lambda_4S_{14} \\ \frac{dS_{17}}{dt} = -(\lambda_6 + \lambda_7)S_{17} + \lambda_5S_{16} + \lambda_9S_{18} \\ \frac{dS_{18}}{dt} = -(\lambda_8 + \lambda_9)S_{18} + \lambda_7S_{17} + \lambda_{10}S_{13} \\ \frac{dS_{00}}{dt} = -\lambda_1S_{00} + \lambda_{13}S_{01} \end{array} \right. \quad \text{Умова нормування: } K = \sum_{i=0}^l \sum_{j=0}^8 S_{ij} . \quad (7)$$

Рішення цієї системи диференціальних рівнянь для кожного плеча обертання локомотивів (О-П і О-В) було проведено методом Рунге-Кутта на ПЕОМ з використанням програмного пакета Mathcad-2000 виходячи з наступних початкових умов і параметрів: $K=16$ -кількість локомотивів у розпорядженні депо, що обслуговують дільницю обертання О-П і $K=11$ -кількість локомотивів в розпорядженні депо, що обслуговують дільницю О-В; при $t=0$ всі локомотиви знаходяться в стані S_{12} . Крім зазначеної умови (7) по розміру локомотивного парку для рішення системи була застосована умова по обмеженню експлуатаційного парку локомотивів, а саме $M = \sum_{j=2}^8 S_{1j}$.

Аналіз результатів свідчить про встановлення стаціонарного режиму роботи поїзних локомотивів у кожному зі станів його перебування вже через 10-20 годин від початку роботи.

З метою прогнозування необхідної потужності системи „сортувальна станція - прилеглі дільниці” було визначено відповідність розміру локомотивного парку до інтенсивності руху поїздів на дільницях, що забезпечує стабільний режим його функціонування. Так, для дільниці О-П ці інтервали знаходяться у межах лінійних залежностей

$$y=40,8x \quad \text{та} \quad y=12,9x+5,36, \quad (8)$$

для О-В $y=81,48x-4,29 \quad \text{та} \quad y=33,9x+0,79, \quad (9)$

де $y=[y]$ - кількість локомотивів депо, що представляє цілу частину числа y ; x - інтенсивність руху поїздів, год⁻¹.

Таким чином, проаналізовано всі стани локомотивного парку, як того, що експлуатується, так і того, який знаходиться в ремонті та відповідність справних і екіпірованих локомотивів до обсягів поїзної роботи.

В умовах адаптивної технології поїздоутворення отримана залежність локомотивного парку в цілому по депо і по окремих дільницях від інтенсивності поїздопотоку і часу з відображенням двох найбільш важливих станів, що враховують наявність локомотива в РУД і на дільницях обертання. При цьому просліджується тенденція росту кількості локомотивів на 35% при підвищенні сумарної інтенсивності руху поїздів з 1,42 год⁻¹ до 1,97 год⁻¹, і зворотна тенденція наявності їх у РУД.

На базі аналізу технологічного процесу роботи сортувальної станції було також розроблено граф технічної зайнятості колій та граф - модель роботи локомотивних бригад. Складено та вирішено систему диференціальних рівнянь Колмогорова.

За результатами моделювання встановлено, що кількість локомотивних бригад в процесі пересування поїзду по дільниці та у відпочинку локомотивних бригад в пункті зміни становить в середньому близько 5 бригад в кожному стані; по 2 бригади- у стані прийому локомотиву й очікуванні виходу на роботу в основному депо; близько 3 бригад вертаються

пасажирами на станцію основного депо, що обґрунтовано різницею в інтенсивності поїздопотоків парного та непарного напрямків; по одній в інших станах.

В процесі моделювання зайнятості колій станції отримані динамічні залежності середньої чисельності колій в кожному із станів, де спостерігається стабілізування системи при $t = 7$ годин. Зі 114 колій парків 17 знаходяться у вільному стані, на 40 накопичуються вагони, на 3-4 коліях виконується відчепний ремонт вагонів; у зайнятому стані в парках прийому, відправлення і транзитному знаходяться відповідно 10, 20 і 17 колій.

Кожну з систем диференціальних рівнянь було перевірено на стійкість за критерієм Ляпунова та Рауса. Виявлено асимптотичну стійкість систем в існуючих умовах експлуатації.

Вперше ці моделі пропонується інтегрувати до КСЕОД на сортувальній станції, як додаткової задачі.

Для можливості аналізу ситуації і прийому оптимальних рішень, як оперативних так і стратегічних, в умовах адаптивної технології управління перевізним процесом запропоновано застосування адаптивних методів прогнозування з урахуванням сезонного фактору.

У результаті узагальнення моделей прогнозування, що генеруються двома основними типами: з мультиплікативними та адитивними коефіцієнтами сезонності, в роботі отримано накладання можливого сезонного ефекту на можливу тенденцію росту, розроблена структурна схема та програма розрахунку прогнозних значень в зазначених умовах. Отримані результати прогнозування кількості поїздів, що надходять на сортувальну станцію, та кількості поїздів, що відправляються.

Четвертий розділ. Адаптивна технологія передбачає не тільки пристосування залізниці до обсягів роботи, що існують, а і розробку рішень по залученню додаткових перевезень за рахунок підвищення їх якості.

В розділі проведено дослідження обох видів конкуренції (антагоністичної і кооперативної) залізничного і автомобільного транспорту та оцінка шляхів удосконалення технології взаємовідносин між станцією та вантажовласником.

Розроблена модель матричної гри, яка припускає наявність двох гравців А і В (залізниці і вантажовласника) та будується на припущенні розумності і цілеспрямованості їх дій.

В умовах гри залізниця володіє рядом стратегій (з обліком наведених у дисертації за анкетуванням споживачів), у тому числі стає перед вибором ведення антагоністичної конкуренції чи кооперації з автомобільним транспортом. Елементи матриці гри (табл.2) K_{ij} представляють прибуток залізниці при реалізації нею i -тої стратегії і j -тої стратегії

вантажовласника, який може віддати перевагу послугам залізниці в чистому вигляді або використанню змішаних перевезень. Величина K_{ij} залежить від маси вантажу Q , відстані його перевезення L , питомих значень доходів, які приносить кожна вантажна одиниця перевезень в залежності від загальної відстані перевезення L , витрат залізниці на перевезення вантажу обсягом Q на відстань L та нормованого коефіцієнта, що відбиває додаткові витрати на реалізацію стратегії та ефективність витрат β . Особливістю розробленої моделі є наступне припущення: гра не є грою з нульовою сумою, тому що прибуток дороги (K_{ij}) не дорівнює витратам вантажовласника. Але даним фактом зневажається, так як витрати вантажовласника є складовою частиною прибутку транспорту і при бажанні її максимізації гравцем А, спостерігається бажання мінімізації цієї суми гравцем В; гра проводиться один раз на значний термін і залізницю цікавить визначення своєї першої стратегії.

Таблиця 2

Матриця гри залізниці і вантажовласника

		Стратегії гравців		ВАНТАЖОВЛАСНИК	
				Відправлення лише залізницею	Відправлення залізницею і автомобільним транспортом
ЗАЛІЗНИЦЯ	Антагоністична конкуренція з автомобільним транспортом	1 Надійність поставок	K_{11}	K_{12}	
		2 Мінімальна тривалість транспортування та гнучкість системи	K_{21}	K_{22}	
		3 Забезпечення схоронності вантажів	K_{31}	K_{32}	
		4 Швидкість обробки рекламаций	K_{41}	K_{42}	
	Кооперативна конкуренція з автомобільним транспортом	5 Надійність поставок	K_{51}	K_{52}	
		6 Мінімальна тривалість транспортування та гнучкість системи	K_{61}	K_{62}	
		7 Забезпечення схоронності вантажів	K_{71}	K_{72}	
		8 Швидкість обробки рекламаций	K_{81}	K_{82}	

Рішення сплатної матриці $(K_{ij})_{m \times n}$ проведено симплекс – методом шляхом зведення задачі до задачі лінійного програмування. Результати розрахунків для окремого сегменту

ринку при прийнятих вихідних даних свідчать про те, що найбільш ефективною для залізничного транспорту є стратегія мінімізації тривалості транспортування при забезпеченні гнучкості системи незалежно від виду конкуренції.

Розроблена і запропонована методика дозволяє суб'єкту ринку діяти організовано, зваживши всі "за" і "проти", знайти оптимальне рішення в існуючому конфлікті залізниці й автомобільного транспорту.

Для стабільної реалізації процесів роботи сортувальної станції в умовах адаптивної технології поїздоутворення обрано і обґрунтовано критерій якості управління і стійкості функціонування динамічної системи з можливістю оцінки відхилення (дисбалансу) завдяки впливу експлуатаційних факторів.

Критерій якості управління роботою сортувальної станції у взаємодії з прилеглими дільницями запропоновано прийняти як співвідношення економічних показників (витрат) в умовах реалізації моделі, тобто при ідеальному співвідношенні технологій та технологічної забезпеченості станцій до розміру цього ж показника у реальних умовах.

Як точечний так і інтегральний критерій являє собою складний функціонал залежності від вантажообігу, невизначеності поведження суб'єктів ринку, тарифної політики, технології і технологічної забезпеченості, тобто всіх тих факторів, існування яких впливає на кінцевий результат роботи залізниці – прибуток:

$$K_{\text{яу}} = F(Q_{\text{бпр}}, L, \kappa, C_n, C_{\text{зпл}}, m, \kappa_{\text{нф}}, c_l, \lambda, t, c_{\text{ваз/ч}}, T_{\text{ф}}, T_{\text{нор}}, Ko).$$

Точений критерій управління в явному вигляді представляє:

$$K_{\text{яу}} = \frac{C_{\text{min}}(Q_i) \cdot \sum_{i=1}^n Q_i / Q_{\text{opt}}}{\sum_{i=1}^n \left[\frac{Q_{\text{бпр}}(i) \cdot L(i)}{10000} \cdot \kappa \cdot c'_n + \sum_{d=1}^l c'_{\text{зпл}}(i) \cdot 2L_{\text{зв}}(d) + (m^{\text{фоп}}(i) \cdot t^n(i) \cdot c_{\text{ваз.год}}) + \sum_{j=1}^K [T_{\text{ф}}(i, j) - T_{\text{нор}}(i, j)] \cdot Ko \right]}, \quad (10)$$

відповідно інтегральний критерій має вигляд:

$$k_{\text{яу}}[t_1, t_2] = \int_{t_1}^{t_2} K_{\text{яу}}(t) dt, \quad (11)$$

де $\frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{Q_{\text{opt}}}$ визначає кількість поїздів з оптимальною масою Q_{opt} при відправленні

сумарного вантажопотоку $\sum_{i=1}^n Q_i$.

На основі аналізу факторів, що найбільш впливають на перевізний процес, побудована поверхня відгуку $K_{яу}$ (рис.3) в залежності від інтенсивності вагонопотоку та можливої маси поїздів, що формуються за адаптивною технологією поїздоутворення. Значення $K_{яу}$ належить інтервалу $[0; 1]$, при $K_{яу}=1$ управління вважається оптимальним. Припустимі відхилення критерію прийняті у межах 15-20%.

Рис. 3. Поверхня відгуку $K_{яу}$ в залежності від інтенсивності поїздопотоків та маси составу

ВИСНОВКИ

Дослідження та розрахунки, що проведені у дисертації і направлені на рішення задачі по підвищенню якості перевізного процесу та конкурентноздатності залізниці за рахунок формування адаптивної технології поїздоутворення на сортувальній станції у взаємодії з прилеглими дільницями, дозволяють зробити наступні висновки.

1. Дослідження динаміки основних експлуатаційних показників та аналіз роботи сортувальної станції і прилеглих дільниць свідчить про низькі значення якісних показників, серед яких і значна величина простою вагонів під накопиченням, яка негативно впливає на термін доставки вантажу і за результатами аналізу становить близько 70% від загального простою транзитних вагонів із переробкою. Одним із напрямків скорочення фактичного терміну доставки вантажів до нормативного є відправлення багатогрупних поїздів чи зниження маси одnogрупних поїздів.

2. Формалізована задача розробки адаптивної технології поїздоутворення, як моделі стохастичного програмування. Дана модель розроблена та запропонована для впровадження в мережу КСЕОД, що дозволяє в оперативному режимі визначати доцільність формування

двогрупних чи неповновагових поїздів у системі „сортувальна станція – прилеглі дільниці”. Вирішення цієї екстремальної задачі проводиться з урахуванням факторів ресурсозбереження та виконанням вимоги „доставки вантажу в строк”. Впровадження програмного продукту проведено на станції Основа Південної залізниці шляхом встановлення його на автоматизованому робочому місці станційного диспетчера. Дана технологія забезпечує зниження часу простою вагонів під накопиченням в середньому на 10-30% та загального простою транзитних вагонів із переробкою в середньому на 5-10%.

3. Визначено, що одним з параметрів, який впливає на строк доставки вантажу є маса составу. На підставі статистичних спостережень поряд із традиційними (Лапласа - Шарльє, Гаусса) виявлені додаткові види розподілів випадкової величини. Такими розподілами є розподіл Вейбулла - Гнеденко з параметрами розподілу в межах $\alpha \in [2,011 \cdot 10^{-3}; 2,82 \cdot 10^{-3}]$, $\beta \in [4,817; 4,977]$ та синусоїдний розподіл з параметрами в межах $B \in [17; 20,5]$, $A \in [8; 11,5]$, $\omega \in [-0,0016; 0,002]$, $a \in [-6,46; 2,65]$.

4. Визначений резерв системи „сортувальна станція – прилеглі дільниці” на основі реалізації моделей технології взаємодії сортувальної станції з прилеглими дільницями, який становить порядку третини по колійному розвитку станції і майже відсутній для парку поїзних локомотивів і локомотивних бригад при зміні інтенсивності поїздопотоків у межах $\lambda \in [0,2; 5]$ год⁻¹. Проведено дослідження стійкості функціонування моделей в умовах прогнозування нерівномірності поїздопотоків і доказана їх асимптотична стійкість щодо впливу зовнішніх факторів на основі критеріїв Ляпунова та Рауса. Оцінені межі стійкого функціонування системи.

5. Визначено оптимальну стратегію залізниці по удосконаленню технології обслуговування вантажовласників на основі результатів моніторингу клієнтури при наявності антагоністичної чи кооперативної конкуренції з автомобільним транспортом. За розрахунками для прийнятого сегменту ринка оптимальною виявлена стратегія мінімізації тривалості транспортування при забезпеченості гнучкості системи незалежно від виду конкуренції, що підтверджує економічну ефективність та доцільність впровадження адаптивної технології поїздоутворення.

6. Визначені закономірності зміни критерію якості управління та межі стійкого функціонування сортувальної станції у взаємодії з прилеглими дільницями, значення яких належить інтервалу $[0,8; 1,2]$. При цьому критерій якості управління дозволяє визначити вплив таких основних факторів, як інтенсивність поїздопотоків, виробничі потужності, вимоги вантажовласника та інш. Адаптивна технологія передбачає утримання сортувальної станції та прилеглих дільниць в зазначених рамках стабільного функціонування.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Бутько Т.В., Калашнікова Т.Ю. Управление работой сортировочной станции в единой информационно-управляющей системе Укрзализныци с использованием методов краткосрочного прогнозирования.// Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. - 2000. - №2. - С.32-35.
2. Бутько Т.В., Калашнікова Т.Ю. Моделирование поведенческой стратегии железнодорожного транспорта в условиях конкуренции.// Міжвуз. збірник наукових праць. - Харків: ХарДАЗТ.- 2001. - Вип.44. - С.95-102.
3. Бутько Т.В., Колеснік І.К., Калашнікова Т.Ю. Оцінка доцільності формування неповносоставних поїздів в умовах транспортного ринку. // Міжвуз. збірник наукових праць. – Харків: ХарДАЗТ.- 2001. - Вип.45. - С. 61-70.
4. Бутько Т.В., Калашнікова Т.Ю., Сіконенко Г.М. Забезпечення стійкості функціонування сортувальної станції в умовах транспортного ринку.// Міжвуз. збірник наукових праць. – Харків: ХарДАЗТ.- 2001.- Вип.47. - С. 22-27.
5. Калашнікова Т.Ю. Модель забезпечення взаємодії функціонування системи "депо - станція - перегін".// Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. - 2002. - №2.- С.67-69.
6. Калашнікова Т.Ю. К вопросу устойчивости сложных систем // Коммунальное хозяйство городов. Научно-технический сборник. – Харьков: ХГАГХ. - 2003. - Вип.49.- С. 264-269.

АНОТАЦІЯ

Калашнікова Т.Ю. Формування адаптивної технології поїздоутворення. - Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 - експлуатація та ремонт засобів транспорту. - Українська державна академія залізничного транспорту, Харків, 2003 р.

Дисертація присвячена питанням удосконалення роботи сортувальної станції у взаємодії з прилеглими дільницями в умовах транспортного ринку шляхом впровадження адаптивної технології поїздоутворення.

З цією метою в роботі розроблено комплекс моделей, що дозволяють визначити в оперативному режимі оптимальну масу і час накопичення складу для виконання вимоги „доставка вантажу в строк”; забезпечити безперервну взаємодію станції та прилеглих дільниць по колійному розвитку станції, кількості локомотивів і локомотивних бригад; визначити найбільш пріоритетну стратегію залізниці при взаємодії станції і вантажовласника; надати оцінку ефективності функціонування системи за рахунок

формалізації критерію якості управління. Запропонована інтеграція цих моделей до КСЕОД, як додаткових функціональних задач.

Ключові слова: адаптивна технологія поїздоутворення, сортувальна станція, прилеглі дільниці, доставка вантажу у термін, маса составу, математична модель, колійний розвиток, поїзні локомотиви, локомотивні бригади, критерій якості управління.

АННОТАЦІЯ

Калашникова Т.Ю. Формирование адаптивной технологии поездообразования. - Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.20 - эксплуатация и ремонт средств транспорта.- Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, Харьков, 2003 г.

Диссертация посвящена вопросам совершенствования работы сортировочной станции во взаимодействии с прилегающими участками в условиях транспортного рынка за счет введения адаптивной технологии поездообразования.

В работе исследованы показатели работы железной дороги. Выявлено, что значительную часть времени в обороте вагона приходится на простой его под накоплением. Для обеспечения эффективности работы и повышения качества перевозок предлагается определение целесообразности формирования двугруппных поездов или поездов с неполной массой в оперативном режиме. С этой целью формализована модель, позволяющая реализовать адаптивную технологию поездообразования, как модель стохастического программирования. Теоретически обоснованы положения формируемой технологии, разработан программный продукт, внедрение которого предполагается на автоматизированном рабочем месте станционного диспетчера в рамках комплексной системы электронного обмена данными (КСЕОД). Технология основана на прогнозных данных о составе и подходе каждого поезда с учетом факторов ресурсосбережения и выполнением требования «доставка груза в срок».

Для обеспечения непрерывной работы сортировочной станции на основе метода динамики средних разработаны модели ее взаимодействия с прилегающими участками, которые позволяют определить необходимое путевое развитие, количество поездных локомотивов и локомотивных бригад в оперативном режиме при изменении интенсивности поездопотока по станциям УЗ в пределах $\lambda \in [0,2; 5] \text{ч}^{-1}$. Проведено исследование устойчивости функционирования моделей в условиях прогнозирования неравномерности поездопотока и доказана их асимптотическая устойчивость относительно влияния внешних факторов на основе критериев Ляпунова та Рауса. Предложена интеграция данных моделей в

комплексную систему электронного обмена данными как дополнительных функциональных задач.

Разработан новый подход по определению оптимальной стратегии железной дороги по совершенствованию технологии обслуживания грузовладельца на основе матричных игр. Доказано, что одной из приоритетных в условиях транспортного рынка является стратегия по минимизации времени транспортировки груза при обеспечении гибкости системы независимо от вида конкуренции.

Для оценки качества управления сортировочной станции во взаимодействии с прилегающими участками формализован критерий качества управления и определены его численные значения.

Ключевые слова: адаптивная технология поездообразования, сортировочная станция, прилегающие участки, доставка груза в срок, масса состава, математическая модель, путевое развитие, поездные локомотивы, локомотивные бригады, критерий качества управления.

THE SUMMARY.

Kalashnikova T. Y. Formation of Train Formation the Adaptive Technology. - Manuscript.

The thesis on competition the science degree of Candidate of Technical Science on profession 05.22.20 – Operation and maintenance of transport means - Ukrainian State Railway Transport Academy, Kharkiv, 2003.

The thesis is devoted to the questions of technology interaction improvement between switchyard and adjoining areas in conditions of transport market competition by applying the adaptive technology of train formation.

For this purpose in work the complex of models which allow to define optimum weight and time of accumulation of concrete train for performing the period of cargo delivery, as well as necessities an amount of train locomotives, locomotive crews, travel development of stations in operative mode is developed; the most priority-driven strategy of railway in technologies of station and cargo owners interaction; to give the qualitative estimation of adaptive train formation technology conduct of as for management quality the criterion of formalization.

The specified models integration is offered in the complex system of exchange given on the switchyard as additional functional problems.

Key words: adaptive train formation technology, switchyard, adjoining area, weight of train, term of delivery, mathematical model, management quality criterion.

Калашнікова Тетяна Юріївна

ФОРМУВАННЯ АДАПТИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПОЇЗДОУТВОРЕННЯ

05.22.20 -експлуатація та ремонт засобів транспорту

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Надруковано згідно з оригіналом автора

Відповідальний за випуск

к.т.н., доц. Кулешов В.М.

Підписано до друку „___”._____ .2003

Формат 60x90/16. Папір офсетний.

Ум. друк. арк.1.0. Обл.-вид.арк.1,1. Безкоштовно.

Замовлення №_____ Тираж 100 прим.

Видавництво УДАЗТу. Свідоцтво ДК №112 від 06.07.2000р.
Друкарня УДАЗТу: 61050, м. Харків, майдан Фейербаха, 7.