

Українська державна академія залізничного транспорту

Ходаківський Олексій Миколайович

УДК 656.073.235:656.223

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ІНТЕРМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ
В УМОВАХ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧОГО ВИКОРИСТАННЯ ІНОВАГОНІВ**

05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня

кандидата технічних наук

Харків – 2006

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Українській державній академії залізничного транспорту на кафедрі „Управління експлуатаційною роботою”, Міністерство транспорту та зв’язку України

Науковий керівник – доктор технічних наук, професор

Данько Микола Іванович,

Українська державна академія залізничного транспорту, ректор

Офіційні опоненти: – доктор технічних наук, професор

Негрей Віктор Якович,

Білоруський державний університет транспорту (м. Гомель), перший проректор

– кандидат технічних наук

Топчієв Микола Петрович,

Головне управління перевезень Укрзалізниці (м. Київ), заступник начальника

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

Захист відбудеться „23” листопада 2006 р. о 11 год. 00 хв. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д64.820.04 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 ”18” жовтня 2006 р.

Вчений секретар

спеціалізованої вченої ради

Ломотько Д.В.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Вступ. Сучасні особливості функціонування залізничного транспорту України обумовили ряд напрямів удосконалення засобів транспорту, що нерозривно пов'язані із постановкою та вирішенням задач підвищення ефективності використання вантажного вагонного парку й удосконалення керування вагонопотоками. Необхідність рішення цієї задачі передбачено Концепцією та Програмою реструктуризації залізничного транспорту України, директивою ЄС 91/440, Програмою інформатизації, в яких одним із основних положень є удосконалення існуючих та створення нових технологій експлуатаційної роботи у тому числі через впровадження нової технології інтермодальних перевезень в умовах ресурсозберігаючого використання іновагонів.

Актуальність теми. Одним із основних напрямків забезпечення конкурентоспроможності залізничного транспорту є впровадження ресурсозберігаючих технологій в усі ланки перевізного процесу від вантажовідправника до вантажоодержувача. Аналізуючи динаміку зміни обігу контейнера за останні роки, слід зазначити що у 2000 р. він складав більше 100 діб, у 2001 р. – 69 діб, 2002 р. – 48 діб, тобто стрімке його скорочення вказує на зростання потреби у таких перевезеннях.

Одним із критичних місць в цьому ланцюгу є технологія інтермодальних перевезень в умовах використання вагонного парку країн СНД та Балтії у міждержавному сполученні. Внаслідок недостатньої узгодженості у технології цих перевезень на терміналах, які більшою мірою спеціалізовані по розвантаженню (Харків-Ліски, Київ-Ліски) до 15% часу перебування українських вагонів (укрвагонів) в резерві навантаження є необгрунтованим.

Одним із основних засобів вирішення цієї наукової задачі є впровадження сучасних інформаційних технологій з розробкою автоматизованих систем підтримки прийняття рішень диспетчерським персоналом. Для створення подібних систем необхідна розробка математичної моделі і методів, що адекватно відтворюють технологію інтермодальних перевезень в умовах використання вагонів приналежності країн СНД та Балтії (іновагонів) при використанні раціональної кількості технічних засобів, зокрема укрвагонів.

Під ресурсозбереженням в роботі розуміємо мінімізацію експлуатаційних витрат за рахунок: скорочення часу дислокації іновагонів на території України; вивільнення вагонного парку Укрзалізниці (УЗ) з-під необгрунтованого перебування у резерві контейнерних терміналів; своєчасного забезпечення навантаження у міждержавному сполученні укрвагонами, що в свою

чергу впливає на термін доставки вантажів готових до відправлення, сприяє скороченню непродуктивного простою вагонів і навантажувально-розвантажувальних машин та механізмів.

На підставі критеріїв зазначених у спецвипуску „Бюлетень ВАК України”, шляхом критичного аналізу та порівняння з відомими моделями організації вагонопотоків та поїздоутворення дане дослідження визнано доцільним для розвитку технічної галузі науки і виробництва, про що свідчить рішення організаційного комітету конкурсу від 06 квітня 2006р. Харківської облдержадміністрації «Найкращий молодий науковець Харківщини», де результати дисертаційної роботи надали можливість отримати призове місце.

Таким чином, представлена дисертаційна робота є актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Роботу виконано у відповідності з Концепцією та Програмою реструктуризації залізничного транспорту України, Закону про інформатизацію, з Цільовою комплексною програмою розвитку транспортного комплексу України “Транспорт”, що прийнята розпорядженням Кабінету Міністрів України від 23 липня 1993 р. №551-Р, Комплексною Програмою утвердження України як транзитної держави у 2002 – 2010 роках, затвердженої Законом України від 07 лютого 2002 р. №3022-III, а також з науково-дослідною темою “Розробка і дослідження технології перевізного процесу на залізничному транспорті на основі ресурсозбереження” (ДР № 0105U000898).

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є удосконалення технології інтермодальних перевезень в умовах ресурсозберігаючого використання іновівагонів шляхом розробки і впровадження системи підтримки прийняття рішень (СППР) до АРМ диспетчера-вагонорозпорядника (ДНЦВ) на базі моделі і методів, що забезпечують раціоналізацію навантажувального резерву укрвагонів по відношенню до контейнерного терміналу при організації інтермодальних перевезень у міждержавному сполученні.

Реалізація поставленої мети потребує постановки та вирішення таких основних задач:

- аналіз теоретичних розробок і практичного досвіду, як вітчизняного, так і закордонного, з технології інтермодальних перевезень, а також сучасних загальносвітових та національних тенденцій розвитку технологій інтермодальних перевезень;
- аналіз сучасних техніко-технологічних особливостей використання вагонних парків країн СНД та Балтії;
- розробка моделі визначення раціонального резерву укрвагонів по відношенню до контейнерного терміналу;

- розробка нових функціональних задач для реалізації моделі раціоналізації резерву укрвагонів, що інтегровані до АРМ ДНЦВ;
- обґрунтування економічної доцільності від впровадження моделі раціоналізації резерву укрвагонів в умовах функціонування АРМ ДНЦВ.

Об'єкт дослідження – процес інтермодальних перевезень.

Предмет дослідження – технологія інтермодальних перевезень в умовах ресурсозберігаючого використання іновагонів.

Методи дослідження. Виконані дослідження засновані на використанні принципів системного аналізу і процедури моніторингу процесу інтермодальних перевезень у вагонах приналежності країн СНД та Балтії з наступним застосуванням теорії імовірності і математичної статистики. Для раціоналізації резерву укрвагонів використані методи стохастичного програмування, теорії графів, теорії множин і теорії відносин.

Наукова новизна одержаних результатів. У дисертаційній роботі вирішено науково-прикладну задачу удосконалення технології інтермодальних перевезень в умовах ресурсозберігаючого використання іновагонів. Для цього розроблено СППР оперативно-диспетчерського персоналу на базі моделі, що враховує потреби у навантажувальному резерві укрвагонів по відношенню до контейнерного терміналу при організації інтермодальних перевезень у міждержавному сполученні.

Вперше розроблено та запропоновано: - вперше з єдиних методологічних позицій ресурсозбереження теоретично обґрунтовано, розроблено і запропоновано удосконалену технологію інтермодальних перевезень в умовах використання іновагонів на основі стохастичної моделі, що динамічно забезпечує мінімізацію експлуатаційних витрат від необґрунтованого перебування у навантажувальному резерві контейнерних терміналів укрвагонів для терміналів спеціалізованих по розвантаженню та за рахунок своєчасного забезпечення навантаження у міждержавному сполученні укрвагонами для терміналів спеціалізованих по навантаженню, що є цінним ефектом при оперативному вагонорозподілі;

- вперше розроблено СППР для раціоналізації процесу вагонорозподілу та поїздоутворення в умовах функціонування АРМ ДНЦВ.

Удосконалено: - технологію інтермодальних перевезень шляхом врахування внутрішньо тижневої нерівномірності роботи терміналів та приналежності вагонів закордонним адміністраціям, вагоновласникам та вагонним операторам;

- технологію оперативного вагонорозподілу за рахунок врахування приналежності вагонів

закордонним адміністраціям, вагоновласникам та вагонним операторам;

- комплекс функціональних задач, що вирішуються на АРМ оперативно-диспетчерського персоналу шляхом інтеграції СППР до АРМ ДНЦВ.

Практичне значення одержаних результатів. Програмне забезпечення, що реалізує СППР доповнює комплекс задач, що вирішуються на базі АРМ ДНЦВ, а також дає можливість скоротити простої вагонів на контейнерних терміналах до 4,1%. СППР АРМ ДНЦВ на базі розробленої моделі дозволяє раціоналізувати навантажувальний резерв укрвагонів на розрахунковий період з урахуванням внутрішньо тижневої нерівномірності роботи контейнерних терміналів та реальних потреб у вагонах вантажовідправників, що сприяє скороченню простоїв контейнерів готових до відправлення у міждержавному сполученні і, як наслідок, сприяє прискоренню доставки вантажу. Ресурсозберігаюча технологія дозволяє підвищити надійність та якість роботи оперативного персоналу на основі надання науково-обґрунтованих варіантів управлінських рішень, що забезпечує зменшення експлуатаційних витрат.

Практичні рекомендації призначено для корегування технологічних процесів роботи як контейнерних терміналів (Харків-Ліски та Куп'янськ-Ліски Південної залізниці, Київ-Ліски Південно-Західної залізниці, Одеса-Ліски Одеської залізниці), так і вантажних станцій іншого призначення, що виконують вантажні операції з іновагонами, а також при вирішенні питань з оперативного керівництва роботою станцій.

Основні результати роботи по раціоналізації навантажувального резерву українських вагонів у відношенні до контейнерного терміналу із прилеглими ділянками використано і впроваджено на Харківській дирекції залізничних перевезень, що підтверджено актом впровадження, а також у навчальний процес УкрДАЗТ при вивченні дисциплін “Управління експлуатаційною роботою і якістю перевезень” та “Основи теорії систем і управління”, у навчальний процес ІППК УкрДАЗТ (групи спеціалістів з перевезень (Д, ДН, станцій), група ДС, їх заступників та спеціалістів Д, ДН, спеціалістів вантажної та комерційної служби (М, ДНМ та станцій), поїзних диспетчерів), у дипломному проектуванні та проведенні навчально-дослідницьких робіт студентів і магістрів.

Особистий внесок здобувача. Усі результати дисертаційної роботи отримано особисто автором або при його безпосередній участі.

Здобувачем особисто були отримані наступні розробки і наукові результати, що представлені до захисту: аналіз сучасних загальносвітових і національних тенденцій розвитку інтермодальних перевезень [1]; формалізація техніко-технологічних особливостей моделей

розподілу засобів транспорту (контейнерів, вагонів) на мережі залізниць та визначення обмежень при побудові композиційного ряду на моделях [2]; аналіз сучасних техніко-технологічних особливостей організації інтермодальних перевезень у міждержавному сполученні із деталізацією функціонування контейнерних терміналів по днях тижня [3]; розробка моделей обігу вагонів країн СНД та Балтії по відношенню до контейнерного терміналу із декомпозицією по укр- та іновагонах [5]; формалізація моделі раціоналізації навантажувального резерву укрвагонів по відношенню до контейнерного терміналу [7].

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертації доповідалися, обговорювалися та були схвалені на:

- 66 – 68 міжнародних науково-технічних конференціях кафедр УкрДАЗТ та спеціалістів залізничного транспорту і підприємств, УкрДАЗТ, Харків, 2004-2006 рр.;
- науково-практичній конференції „Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем: техніка, технологія і управління”, Київський університет економіки і технологій транспорту, 2005 р., (м. Київ);
- 9-й міжнародній науково-практичній конференції „Наука і освіта”, секція «Технічні науки: транспорт», 2006 р., (м. Дніпропетровськ);
- міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми економіки та управління на залізничному транспорті – ЕКУЗТ 2006», 2006 р., (АР Крим, м. Судак).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 7 наукових робіт у виданнях, що затверджені ВАК України, як фахові (дві з них без співавторів).

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Обсяг основного тексту складає 128 сторінок друкованого тексту, 25 рисунків, 10 таблиць, списку використаних джерел, що включають 160 найменування і 7 додатків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

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

У першому розділі, виходячи із мети дисертаційної роботи, проведено аналіз теоретичних розробок та практичного досвіду, як вітчизняного, так і закордонного, з технології інтермодальних перевезень. Приділено увагу сучасним загальносвітовим і національним

тенденціям розвитку технологій інтермодальних перевезень із виділенням технологій термінального господарства та сучасних вимог до залізничних ліній в рамках МТК. Проаналізовано мету та задачі діяльності УДЦТС «Ліски», оцінено перспективу його розвитку, а також, окремим підрозділом, висвітлено сучасні техніко-технологічні особливості використання вагонних парків країн СНД та Балтії.

Залізничний транспорт СРСР більшою мірою був зорієнтований для перевезення масових вантажів у постійно зростаючих обсягах, відповідно до державних планів, і виявився не пристосованим для роботи в нових умовах з численною приватною клієнтурою, не мав можливості зберігати необхідний рівень сервісних послуг, транспортно-експедиційного обслуговування.

У розвиток теорії та практики технології перевізного процесу, а саме: технологій інтермодальних перевезень, техніко-технологічних особливостей використання вагонних парків приналежності країн СНД та Балтії, застосування інформаційних технологій у вантажній та експлуатаційній роботі, внесли великий вклад такі вчені та практики: Абгафоров В.А., Андрющенко В.О., Батищев І.І., Бех П.В., Бобровський В.І., Бутько Т.В., Василенко М.С., Грунтов П.С., Данько М.І., Дерibas А.Т., Джумабаєв С.М., Дьомін Ю.В., Дьяков Ю.В., Єфімов Г.П., Жуковицький І.В., Іловайський М.Д., Кабанов В.М., Католиченко В.О., Кірпа Г.М., Ковров П.О., Коган Л.О., Козлов В.Є., Котенко А.М., Крячко В.І., Кулешов В.М., Куренков П.В., Лазарєв Х.М., Матюшин Л.М., Музикіна Г.І., Нагорний Є.В., Негрей В.Я., Персианов В.О., Повороженко В.В., Поляков А.О., Савенко А.С., Скалозуб В.В., Сміхов А.О., Стрекалов Б.М., Тишкін Є.М., Топчієв М.П., Трихунков М.Ф., Туйчиев Е.Т., Тулупов Л.П., Худайберганов К., Цегельник М.Л., Яновський П.О. та інші.

Аналіз динаміки зміни обігу контейнера за останні роки вказує на його зменшення, тобто зростає затребуваність таких перевезень. Для подальшого поліпшення основних показників інтермодальних перевезень необхідно удосконалювати існуючу технологію роботи основних підрозділів залізничного транспорту та впроваджувати іноваційні підходи щодо організації перевізного процесу.

Існуюча технологія роботи контейнерних терміналів не в повній мірі враховує ряд факторів, таких як: зростаючі обсяги вантажних перевезень при досить низькому рівні поповненні парку укравгонів, внутрішньотижнева нерівномірність, термін доставки вантажу та, з 90-х років минулого сторіччя, особливостей, що стосуються проблем поїздоутворення і управління вагонним парком залізниць держав СНД і Балтії. В цих умовах залізнична

адміністрація-користувач після розвантаження вагону приналежності іноземним залізничним адміністраціям і вагонним операторам повинна достатньо швидко повертати вагон адміністрації-власниці. Наслідком цього, про що свідчать результати статистичних досліджень, є розвантаження іновагонів першочергово, у будь-який день тижня, при п'ятиденній роботі контейнерних терміналів та повернення їх залізничним-власникам переважно у порожньому стані. У такій ситуації стало необхідним забезпечення таких перевезень у міждержавному сполученні укрвагонами.

У сучасних умовах, що характеризуються загальною тенденцією зростання обсягів вантажних перевезень взагалі і комбінованих, зокрема, при наявності їх значних коливань, змінами структури і напрямку транспортних потоків актуальною стає вирішення науково-прикладної задачі по удосконаленню технології інтермодальних перевезень в умовах ресурсозберігаючого використання іновагонів.

Інструментом для реалізації цього завдання є розробка моделі, що дозволить сформувати СППР оперативних працівників, яка дає можливість реалізації заходів щодо економії паливно-енергетичних ресурсів, раціонального розподілу і використання іновагонів та укрвагонів і як наслідок скоротити експлуатаційні витрати залізниць.

У свою чергу дана модель, що повинна адекватно відтворювати технологію роботи залізниць України у відношенні вагонних парків приналежності залізниць та вагонних операторів різних держав є підставою для удосконалення організаційного, інформаційного, програмного і технічного забезпечення національної автоматизованої системи керування на залізничному транспорті України, держав СНД і Балтії, Європейського Союзу.

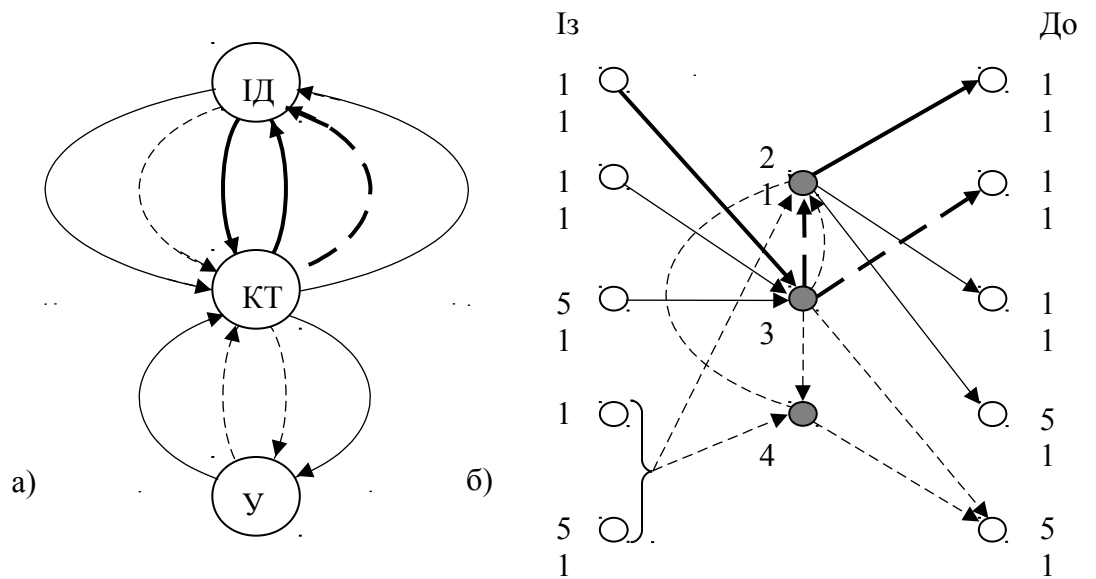
В другому розділі розроблено модель, яка в динаміці описує раціональний, з огляду на внутрішню тижневу нерівномірність та реальні обсяги роботи терміналів, резерв укрвагонів, а також графо-аналітичні моделі обігу вагонів країн СНД та Балтії по відношенню до контейнерного терміналу із декомпозицією по укр- та іновагонах.

Попередньо виконано збір та обробку по добових вибірок за останній рік для терміналу Харків-Ліски по великотоннажним контейнерам, а саме: навантаження контейнерів у вагони, розвантаження контейнерів із вагонів, вивезення контейнерів з контейнерного терміналу до вантажоодержувача, ввезення контейнерів до контейнерного терміналу від вантажовідправників та сортування контейнерів на контейнерному терміналі з метою подальшого установлення впливу їх на один із основних параметрів роботи контейнерного терміналу - $K_{нав}$. Аналіз показує, що обсяг виконання основних показників по днях тижня має нерівномірний характер. У суботні,

недільні і святкові дні він значно скорочується, що пов'язано з вищенаведеними особливостями роботи контейнерного терміналу.

Обіг вагонів у міждержавному сполученні по відношенню до контейнерного терміналу буде розглянуто нами, як фізична система C , у якій відбуваються випадкові процеси. Оскільки стани системи C будуть описані в термінах операцій із вагонами у перевізному процесі, де перехід із стану до стану можемо вважати скачко подібним, то система C буде являти собою систему з дискретними станами. Для розробки моделі позначено наступні стани (рис. 2).

Рис. 2. Граф обігу вагонів відносно контейнерного терміналу а) - зовнішнього, б) -



— - іновагони у завантаженому стані — - укрвагони у завантаженому стані
 - - іновагони у порожньому стані - - - - укрвагони у порожньому стані

внутрішнього (ІД – інші держави, КТ – контейнерний термінал, У - Україна)

Позначимо через f_i - кількість вагонів у i -му стані ($i = 1, 2, \dots, 5$), ваг.

$$f_i = f_i^{in} + f_i^{ykp}, \quad (1)$$

де f_i^{in} - кількість іновагонів у i -му стані, ваг; f_i^{ykp} - кількість укрвагонів у i -му стані, ваг.

Функція f_i залежить від часу, тобто $f_i = f_i(t)$.

Через $f_i(t)$ - кількість вагонів у i -му стані ($i = 1, 2, \dots, 5$) у момент часу t , при чому $f_i^{in}(t)$ і $f_i^{ykp}(t)$ - відповідно іновагонів та укрвагонів, тоді $f_1(t)$ - кількість вагонів дислокованих у момент часу t на території іншої держави; $f_2(t)$ - кількість вагонів дислокованих у момент часу t на території КТ під операцією – навантаження; $f_3(t)$ - кількість вагонів дислокованих у

момент часу t на території КТ під операцією – розвантаження; $f_4(t)$ - кількість вагонів дислокованих у момент часу t на території КТ у стані резерву; $f_5(t)$ - кількість вагонів дислокованих у момент часу t на території України.

З графу (рис. 5) впливає - приймаємо неможливими переходи $f_{1,2}^{in}(t)$, $f_{1,4}^{in}(t)$, $f_{1,5}^{in}(t)$, $f_{2,3}^{in}(t)$, $f_{2,4}^{in}(t)$, $f_{2,5}^{in}(t)$, $f_{3,4}^{in}(t)$, $f_{3,5}^{in}(t)$ і $f_{4,1(2,3,5)}^{in}(t)$, $f_{5,1(2,3,4)}^{in}(t)$ - тому що, сучасні техніко-технологічні особливості роботи КТ із іновагонами, переважною мірою, виключають можливість: подачі під навантаження порожніх іновагонів із території іншої держави ($f_{1,2}^{in}(t)$); постановки іновагонів у резерв навантаження ($f_{1,4}^{in}(t)$, $f_{2,4}^{in}(t)$, $f_{3,4}^{in}(t)$ і $f_{5,4}^{in}(t)$) і навпаки $f_{4,1(2,3,5)}^{in}(t)$; відправлення призначенням на станції України ($f_{1,5}^{in}(t)$, $f_{2,5}^{in}(t)$, $f_{3,5}^{in}(t)$ і $f_{4,5}^{in}(t)$) та навпаки ($f_{5,1(2,3,4)}^{in}(t)$); перестановки з-під навантаження під розвантаження ($f_{2,3}^{in}(t)$). Стосовно укрвагонів - приймаємо неможливими переходи $f_{1,5}^{ykp}(t)$, $f_{5,1}^{ykp}(t)$, $f_{2,3}^{ykp}(t)$, $f_{2,4}^{ykp}(t)$, $f_{3(4,5),1}^{ykp}(t)$, $f_{4,3}^{ykp}(t)$ - оскільки: вплив, зовнішнього відносно КТ, міждержавного вагонопотоку в рамках даної роботи не враховуємо ($f_{1,5}^{ykp}(t)$ і $f_{5,1}^{ykp}(t)$); укрвагон у навантаженому стані може бути відправлений призначенням на станції інших держав та України і ситуацію із відмовою вагону під операцією навантаження, аналогічно моделі роботи з іновагонами, вважаємо атиповою ($f_{2,3}^{ykp}(t)$), а також постановки їх у резерв ($f_{2,4}^{ykp}(t)$); виключено можливість подачі під навантаження порожніх укрвагонів призначенням на станції інших держав ($f_{3(4,5),1}^{ykp}(t)$); у резерві можуть перебувати лише порожні вагони ($f_{4,3}^{ykp}(t)$).

Позначимо через C - систему (вагонообіг укрвагонів відносно контейнерного терміналу).

Можемо вважати, що в системі C вагон приймає дискретні стани: E_1 - розвантаження, E_2 - завантаження, E_3 - перебування у резерві, E_4 - знаходження поза терміналом. Під станом E_4 - знаходження поза терміналом розуміємо наступний стан вагону: вагон перебуває поза терміналом, однак у досліджуваній проміжок часу хоча б один раз буває на території терміналу. Нехай перехід з одного стану в інший відбувається в будь-який момент часу, тобто система є системою з безперервним часом.

Позначимо через $q_i(t) = q_i$, $i = 1, 2, 3, 4$, де імовірність знаходження вагонного парку в i -му стані, тоді

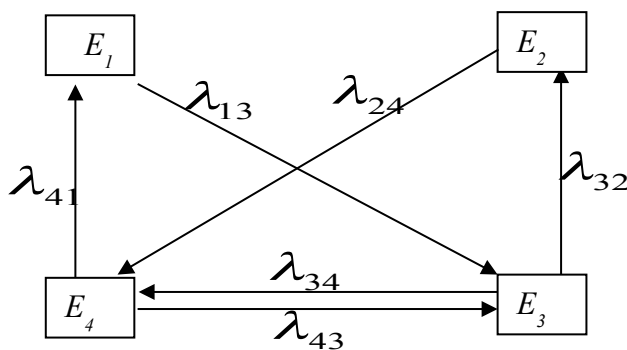
$$q_i = \frac{N_i}{\sum_{i=1}^n N_i}, \quad (2)$$

де N_i - кількість вагонів у стані E_i , а через λ_{ij} , де

$$\lambda_{ij} = \frac{dp_{ij}}{dt}, \quad (3)$$

де P_{ij} - імовірність переходу зі стану E_i в стан E_j , $i, j = 1, 2, 3, 4$ у момент часу t , при цьому λ_{ij} - інтенсивність потоку подій, що переводить систему C із стану E_i в стан E_j , $i, j = 1, 2, 3, 4$. Граф станів описаної системи наведено на рис. 3.

Рис. 3. Граф станів системи C



У силу специфіки обліку припускаємо, що порожні вагони із зовнішності не надходять під навантаження безпосередньо, а також після розвантаження ці вагони не надходять у зовнішність, тобто обмін порожніми вагонами із зовнішнім середовищем відбувається тільки через резерв.

Відповідна графу станів матриця інтенсивностей Λ має вигляд

$$\Lambda = \begin{pmatrix} \lambda_{11} & 0 & \lambda_{13} & 0 \\ 0 & \lambda_{22} & 0 & \lambda_{24} \\ 0 & \lambda_{32} & \lambda_{33} & \lambda_{34} \\ \lambda_{41} & 0 & \lambda_{43} & \lambda_{44} \end{pmatrix}, \quad (4)$$

Подальше викладення нам зручно буде вести у більш загальному вигляді, а саме без обмеження спільності будемо рахувати, що граф C - повний граф з чотирма вершинами, позначивши його S_4 , а відповідна йому матриця інтенсивності M має вигляд

$$M = \left[\mu_{ij} \right]_{ij=1}^{ij=4} \quad (5)$$

Система рівнянь Колмогорова для графу S_4 при $i = 1, 2, 3, 4$ має вигляд

$$\frac{dq_i}{dt} = \sum_{j=1}^4 \lambda_{ji} q_j \quad (6)$$

Система (5), як відомо, лінійно залежна і еквівалентна системі із будь-яких трьох рівнянь системи. Наприклад, система із трьох перших рівнянь.

Вважаємо, що

$$\text{rang} \left[\lambda_{ij} \right]_{ij=1}^{ij=3} \quad (7)$$

Доповнюючи, отриману систему рівнянням

$$\sum_{j=1}^4 q_j = 1 \quad (8)$$

отримано систему:

$$\begin{cases} \frac{dq_i}{dt} = \sum_{j=1}^3 \lambda_{ji} q_j, \\ 1 = \sum_{j=1}^4 q_j. \end{cases} \quad (9)$$

Виражаючи із рівняння (8) q_4 і підставляючи у друге рівняння системи (9) отримано систему

$$\frac{dq_i}{dt} = \lambda_{ij} + \sum_{j=1}^3 (\lambda_{ji} - \lambda_{4i}) q_j \quad (10)$$

лінійних диференціальних неоднорідних рівнянь.

Система (10) може бути зведена до одного лінійного неоднорідного рівняння по будь-якій із змінних.

Лінійне неоднорідне диференціальне рівняння третього порядку $\bar{f}_i(t, q_i, q_i^{\square}, q_i^{\square\square}, q_i^{\square\square\square}) = \bar{f}_i = 0$ відносно кожної із функцій q_i . Зокрема, для функції q_3 . Перетворивши рівняння отримано:

$$\frac{d^3 q_3}{dt^3} - S_1 \frac{d^2 q_3}{dt^2} + (S_2 - \lambda_{34} \lambda_{43}) \frac{dq_3}{dt} + [S_3 - (\lambda_{11} \lambda_{44} \lambda_{34} + \lambda_{22} \lambda_{33} \lambda_{43})] q_3 = -\lambda_{11} \lambda_{22} \lambda_{44} \quad (11)$$

де S_i - основні симетричні функції діагональних елементів матриці Λ .

Зауважимо, що всі коефіцієнти рівняння (11) додатні.

У третьому розділі виконано моделювання раціоналізації навантажувального резерву укрвагонів для здійснення інтермодальних перевезень у міждержавному сполученні, а також шляхом регресійного аналізу оцінено залежність відповідних інтенсивностей (рис. 3) від дня тижня.

У нашому випадку можливість одержання оптимального (принаймні, раціонального з урахуванням невизначеності вихідної інформації) варіанта розподілу вагонопотоків реалізована за рахунок створення СППР АРМ ДНЦВ на базі персонального комп'ютера, що функціонує на робочому місці ДНЦВ.

Позначимо через $N_3(t)$ - кількість укрвагонів у резерві в момент часу t . Тоді

$$N_3(t) = N_3(t_0) + \sum_{i=1}^4 \lambda_{i3} t - \sum_{j=1}^4 \lambda_{3j} t \quad (12)$$

Із іншої сторони, якщо в момент часу t розподіл вагонів у станах E_1 , E_2 і E_4 відповідно N_1 , N_2 і N_4 , де

$$\sum_{i=1}^n N_i = N = const \quad (13)$$

те прийнявши

$$p_3 = \frac{N_3}{N} \quad (14)$$

отримуємо

$$N_3 = p_3 N \quad (15)$$

Рис. 4. Моделювання раціоналізації навантажувального резерву укрвагонів по відношенню до контейнерного терміналу (Харків-Ліски) по днях тижня

Аналізуючи отриманий графік (рис. 4), наприклад для терміналу Харків-Ліски, який спеціалізовано по розвантаженню, проінтерпретовано потрібний резерв укрвагонів з урахуванням внутрішньо тижневої нерівномірності та реальних обсягів роботи терміналу. Фактична кількість укрвагонів у резерві терміналу, про що свідчать статистичні дані, тримається приблизно на 10 - 15% більшою, що негативно впливає на оперативний вагонорозподіл в умовах ресурсозбереження.

З фізичного змісту даної науково-прикладної задачі випливає, що $N_3(t)$ не може бути від'ємним, тому $N_3(t_0)$ необхідно вибрати додатнім. Це відповідає стану, коли в початковий момент часу контейнерному терміналу виділено рівно необхідну кількість вагонів, але розуміючи актуальність і масштаб проблеми ресурсозбереження необхідно диференціювати графік поставок вагонів (по-квартально, по-місячно, по-тижнево, а особливо по днях тижня).

Розріджуючи функцію на ділянки маємо можливість одержати шуканий графік

Рівняння балансу має вигляд

$$N_3(t) = N_3(t_0) + \sum_{i=1}^4 \lambda_{i3}t - \sum_{i=1}^4 \lambda_{3,i} = Np_3 \quad (16)$$

У табл. 1 наведено результати оцінки залежності відповідних інтенсивностей (рис. 3) від дня тижня.

Таблиця 1

Результати регресійного аналізу залежностей λ_{ij} від дня тижня

λ_{ij}	Рівняння регресії
λ_{41}	$y = 10,968 - 0,9614 \cdot x + 0,1586 \cdot x^2$
λ_{24}	$y = 10,994 + 2,8337 \cdot x + 0,4943 \cdot x^2$
λ_{13}	$y = 2,046 - 0,4226 \cdot x + 0,1114 \cdot x^2$

λ_{34}	$y = -11,392 + 10,8583 \cdot x - 1,4257 \cdot x^2$
λ_{43}	$y = -6,746 + 6,2153 \cdot x - 0,8507 \cdot x^2$
λ_{32}	$y = 3,208 - 0,5886 \cdot x + 0,1514 \cdot x^2$

В роботі дана задача виконана за допомогою програмного пакету Statistica.

У четвертому розділі розроблено СППР АРМ ДНЦВ на базі моделі раціоналізації навантажувального резерву укрвагонів, сформовано принципи побудови та особливості програмного забезпечення СППР та виконано оцінку техніко-економічної ефективності від її впровадження на АРМ ДНЦВ.

Сучасний диспетчер – вагонорозпорядник функціонує в умовах, при яких до 70% його робочого часу витрачається на виконання робіт, пов'язаних з реєстрацією інформації, що надходить, її документуванням, веденням службових переговорів, веденням графіка забезпечення порожніми вагонами, складання диспетчерських наказів, підготовкою звітної документації. І тільки близько 30% робочого часу він витрачає на інтелектуальну діяльність, пов'язану з аналізом і переробкою інформації, оцінкою поточної ситуації, пошуком раціональних рішень. Такий розподіл робочого часу ДНЦВ приводить до перевантаженості диспетчера рутинною роботою, що приводить як наслідок до появи помилок при ухваленні рішення по розподілі вагонопотоків. У зв'язку з цим виникає необхідність реорганізації роботи ДНЦВ із метою підвищення ефективності.

Один з напрямків такої реорганізації пов'язаний зі зменшенням обсягу рутинної роботи ДНЦВ, тобто з упровадженням засобів інформатизації в процесі підготовки і передачі інформації. Це в остаточному підсумку повинно привести до наповнення АРМ ДНЦВ рядом СППР. Другий напрямок реорганізації роботи ДНЦВ визначається оцінкою раціональності прийнятих рішень при розподілі вагонів. Реалізація другого напрямку безпосередньо пов'язана із застосуванням економіко-математичних методів на основі широкого впровадження сучасних засобів обчислювальної техніки, створенням експертних систем диспетчерської служби на залізничному транспорті.

Програмна реалізація моделі по раціоналізації навантажувального резерву укрвагонів виконана з застосуванням мови високого рівня Borland Delphi 6 Professional Edition. Використання Borland Delphi 6 Professional Edition дозволило реалізувати гнучку структуру програми, яка передбачає оперативність додаткових змін у вихідний код програми у випадку необхідності.

Техніко-економічну ефективність від впровадження СППР на АРМ ДНЦВ досягнуто за рахунок раціоналізації навантажувального резерву укрвагонів на контейнерних терміналах при організації інтермодальних перевезень у міждержавному сполученні, що надає можливість зменшити порожні нераціональні пробіги вагонів та обіг вантажного вагону в цілому, зменшити простої вантажних вагонів на контейнерних терміналах та контейнерів готових до відправлення у міждержавному сполученні, забезпечити максимально-ефективне використання рухомого складу. Додатковим ефектом є вивільнення вагонів інвентарного парку УЗ на контейнерних терміналах, які спеціалізовані в роботі переважною мірою по вивантаженню (Харків-Ліски), що в існуючій ситуації зростаючих обсягів вантажних перевезень при поступовому зменшенні робочого парку вагонів є цінним ефектом. Зокрема, для терміналу Харків-Ліски основним ефектом є вивільнення вагонів інвентарного парку УЗ, що за розрахунковий період склав близько 9%.

Скорочення часу на виробіток управлінського рішення, створення умов для уникнення прийняття необгрунтованого рішення з відповідними витратами складають опосередковану ефективність, формалізація та калькулювання якої ускладнена.

ВИСНОВКИ

На відмінність від існуючої технології інтермодальних перевезень, розроблено ресурсозберігаючу технологію, яка враховує особливості використання вагонних парків інших держав з урахуванням внутрішньо тижневої нерівномірності роботи терміналів.

На підставі проведених досліджень зробимо наступні висновки.

1. Згідно поставлених задач дослідження, в роботі проведено аналіз теоретичних розробок і практичного досвіду як вітчизняного, так і закордонного, з технології інтермодальних перевезень та сучасних загальносвітових і національних тенденцій розвитку технологій інтермодальних перевезень.
2. Досліджено сучасні техніко-технологічні особливості використання вагонних парків країн СНД та Балтії та внутрішньо тижневу нерівномірність роботи терміналів. На основі аналізу статистичних даних за останні 10 років в умовах Південної залізниці, виявлено ситуацію, при якій вагони, переважно власності залізниць та вагонних операторів країн СНД та Балтії, у вихідні дні підлягають тільки вивантаженню і відправленню у зворотному напрямку у порожньому стані, або, із дозволу

Укрзалізниці, під навантаження у внутрішньо дорожньому сполученні. У зворотному напрямі контейнери повинні прямувати, переважною мірою, тільки в укрвагонах, тому необхідно створити СППР АРМ ДНЦВ на базі моделі, яка б давала змогу генерувати науково-обгрунтовані рішення по оперативному вагонорозподілу.

3. Розроблено стохастичну модель, що дозволяє сформувати СППР оперативних працівників для реалізації заходів по раціоналізації навантажувального резерву укрвагонів на розрахунковий період з урахуванням внутрішньо тижневої нерівномірності роботи контейнерних терміналів та реальних потреб у вагонах вантажовідправників, що сприяє скороченню простоїв контейнерів готових до відправлення у міждержавному сполученні і, як наслідок, сприяє прискоренню доставки вантажу.

4. Розроблено програмну реалізацію моделі по раціоналізації навантажувального резерву укрвагонів по відношенню до контейнерних терміналів із застосуванням мови високого рівня Borland Delphi 6 Professional Edition. Використання Borland Delphi 6 Professional Edition дозволило реалізувати гнучку структуру програми, яка передбачає оперативність додаткових змін у вихідний код програми у випадку необхідності. Використовуючи СППР, ДНЦВ отримує розрахункові значення раціонального, з огляду на внутрішньо тижневу нерівномірність та реальні обсяги роботи терміналів, резерву укрвагонів, із пропонованими рішеннями по оперативному перерозподілу укрвагонів.

5. Досягнуто техніко-економічну ефективність від впровадження СППР АРМ ДНЦВ, за рахунок раціоналізації навантажувального резерву укрвагонів на контейнерних терміналах при організації інтермодальних перевезень в умовах ресурсозберігаючого використання іновагонів, що надає можливість зменшити порожні нераціональні пробіги вагонів та обіг вантажного вагону в цілому, зменшити простої вантажних вагонів на контейнерних терміналах та контейнерів готових до відправлення у міждержавному сполученні, забезпечити максимально-ефективне використання рухомого складу. Додатковим ефектом є вивільнення вагонів інвентарного парку УЗ на контейнерних терміналах, які спеціалізовані в роботі переважною мірою по вивантаженню (Харків-Ліски), що в існуючій ситуації зростаючих обсягів вантажних перевезень при поступовому зменшенні робочого парку вагонів є цінним ефектом. Зокрема, для терміналу Харків-Ліски основним ефектом є вивільнення вагонів інвентарного парку УЗ, що за розрахунковий період (обсяг навантаження за останній рік) склав близько 9%, що становить близько 67 вагонів і 78148 грн/рік.

6. Розроблено практичні рекомендації, що призначені для корегування технологічних процесів роботи як контейнерних терміналів Харків-Ліски та Куп'янськ-Ліски Південної залізниці, Київ-Ліски

Південно-Західної залізниці, Одеса-Ліски Одеської залізниці, так і вантажних станцій іншого призначення та при вирішенні питань з оперативного керівництва роботою станцій.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Данько М.І., Поляков А.О., Ходаківський О.М. До питань підвищення ефективності перевезення вантажів: Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2004. – Вип. 57. – С. 72 – 78.
2. Данько М.І., Бутько Т.В., Ходаківський О.М., Бронза С.Д. Математична модель розподілу контейнерів на мережі залізниць: Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2005. – Вип. 66. – С. 56 – 60.
3. Данько М.І., Ходаківський О.М. Сучасні техніко-технологічні особливості організації міждержавних перевезень вантажів у великотоннажних контейнерах // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2006. – №1. – С. 3 – 8.
4. Ходаківський О.М. Оперативний етап при прогнозуванні, на основі евристичного аналізу, завантаження великотоннажних контейнерів у вагони на залізничних вантажних станціях // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2005. – №6/2 (18). – С. 68 – 70.
5. Данько М.І., Ходаківський О.М. Графо-аналітична модель обігу вагонів країн СНД та Балтії по відношенню до контейнерного терміналу // Зб. наук. праць / ДонІЗТ, 2006. – Вип. 5. – С. 5 – 13.
6. Ходаківський О.М. Підготовчий етап при прогнозуванні, на основі евристичного аналізу, завантаження великотоннажних контейнерів у вагони на залізничних вантажних станціях: Зб. наук. пр. – Харків: НТУ «ХПІ», 2005. – Вип. 57. – С. 21 – 24.
7. Данько М.І., Ходаківський О.М., Бронза С.Д. Модель оптимізації навантажувального резерву українських вагонів по відношенню до контейнерного терміналу // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2006. – №2. – С. 59 – 62.

АНОТАЦІЯ

Ходаківський О.М. Удосконалення технології інтермодальних перевезень в умовах ресурсозберігаючого використання іновагонів. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеню кандидата технічних наук за спеціальністю

05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту; Українська державна академія залізничного транспорту; Харків, 2006 р.

Дисертація присвячена питанню удосконалення технології інтермодальних перевезень в умовах ресурсозберігаючого використання іновагонів.

Згідно поставленої мети в роботі розроблено моделі і методи, що забезпечують раціоналізацію навантажувального резерву укрвагонів по відношенню до контейнерного терміналу при організації інтермодальних перевезень у міждержавному сполученні.

Для урахування більш впливових факторів при удосконаленні технології розроблено наступні моделі: внутрішньо термінального та зовнішньо термінального обігу вагона, обігу укрвагона та іновагона відносно контейнерного терміналу, раціоналізації навантажувального резерву укрвагонів відносно контейнерного терміналу при організації інтермодальних перевезень у міждержавному сполученні.

Ключові слова: інтермодальні перевезення, іновагони, контейнерні термінали, технологія вагонорозподілу, рухомий склад залізниць, вагонопотоки, автоматизація процесів.

АННОТАЦИЯ

Ходаковский А.Н. Совершенствование технологии интермодальных перевозок в условиях ресурсосберегающего использования иновагонов. – 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, 2006 г.

Диссертация посвящена вопросу совершенствования технологии интермодальных перевозок в условиях ресурсосберегающего использования иновагонов.

В ситуации, при которой на станциях, которые согласно Тарифному руководству №4 Железных дорог Украины открыты для выполнения операций по §8 и §8н (с оформлением перевозочных документов по правилам §3), полный комплекс операций, связанных с обслуживанием данного вида грузовых перевозок не выполняется по выходным дням. При этом вагоны, преимущественно собственности железных дорог и вагонных операторов стран СНГ и Балтии, в эти дни подлежат только разгрузке и отправлению то ли в обратном направлении в порожнем состоянии, то ли, с

разрешения Укрзалізничці, под погрузку во внутренне дорожном сообщении. В обратном направлении контейнеры должны направляться, преобладающей мерой, в укрвагонах, а система поддержки принятия решений АРМ ДНЦВ на базе модели, которая бы вырабатывала научно-обоснованные решения по резерву которых на контейнерных терминалах отсутствует.

Инструментом для совершенствования технологии интермодальных перевозок есть разработка модели, которая позволит сформировать СППР оперативных работников, которая дает возможность реализации мероприятий по экономии топливно-энергетических ресурсов, рационального распределения и использования иновагонов и укрвагонов, и как следствие, сократить эксплуатационные расходы железных дорог.

Технико-экономическая эффективность от внедрения СППР АРМ ДНЦВ достигнута за счет рационализации погрузочного резерва укрвагонов на контейнерных терминалах при организации интермодальных перевозок в условиях ресурсосберегающего использования иновагонов. Это дает возможность уменьшить порожние нерациональные пробеги вагонов и оборот грузового вагона в целом, уменьшить простои грузовых вагонов на контейнерных терминалах и контейнеров готовых к отправлению в межгосударственном сообщении, обеспечить максимально-эффективное использование подвижного состава. Дополнительным эффектом являются высвобождение вагонов инвентарного парка УЗ на контейнерных терминалах, которые специализированы в работе преобладающей мерой по разгрузке (Харьков-Лиски), что в существующей ситуации возрастающих объемов грузовых перевозок при постепенном уменьшении рабочего парка вагонов является ценным эффектом. В частности, для терминала Харьков-Лиски основным эффектом является высвобождение вагонов инвентарного парка УЗ, которое за расчетный период составило около 9%, что составляет примерно 67 вагонов.

Практические рекомендации предназначены для корректирования технологических процессов работы как контейнерных терминалов Харьков-Лиски и Купянск-Лиски Южной железной дороги, Киев-Лиски Юго-Западной железной дороги, Одесса-Лиски Одесской железной дороги, так и грузовых станций другого назначения, а также при решении вопросов по оперативному руководству работой станций.

Ключевые слова: интермодальные перевозки, иновагоны, контейнерные терминалы, технология вагонораспределения, подвижной состав железных дорог, вагонопотоки, автоматизация процессов.

THE SUMMARY

Khodakovskij A.N. Perfection of technology intermodal transportations in conditions resource savings uses of foreign cars. - Manuscript.

The Thesis on competition degree candidate of the technical sciences on professions 05.22.20 - an usage and repair of the facilities of the transport; The Ukrainian state academy of the railway transport; Kharkov, 2006.

The dissertation is devoted to a question of perfection technology intermodal transportations in conditions resource savings uses of foreign cars

According to an object in view, in job models and methods which provide rationalization of a loading reserve of the ukrainian cars in relation to the container terminal at the organization intermodal transportations in the interstate report are developed.

For the account of more influential factors at perfection of technology the following models are developed: internally terminal and externally terminal revolution of the car, a revolution of the ukrainian car and the foreign car concerning the container terminal, rationalization of a loading reserve of the ukrainian car concerning the container terminal at the organization intermodal transportations in the interstate report.

Keywords: intermodal transportations, foreign cars, container terminals, technology car allocating, a rolling stock of railways, traffic volumes, automation of processes.

Ходаківський Олексій Миколайович

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ІНТЕРМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ
В УМОВАХ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧОГО ВИКОРИСТАННЯ ІНОВАГОНІВ**

05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеню

кандидата технічних наук

Надруковано згідно з оригіналом автора

Відповідальний за випуск



к.т.н., доц. Г.М. Сіконенко

Підписано до друку _____

Формат 60 x 84 1/16. Папір для множних апаратів.

Ум. друк. арк. 0,9. Обл. – вид. арк. 1,15 Безкоштовно.

Замовлення № _____. Тираж 100 прим.

Видавництво УкрДАЗТу. Свідоцтво ДК № 112 від 06.07.2000 р.

Друкарня УкрДАЗТу: 61050, м. Харків, майдан Фейєрбаха, 7