

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

ВІСНИК

**Східноукраїнського
національного університету
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**

**№ 2 (219)
2015**

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

Сєвєродонецьк 2015

ВІСНИК

СХІДНОУКРАЇНСЬКОГО
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

№ 2 (219) 2015

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

ЗАСНОВАНО У 1996 РОЦІ

ВИХІД З ДРУКУ - ВІСІМНАДЦЯТЬ РАЗІВ НА РІК

Засновник

Східноукраїнський національний університет
імені Володимира Даля

Журнал зареєстровано
в Міністерстві юстиції України

Свідоцтво про державну реєстрацію

серія КВ № 15607-4079ПР

від 18.08.2009 р.

VISNIK

OF THE VOLODYMYR DAHL EAST
UKRAINIAN NATIONAL UNIVERSITY

№ 2 (219) 2015

THE SCIENTIFIC JOURNAL

WAS FOUNDED IN 1996

IT IS ISSUED EIGHTEEN TIMES A YEAR

Founder

Volodymyr Dahl East Ukrainian National
University

Registered by the Ministry
of Justice of Ukraine

Registration Certificate

KB № 15607-4079ПР

dated 18.08.2009

Журнал включено до Переліків наукових видань ВАК України (Бюл. ВАК №3 2010 р.), (Бюл. ВАК №5 2010 р.), (Бюл. ВАК №3 2010 р.), (Бюл. ВАК №11 2010 р.), (Бюл. ВАК №7 2011 р.) в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук з *технічних, економічних, історичних, хімічних та фізико-математичних наук* відповідно.

ISSN 1998-7927

Головна редакційна колегія:

Голубенко О.Л., член-кор. Національної академії педагогічних наук, докт. техн. наук (головний редактор),
Паркуян О.В., докт. техн. наук (заступник головного редактора),
Марченко Д.М., докт. техн. наук (заступник головного редактора),
Осенін Ю.І., докт. техн. наук
Смірний М.Ф., докт. техн. наук
Ber R., dr hab,
Idjer M., dr hab,
Krasowski E., dr hab,
Архипов О.Г., докт. техн. наук,
Мичко А.А., докт. техн. наук,
Татарченко Г.О., докт. техн. наук,
Носко П.Л., докт. техн. наук,
Рач В.А., докт. техн. наук,
Соколов В.І., докт. техн. наук,
Чернецька-Білецька Н.Б., докт. техн. наук,
Шарка М., dr hab,
Рамазанов С.К., докт. техн. наук, докт. екон. наук,
Бузько І.Р., докт. екон. наук,

Козаченко Г.В., докт. екон. наук,
Калінеску Т.В., докт. екон. наук,
Даніч В.М., докт. екон. наук,
Заблоцька І.В., докт. екон. наук,
Чернявська Є.І. докт. екон. наук,
Арлінський Ю.М., докт. фіз.-мат. наук,
Nowakowski A., dr. hab,
Галстян Г.А., докт. хім. наук,
Глікін М.А., докт. техн. наук,
Кондратов С.О., докт. хім. наук,
Кудюков Ю.П., докт. хім. наук,
Суворін О.В., докт. техн. наук,
Chernyavskij G., dr. hab,
Gadushova Z., dr hab,
Довжук І.В., докт. іст. наук,
Михайлюк В.П., докт. іст. наук,
Сергієнко Ю.Г., докт. іст. наук,
Євдокимов М.О., докт. іст. наук,
Санжаров С.М., докт. іст. наук,
Фомин А.И., докт. іст. наук,
Еліна О.Ю., докт. іст. наук

Відповідальний за випуск: к.т.н., доц. Кічка О.І.

Рекомендовано до друку Вченою радою Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (Протокол № 4 від 02. 02. 2015 р.)

Матеріали номера друкуються мовою оригіналу.

© Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, 2015

© Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, 2015

ЗМІСТ

Кічка О.І. ВИБІР ОПТИМАЛЬНОЇ СХЕМИ ДОСТАВКИ ВАНТАЖУ В ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМАХ	9
Никульшина А.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СУДОВ ОГРАНИЧЕННЫХ РАЙОНОВ ПЛАВАНИЯ В СИСТЕМЕ ТРАНСПОРТИРОВКИ ЭКСПОРТНО-ИМПОРТНЫХ ГРУЗОВ ВОДНЫМ ТРАНСПОРТОМ	12
Мироненко В.К., Алексійчук Н.М., Родкевич О.Г. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТУВАННЯ ВАНТАЖІВ У КОНТЕЙНЕРАХ З ВИКОРИСТАННЯМ МОДЕЛІ МАРКОВСЬКИХ ПРОЦЕСІВ.....	22
Кузьменко С.В., Кейс В.А., Литвищенко І.Б. ОПТИМІЗАЦІЯ ВАГОВИХ НОРМ ПОТЯГІВ ДЛЯ ПІДПРИЄМСТВ ПРОМИСЛОВОГО ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ	26
Драпалюк М. В., Пилипенко В. Н. ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ БЕТОНА ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА ЕГО ПРОЧНОСТЬ И УДАРНУЮ СТОЙКОСТЬ	30
Єрмак О.М. ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ДОВЖИНИ МІЖ ПІШОХІДНИМИ ПЕРЕХОДАМИ	34
Санько Я.В., Музалевська Ю.Ю. ВИЗНАЧЕННЯ СТРУКТУРИ ВИТРАТ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ ГАЗОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВОГО КВАРТАЛУ	38
Мороз М.М. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ УДОСКОНАЛЕННЯ МАРШРУТНОЇ МЕРЕЖІ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ М. КРЕМЕНЧУК НА ОСНОВІ РОЗПОДІЛУ ПАСАЖИРОПОТОКУ ГРАВІТАЦІЙНИМ МЕТОДОМ.....	42
Іванов І.Є. ФУНКЦІЯ ТЯЖІННЯ В ВИЗНАЧЕННІ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕМІЩЕНЬ.....	48
Шуліка О.О. ОЦІНКА ПОПИТУ НА ТРАНСПОРТНІ ПОСЛУГИ В МІЖМІСЬКОМУ СПОЛУЧЕННІ	52
Потапенко О. А. ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННЫХ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВЫМИ ВАГОНАМИ В СТРАНАХ СНГ И НАПРАВЛЕНИЯ ИХ РЕШЕНИЯ	57
Якимов А.В. СТОХАСТИЧНЕ ФАКТОРНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ МАРШРУТНОГО ТАКСІ.....	62
Хлопецкая Л.Ф. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ МОРСКОГО ПОРТА ЗА СЧЕТ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАНСПОРТА.....	66
Лапкина И.А., Поддубная Н.Н. РЕСУРСЫ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ	69
Монастирський Ю.А., Потапенко В.В. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЕКСПЛУАТАЦІЇ КАР'ЄРНОГО САМОСКИДА БЕЛАЗ.....	73

Войцеховський В.С. ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ЛОГІСТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ВАНТАЖОПОТОКОМ НА МЕРЕЖІ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ	78
Грибніченко М.В. ОБГРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ПАРКУ ТА РЕЖИМУ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ МІСЬКИХ АВТОБУСІВ.....	83
Кравченко О.П., Верітельник Є.А. ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОСТІ ЗБЕРІГАННЯ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН НА СКЛАДІ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА	86
Мелкозерова О.М., Миргородская Е.В. СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОТОКА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ	91
Морозова О.И., Шпак В.С. КОНЦЕПЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСОМ НА БАЗЕ КОНТЕЙНЕРНОГО ТЕРМИНАЛА	95
Сыпченко И.А., Устинова В.В. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КОНФИГУРАЦИИ ЦЕПИ ПОСТАВКИ НА ЛОГИСТИЧЕСКИЕ ИЗДЕРЖКИ.....	101
Кот Н. И., Воропай Е. В. АНАЛИТИЧЕСКОЕ И ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕЖДУНАРОДНОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ГРУЗОПЕРЕВОЗКИ	105
Бондаренко А.І. ОСНОВНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ РОЗПОДІЛУ КІНЕМАТИЧНИХ, СИЛОВИХ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ГІДРООБ'ЄМНО-МЕХАНІЧНИХ ТРАНСМІСІЙ КОЛІСНИХ ТРАКТОРІВ В ПРОЦЕСІ ГАЛЬМУВАННЯ	109
Мироновская М.А., Шворникова А.М. СОКРАЩЕНИЕ ВРЕМЕНИ ПРОСТОЯ ПОЕЗДОВ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ СКОРОПОРЯЩИХСЯ ГРУЗОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ХЛАДОТРАНСПОРТОМ	118
Кузнецов О.П. ТЕОРЕТИЧНІ МОДЕЛІ РАЦІОНАЛЬНОГО РОЗТАШУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ГАЗОНАПОВНЮВАЛЬНИХ СТАНЦІЙ У МІСТАХ.....	131
Железкина Ю. К., Каликина Т. Н. АНАЛИЗ РАБОТЫ ПАССАЖИРСКОЙ СТАНЦИИ С БОЛЬШИМ ОБЪЁМОМ ГРУЗОВОЙ РАБОТЫ	141
Чердниченко С.П., Кузьменко С.В. ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ДЕФОРМАЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ПОКОВОК ЛОКОМОТИВОВ	144
Шраменко Н.Ю., Орда О.О. КОНЦЕПТУАЛЬНИЙ ПІДХІД ДО ОРГАНІЗАЦІЇ ВЗАЄМОДІЇ ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЕДИТОРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ З СУБ'ЄКТАМИ ТРАНСПОРТНОГО РИНКУ	147
Павленко В. Н, Руденко Н. В, Хлыпина М. В. СТРАТЕГИЯ ПЕРЕНАЛАДКИ ОБОРУДОВАНИЯ НА БАЗЕ СЛОЖНОЙ КОНВЕЙЕРНОЙ СИСТЕМЫ	152
Степанов О. В. БЕЗПЕКА УЧАСНИКІВ ДОРОЖНЬОГО РУХУ В ГЕОПАТОГЕННИХ ЗОНАХ	157

Марченко Д.М., Черніков В.Д., Полякова Т.Ю., Мірошниченко Н.В.**АНАЛІЗ ЗАДАЧІ ОПЕРАТИВНОГО РОЗПОДІЛУ ПОРОЖНІМИ
ВАГОНОПОТОКАМИ В СУЧАСНИХ УМОВАХ 162****Хрошилова І.О.****РОЗВИТОК ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ ХАРКІВСЬКОГО РЕГІОНУ:
СТРАТЕГІЧНИЙ АСПЕКТ.....168****Серебряк К.І.****ФУНКЦІОНУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ РЕГІОНУ В КОНТЕКСТІ
ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОНОМІКИ
ПІДПРИЄМСТВА.....172**

CONTENTS

Kichkina O. THE CHOICE OF OPTIMAL SCHEME OF DELIVERY IN LOGISTICS SYSTEMS.....	9
Nikulshyna A.A. USAGE OF SHORT SEA VESSELS IN TRANSPORTATION SYSTEM OF EXPORT-IMPORT CARGO BY WATER VEHICLES	12
Semenchuk K.L., Shutenko T.N. INTEGRATION OF THE SHIPPING COMPANY IN THE SUPPLY CHAIN.....	18
Myronenko V.K., Aleksiichuk N.M., Rodkevych O.H. AN INCREASE OF EFFICIENCY OF TRANSPORTING OF LOADS IS IN CONTAINERS WITH THE USE OF MODEL OF MARKOVSKI KH PROCESSES.....	22
Kuzmenko S, Kejs V., Lytvyschenko I. WEIGHT NORMS OPTIMIZATION OF TRAINS FOR THE ENTERPRISES OF INDUSTRIAL RAILWAY TRANSPORT	26
Drapaluk M., Pylypenko V. INFLUENCE OF STRUCTURALLY-MECHANICAL HETEROGENEITY CONCRETE TRANSPORT STRUCTURES ITS DURABILITY AND SHOCK RESISTANCE	30
Iermak O. TO DETERMINE THE OPTIMAL LENGTH BETWEEN CROSSWALK	34
Sanko Ia., Muzalevska Y. DETERMINATION OF COST STRUCTURE OF GAS TRANSPORT RESIDENTIAL AREAS	38
Moroz M. DEVELOPMENT OF IMPROVEMENT MEASURES OF A ROUTING NETWORK OF KREMENCHUG PUBLIC TRANSPORT ON THE BASIS OF DISTRIBUTION PASSENGERS FLOW BY A GRAVITATIONAL METHOD	42
Ivanov I. THE FUNCTION OF GRAVITY IN THE DEFINITION OF URBAN PASSENGER MOVEMENTS	48
Shulika O.O. THE EVALUATION OF TRANSPORT SERVICES DEMAND IN THE INTERCITY	52
Potapenko O. A. PROBLEMS OF MODERN TRANSPORTATIONS BY FREIGHT CARS IN THE CIS COUNTRIES AND THE DIRECTIONS OF THEIR DECISION	57
Yakimov A.V. STOCHASTIC FACTOR RESEARCHING OF THE SHUTTLE BUS WORKING.....	62
Khlopetskaya L. IMPROVING THE EFFICIENCY OF SEAPORT THROUGH RATIONAL USE OF TRANSPORT	66
Lapkina I.A., Poddubnaya N.N. RESOURCES OF LOGISTICS SYSTEM	69

Monastyrskiy Yu., Potapenko V. MATHEMATICAL MODEL OF OPERATION OF OPEN PIT TRUCK BELAZ.....	73
Voitsehovskiy V. FORMATION OF THE SYSTEM OF FREIGHT TRAFFIC LOGISTIC MANAGEMENT IN AIRLINES NETWORK.....	78
Hrybinychenko M. JUSTIFICATION OF RATIONAL PARK REGIME AND MAINTENANCE CITY BUS	83
Kravchenko O., Veritelnik E. DETERMINE WHETHER STORAGE OF SPARE PARTS IN STOCK TRUCKING COMPANIES	86
Melkozerova O.M., Mirgorodskaya E.V. STATISTICAL ANALYSIS OF FLOW CUTTING TOOL AUTOMATED PRODUCTION MACHINING	91
Morozova O., Shpak V. THE CONCEPT OF CONTROLLING THE LOGISTIC COMPLEX ON THE BASIS OF THE CONTAINER TERMINAL.....	95
Sypchenko I.A., Ustinova V.V. ANALYSIS OF THE IMPACT OF SUPPLY CHAIN CONFIGURATION TO LOGISTICS COSTS.....	101
Kot N. I., Voropai E. V. ANALYTICAL AND SIMULATION MODELING INTERNATIONAL AUTOMOBILE TRANSPORTATION.....	105
Bondarenko A. BASIC CONFORMITIES TO THE LAW OF DIVISION OF KINEMATICS, POWER AND ENERGY PARAMETERS OF HYDROSTATIC-MECHANICAL TRANSMISSIONS OF THE WHEELED TRACTORS IN THE PROCESS OF BRAKING	109
Mironovskaya M., Shvornikova A. REDUCED DOWNTIME TRAINS DURING TRANSPORT OF PERISHABLE GOODS BY RAIL COLDTRANSPORT	118
Monastyrskiy Yu., Vivcharik A. THE RESEARCHING OF THE TEMPERATURE FIELDS OF OPEN-PIT DUMP-TRUCKS AT THE TRANSPORTATION OF HOT STEEL-SMELTING SLAGS IN A WINTER PERIOD.....	122
Nagorny Ye., Naumov V., Cherepakha A. NEURAL NETWORK FORECASTING MODEL FOR THE URBAN FREIGHT FLOW PARAMETERS.....	126
Kuznetsov O.P. THEORETICAL MODELS OF RATIONAL ARRANGEMENT OF AUTOMOBILE GAS FILLING STATIONS IN CITIES	131
Taran I., Novytskyi A., Lytvyn V. ANALYSIS OF THE POSSIBILITIES OF USING THE SOFTWARE PTV VISION VISSIM FOR MODELING TRANSPORT AND PEDESTRIAN TRAFFIC.....	136
Zhelezkina Y., Kalikina T. THE ANALYSIS OF WORK OF PASSENGER STATION WITH GREAT VOLUME OF FREIGHT OPERATION.....	141
Cherednichenko S., Kuzmenko S. APPLICATION PRELIMINARY DEFORMATION TO IMPROVE THE ACCURACY OF FORGINGS LOCOMOTIVES.....	144

Shramenko N., Orda O.

THE CONCEPTUAL APPROACH TO AFFECTIVE COOPERATION OF FREIGHT
FORWARDERS AND THE TRANSPORT MARKET PARTICIPANTS..... 147

Pavlenko V. N., Rudenko N. V., Khlypina M. V.

STRATEGY OF READJUSTMENT OF THE EQUIPMENT ON THE BASIS
OF DIFFICULT CONVEYOR SYSTEM..... 152

Stepanov O.

SAFETY OF ROAD USERS IN GEOPATHIC AREAS..... 157

Marchenko D., Chernikov V., Polyakova T., Miroshnichenko N.

ANALYSIS THE OPERATIONAL TASK OF DISTRIBUTION'S EMPTY TRAFFIC VOLUMES IN
MODERN CONDITIONS..... 162

Hroshilova I.O.

DEVELOPMENT OF TRANSPORT SYSTEM KHARKOV REGION: STRATEGIC ASPECT.....168

Serebryac C.I.

FUNCTIONING OF THE INFORMATION SYSTEM REGION IN THE CONTEXT
OF INFORMATION SUPPORT BUSINESS ECONOMICS.....172

УДК 656

ВИБІР ОПТИМАЛЬНОЇ СХЕМИ ДОСТАВКИ ВАНТАЖУ В ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМАХ

Кічкіна О.І.

THE CHOICE OF OPTIMAL SCHEME OF DELIVERY IN LOGISTICS SYSTEMS

Kichkina O.

В статті запропоновано метод визначення оптимальної схеми доставки вантажів в логістичній системі з врахуванням декількох критеріїв, як чисельних, так і тих, що визначаються лінгвістичними показниками. Метод базується на експертному оцінюванні схем доставки за обраними критеріями та використанні методики попарних порівнянь Сааті. Розглянуті варіанти для рівноважних інтегрованих нечітких критеріїв та критеріїв з різними вагами.

Ключові слова. Логістичні системи, схема доставки, оптимізація, критерії, нечіткий критерій, метод Сааті.

Постановка проблеми. Вибір оптимальної схеми доставки вантажу в логістичних системах є найбільш важливим питанням для всіх учасників процесу, а саме для постачальників, отримувачів, логістичних операторів та транспортно-експедиційних компаній. Із задачею розробки та оцінки за певними прийнятними критеріями для замовника схеми доставки вантажу логістичний оператор стикається дуже часто і ця задача стає щоденною і все більш актуальною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Задачі вибору оптимальних маршрутів вирішуються багатьма авторами. Як окремі задачі транспортної логістики розглядають вибір маршрутів доставки Лукинський В.С., Цвиринько І.А., Малевич Ю.В.[1] З позицій вартісного оцінювання схем доставки розглядає задачу вибору Є.В.Нагорний [2]. Наумов В.С., Потаман Н.В. [3] пропонують методику формування альтернативних транспортно-технологічних систем доставки вантажів в контейнерах. При виборі схем доставки вантажів враховуються фактори, що впливають на здійснення перевезення і критерії, що обирають учасники процесу доставки вантажів. Ряд авторів пропонує комплексні критерії оцінки схем доставки. Але більшість з цих критеріїв мають вартісний характер. В ряді робіт пропонується процедура вибору схем постачання вантажів на підставі критеріїв прийняття рішень в умовах невизначеності. Пропонується комплексний

критерій, який враховує вартість доставки, термін доставки вантажу, розмір ризику [1]. Але аналіз публікацій показав, що при виборі схем доставки вантажів в логістичній системі не враховуються критерії, які можуть бути як кількісними, так і якісними, при цьому критерії можуть бути рівноважними або мати відносні переваги.

Мета. Метою дослідження є розробка методики порівняння альтернативних маршрутів доставки вантажів на підставі експертного оцінювання за обраними критеріями як кількісними, так і якісними та використання методу попарних порівнянь Сааті.

Результати досліджень.

На вибір схеми доставки впливають безліч факторів. В залежності від ситуації замовник користується своїми переконаннями у виборі критеріїв оцінки альтернатив. При цьому не завжди можна виразити критерій у кількісному вигляді. Іноді перевагу одного варіанту від іншого можна визначити лише лінгвістично: «краще», «посередньо», «слабо» і.т.інш. В цих умовах доцільно використовувати методи прийняття рішень з використанням критеріїв в нечітких умовах.

Для оцінки ступеню переваги альтернативних схем доставки вантажу (припускаємо три альтернативних варіанти X_1, X_2, X_3) обираємо такі критерії:

- G_1 - вартість доставки;
- G_2 - термін доставки;
- G_3 - надійність доставки;
- G_4 - ступінь гнучкості схеми доставки;
- G_5 - авторитет логістичного оператора.

Як бачимо, маємо задачу багатокритеріального вибору із кількісними та якісними критеріями. Отже необхідно здійснити нечіткий багатокритеріальний аналіз альтернатив з упорядкуванням їх за критеріями множини G . (рис.).

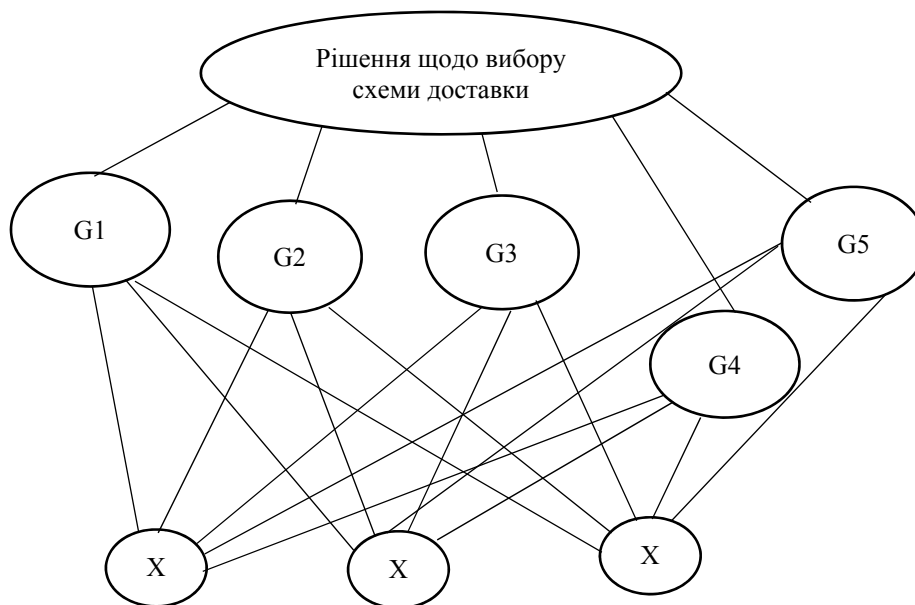


Рис. Схема ієрархії критеріїв

Критерій G_i можна представити як нечіткий критерій $\tilde{G}_i$ на універсальній множині порівнювальних варіантів X .

При цьому така нечітка множина має бути визначена таким чином:

$$\tilde{G}_i = \left\{ \frac{\mu G_i(X_1)}{X_1}, \frac{\mu G_i(X_2)}{X_2} \dots \frac{\mu G_i(X_3)}{X_3} \right\}, \quad (1)$$

де $\mu G_i(X_k)$ - число в діапазоні $[0,1]$, яке характеризує рівень оцінки X_k варіанту по критерію G_i . Чим більше число $\mu G_i(X_k)$, тим вище оцінка X_k варіанту за відповідним критерієм.

При експертному оцінюванні схем доставки за обраними критеріями необхідно сформувати таблиці парних порівнянь за методом Сааті.

При цьому використовуються такі якісні оцінки при порівнянні схем доставки: {відсутність переваги; слабка перевага, середня перевага, майже явна перевага, явна перевага}

Для відображення результатів парного порівняння використовується матриця парного порівняння в якій елемент a_{ij} означає ступінь переваги i -ї альтернативи над j -ю.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

Така матриця є діагональною і зворотно симетричною. Ступінь переваги оцінюється за шкалою Сааті.

- 1 - відсутність переваги;
- 3 - слабка перевага;
- 5 - середня перевага;
- 7 - майже явна перевага;

9 - явна перевага;

2,4,6,8 – проміжні порівняльні оцінки.

Ступені приналежності відповідають координатам власного вектора матриць парних порівнянь і знаходяться з системи рівнянь

$$\begin{cases} A \cdot W = \lambda_{\max} \cdot W \\ w_1 + w_2 + \dots + w_n = 1 \end{cases} \quad (2)$$

де $W = (w_1, w_2 \dots w_n)$ $n = 3$ – координати власного вектора матриці A .

$\lambda_{\max}$ - максимальне власне число матриці A .

Кількість матриць парних порівнянь дорівнює кількості критеріїв порівняння.

Вибір схеми доставки вантажів здійснюється на підставі нечіткого прийняття рішення $\tilde{R}$, яке є перетином критеріїв $\tilde{G}_i$:

$$\begin{aligned} \tilde{R} &= \tilde{G}_1 \cap \tilde{G}_2 \cap \dots \cap \tilde{G}_5 = \\ &= \left\{ \frac{\min_{i=1,5} \mu G_i(X_1)}{X_1}, \frac{\min_{i=1,5} \mu G_i(X_2)}{X_2} \dots \frac{\min_{i=1,5} \mu G_i(X_3)}{X_3} \right\}. \end{aligned} \quad (3)$$

Найкращим варіантом вважається той у якого ступінь приналежності більша.

Якщо критерії нерівноважні, то вибір схеми доставки вантажів здійснюється на підставі нечіткого рішення:

$$\tilde{R} = \tilde{G}_1 \cap \tilde{G}_2 \cap \dots \cap \tilde{G}_5 =$$

$$= \left\{ \frac{\min_{i=1,5} \mu G_i(X_1)^{\alpha_1}}{X_1}, \frac{\min_{i=1,5} \mu G_i(X_2)^{\alpha_2}}{X_2} \dots \dots \frac{\min_{i=1,5} \mu G_i(X_3)^{\alpha_5}}{X_3} \right\}, \quad (4)$$

де α_i – коефіцієнт відносної вагомості критерію G_i ,

$$\sum_{i=1}^5 \alpha_i = 1.$$

В цьому випадку визначення вагомості критеріїв може здійснюватися різними методами. В нашій методиці, ми пропонуємо застосування того ж методу порівняльного аналізу - методу Сааті. Матриця порівнянь має розмірність 5×5 . За вище наведеними формулами визначається α_i .

Висновки. Таким чином, представлена методика дозволяє оцінити альтернативні схеми доставки вантажів за декількома критеріями як кількісними, так і якісними, при цьому критерії можуть бути рівноважними або мати відносні переваги.

Запропонована методика може бути інтегрована в автоматизовану експертну систему, яка забезпечить можливість прийняття найбільш оптимального рішення логіста з урахуванням вимог замовника.

Література

1. Лукинський В.С., Цвирицько І.А., Малевич Ю.В. Логістика ч.2 Уч. Посібник СПбГІЕУ. С-П. 2012
2. Системний підхід до оптимізації процесів логістичного управління в транспортних вузлах / Є. В. Нагорний, В. С. Наумов, Я. В. Літвінова // Заліз. трансп. України. - 2014. - № 3. - С. 46-52.
3. Наумов В.С., Потаман Н.В., Вітер Н.С., Формування множини альтернативних варіантів транспортно-технологічних систем доставки вантажів у контейнерах// Восточно-Европейский журнал передовых технологий ISSN 1729-3774 4/
4. Саати Т.Л. Взаимодействие в иерархических системах // Техническая кибернетика. 1979. №1. С. 68-84.
5. Ротштейн А.П., Штовба С.Д. Нечеткий многокритериальный анализ вариантов с применением парных сравнений // Известия РАН. Теория и системы управления.- 2001.- №3.- С.150-154

References

1. Lukinskij V.S., Cvirin'ko I.A., Malevich Ju.V. Logistika ch.2 Uch. Posobie SPbGIEU. S-P. 2012
2. Sistemnij pidhid do optimizacii procesiv logistichnogo upravlinnja v transportnih vuzlah / Є. V. Nagornij, V. S.

Naumov, Ja. V. Litvinova // Zalizn. transp. Ukraїni. - 2014. - № 3. - S. 46-52.

3. Naumov V.S., Potaman N.V., Viter N.S., Formuvannja mnozhini al'ternativnih variantiv transportno-tehnologichnih sistem dostavki vantazhiv u kontejnerah// Vostochno-Evropejskij zhurnal передовых технологий ISSN 1729-3774 4/
4. Saati T.L. Vzaimodejstvie v ierarhicheskikh sistemah // Tehnicheskaja kibernetika. 1979. №1. S. 68-84.
5. Rotshtejn A.P., Shtovba S.D. Nechetkij mnogokriterial'nyj analiz variantov s primeneniem parnyh sravnenij // Izvestija RAN. Teorija i sistemy upravlenija.- 2001.- №3.- S.150-154

Кичкина Е.И. Выбор оптимальной схемы поставки груза в логистических системах.

В статье предложен метод определения оптимальной схемы доставки грузов в логистической системе с учетом нескольких критериев, как численных, так и тех, которые определяются лингвистическими показателями. Метод базируется на экспертном оценивании схем доставки по выбранным критериям и использовании методики попарных сравнений Саати. Рассмотрены варианты для равновесных интегрированных нечетких критериев и критериев с разными весами.

Предложенная методика может быть интегрирована в автоматизированную экспертную систему, которая обеспечит возможность принятия наиболее оптимального решения логистом с учетом требований заказчика.

Ключевые слова: логистические системы, схема доставки, оптимизация, критерии, нечеткий критерий, метод Саати.

Kichkina O.I. The choice of optimal scheme of delivery in logistics systems

In this article has been proposed the method of goods delivery optimal scheme in logistic systems considering a few criteria, the numerical as well as determined by linguistic markers. The method is based on expert assessment of delivery schemes by opted criteria using the Saati method of pairwise comparisons. Have been reviewed options for integrated fuzzy criteria and the criteria with different weights.

The offered method can be integrated into automatic expert system, that will provide possibility of optimal decision making by logist with customer requirements considering.

Keywords: logistic system, diagram of delivery, optimization criteria, fuzzy criterion, Saaty method.

Кічкіна Олена Іванівна - к.т.н., доцент, в.о. зав. кафедрою транспортних систем CHU ім. В.Далія, e-mail: ki4kinaoi@ukr.net

Рецензент **Марченко Д.М.**, д.т.н. професор

Стаття подана 24.01.2015

УДК 629./122/.123:656.612

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СУДОВ ОГРАНИЧЕННЫХ РАЙОНОВ ПЛАВАНИЯ В СИСТЕМЕ ТРАНСПОРТИРОВКИ ЭКСПОРТНО-ИМПОРТНЫХ ГРУЗОВ ВОДНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Никольшина А.А.

USAGE OF SHORT SEA VESSELS IN TRANSPORTATION SYSTEM OF EXPORT-IMPORT CARGO BY WATER VEHICLES

Nikulshyna A.A.

В статье рассмотрено использование «системного подхода» к изучению транспортных процессов с выделением следующих систем, относящихся к транспорту: «транспортной системы», «логистической системы», «системы доставки», «транспортно-технологической системы». Исследованы особенности применения судов ограниченных районов плавания к перевозкам в составе транспортной системы.

Ключевые слова: системный подход, транспортная система, логистическая система, система доставки, интегральная парадигма, суда ограниченных районов плавания.

Введение. Применение системного подхода к изучению транспортных процессов получило свое распространение в рамках транспортных, логистических, транспортно-технологических систем, а также систем доставки грузов. Техническая составляющая структуры транспортных систем, ввиду своей сложности и подверженности динамическим изменениям, требует конкретизации. Внимание дальнейшего исследования обращено на место судов ограниченных районов плавания (СОРП) в такой структуре. Проанализирована существующая достаточно сложная структура транспортной системы, однако она не включает в себя рассмотрение занимаемого места судами ограниченных районов плавания в ней. Также показана взаимосвязь системного подхода и существующих парадигм.

Анализ последних исследований и публикаций. Вопросы, которые касаются транспортных систем, рассматриваются во многих работах в общем виде или описываются для определенного вида транспорта - [1-8]. Вопросам организации и управления процессами транспортировки с участием морского транспорта посвящены работы [9-25]. Стоит заметить, что в указанных выше источниках, авторы не рассматривали использование СОРП в структуре единой транспортной системы.

Цель статьи. Целью статьи является изучение системного представления транспортных процессов; конкретизация состава транспортных средств, вхо-

дящих в систему водного транспорта, в части выделения места судов ограниченных районов плавания.

Изложение основного материала исследования. Основой выполнения доставки грузов является организация транспортной составляющей. При этом единый процесс транспортировки является совокупностью перевозочных процессов соответствующих видов транспорта, которые взаимодействуют между собой, что невозможно без управления [11]. Управленческая деятельность тесно связана с системным подходом. Именно необходимость решения управленческих задач заставляет широко использовать системные идеи, переводить их на уровень технологических схем управления, что способствует развитию системного подхода. В работе [26] предложено следующее определение системному подходу: «*Системный подход - упорядоченная и воспроизводимая процедура выработки решений, принимаемая к аналитическим проблемам любого рода и масштаба*».

С позиции системного подхода транспорт рассматривается как система, которая обеспечивает связь между различными отраслями сферы материального производства и сферой потребления, выступающих в качестве среды, в которой он функционирует [22].

Под системным подходом в управлении понимается систематизированный способ мышления, в соответствии с которым процесс обоснования решения базируется на определении общей цели решения и последовательном подчинении деятельности множества подсистем плану их развития, а также показателей и стандартов работы.

С позиции системного подхода на транспорте рассматриваются: транспортная система (ТС), логистическая система (ЛС), система доставки (СД) и транспортно-технологическая система (ТТС). Их взаимоподчиненность изучается в работах [15, 18].

Проанализировав источники [1, 18, 27, 28] можно дать следующие определения ТС, ЛС, СД и ТТС.

«*Транспортная система – это образующая связанное целое совокупность работников, транс-*

портных средств и оборудования, элементов транспортной инфраструктуры и инфраструктуры субъектов перевозки, включая систему управления, направленная на эффективное перемещение грузов».

ТС имеет сложную структуру (рис. 1), основными элементами которой являются пути сообщения, транспортных узлы и транспортные средства (подвижной состав) [6-8].



Рис.1. Структура транспортной системы в общем виде

Рост эффективности и развитие ТС были рассмотрены в работах [2, 29-31]. В них отмечены такие свойства ТС:

- независимость ТС во времени и от политической обстановки в том или ином государстве, входящем в эту систему (поскольку эффективность всей системы и прибыль каждой из подсистем зависит от финансовых вложений в развитие обслуживающей материальные потоки инфраструктуры с учетом далекой перспективы);
- единообразие технических параметров и технологий транспортно-складской обработки грузовых потоков как основы интеграции ТС через международные транспортные коридоры;
- зависимость от объемов пропускаемых грузопотоков и их интенсивности;
- развитие инфраструктуры (создание приоритетов) таможенной, тарифной, налоговой политики на внутри- и на межгосударственном уровнях;
- необходимость детального исследования внешних и внутренних грузопотоков Украины и разработки методики управления их рационального освоения;
- привлечение и обслуживание транзитных грузопотоков и потоков местного формирования;
- при рассмотрении вопроса об увеличении дальности перевозок с участием различных видов транспорта, необходимо учитывать, что увеличиваются риски в обеспечении сохранности грузов и возникает необходимость совершенствования системы их страхования и перестрахования.

Определение «логистической системы» в работе [27] звучит так: «это совокупность подсистем,

генерирующих, перемещающих и поглощающих материальный поток, согласованное функционирование которых на базе экономической, технической и технологической интеграции позволяет оптимизировать поступление материальных ценностей к конечному потребителю с выполнением 7 правил логистики (нужные товар, в необходимом количестве и необходимого качества, в нужное время, в нужное место, к нужному потребителю, с минимальными затратами)». В результате функционирования ЛС предприятие получает конкурентное преимущество, обеспечивает полезное расходование времени и места и эффективно перемещает заказы к потребителю [12]. В рамках ЛС решаются вопросы комплексного управления преобразуемыми материальными потоками, включая перемещение [9].

Система доставки является определенным «срезом» ЛС, охватывающим исключительно транспортные связи между участниками ЛС. «Система доставки – быстрое, качественное и грамотное перемещение груза при наиболее полном удовлетворении требований клиентов, которые часто могут противоречить друг» [9].

В логистических цепях при доставке грузов возникают технологические процессы, которые имеют свои особенности, зависящие от характеристик груза [17, 32]. В источнике [16] это понятие звучит так: «транспортно-технологическая система – это комплекс согласованных и взаимосвязанных технических, технологических, экономических, организационных и коммерческо-правовых мероприятий, позволяющих с максимальным эффектом и наименьшими трудовыми затратами обеспечить перевозки грузов на конкретных направлениях от отправителя к получателю». Т.е. ТТС организуются для обеспечения требуемой скорости продвижения продукции с минимальными совокупными затратами. В их состав входят помимо фактических перевозчиков, экспедиторские и агентские компании, другие посредники, фирмы, занимающиеся складскими, перегрузочными и тому подобными операциями, банковские и страховые учреждения, информационно – аналитические центры, исследовательские институты и т.д. [5].

Каждый вид транспорта представляет собой специализированный комплекс, которому присущи свои особенности развития технических средств, коммуникаций и устройств, совершенствования технологии перевозок и организации управления, подготовки специалистов, т.е. он имеет свои не только технические, но и экономические особенности и сферу наиболее эффективного применения [22]. В структуре ТС выделяется техническая составляющая водного транспорта: подсистемы речного и морского транспорта.

Поскольку нашей задачей является изучение текущего состояния и перспектив использования СОП, определим состав транспортных средств, входящих в систему водного транспорта (рис.2).



Рис.2. Структура системы водного транспорта

Исходя из приведенной структуры, видно, что СОРП входят как в подсистему речного транспорта (суда «река-море»), так и морского транспорта (суда «костеры»).

Учитывая, что первоначальный классический подход к логистике как к науке о проблемах управления материалопотоком в производстве и обращении вытекает из определения «аналитическая парадигма», обратим наше внимание на данную парадигму, а также остальные парадигмы [33], которые оказывали влияние на развитие логистики (рис.3).

Аналитическая парадигма сконцентрирована на вопросах системного анализа, исследования операций, алгоритмах, решении сложных оптимизационных задач и моделей. В рамках исторически следующей за ней технологической парадигмы проблема управления материалопотоком приобретала информационно - компьютерную форму (планирование, закупки, сбыт), теоретической основой которой является системный подход. Маркетинговая парадигма ЛС ориентирована на вопросы конкуренции на рынке сбыта (изучение рынка, позиционирование, прогнозирование спроса).



Рис.3. Четыре основные, исторически сложившиеся, парадигмы

Научной базой данной парадигмы являются знания экономики, операционного менеджмента, теории вероятностей.

Анализ существующих подходов позволил разработать новую парадигму, в рамках которой учитывается целостность всей картины - интегральную. Новая парадигма способна в себе соединить все описанные выше аспекты. Она представляет собой ситуационную и комбинированную перспективу при организации бизнеса как на микроуровнях, так и на различных других уровнях.

Таким образом, из определений видно, что системный подход, являясь базовой частью технической парадигмы, следует рассматривать как методологическую основу и в комбинированной, интегральной парадигме (рис.4).



Рис.4. Взаимосвязь системного подхода и интегральной парадигмы

Выводы. С системных позиций конкретизирован состав технических средств ТС водного транспорта, а именно, определено место СОРП в структуре подсистем морского и речного транспорта.

Рассматриваемые суда представлены судами класса «костеры», а также судами «река-море». Применяя на практике инструменты, описанные выше, можно значительно увеличить эффективность работы судов ограниченных районов плавания, которые являются неотъемлемой частью системы транспортировки украинских экспортно-импортных грузов.

Л и т е р а т у р а

1. Горев А. Э. Основы теории транспортных систем [Текст]: Учеб. пособ. / А. Э. Горев. - Санкт-Петербург: СПбГАСУ. - СПб, 2010. - 214 с.
2. Кириллова О.В. Організація та управління роботою суден в ролкерній транспортно-технологічній системі [Текст]: автореф. дис. на здоб. наук. ступ. канд.тех.наук (05.22.01) / Кириллова Олена Вікторівна; ОНМУ. - Одеса, 2005. - 26 с.

3. Слободянюк М.Э. Концептуальные основы развития транспортных систем международных перевозок [Текст]/ М.Э. Слободянюк // Весник ВНУ ім. В.Даля. – Луганск, 2011. - № 5 (159) – Ч.2. - С.74-77.
4. Транспортная система Украины [Электронный ресурс]: Закон Украины "О транспорте" - Режим доступа: <http://pravoved.in.ua/section-law/218-zuot/2220-razdel-02.html/> - Загл. с экрана.
5. Воевудский Е.Н., Лапкина И.А., Морозова И.В. Современные направления научных исследований проблем управления развитием транспортных систем [Текст]/ Е.Н. Воевудский, И.А. Лапкина, И.В. Морозова // Методи та засоби управління розвитком транспортних систем: Зб.наук.праць. – Одеса: ОНМУ, 2001. - Випуск 1. – С.3-18.
6. Малиндретос Г., Христодоуло-Варотси И., Постан М.Я. и др. Транспортная логистика и интермодальные перевозки [Текст]: Учебн. пособ. / Г. Малиндретос, И. Христодоуло-Варотси, М.Я. Постан. – Гунуя, Афины, Одесса, Ильичёвск, 2004. – 67 с.
7. Сыч Е.Н. Транспортно-производственные системы: развитие и функционирование [Текст]/ Е.Н. Сыч. – Киев, 1986. – 166 с.
8. Сыч Е.Н. Повышение эффективности функционирования прогрессивных технологических систем морских перевозок грузов [Текст]/ Е.Н. Сыч // Тексты лекций. – Москва: ЦРИА «Морфлот», 1982. – 68 с.
9. Смрковская В.Ю. Структура и параметры систем доставки грузов [Текст]/ В.Ю. Смрковская // Методи та засоби управління розвитком транспортних систем: Зб.наук.праць. – Одеса: ОНМУ, 2005. - № 10. – С.173-184.
10. Шутенко Т.М. Методичні основи пректування логістичної системи доставки вантажів (на прикладі нафти та нафтопродуктів) [Текст]. автореф. дис. на здоб. наук. ступ. канд.тех.наук (05.22.01) / Тетяня Миколаївна Шутенко. – Одеса, 2005. - 20 с.
11. Заборський Л.О. Методичні основи організації транспортно-технологічних процесів у системах доставки вантажів [Текст]. Автореферат. – Одеса, 2008.
12. Сенько Е.В. Методологические основы формирования логистической системы [Текст]/ Е.В. Сенько // Развитие методов управления та господарювання на транспорті: Зб.наук.праць. – Одесса: ОНМУ, 2009. - Випуск 30.- С.192-208.
13. Воркут Т.А. Наукові основи управління логістичними системами в проектах розвитку ланцюгів поставок [Текст]. Автореферат. – Київ, 2007.
14. Смрковская В.Ю. Методичні основи організації систем доставки вантажів з використанням засобів укрупнення [Текст]. Автореферат. – Одеса, 2008.
15. Кириллова Е.В. Транспортно-технологические и логические системы: дискуссионные вопросы терминологии и исторические аспекты развития теории и практики [Текст]/ Е.В. Кириллова // Методи та засоби управління розвитком транспортних систем: Зб.наук.праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. - № 18. – С.134-153.
16. Кочетов С.Н. Прогрессивные транспортно-технологические системы на морском транспорте [Текст]/ С.Н. Кочетов.- Москва: Транспорт, 1981. – 232 с.
17. Кириллов Ю.И. Организация и управление работой судов в контейнерной транспортно-технологической системе [Текст]. Автореферат, Одесса. – 2013.
18. Кириллова Е.В. Транспортно-технологическая система, как структурообразующая часть логистической системы [Текст]/ Е.В. Кириллова // Сборник научных трудов Sworld, 2014. – Одесса. – Випуск №4 (37). – С.44-54.
19. Орловский П.М. Системный анализ (основные понятия, принципы, методология): [Текст]: Учеб. пособ./ П.М. Орловский. – К.: ИЗМН, 1996. – 360 с.
20. Старіш О.Г. Системологія [Текст] // Підручник / О.Г. Старіш.– Київ: Центр навчальної літератури, 2005. – 232 с.
21. Сурмин Ю.П. Теория систем и системный анализ [Текст]: Учеб. пособ./ Ю.П. Сурмин. – К.: МАУП, 2003. – 368 с.
22. Биккенаев Р.Ф. Системный подход к формированию модели транспортной системы [Текст]/ Научная библиотека открытого доступа «Киберленинка» / Р.Ф. Биккенаев, - 2010.
23. Уемов А. И. Системный подход и общая теория систем [Текст]/ А. И. Уемов. - М., «Мысль», 1978. – 272 с.
24. Шутенко Т.Н. Анализ среды функционирования логистической системы [Текст]/ Т.Н. Шутенко // Вісник Одеського Національного Морського Університету, 2011. - Одесса. - Випуск 22. – С. 195-203.
25. Логистическая система и ее основные подсистемы [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://logisticstime.com/logisticheskaya-sistema-logisticheskaya-sistema-i-ee-osnovnye-podsistemy/> Logistics Time. - Загл. с экрана.
26. Евтодиева Т.Е. Методические аспекты формирования логистических систем [Текст]/ Т.Е. Евтодиева // Известия Алтайского государственного университета, 2012. - Випуск №2-1. – С. 281-285.
27. Гаджинский А. М. Логистика: Учебник для высших и средних специальных учебных заведений [Текст]/ А. М. Гаджинский. - 2-е изд.— М.: Информационно-внедренческий центр "Маркетинг", 1999. — 228 с.
28. Миротин Л.Б., Сергеев В.И. Основы логистики: Учебное пособие [Текст]/ Л.Б. Миротин, В.И. Сергеев // Под ред. Л.Б.Миротина, В.И.Сергеева – Москва: ИНФРА – М, 2000. – 200 с.
29. Общий курс транспорта [Текст]: Учеб. пособ. Специальность 7.100403 «Организация перевозок и управления на транспорте». – Одесса: ОНМУ, 2011.
30. Слободянюк М.Э., Нечаев Г.И. Оценка времени прохождения грузопотока по транспортной сети [Текст]/ М.Э. Слободянюк, Г.И. Нечаев // Вісник СНУ ім.В.Даля, 2013. - № 9 (198) частина 1. – С. 245-247.
31. Пеньшин Н.В. Общий курс транспорта [Текст]: Учеб. пособ./ Н.В. Пеньшин. – Тамбов: изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – 133 с.
32. Логистика 9. Системы доставки и распределения [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.e-reading.me/chapter.php/103758/59/Mishina-Logistika_konspekt_lekcii.html. - Загл. с экрана.
33. Гук В.И., Шкодовский Ю.М. Новая парадигма в теории транспортных потоков и в урбанистике [Текст]/ В.И. Гук, Ю.М. Шкодовский // Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры 2009. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://eprints.kname.edu.ua/31047/1/61.pdf>. - Загл. с экрана.

References

- Gorev A. Je. Osnovy teorii transportnyh sistem [Tekst]: Ucheb. posob. / A. Je. Gorev. - Sankt-Peterburg: SPbGASU. - Spb, 2010. - 214 s.
- Kirillova O.V. Organizacija ta upravlinnja robotuju suden v rolnernij transportno-tehnologichnij sistemi [Tekst]: avtoref. dis. na zdob. nauk. stup. kand.teh.nauk (05.22.01) / Kirillova Olena Viktorivna; ONMU. - Odesa, 2005. - 26 s.
- Slobodjanjuk M.Je. Konceptual'nye osnovy razvitija transportnyh sistem mezhduнародnyh perevozk [Tekst]/ M.Je. Slobodjanjuk // Vesnik VNU im. V.Dalja. - Lugansk, 2011. - № 5 (159) - Ch.2. - S.74-77.
- Transportnaja sistema Ukrainy [Jelektronnyj resurs]: Zakon Ukrainy "O transporte" - Rezhim dostupa: <http://pravoved.in.ua/section-law/218-zuot/2220-razdel-02.html/> - Zagl. s jekrana.
- Voevudskij E.N., Lapkina I.A., Morozova I.V. Sovremennye napravlenija nauchnyh issledovanij problem upravlenija razvitijem transportnyh sistem [Tekst]/ E.N. Voevudskij, I.A. Lapkina, I.V. Morozova // Metodi ta zasobi upravlinnja rozvitkom transportnih sistem: Zb.nauk.prac'. - Odesa: ONMU, 2001. - Vipusk 1. - S.3-18.
- Malindretos G., Hristodoulo-Varotsi I., Postan M.Ja. i dr. Transportnaja logistika i intermodal'nye perevozki [Tekst]: Uchebn. posob. / G. Malindretos, I. Hristodoulo-Varotsi, M.Ja. Postan. - Gunuja, Afiny, Odessa, Il'ichjovsk, 2004. - 67 s.
- Sych E.N. Transportno-proizvodstvennye sistemy: razvitie i funkcionirovanie [Tekst]/ E.N. Sych. - Kiev, 1986. - 166 s.
- Sych E.N. Povyshenie jeffektivnosti funkcionirovanija progressivnyh tehnologicheskijh sistem morskijh perevozk tovarov [Tekst]/ E.N. Sych // Teksty lekcij. - Moskva: CRIA «Morflot», 1982. - 68 s.
- Smrkovskaja V.Ju. Struktura i parametry sistem dostavki tovarov [Tekst]/ V.Ju. Smrkovskaja // Metodi ta zasobi upravlinnja rozvitkom transportnih sistem: Zb.nauk.prac'. - Odesa: ONMU, 2005. - № 10. - S.173-184.
- Shutenko T.M. Metodichni osnovi prektuvannja logistichnoi sistemi dostavki vantazhiv (na prikladi nafti ta naftoproduktiv) [Tekst]. avtoref. dis. na zdob. nauk. stup. kand.teh.nauk (05.22.01) / Tetjanja Mikolaïvna Shutenko. - Odesa, 2005. - 20 s.
- Zabors'kij L.O. Metodichni osnovi organizacij transportno-tehnologichnijh procesiv u sistemah dostavki vantazhiv [Tekst]. Avtoreferat. - Odesa, 2008.
- Sen'ko E.V. Metodologicheskie osnovy formirovanija logisticheskijh sistem [Tekst]/ E.V. Sen'ko // Rozvitok metodiv upravlinnja ta gospodarjuvannja na transporti: Zb.nauk.prac'. - Odesa: ONMU, 2009. - Vipusk 30. - S.192-208.
- Vorkut T.A. Naukovi osnovi upravlinnja logistichnijimi sistemami v proektah rozvitku lancjugiv postachan' [Tekst]. Avtoreferat. - Kïv, 2007.
- Smrkovskaja V.Ju. Metodichni osnovi organizacij sistem dostavki vantazhiv z vikoristannjam zasobiv ukрупnennja [Tekst]. Avtoreferat. - Odesa, 2008.
- Kirillova E.V. Transportno-tehnologicheskije i logicheskie sistemy: diskussionnye voprosy terminologii i istoricheskie aspekty razvitija teorii i praktiki [Tekst] / E.V. Kirillova // Metodi ta zasobi upravlinnja rozvitkom transportnih sistem: Zb.nauk.prac'. - Harkiv: UkrDAZT, 2011. - № 18. - S.134-153.
- Kochetov S.N. Progressivnye transportno-tehnologicheskije sistemy na morskom transport [Tekst] / S.N. Kochetov. - Moskva: Transport, 1981. - 232 s.
- Kirillov Ju.I. Organizacija i upravlenie rabotoj sudov v kontejnernoj transportno-tehnologicheskijh sisteme [Tekst]. Avtoreferat, Odessa. - 2013.
- Kirillova E.V. Transportno-tehnologicheskaja sistema, kak strukturoobrazujushhaja chast' logisticheskijh sistem [Tekst] // E.V. Kirillova // Sbornik nauchnyh trudov Sworld, 2014. - Odessa. - Vypusk №4 (37). - S.44-54.
- Orlovskij P.M. Sistemnyj analiz (osnovnye ponjatija, principy, metodologija): [Tekst]: Ucheb. posob./ P.M. Orlovskij. - K.: IZMN, 1996. - 360 s.
- Starish O.G. Sistemologija [Tekst] // Pidruchnik / O.G. Starish. - Kïv: Centr navchal'noï literaturi, 2005. - 232 s.
- Surmin Ju.P. Teorija sistem i sistemnyj analiz [Tekst]: Ucheb. posob./ Ju.P. Surmin. - K.: MAUP, 2003. - 368 s.
- Bikkenjaev R.F. Sistemnyj podhod k formirovaniju modeli transportnoj sistemy [Tekst] / Nauchnaja biblioteka otkrytogo dostupa «Kiberleninka» / R.F. Bikkenjaev, - 2010.
- Uemov A. I. Sistemnyj podhod i obshhaja teorija sistem [Tekst] / A. I. Uemov. - M., «Mysl'», 1978. - 272 s.
- Shutenko T.N. Analiz sredy funkcionirovanija logisticheskijh sistem [Tekst] / T.N. Shutenko // Visnik Odes'kogo Nacional'nogo Morskogo Universitetu, 2011. - Odessa. - Vipusk 22. - S. 195-203.
- Logisticheskaja sistema i ee osnovnye podsisistemy [Jelektronnyj resurs]. - Rezhim dostupa: <http://logisticstime.com/logisticheskaya-sistema/> logisticheskaya-sistema-i-ee-osnovnye-podsisistemy/ Logistics Time. - Zagl. s jekrana.
- Evtodieva T.E. Metodicheskie aspekty formirovanija logisticheskijh sistem [Tekst] / T.E. Evtodieva // Izvestija Altajskogo gosudarstvennogo universiteta, 2012. - Vypusk №2-1. - S. 281-285.
- Gadzhinskij A. M. Logistika: Uchebnik dlja vysshijh i srednijh special'nyh uchebnyh zavedenij [Tekst] / A. M. Gadzhinskij. - 2-e izd. — M.: Informacionno-vnedrencheskij centr "Marketing", 1999. — 228 s.
- Mirotin L.B., Sergeev V.I. Osnovy logistiki: Uchebnoe posobie [Tekst] / L.B. Mirotin, V.I. Sergeev // Pod red. L.B.Mirotina, V.I.Sergeeva - Moskva: INFRA - M, 2000. - 200 s.
- Obshhij kurs transporta [Tekst]: Ucheb. posob. Special'nost' 7.100403 «Organizacija perevozk i upravlenija na transporte». - Odessa: ONMU, 2011.
- Slobodjanjuk M.Je., Nechaev G.I. Ocenka vremeni prohozhdenija tovaropotoka po transportnoj seti [Tekst] / M.Je. Slobodjanjuk, G.I. Nechaev // Visnik SNU im.V.Dalja, 2013. - № 9 (198) chastina 1. - S. 245-247.
- Pen'shin N.V. Obshhij kurs transporta [Tekst]: Ucheb. posob./ N.V. Pen'shin. - Tambov: izd-vo FGBOU VPO «TGTU», 2012. - 133 s.
- Logistika 9. Sistemy dostavki i raspredelenija [Jelektronnyj resurs]. - Rezhim dostupa: http://www.e-reading.me/chapter.php/103758/59/Mishina_-_Logistika_konspekt_lekcii.html. - Zagl. s jekrana.
- Guk V.I., Shkodovskij Ju.M. Novaja paradigma v teorii transportnyh potokov i v urbanistike [Tekst] / V.I. Guk, Ju.M. Shkodovskij // Har'kovskij gosudarstvennyj tehnikeskij universitet stroitel'stva i arhitektury 2009. [Jelektronnyj resurs]. - Rezhim dostupa: <http://eprints.kname.edu.ua/31047/1/61.pdf>. - Zagl. s jekrana.

Нікульшина А.О. Використання суден обмежених районів плавання в системі транспортування експортно-імпорتنних вантажів водним транспортом.

У статті розглянуто використання «системного підходу» до вивчення транспортних процесів з виділенням наступних систем, що відносяться до транспорту: «транспортної системи», «логістичної системи», «системи доставки», «транспортно-технологічної системи». Досліджено особливості застосування суден обмежених районів плавання до перевезень у складі транспортної системи.

Ключові слова: Системний підхід, транспортна система, логістична система, система доставки, інтегральна парадигма, судна обмежених районів плавання.

Nikulshyna A.A. Usage of short sea vessels in transportation system of export-import cargo by water vehicles.

In this article was considered usage of "systematic approach" with researching to transportation processes, which are allocated next systems that related to transport. There are: "transport systems", "logistics systems", "delivery systems",

"transport-technological systems". Technical component of transport system's structure, that is very difficult, needs concretization. This research is focused on the marine carriages by short sea vessels. For this case were investigated the peculiarities of short sea vessels usage as part of existing transportation system, but it is not included the consideration of place occupied by this kind of vessels in this system. Also was shown the interconnection between system approach and existing paradigms.

Keywords: Systematic approach, transport system, logistics system, delivery system, transport-technological system, integrated paradigm, short sea vessels.

Нікульшина Аліна Олександрівна, магістр, аспірантка кафедри «Системний аналіз і логістика» ОНМУ, e-mail: alina.nikulshyna@mail.ru.

Рецендент: **Чернецкая-Белецкая Н.Б.**, д.т.н, професор

Стаття подана 28.01.2015

УДК 334.012.82:656.611.2

ИНТЕГРАЦИЯ СУДОХОДНОЙ КОМПАНИИ В ЦЕПЯХ ПОСТАВОК

Семенчук Е. Л., Шутенко Т.Н.

INTEGRATION OF THE SHIPPING COMPANY IN THE SUPPLY CHAIN

Semenchuk K.L., Shutenko T.N.

В статье рассматриваются особенности интеграционных процессов судоходной компании в цепях поставок. Уделяется внимание стратегии и организационным мероприятиям по включению судоходной компании в цепь поставок

Ключевые слова: интеграция, цепи поставок, судоходная компания, стратегия

Постановка проблемы. Состояние морской транспортной отрасли Украины предопределяет необходимость взаимодействия современных методологий при разработке и реализации актуальных проблем отрасли. К числу методологий, совместное приложение которых находится в состоянии развития, следует отнести управление цепями поставок и управление проектами.

При этом особое значение имеют организационные действия по включению судоходной компании в вертикально интегрированную структуру цепи поставок.

Анализ последних исследований и публикаций. Исследования, связанные с вопросами взаимодействия компаний, с целью продвижения продукта или услуги конечному потребителю, представлены в работах О. Уильямсона [1], М. Аделмана [2,3], К. Эрроу [4], Р. Базела [5], Р. Блэра [6], К.Р. Харригена [7,8] и других. Однако, особый научный интерес представляют вопросы, связанные с определением стратегии и мероприятий взаимодействия судоходной компании с такими современными формами ведения бизнеса, как цепи поставок.

Целью работы является повышение эффективности интеграционных процессов судоходной компании в цепях поставок.

Основной материал. Процессы интеграции судоходной компании в цепях поставок предусматривают:

- проектирование долгосрочной структуры поставок;
- позиционирование места судоходной компании в нужных цепях поставок с нужными клиентами и поставщиками;

- реинжиниринг цепи поставок для оптимизации продукта или услуги с учетом внешнего и внутреннего ресурсного обеспечения;

- усиление функциональной основы цепи поставок за счет улучшения качества и производительности при складировании и транспортировке.

Базовой методической основой указанных процессов служит стратегический анализ. Целью такого анализа при исследовании цепей поставок является определение аспектов управления цепями поставок; выявление текущих и будущих потребностей бизнеса и формирование решений, отвечающих его требованиям (рис.).

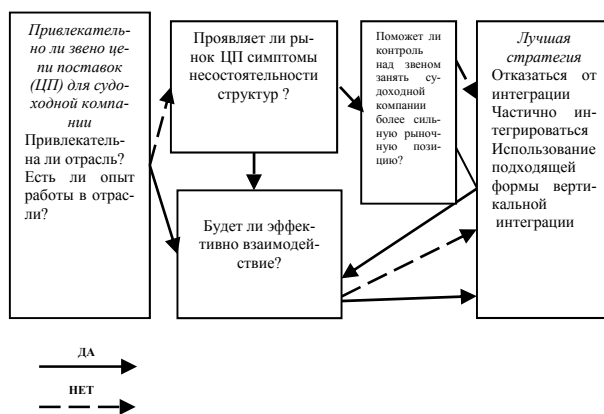


Рис. Схема принятия решений о состоятельности интеграции

Приведем пять ключевых аспектов, которые необходимо учитывать для эффективного взаимодействия судоходной компании в цепях поставок:

1. Стратегия – взаимодействие стратегий развития судоходной компании и иных участников цепи поставок с направлениями развития ключевого бизнеса.

Одним из вариантов стратегического подхода к развитию является интеграция производства, которая реализуется с помощью приобретений, слияния и образования совместных предприятий. Обычно предприятие подталкивают к внешнему росту ре-

зультаты анализа внешней среды: в ней оказываются условия, которые позволяют совмещать сильные стороны предприятия и возможности внешней среды. Выделяются следующие стратегические подходы относительно направлений внешнего роста: горизонтальная, вертикальная интеграция и диверсификация.

Рассмотрим более детально вертикальную интеграцию, поскольку именно такую стратегию целесообразнее использовать в цепях поставок. Вертикальная интеграция обычно включает приобретение компании-партнера, которая поставляет для данной компании сырье или является покупателем ее продуктов и услуг. Вертикальная интеграция предусматривает создание цепи поставок, в которую могут быть включены такие блоки: судостроение, терминал, транспортировка во внутренние районы страны, складирование, распределение, IT услуги и другое. В случае вертикальной интеграции, возникает центральный вопрос: о наиболее эффективном способе организации вертикальной цепи. Компании, как правило, сталкиваются с выбором между производством и покупкой, что соответствует решению задачи «производить или покупать».

Одним из самых ярких примеров вертикальной интеграции является компания Maersk, поскольку она включает береговую, наземную деятельность, и все, что связано с портовыми процессами, транспортировкой, обработкой грузов и IT услугами. Нужно отметить важность IT решений в судоходных компаниях, особенно специализирующая на линейном сервисе, поскольку с помощью IT технологий такие компании решают задачи внутренней логистики и управление контейнерными потоками. Консолидация услуг с созданием цепи поставок привела к созданию так называемых 3PL операторов, которые имеют интегрированные логистические услуги внутри компании. Их конкурентное преимущество - аспект добавленной стоимости в цепи поставок, которая является приоритетной со стороны клиентов.

Сильными сторонами вертикальной интеграции можно считать пять основных факторов. Прежде всего, это снижение расходов в цепи поставок. Транспортные расходы могут быть снижены, если компания связана с рынком или с источником снабжения, а также если они близко расположены. Второй фактор – это распределение рисков, третий, - контроль и охват рынка. При этом будет охвачен не только больший сегмент рынка, но и расширится потребительская сеть. Вертикальная интеграция фокусируется на эффекте масштаба и объема, которые составляют, соответственно, четвертый и пятый факторы. Эффект масштаба – это уменьшение средних расходов при включении дополнительного блока в цепь поставок, увеличивая таким образом количество услуг относительно одного груза. Экономия объема – это уменьшение средних расходов посредством предоставления услуг для разных грузов, а именно - две или больше услуг. Вертикальная инте-

грация предлагает клиенту вариант покупки большего числа услуг от одного поставщика.

Слабые стороны - это проблемы координации и сотрудничества. Значительным недостатком является то, что новый блок, интегрированный в компанию, как правило, относится к другому сектору морской индустрии. Судоходная компания в большей степени сфокусирована на морских перевозках и береговой деятельности, тогда как логистические компании сфокусированы на распределении, складировании и наземной транспортировке грузов. Интегрируясь в логистическую деятельность, судоходные компании вынуждены передавать некоторые аспекты обслуживания грузов на аутсорсинг, так как логистический менеджмент в таких аспектах может оказаться сложнее, чем морской. Будучи вертикально интегрированной, компания, которая входит в цепь поставок, может лишиться корпоративной идентичности, которая приводит к уменьшению гибкости принятия решений в каждом из блоков. Нужно отметить, что вертикально интегрированная компания имеет значительные административные и бюрократические расходы.

При интеграции судоходной компании в цепь поставок проектные менеджеры чаще всего сталкиваются со следующими вопросами: Что необходимо для взаимодействия бизнес-стратегий участников цепи поставок? Какой уровень обслуживания клиентов необходимо обеспечить каждому сегменту цепи поставок? Какие каналы распределения способны наиболее полно использовать возможности компаний и как удовлетворить потребности конечных потребителей?

2. Инфраструктура, а именно: транспортные, коммуникационные, складские и обслуживающие элементы, связанные с дополнительной обработкой товаров, с оказанием торговых, бытовых и административных услуг. Объекты инфраструктуры цепи поставок можно разбить на три основные группы. К первой группе следует отнести объекты местного значения, чаще всего называемые распределительными центрами, на территории которых концентрируются мощности для оказания определенного вида услуг, связанных с управлением товарными потоками отдельных фирм и их сетевых объединений. Вторая группа объектов (региональные логистические центры) осуществляет более полный комплекс услуг на территории с хорошо развитой транспортной инфраструктурой и созданной информационной системой. Таким образом, создаются условия для более эффективного управления входящими и исходящими потоками продукции различного вида на национальном и региональном рынке. Третья группа объектов – это международные логистические центры, которые представляют собой сконцентрированные на относительно большой территории комплексные инфраструктурные сооружения, построенные в непосредственной близости к важным объектам транспортной инфраструктуры - портам,

аэропортам, железнодорожным узлам, интермодальным терминалам.

Главные вопросы, касающиеся инфраструктуры, следующие: Как должны физически координировать распределительная сеть цепи поставок и судоходная компания? Возможно ли рационализировать существующую инфраструктуру цепи? Возможно ли использовать контрактное производство или третью сторону логистических возможностей? Какие мероприятия следует передать на аутсорсинг?

3. Процесс - стремление реализовать интеграцию всех основных процессов.

Как известно, организационные способы процесса интеграции выделяют два основных ее вида - вертикальную и горизонтальную.

В качестве форм вертикальной интеграции выступают:

1) **консолидация** - включение интегрируемой компании в основную структуру в качестве подразделения либо дочернего предприятия или филиала (слияние или образование совместных предприятий). Консолидированной называется компания, осуществляющая самостоятельное производство более 50 % продукции;

2) **группировка** - создание из интегрируемых предприятий и основной структуры группы, связанной либо *взаимными отношениями собственности* (обмен акциями), либо *взаимными управленческими связями* (включение в состав совета директоров одного предприятия представителей другого), либо *предоставлением различных услуг* (разработка технологии, социально-бытовое обеспечение, информационно-рекламное обслуживание и т.д.);

3) **франчайзинг** - предоставление интегрируемой компании права пользования торговой маркой, ноу-хау, материально-техническими ресурсами, принадлежащими интегратору;

4) **целевая пролонгация** - достижение интеграции за счет целенаправленного и сознательного продления срока договоров о поставке (порой в ущерб рыночной конъюнктуре) с целью формирования долговременных устойчивых интеграционных связей.

При этом рассматриваются следующие вопросы: Какие процессы цепи поставок являются основными в бизнесе? Как улучшить ключевые процессы за счет улучшения вспомогательных процессов?

4. Организация - обеспечение сплоченности, координации и интеграции всей цепи поставок. Факторами организационной эффективности рассматриваемых интеграционных процессов могут являться:

1. Ускорение оборачиваемости средств, потребность в кредитах для пополнения оборотных средств судоходной компании.

2. Преодоление кризисов сбыта продукции и услуг (по технологической цепи), достигаемое на базе использования трансфертных цен, снижения добавочной стоимости услуг при транспортировке.

3. Нарастание прибыли в связи с увеличением объемов производства.

4. Оптимизация инвестиционной программы, состоящая прежде всего в последовательной концентрации ресурсов на приоритетных проектах пополнения флота и в расстановке акцентов с учетом потребностей цепей поставок. В начале реализуются менее капиталоемкие, но быстро окупаемые проекты, зачастую связанные с тайм-чартерным оперированием. Полученные средства позволяют приступить к проектам более капиталоемким и длительным; консолидация инвестиционных возможностей позволяет скорее приступить к масштабным проектам и снижает потребность в привлеченных средствах.

5. Углубление производственной кооперации и специализации производителей продукции, обеспечивающее достижение эффекта роста масштаба производства, что помогает уйти от необходимости создания новых накопительно-распределительных мощностей.

Вопросы для обсуждения включают в себя: Какой уровень функциональной интеграции необходим для эффективного управления основными процессами? Как можно использовать навыки и возможности судоходной компании?

5. Технологии, которые предоставляют цепи поставок, возможность работать на новом уровне производительности и создания конкурентных преимуществ.

Одним из принципов эффективного взаимодействия всех звеньев транспортной цепи является готовность партнеров к кооперации на основе понимания своей роли в цепи поставок. Возможность применения передовых технологий грузоперевозочного процесса обусловлена уровнем развития транспортной инфраструктуры, которую можно разделить на два основных элемента - терминалы и транспортные пути.

При смешанных отдельных грузоперевозках, как правило, наибольшее внимание уделяется развитию инфраструктуры перевозчиков. В цепи поставок первостепенное внимание отводится терминалам, поскольку эффективность такой системы и сама возможность ее функционирования (из-за различной мощности грузопотоков и скорости доставки) зависит от наличия места в транспортной системе и функций терминалов, обеспечивающих обработку материальных потоков. Комплексное развитие транспортной инфраструктуры базируется на стандартизации комплектов грузов (таре), транспортных средств, погрузочно-разгрузочных машин и механизмов.

Проблемные вопросы: Какой уровень технологических ресурсов судоходной компании необходим цепи поставок? Какие перспективы открывает технологический прогресс при организации транспортировки? Каковы временные резервы принятия решений по внедрению современных технологий?

Вывод. Таким образом, в процессе интеграции судоходной компании в цепи поставок важную роль играет ее роль в сокращении добавленной стоимости. Если такое возможно, то даже небольшое улучшение может привести к значительному увеличению доходности всей цепи. Сегодня, более чем когда-либо, руководители цепей поставок испытывают конкурентное давление и стремятся разработать оптимальные варианты цепей поставок. Современные решения в цепи поставок требуют эффективной организации и способности решать ее стратегические и операционные задачи.

Л и т е р а т у р а

1. Уильямсон О.И. Вертикальная интеграция производства: соображения по поводу неудач рынка // теория фирмы: сборник. Спб. - 1995. - с.33 - 35.
2. Adelman, M. Concept and statistical measurement of vertical integration // Business Concentration and Price Policy. Princeton: Princeton University Press, 1955.
3. Adelman, M. Integration and the antitrust laws // Harvard Law Review. 1949. V. 63. N 1. p. 27-7.
4. Arrow, K. J. Vertical Integration and Communications // The Bell Journal of Economics. 1975. - p. 173-183.
5. Barzel, Y. Measurement Cost and the Organization of Markets // Journal of Law and Economics. V. 25. N. 1. P. 27 - 48.
6. Blair, R. Uncertainty and the incentive for vertical integration / R. Blair, D. L. Kaserman // Southern Economic Journal. 1978. - p. 266-272.
7. Harrigan, K. R. Formulating Vertical integration strategies // The Academy of Management Review. 1984. - p. 638 - 652.
8. Harrigan, K. R. Vertical Integration and corporate strategy // The Academy of Management Journal. 1985. - p. 397—425.
9. Sotiris Zigiariis. Supply chain management. - Athens: BPR HELLAS SA. 2000. - 27 p.
10. Christopher Martin. Logistics and Supply Chain Management: Strategies for Reducing Cost and Improving Service. - London: Pitman Publishing. 1998. - 294 p.
11. Robert B. Handfield, Ernest L. Jr. Nichols. Introduction to Supply Chain Management, 1998. - 192 p.

R e f e r e n c e s

1. O. Williamson The vertical integration of production: considerations about market failures // theory of the firm: a collection. Spb. - 1995. - s.33-35.
2. Adelman, M. Concept and statistical measurement of vertical integration // Business Concentration and Price Policy. Princeton: Princeton University Press, 1955.
3. Adelman, M. Integration and the antitrust laws // Harvard Law Review. 1949. V. 63. N 1. p. 27-7.

4. Arrow, K. J. Vertical Integration and Communications // The Bell Journal of Economics. 1975.- p. 173-183.
5. Barzel, Y. Measurement Cost and the Organization of Markets // Journal of Law and Economics. V. 25. N. 1. P. 27 - 48.
6. Blair, R. Uncertainty and the incentive for vertical integration / R. Blair, D. L. Kaserman // Southern Economic Journal. 1978. - p. 266-272.
7. Harrigan, K. R. Formulating Vertical integration strategies // The Academy of Management Review. 1984. - p. 638 - 652.
8. Harrigan, K. R. Vertical Integration and corporate strategy // The Academy of Management Journal. 1985. - p. 397—425.
9. Sotiris Zigiariis. Supply chain management. - Athens: BPR HELLAS SA. 2000. - 27 p.
10. Christopher Martin. Logistics and Supply Chain Management: Strategies for Reducing Cost and Improving Service. - London: Pitman Publishing. 1998. - 294 p.
11. Robert B. Handfield, Ernest L. Jr. Nichols. Introduction to Supply Chain Management, 1998. - 192 p.

Семенчук К.Л., Шутенко Т.М. Інтеграція судноплавної компанії в ланцюги постачань.

У статті розглядаються особливості інтеграційних процесів судноплавної компанії в ланцюгах постачань. Пріоритетом уваги стратегії і організаційним заходам щодо включення судноплавної компанії в ланцюг постачань.

Ключові слова: інтеграція, ланцюги постачань, судноплавна компанія, стратегія

Semenchuk K.L., Shutenko T.N. Integration of the shipping company in the supply chain

In the article considered the features of the integration processes of the shipping company in the supply chain. Attention is given to strategy and organization arrangements for the implementation of the shipping company in the supply chain.

Keywords: integration, supply chain, shipping company, strategy

Семенчук Катерина Леонидовна - к.т.н., доцент кафедри системного аналізу і логістики Одеського національного морського університету, e-mail: katarix@ukr.net

Шутенко Татьяна Николаевна - к.т.н., доцент кафедри системного аналізу і логістики Одеського національного морського університету, e-mail: tnshutenko@mail.ru

Рецензент: **Осенин Ю.И.**, д.т.н., професор

Стаття подана 27.01.2015

УДК 656.223.2

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТУВАННЯ ВАНТАЖІВ У КОНТЕЙНЕРАХ З ВИКОРИСТАННЯМ МОДЕЛІ МАРКОВСЬКИХ ПРОЦЕСІВ

Мироненко В.К., Алексійчук Н.М., Родкевич О.Г.

AN INCREASE OF EFFICIENCY OF TRANSPORTING OF LOADS IN CONTAINERS WITH THE USE OF MODEL OF MARKOVSKI KH PROCESSES

Myronenko V.K., Aleksiichuk N.M., Rodkevych O.H.

В статті розглянуті проблеми застосування економіко-математичних моделей процесів технологічного забезпечення системи контейнерних перевезень. Описано задачу оптимізації розподілу ресурсів підприємства контейнерних перевезень, який би забезпечив досягнення максимального (мінімального) значення певної цільової функції. Описано практичне застосування математичної моделі марковського процесу, яка формалізує технологічне забезпечення контейнерних перевезень. Наведені результати застосування моделі довели, що збільшення тривалості навантаженого рейсу приводить і до збільшення ймовірності перебування у навантаженому стані і, відповідно, зменшення ймовірностей перебування у порожньому рейсі і в запасі.

Ключові слова: контейнерні термінали, система контейнерних перевезень, контейнер, рухомий склад, модель марковських процесів, оператор перевезення, вантажний рейс вагона.

Вступ. Перехід до нових принципів роботи підрозділів ДП «УДЦТС «Ліски», як оператора контейнерних терміналів, контейнерів та рухомого складу, заснованих на плануванні раціонального переміщення завантажених і порожніх контейнерів, вантажних вагонів і використання інфраструктури, з метою виконання зобов'язань щодо своєчасної доставки контейнерів та інших вантажів, змушує шукати відповідні теоретичні підходи до оцінки ефективності використання рухомого складу.

Постановка проблеми. Будь-яка система контейнерних перевезень нормально функціонує при синхронному матеріальному та інформаційному потоках. При розгляданні таких систем, представляємо переходи системи S_i із стану в стан як такі, що здійснилися під впливом деяких потоків подій. При цьому значення ймовірностей переходу отриманні від зміни інтенсивності λ_{ij} відповідних потоків подій, як тільки здійсниться перша подія у потоці λ_{ij} система зі стану S_i перейде в стан S_j .

Проблема невизначеності, недостовірності інформації про хід технологічних процесів, які відбуваються в системі контейнерних перевезень, ускладнює оцінку «вартості» перебування системи в кожному із станів S_i , переходи в які здійснюються під впливом деяких потоків подій.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Значний внесок у вирішення теоретичних та практичних проблем технологічного забезпечення контейнерних перевезень у роботах [2-5] зробили такі науковці та фахівці, як Є. С. Альошинський, П. В. Бех, О. І. Кічка, А. М. Котенко, П. С. Шилаєв та ін. Слід відмітити, що в цих роботах не приділена увага формалізації задачі підвищення ефективності транспортування вантажів у контейнерах з використанням моделі марковських процесів.

Мета статті. В роботі формалізовано задачу підвищення ефективності транспортування вантажів у контейнерах з використанням моделі марковських процесів, формалізовано критерій оптимальності та обмежень моделі організації перевезень контейнерів.

Результати дослідження. В системі експлуатації спеціалізованих платформ для перевезення контейнерів між контейнерними терміналами, рухомий склад може перебувати у наступних станах: S_1 – навантажений рейс, S_2 – порожній рейс, S_3 – простій в очікуванні наступного навантаження (запас або оперативний резерв), S_4 – знаходження в ремонті. Оскільки тривалість періоду між деповськими ремонтами стала і значно більша за час обороту рухомого складу, розглядаємо систему роботи спеціалізованих платформ тільки в період між ремонтами [1].

Маючи розмічений граф станів, можна знайти всі ймовірності станів $P_i(t)$ як функції часу. Для

цього складемо систему рівнянь балансу інтенсивностей потоків подій для ймовірностей станів [1].

$$\left. \begin{aligned} \lambda_{12}P_1 &= \mu_{21}P_2 + \mu_{31}P_3 \\ \mu_{21}P_2 + \lambda_{23}P_2 &= \lambda_{12}P_1 \\ \mu_{31}P_3 &= \lambda_{23}P_2 \\ P_1 + P_2 + P_3 &= 1 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

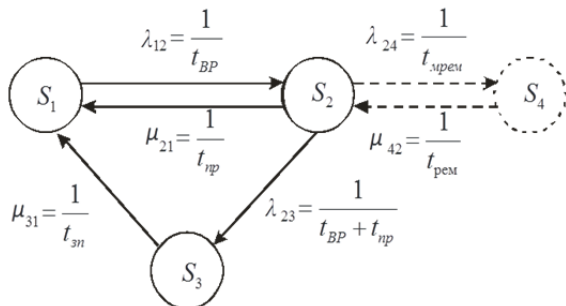


Рис. 1. Граф технологічного процесу (стану) рухомого складу при організації перевезень:

- – показує напрямок переходу зі стану в стан;
 S_1 – навантажений рейс,
 S_2 – порожній рейс,
 S_3 – простій в очікуванні наступного навантаження,
 S_4 – знаходження в ремонті

З системи рівнянь (1) виразимо відповідні невідомі і отримаємо [1]:

$$\left. \begin{aligned} P_2 &= \frac{\lambda_{12}P_1}{\mu_{21} + \lambda_{23}} \\ P_1 &= \frac{\mu_{21}P_2 + \mu_{31}P_3}{\lambda_{12}} \\ P_3 &= \frac{\lambda_{23}P_2}{\mu_{31}} \\ P_1 + P_2 + P_3 &= 1 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Ця система рівнянь дозволяє оцінити ймовірність перебування системи у кожному стані. Зрозуміло, що найбільш бажаним є стан S_1 , а також S_2 , якщо вагон є власним і слідує в порожньому рейсі під наступне навантаження, при чому за порожній пробіг теж стягується провізна плата. Втім, зрозуміло, що один стан не можливий без існування іншого. Стан перебування вагона (контейнера) в запасі S_3 об'єктивно зумовлений коливаннями попиту і пропозиції, тому для безперебійної роботи підприємства обов'язком повинен бути резерв (оперативний запас) рухомого складу.

В [1] приводиться визначення перемінних λ_{ij} , μ_{ij} через залежність від часу знаходження у навантаженому (t_{BP}), порожньому рейсі вагонів (контейнерів) (t_{np}) та знаходження вагона (контейнера) у запасі (t_{zn}), обігу вагона (контейнера) (θ), кількості транспортних засобів, що перебувають на балансі

підприємства (n_p), що перебувають у ремонті ($n_{рем}$), середньодобове навантаження вагонів (контейнерів) ($u_{доб}$).

При перевезенні власних контейнерів власними платформами оптимізаційна задача, сформульована вище, передбачає формулювання оптимізаційної функції, яка у загальному вигляді

$$F = e_1P_1x_1 + e_2P_2x_2 + e_3P_3x_3 \Rightarrow \max \quad (3)$$

В цільовій функції величини P_1 , P_2 , P_3 – це ймовірності станів системи описаних вище, а e_1 , e_2 , e_3 – це оцінки «вартості» перебування системи в кожному із станів, x_1 – кількість вагонів у завантаженому рейсі, x_2 – кількість вагонів у порожньому рейсі, x_3 – кількість вагонів у запасі, що враховує коливання попиту на перевезення.

Наприклад, вартість перебування вагона у навантаженому рейсі e_1 визначається різницею отриманого від перевезення доходу (вагонної та контейнерної складової) і пов'язаних з перевезенням витрат на утримання рухомого складу та накладних витрат.

Вартість перебування вагона у порожньому рейсі може давати дохід, покриваючи собівартість утримання вагону, якщо цю вартість компенсує вантажовідправник. Перебування вагона в запасі не приносить жодних доходів і супроводжується певними витратами, пов'язаними як з утриманням вагону, так і використанням зайнятої інфраструктури для відстою рухомого складу. Саме якість технологічного забезпечення істотно впливає на економічні результати перевезень.

Зрозуміло, що в процесі перевезення найбільший прибуток оператору перевезення (перевізнику) приносить стан перебування транспортних засобів (вагонів, контейнерів) у вантажному рейсі, ймовірність якого дорівнює P_1 , тому підвищення цього значення потягне за собою і більший прибуток. Резерв для покращення існує в різниці між теоретичними значеннями перебування рухомого складу як в запасі, так і в порожньому стані. Для оптимізації моделі необхідно змінити основні значення перемінних λ_{ij} , μ_{ij} , що мають на неї вплив.

Очевидно, що обмеженням моделі є не підвищення частками усіх трьох категорій вагонів (з урахуванням тих, що знаходяться в ремонтах) загального робочого парку вагонів. Це виражається співвідношенням (4): або

$$x_1 + x_2 \leq (1 - \gamma_{рем})(n_p - x_3) \quad (4)$$

де $\gamma_{рем}$ – частка вагонів у всіх видах ремонту ($0 < \gamma_{рем} < 1$).

Кількість вагонів, задіяних у вантажному рейсі

X_1 визначається:

$$x_1 \geq u_{\text{доб}} t_{BP} \quad (5)$$

Кількість вагонів, задіяних у порожньому рейсі

X_1 визначається:

$$x_2 \geq u_{\text{доб}} t_{\text{пор}} \quad (5)$$

де $u_{\text{доб}}$ - середньодобове вивантаження вагонів (контейнерів).

$$x_3 = n_p (1 - \gamma_{\text{рем}}) - x_1 - x_2 \quad (6)$$

Висновок. Очевидно, що при зміні експлуатаційних умов використання рухомого складу і технологічного забезпечення перевезень змінюються також фінальні ймовірності станів системи, які повинні бути орієнтирами для встановлення технічних норм експлуатаційної роботи підприємства, похідних від параметрів t_{BP} , t_{np} , t_{zn} та ін. У такий спосіб можна нормувати і середньодобові пробіги транспортних засобів, їх продуктивність. При цьому остаточне технологічне рішення при забезпеченні контейнерних перевезень повинно все ж таки ґрунтуватися на максимумі цільової функції (3).

Література

1. Алексійчук Н. М. Удосконалення технологічного забезпечення контейнерних перевезень з використанням резервів провізних спроможностей залізничного транспорту. [Текст] / Н.М. Алексійчук // Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня к.т.н. – 2013.
2. Альошинський Є. С. Оптимізація процесу виконання митних операцій на припортових пунктах переробки міжнародних контейнерних вантажів [Текст] / Є. С. Альошинський // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2008. – № 3. – С. 3 – 7.
3. Бех П. В. Удосконалення системи контейнерних перевезень на залізницях України: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.22.20 / Бех Петро Вікторович; ДНУЗТ ім. ак. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2006. – 20 с.
4. Кічка О. І. Формалізація процесу взаємодії видів транспорту в морському контейнерному терміналі / О. І. Кічка, Ю. І. Гришина // Вісник СХУ ім. В. Даля. – 2011. – № 5 (159). – С. 150 – 154.
5. Котенко А. М. Удосконалення технології перевезення вантажів в універсальних контейнерах [Текст] / А. М. Котенко, П. С. Шилаєв, В. І. Шевченко // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2007. – № 6/5 (30). – С. 12 – 17.

References

1. Aleksiiuchuk N. M. Udoshkonalennia tekhnolohichnoho zabezpechennia konteinernykh perevezen z vykorystanniam rezerviv proviznykh spromozhnosti zaliznychnoho transportu. [Tekst] / N.M. Aleksiiuchuk

//Avtoreferat dysertatsii na zdobuttia naukovoho stupenia k.t.n. – 2013

2. Alosynskyi Ie. S. Optymizatsiia protsesu vykonannia mytnykh operatsii na prypotovyykh punktakh pererobky mizhnarodnykh konteinernykh vantazhiv [Tekst] / Ie. S. Alosynskyi // Informatsiino-keruiuchi systemy na zaliznychnomu transporti. – 2008. – № 3. – С. 3 – 7.
3. Bekh P. V. Udoshkonalennia systemy konteinernykh perevezen na zaliznytsiakh Ukrainy: avtoref. dys. kand. tekhn. nauk: 05.22.20 / Bekh Petro Viktorovich; DNUZT im. ak. V. Lazariana. – Dnipropetrovsk, 2006. – 20 s.
4. Kichkina O. I. Formalizatsiia protsesu vzaiemodii vydiv transportu v morskomu konteinerному terminali/ O. I. Kichkina, Iu. I. Hryshyna // Visnyk SNU im. V. Dalia. – 2011. – № 5 (159). – С. 150 – 154.
5. Kotenko A. M. Udoshkonalennia tekhnolohii perevezenia vantazhiv v universalnykh konteinerakh [Tekst] / A. M. Kotenko, P. S. Shylaiev, V. I. Shevchenko // Skhidno-Levropеiskyi zhurnal передovyykh tekhnolohii. – 2007. – № 6/5 (30). – С. 12 – 17.

Мироненко В.К., Алексійчук Н.М., Родкевич О.Г. Повышение эффективности транспортировки грузов в контейнерах с использованием модели марковских процессов

В статье рассмотрены проблемы применения экономико-математических моделей процессов технологического обеспечения системы контейнерных перевозок. Описано задачу оптимизации распределения ресурсов предприятия контейнерных перевозок, который бы обеспечил достижение максимального (минимального) значения определенной целевой функции. Описано практическое применение математической модели марковского процесса, которая формализует технологическое обеспечение контейнерных перевозок. Полученные результаты применения модели доказали, что увеличение продолжительности груженого рейса приводит к увеличению нахождения в груженом рейсе и, соответственно, уменьшению вероятности нахождения в порожнем рейсе и в запасе.

Ключевые слова. Контейнерный терминал, система контейнерных перевозок, контейнер, подвижной состав, модель марковских процессов, оператор перевозки, груженный рейс вагона.

Myronenko V.K., Aleksiiuchuk N.M., Rodkevych O.H. An increase of efficiency of transporting of loads is in containers with the use of model of markovskikh processes

The articles considers the problem of application of economic mathematical models of technological providing of the system of container traffics. The task of optimization of allocation of container traffic enterprise resources is described, that would provide achievement of maximal (minimum) value of a certain objective function. Practical application of markovian process mathematical model which formalizes the technological providing of container traffics is described. The obtained results of model application proved that increase of loaded trip duration leads to the increase of probability of stay in the loaded state and, accordingly, diminishing of probabilities of stay in an empty trip and in a reserve stay.

Key words. container terminals, system of container traffics, container, rolling stock, model of markovian processes, operator of transportation, loaded trip of wagon.

Мироненко Віктор Кімович – д.т.н., професор, завідувач кафедри «Управління процесами перевезень» Державного економіко-технологічного університету транспорту, viktor.myronenko@yandex.ua.

Алексійчук Надія Миколаївна – к.т.н., головний фахівець Департаменту комерційної роботи Укрзалізниці, alexej4uk@i.ua.

Родкевич Оксана Григорівна – к.т.н., доцент кафедри «Управління процесами перевезень» Державного економіко-технологічного університету транспорту, detut1@ukr.net.

Рецензент: *Марченко Д.М.*, д.т.н., професор

Стаття подана 25.01.2015

УДК 622.278

ОПТИМІЗАЦІЯ ВАГОВИХ НОРМ ПОТЯГІВ ДЛЯ ПІДПРИЄМСТВ ПРОМИСЛОВОГО ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Кузьменко С.В., Кейс В.А., Литвищенко І.Б.

WEIGHT NORMS OPTIMIZATION OF TRAINS FOR THE ENTERPRISES OF INDUSTRIAL RAILWAY TRANSPORT

Kuzmenko S., Kejs V., Lytvyschenko I.

Аналіз технологічного процесу підприємств промислового залізничного транспорту, тягових характеристик локомотивів, економічних складових перевізного процесу дозволив визначити оптимальну вагову норму потягів, яка забезпечує мінімальні економічні витрати.

Ключові слова: тяговий розрахунок, вагова норма, тягова характеристика, опір руху, локомотив, вагон, потяг, витрати

Постановка проблеми. Управління роботою будь-якого підприємства в сучасних умовах має бути спрямоване на мінімізацію виробничих витрат, забезпечення привабливих умов роботи для клієнтів і тому подібне. Підприємства промислового залізничного транспорту (ППЗТ) не є виключенням в цьому ряду. Досить тяжкі цінові умови, Укрзалізниця, що накладаються, за використання вагонів, висока вартість паливно-мастильних матеріалів, велика зношеність тягового рухомого складу, конкуренція з боку автомобільного транспорту призводять до необхідності перегляду методики управління підприємством.

Найбільш просте рішення в ситуації, що склалася, яке повсюдно використовується на ППЗТ, - перекладання відповідальності на клієнтів підприємства за використання вагонів Укрзалізниці. Ця пасивна позиція ППЗТ призводить до збільшення простою вагонів і, відповідно, збільшення часу обороту вагонів, додаткових фінансових витрат клієнтів зважаючи на вже вказані чинники.

Аналіз останніх досліджень. Методологія виробництва тягових розрахунків [1] ґрунтується на максимізації продуктивності локомотиву [2], визначуваною як:

$$W_a = \frac{\sum Q L}{M}, \text{ т-км} \quad (1)$$

де Q - маса вагонів потягів брутто, т;

L - відстань пробігу потягів, км;

M - експлуатований парк локомотивів, шт.

Використання основних залежностей правил тягових розрахунків дозволяє отримати наступне:

$$W_a = \frac{N_a L}{3,6 (W_0 + i_e) g} - PL, \text{ т-км} \quad (2)$$

де N_a - потужність локомотиву, Вт.

W_0 - питомий опір руху потягу, кгс/т;

i_e - еквівалентний ухил ділянки шляху, ‰.

P - маса локомотиву, т;

L - довжина ділянки звернення потягів, км.

Аналіз (2) дозволяє зробити наступні висновки:

- для підвищення продуктивності локомотивів необхідно підвищувати масу потягу за рахунок відповідного зниження швидкості, а не навпаки;

- максимальна продуктивність заданого локомотиву на прийнятому профілі шляху може бути отримана при використанні максимально можливої (розрахункової) сили тяги локомотиву, яка забезпечує і найбільшу масу потягу.

Такий методологічний підхід повсюдно реалізований для магістрального і промислового залізничного транспорту.

Використання в тягових розрахунках економічних складових, дозволило отримати [3] наступну залежність оптимальної ваги потягу:

$$Q = \sqrt{\frac{2PL(W_0 + i_e)10^{-3}e_{en} + \left(\frac{2L}{V} + \sum t_{cm}\right)e_{sz}}{(C_m + C_n)m_{e_{sz}}}}, \text{ т} \quad (3)$$

де e_{en} - витратна ставка енергетичних витрат на 1 т-км механічної роботи локомотиву, грн./т-км;

e_{sz} - приведена вартість 1 локомотиво-години, грн.;

e_{sz} - приведена вартість 1 вагоно-години, грн.;

C_m, C_n - коефіцієнт, що характеризує накопичення вагонів на магістральній і промисловій станції, відповідно;

V - швидкість руху потягу, км/год;

$\sum t_{cm}$ - сумарний час стоянки на станціях, год;

Γ_c - добовий вантажообіг, нетто, т.

m - кількість вагону в потягу, шт.

Постановка завдання. Представлені залежності не враховують великого числа чинників, які що регламентує цінову політику при взаєминах між наступними суб'єктами: «Укрзалізниця ↔ ППЗТ ↔ Клієнт», а саме:

- в залежностях (1,2) не враховані технологічні і економічні особливості роботи промислового залізничного транспорту;

- залежність (3) введена відносно Q в неявній формі, оскільки $V=f(Q)$ і, відповідно, $W_0=f(Q)$;

- залежність (3) не адаптована до діючої на справжній момент законодавчої бази.

Відповідно до цього необхідно провести детальніший аналіз транспортного обслуговування промисловими підприємствами залізничного транспорту.

Обґрунтування наукових результатів. Витрати, пов'язані з перевезенням вантажів на промислового залізничному транспорті можна умовно розділити на три категорії, а саме:

- витрати, пов'язані з використанням вагонів Укрзалізниці;

- витрати на перевезення вантажу;

- витрати за використання технічних засобів і роботу персоналу ППЗТ (рухомий склад, шлях, заробітна плата і тому подібне).

Таким чином, на підставі виділених пунктів витрат виробимо аналітичні викладення для визначення сукупних витрат перевізного процесу.

1. Витрати, пов'язані з використанням вагонів.

1.1. Приймально-здавальні і технологічні операції на станційних шляхах

$$Z_{cm}^e = (t_{nz}^e + t_{mex}^e) n_{ваз} n_{cm} c_{вз},$$

де t_{nz}^e - час, що витрачається на приймально-здавальні операції по станції для потягу, год;

$n_{ваз}$ - кількість вагонів в складі, шт.;

t_{mex}^e - час, пов'язаний з технологічними операціями по станції (приготування маршруту, відкриття світлофора і тому подібне);

n_{cm} - кількість станцій, по яких проходить потяг, шт.

1.2. Рух по перегону

$$Z_{пер}^e = \left(\frac{1}{\bar{v}_{под}} + \frac{1}{\bar{v}_{выв}} \right) L n_{ваз} c_{вч},$$

де $\bar{v}_{под}$ - середня швидкість руху потягу при подачі вагонів до промислової станції, км/год;

$\bar{v}_{выв}$ - середня швидкість руху потягу при вивезенні вагонів з промислової станції, км/ч;

L - довжина ділянки шляху між станцією примикання залізниці і промисловою станцією, км.

1.3. Вантаження вагонів

$$Z_{вант}^e = t_{вант}^e n_{ваз} c_{вз},$$

де $t_{вант}^e$ - середній час вантаження вагону, ч.

1.4. Маневрова робота на промисловій станції

$$Z_{ман}^e = t_{ман}^e n_{ваз} c_{вч},$$

де $t_{ман}^e$ - середній час маневрової роботи для вагону, ч.

Сумарний час, який вагони знаходяться на під'їзних шляхах ППЗТ, визначається як:

$$t_{\Sigma}^e = (t_{nc}^e n_{cm} + t_{пор}^e + t_{ман}^e) n_{ваз} + t_{mex}^e n_{cm} + L \left(\frac{1}{\bar{v}_{под}} + \frac{1}{\bar{v}_{выв}} \right),$$

Слід зазначити, що на підставі [4] вартість плати за використання вантажних вагонів Укрзалізниці можна представити як

$$c_{вч} = at_{\Sigma}^e + b,$$

де коефіцієнти рівняння визначаються таким чином:

$$\begin{cases} a = 0,74; b = 0,05 & \text{при } 0 < t_{\Sigma}^e \leq 4 \text{ год;} \\ a = 1,3; b = -2,2 & \text{при } 4 < t_{\Sigma}^e \leq 24 \text{ год;} \\ a = 3,5; b = -55 & \text{при } 24 < t_{\Sigma}^e \leq 36 \text{ год;} \\ a = 10; b = -289 & \text{при } 36 < t_{\Sigma}^e \leq 40 \text{ год;} \\ a = 16; b = -529 & \text{при } 40 < t_{\Sigma}^e \text{ год;} \end{cases}$$

Таким чином, сукупні витрати по п. 1 за використання вантажних вагонів Укрзалізниці складуть:

$$Z^e = (at_{\Sigma}^e + b) \left\{ \left(t_{nc}^e n_{cm} + t_{пор}^e + t_{ман}^e \right) n_{ваз} + t_{mex}^e n_{cm} + \left(\frac{1}{\bar{v}_{под}} + \frac{1}{\bar{v}_{выв}} \right) L n_{ваз} \right\}. \quad (4)$$

2. Витрати, пов'язані з перевезенням вантажу у разі подачі і вивезенні навантажених вагонів

$$Z^n = 2 L n_{ваз} m_{нт}^e c_{тк}, \quad (5)$$

де $m_{нт}^e$ - маса вагону нетто, т;

$c_{тк}$ - вартість перевезення тонно-кілометра вантажу, грн.

3. Витрати, пов'язані з експлуатацією локомотивів.

3.1. Стоянка на станціях при здійсненні приймально-здавальних операцій

$$Z_{ст}^n = (t_{nc}^e n_{ваз} + t_{мех}^e) n_{ст} n_{л} c_{л},$$

де $n_{л}$ - кількість локомотивів, що знаходяться в експлуатації, шт.

3.2. Рух по перегону

$$3_{пер}^n = \left(\frac{1}{\bar{v}_{под}} + \frac{1}{\bar{v}_{выб}} \right) L n_{л.к.}$$

3.3. Маневрова робота на промисловій станції

$$3_{ман}^n = t_{ман}^e n_{ваз} n_{л.к.},$$

Таким чином, сукупні витрати пов'язані з експлуатацією локомотивів складуть:

$$3^n = \left[(t_{нс}^e n_{ваз} + t_{мех}) n_{ст} + \left(\frac{1}{\bar{v}_{под}} + \frac{1}{\bar{v}_{выб}} \right) L + t_{ман}^e n_{ваз} \right] n_{л.к.} \quad (6)$$

Як було відмічено раніше, швидкість руху потягу $v=f(Q)$, тому є необхідним визначити цю аналітичну залежність. На підставі [1], можна записати, що сила опору руху потягу складе:

$$F_c = P (w'_0 + i_e) + Q (w''_0 + i_e), \quad (7)$$

де w'_0 , w''_0 - основний питомий опір руху локомотиву і вагону, кгс/т.

Якщо представити основний питомий опір руху локомотиву і вагону в наступному виді

$$w'_0 = a' + b'v + c'v^2; \quad w''_0 = a'' + b''v + c''v^2,$$

те залежність (7) після перетворень:

$$F_c = (Pc' + Qc'')v^2 + (Pb' + Qb'')v + P(a' + i_e) + Q(a'' + i_e) \quad (8)$$

Оскільки для сталих режимів потягу сила опору руху дорівнює дотичній силі тяги локомотиву, то з метою аналітичного рішення поставленої задачі слід провести апроксимацію тягових характеристик локомотивів, яка в загальному функція може бути описана наступним рівнянням:

$$F_k = k/v. \quad (9)$$

Спільне рішення (8) і (9) дозволяє отримати наступне рівняння:

$$(Pc' + Qc'')v^3 + (Pb' + Qb'')v^2 + [P(a' + i_e) + Q(a'' + i_e)]v - k = 0 \quad (10)$$

Розкладемо ліву частину рівняння (10) в ряд Тейлора, обмежившись першими двома членами ряду, використовуючи лінеаризацію в околиці точки швидкості тривалого режиму тепловоза v_p :

$$[P(a' + i_e) + Q(a'' + i_e)](v - v_p) - k = 0. \quad (11)$$

Рішенням (11) є наступна залежність:

$$v = v_p + \frac{k}{P(a' + i_e) + n_{ваз} m_{бр}^e (a'' + i_e)}$$

де $m_{бр}^e$ - маса вагону брутто, т.

Якщо прийняти, що $A' = P(a' + i_e)$ і

$A'' = m_{бр}^e (a'' + i_e)$, то

$$v = \frac{v_p (A' + n_{ваз} A'') + k}{A' + n_{ваз} A''}. \quad (12)$$

Слід зазначити, у своїй більшості промислові підприємства розташовуються на різних відмітках висот відносно станції примикання залізниці. Відповідно до цього, одна з середніх швидкостей руху потягу або при подачі $\bar{v}_{под}$, або при вивезенні $\bar{v}_{выб}$ вагонів (при русі з верхньої відмітки на нижню) визначатиметься технічним станом шляху, обмеженнями швидкості руху і тому подібне, що в залежностях (4) і (6) не буде пов'язано з масою потягу.

Підприємства вугільної промисловості Донбасу розташовуються по відмітках висот нижче, ніж станції примикання у зв'язку з цим вважатимемо $\bar{v}_{под}$ не залежними від маси потягу.

Оскільки сукупні витрати перевізного процесу визначаються як:

$$3 = 3^e + 3^n + 3^a,$$

те їх мінімум по кількості вагонів визначатиметься на підставі наступного рівняння:

$$\frac{d3}{dn_{ваз}} = \frac{d3^e}{dn_{ваз}} + \frac{d3^n}{dn_{ваз}} + \frac{d3^a}{dn_{ваз}} = 0. \quad (13)$$

З урахуванням виразів (4, 5, 6, 12) отримаємо:

$$\begin{aligned} \frac{d3}{dn_{ваз}} = & \left\{ \frac{t_{нс}^e n_{ст} + t_{ваз}^e + t_{ман}^e}{\left(\frac{1}{\bar{v}_{под}} + \frac{A' + n_{ваз} A''}{v_p (A' + n_{ваз} A'') + k} \right) L} - \right. \\ & \left. - \left[\frac{v_p A'' (A' + n_{ваз} A'')}{[v_p (A' + n_{ваз} A'') + k]^2} - \frac{A'' [v_p (A' + n_{ваз} A'') + k]}{[v_p (A' + n_{ваз} A'') + k]^2} \right] L n_{ваз} \right\} \times \\ & \times (at_{\Sigma}^e + b) + 2Lm_{нт}^e c_{мк} + \\ & + \left\{ \frac{t_{нс}^e + t_{ман}^e}{\left(\frac{v_p A'' (A' + n_{ваз} A'')}{[v_p (A' + n_{ваз} A'') + k]^2} - \frac{A'' [v_p (A' + n_{ваз} A'') + k]}{[v_p (A' + n_{ваз} A'') + k]^2} \right) L} \right\} n_{л.к.} = 0 \end{aligned} \quad (14)$$

Таким чином, при рішенні (14), оптимальна вагова норма потягу :

$$Q^{opt} = m_{гр}^e \times \left\{ \frac{k}{A''v_p} + A'v_p - \left[kL \left[\frac{(k + A'v_p)(at_{\Sigma}^e + b) -}{n_{л}c_{л2}A''v_p} \right]^{1/2} \right. \right. \\ \left. \left. \times \left[\frac{(at_{\Sigma}^e + b)(2L + v_p t^e) +}{v_p (2Lm_{гр}^e c_{тк} + n_{л}c_{л2}t^a)} \right]^{-1/2} \right] \right\}, \quad (15)$$

де $t^e = t_{нс}^e n_{ст} + t_{вант}^e + t_{ман}^e$ - сумарний час знаходження вагонів на станціях, ч;

$t^a = t_{нс}^a n_{ст} + t_{ман}^a$ - сумарний час знаходження локомотиву на станціях, ч;

Висновки. В результаті досліджень визначені технологічні операції подачі і прибирання вагонів від промислових підприємств на підставі яких виведені аналітичні залежності витрат перевізного процесу, а також вираження для визначення швидкості руху потягу від маси складу. На їх основі отримана залежність оптимальної ваги потягу, яка мінімізує витрати перевізного процесу.

Л і т е р а т у р а

1. Правила тяговых расчетов для поездной работы. ВНИИЖТ МПС. – М.: Транспорт, 1985. – 287 с.
2. Бабичков А.М. Тяга поездов и тяговые расчеты / А.М. Бабичков, П.А. Гурский, А.П. Новиков. – М.: Транспорт, 1971. – 280 с.
3. Баландюк Г.С., Балч В.И. Новое в технологии работы железнодорожного транспорта промышленных предприятий. М.: Изд-во МИИТа. – 1975. – 128 с.
4. Наказ Міністерства транспорту і зв'язку України від 26.03.2009 р. №317.

R e f e r e n c e s

1. Pravila tyagovyih raschetov dlya poezdnoy raboty. VNIIZhT MPS. – M.: Transport, 1985. – 287 s.
2. Babichkov A.M. Tyaga poezdov i tyagovyye raschety / A.M. Babichkov, P.A. Gurskiy, A.P. Novikov. – M.: Transport, 1971. – 280 s.
3. Balandyuk G.S., Balch V.I. Novoe v tehnologii raboty zheleznodorozhnogo transporta promyshlennyih predpriyatiy. M.: Izd-vo MIITa. – 1975. – 128 s.
4. Nakaz Ministerstva transportu i zv'yazku Ukrainy vid 26.03.2009 r. №317.

Кузьменко С.В., Кейс В.А., Литвищенко И.Б. Оптимизация весовых норм поездов для предприятий промышленного железнодорожного транспорта

Современный подход к определению весовых норм поездов основывается на максимизации производительности локомотива, что предполагает увеличение веса поезда при уменьшении скорости движения. Данная методика была разработана во второй половине XX века и не может учитывать современные экономические тенденции. Анализ технологического процесса предприятий промышленного железнодорожного транспорта, тяговых характеристик локомотивов, экономических составляющих перевозочного процесса позволил определить оптимальную весовую норму поездов, которая обеспечивает минимальные экономические затраты.

Ключевые слова: тяговый расчет, весовая норма, тяговая характеристика, сопротивление движению, локомотив, вагон, поезд, затраты.

Kuzmenko S.V., Kejs V., Lytvyschenko I. Optimization of gravimetric norms of trains for the enterprises of industrial railway transport

The modern approach to the determination of weighted norms of trains is based on maximizing the performance of the locomotive, which implies an increase in the weight of the train with decreasing speed. This methodology was developed in the second half of the twentieth century and can not take into account the current economic trends. The analyzes the process of industrial enterprises of railway transport, locomotive traction characteristics, the economic component of the transportation process allowed us to determine the optimal weight normal trains, which provides the minimum economic costs.

Keywords: hauling calculation, gravimetric norm, hauling description, resistance to motion, locomotive, train,.

Кузьменко С.В. – к.т.н., доцент кафедры транспортных систем ЧНУ ім. В. Даля.

Кейс В.А. – магістрант кафедри транспортних систем ЧНУ ім. В. Даля.

Литвищенко І.Б. – магістрант кафедри транспортних систем ЧНУ ім. В. Даля.

Рецензент: **Чернецька-Білецька Н.Б.**, д.т.н., проф.

Стаття подана 22.01.2015

УДК 666.974.

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ БЕТОНА ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА ЕГО ПРОЧНОСТЬ И УДАРНУЮ СТОЙКОСТЬ

Драпалюк М. В., Пилипенко В. Н.

INFLUENCE OF STRUCTURALLY-MECHANICAL HETEROGENEITY CONCRETE TRANSPORT STRUCTURES ITS DURABILITY AND SHOCK RESISTANCE

Drapaluk M., Pylypenko V.

В статье приведено теоретическое обоснование влияния структурно-механической неоднородности бетона транспортных сооружений на его прочность. Определены пути оптимизации структуры бетона с целью повышения трещиностойкости, ударной стойкости и долговечности. Показано, что использование бетонов на смешанных крупных и мелких заполнителях, а также комбинированных бетонов, в качестве вяжущих в которых используются портландцемент с минеральными добавками, шлакопортландцемент, пуццолановый и другие виды смешанных цементов позволяет максимально снизить дефектность бетона.

Ключевые слова: структурно-механическая неоднородность бетона, оптимизация структуры, дефектность, цементная матрица, кристаллы.

Постановка проблемы. В настоящее время считается общепризнанным определяющее влияние структуры бетона на его физико-механические свойства. Особенностью структуры бетона является ее высокая неоднородность, определяемая тремя факторами: пористостью цементной матрицы, значительным различием составляющих бетона по упругим и прочностным характеристикам, дефектностью структуры бетона на всех ее уровнях [1].

В зависимости от размеров в цементной матрице бетона выделяют три группы пор: поры геля, капиллярные поры и макропоры. Поры геля имеют диаметр $(15...30)10^{-7}$ м и составляют (по Пауэрсу) около 28% объема матрицы.

Капиллярная пористость характеризуется диаметром пор $10^{-7}...10^{-5}$ м, количество которых в цементной матрице составляет 10...40%. Меньшее значение пористости соответствует цементной матрице бетона нормального твердения в возрасте 28 сут при В/Ц около 0,2, большее значение - при В/Ц около 0,8. В этом интервале В/Ц прочность при сжатии цементной матрицы бетона изменяется в пределах одного порядка: приблизительно от 100 до 15 МПа [2].

Макропоры в цементной матрице - это поры с размерами до 10^{-3} м. Несмотря на незначительное содержание в цементной матрице и бетоне макропор (до нескольких процентов).

Таким образом, цементная матрица - носитель прочности бетона - содержит поры различных размеров, которые существенно снижают прочностные свойства бетона [2].

Значительное различие цементной матрицы и заполнителей бетона по прочностным и упругим характеристикам определяется тем обстоятельством, что плотные заполнители тяжелого бетона, в т.ч. кварцевый песок, не обладают идеальной совместимостью с традиционной цементной матрицей, имеющей модуль упругости $(8...20)10^3$ МПа, в силу своей высокой жесткости (модуль упругости до 10^5 МПа), приводящей к значительным усадочным напряжениям при твердении [3].

Дефектность структуры бетона складывается из дефектности цементной матрицы, определяемой размерностью кристаллов и контактов в кристаллогидратном сростке, микротрещинами термомеханической и усадочной природы, а также несовершенством контактного слоя между цементной матрицей и заполнителем.

Кристаллогидратный сросток представляет собой хаотически ориентированную, много раз статически неопределимую структуру, состоящую из неравнопрочных и разноразмерных кристаллов, сросшихся в местах контактов, в которой уже на стадии гидратационного структурообразования возможны деструктивные процессы, обусловленные усадочными напряжениями. Это подтверждают случаи саморазрушения образцов на напрягающих цементах. Возникающие внутренние напряжения снижают предельную растяжимость цементной матрицы бетона и приводят к образованию трещин при меньших уровнях и меньшем количестве циклов переменного нагружения бетона.

Слабость контактного слоя определяется седиментационными процессами в свежееуложенном бетоне и развитием в нем усадочных трещин при твердении. Сначала в результате внутреннего водоотделения вода скапливается под зернами заполнителя, в результате чего образуются пустоты, частично или полностью заполненные водой. В процессе твердения бетона дефектность контактного слоя усиливается за счет возникновения усадочных напряжений и, как следствие этого, образования и развития трещин усадочной природы, локализованных, в основном, на границах раздела фаз с различными жесткостями [4].

Цель исследований заключается в определении возможности описания механизма разрушения и оценки прочности кристаллизационного сростка применительно к структуре модифицированной цементной матрицы бетона.

Я.И. Френкель [5] при исследовании механизма разрушения кристаллических тел отмечал, что развитие и рост трещин могут эффективно тормозиться присутствующими в материале мелкими порами, а также включениями с меньшей прочностью или модулем упругости. Следовательно, кроме зон с пониженной прочностью, эффективным тормозом на пути растущей трещины могут стать зоны с повышенной вязкостью, имеющие модуль упругости значительно меньше модуля упругости основного материала. Кроме высоких вязко-пластических свойств, указанные зоны должны обладать также высокой адгезией к основному материалу.

Впервые теоретическое обоснование принципа «слабой поверхности» (впоследствии названного «демпфирующим элементом») применительно к бетону дано П.Г. Комоховым [6]. Механизм торможения процессов разрушения бетона определяется присутствием в нем «слабых» упруго-вязких и слоистых включений, снижающих локальные напряжения и гасящих энергию роста трещин. К подобным слоистым включениям относятся гидросиликаты и гидроксид кальция, а также добавки полимеров и вспученного вермикулита, названные «демпфирующими». Кроме того, вязкими катализаторами хрупкого разрушения бетона являются замкнутые воздушные поры, которые, с одной стороны, снижают эффективное сечение материала, с другой - способны перераспределить локальные напряжения в бетоне среди его компонентов с различной упругостью.

Отличительными признаками демпфирующих добавок являются их пониженные жесткостные характеристики, определяемые высокой пористостью материала. Введение в бетон таких добавок, снижающих концентрацию напряжений на границе раздела фаз с различными упругими характеристиками, существенно уменьшает размах колебаний и пределы изменений максимальной и минимальной деформации и напряжений в процессе разрушения бетона.

По П.Г. Комохову [6], механизм действия демпфирующих добавок состоит в том, что на пути растущей трещины возникает энергетический гаситель в виде микровключения. Такое включение не способно отдавать полученную энергию, затраченную на его деформирование. Тем самым уменьшается энергия роста трещины и релаксируют напряжения в ее вершине. Наличие в структуре бетона упруго-вязких включений - низко модульных добавок демпфирующего действия как релаксаторов внутренних напряжений и энергетических гасителей трещин - обеспечивает повышение прочности, трещиностойкости и морозостойкости бетона.

Последовательность разрушения кристаллогидратного сростка как отдельной микроячейки цементной матрицы при действии динамических нагрузок представляется следующей:

- в первом цикле нагружения происходит разрушение наиболее малопрочных элементов кристаллизационного сростка (наиболее крупных и малопрочных кристаллов, а нагрузка, которую несли разрушившиеся элементы, перераспределяется на наиболее прочные сохранившиеся;

- при последующих циклах нагружения происходит постепенный выход из строя более прочных элементов из числа сохранившихся в каждом предшествующем цикле. Причем, частичные разрушения микроячеек будут иметь место в каждом цикле нагружения, поскольку на более прочные сохранившиеся элементы будет действовать и большая величина нагрузки;

- полное разрушение микроячейки при некотором критическом числе циклов нагружения, т.е. выход и строя всех, в том числе наиболее прочных ее элементов, способных нести нагрузку. Следует отметить, что при этом не происходит окончательного разрушения материала в целом, так как отдельные микроячейки также различаются по прочности.

Интегральное накопление повреждений как отдельных микроячеек цементной матрицы со стабилизацией разрушения и перераспределением усилий на оставшиеся ячейки имеет место лишь до определенного момента, после которого наступает полное разрушение материала.

Таким образом, повышение общей прочности кристаллогидратного сростка и длительности этапа его предразрушения в процессе многократного нагружения возможно двумя путями:

- обеспечением формирования на этапе твердения структуры с развитыми прочными контактами и повышенной дисперсностью кристаллов, что технологически осуществимо путем оптимизации режима твердения бетона и изделий на его основе;

- снижением самой величины внутренних давления и соответственно - внутренних напряжений в структуре материала. Этому может способствовать введение в структуру цементной матрицы и бетона маложестких компонентов демпфирующего действия.

Характерно, что для бетонов с высоким насыщением маложесткими компонентами прочность контактной зоны довольно велика, а начальные дефекты контактной зоны практически отсутствуют. Поэтому по мнению [7] основную роль в процессе разрушения такого бетона играют начальные трещины в песчано-цементной матрице и в крупном заполнителе. Дальнейшее развитие начальных трещин будет проходить по-разному. Как известно, трещины имеют тенденцию легко проникать из более жесткого материала в менее жесткий, а обратное явление затруднено. Поэтому трещины, развивающиеся в менее жестком материале, будут остановлены на границе с матрицей и не сыграют решающей роли в разрушении бетона. Наоборот, трещины, развивающиеся в более жесткой матрице, будут сравнительно легко проникать в заполнитель, т.е. они будут играть основную роль в разрушении бетона. Отсюда, если жесткость (модуль упругости) включения будет больше или равна жесткости цементной матрицы, то начальные трещины будут развиваться по цементной матрице, поскольку включение в этом случае воспринимает часть внешней нагрузки. В случае, когда модуль упругости включения будет меньше, чем у цементной матрицы, рост трещин будет происходить в направлении слабонапряженной области, т.е. в направлении маложесткого включения. И чем «слабее» включение, тем интенсивнее протекает этот процесс.

В попытках теоретического подхода к описанию механизма демпфирования хрупких пористых материалов (типа цементного камня и бетона) чрезвычайно трудно учесть влияние всей гаммы структурных факторов. Такими факторами являются: наличие или отсутствие в твердой непоризованной фазе пористого материала начальных остроконечных дефектов типа трещин (будем в последующем в этом смысле различать дефектный и бездефектный по твердой фазе пористые материалы), интегральная пористость, функция распределения пор по размерам, абсолютный размер пор по отношению к размеру трещин и объемное насыщение таких трещин, степень неупорядоченности распределения пор в объеме, а также анизотропность пор.

В связи с этим целесообразен ступенчатый, поэтапный подход к решению задачи о возможности торможения и гашения роста трещин в бетоне. Ее можно разложить на следующие частные задачи:

- о торможении трещин (демпфировании) и связанном с ним изменении прочности бездефектного пористого материала с малой пористостью - бетона (при отсутствии взаимного влияния пор);
- о демпфировании и изменении прочности бездефектного пористого материала с высоким уровнем пористости при регулярном и неупорядоченном расположении однородных и разноразмерных пор;
- о демпфировании и изменении прочности дефектного пористого материала с малой и большой

пористостью при малом и большом (по отношению к дефектам) размере пор;

- о демпфировании и изменении прочности дефектного пористого материала с большой пористостью при наличии пор широкого по размерам спектра при неупорядоченном расположении пор.

Перечень задач составлен таким образом, что каждая последующая осложняется по отношению к предыдущей на один структурный фактор, влияние которого сравнительно несложно наложить на предыдущий результат.

Поэтапная схема позволяет обойти распространенный вероятностный подход к решению задачи и осуществить детерминистический подход к описанию механизма демпфирования и разрушения, учитывающий локальные разрушения в отдельных микрообъемах материала, предшествующие окончательному разрушению образца.

Подытожить сказанное можно словами А.А. Гвоздева [8], который отметил, что «неоднородность бетона, порождая возникновение микротрещин, задерживает их перерождение в опасные макротрещины, а наличие концентраторов напряжений в самой структуре материала делает его малочувствительным как к внешним концентраторам, так и ко вновь возникшим внутренним».

Выводы. Суммируя известные результаты исследований связи структуры и прочности бетона, можно определить следующие пути оптимизации его структуры с целью повышения трещиностойкости, ударной стойкости и долговечности.

1. Снижение жесткости заполнителей бетона за счет использования плотных заполнителей средней жесткости (типа известнякового щебня) и легких заполнителей (шлаковой пемзы, керамзита). Однако указанные бетоны могут иметь пониженную по сравнению с тяжелыми бетонами на плотных и прочных заполнителях прочность при сжатии.

2. Снижение концентрации плотных заполнителей за счет раздвижки зерен крупного заполнителя цементно-песчаным раствором и мелкого – цементным камнем.

3. Повышение прочности сцепления заполнителя с цементным камнем за счет повышения чистоты и шероховатости поверхности плотных заполнителей, а также применения пористых заполнителей.

4. Использование бетонов на смешанных крупных и мелких заполнителях, а также комбинированных бетонов, в качестве вяжущих в которых используются портландцемент с минеральными добавками, шлакопортландцемент, пуццолановый и другие виды смешанных цементов.

Наиболее оптимально последнее предложение, являющееся фактически комбинацией первых трех приемов. Его реализация позволяет одновременно устранить отмеченные недостатки и максимально снизить дефектность бетона.

Л и т е р а т у р а

1. Ахвердов И.Н. Основы физики бетона. / Ахвердов И.Н. - М.: Стройиздат, 1981. - 464 с.
2. Гусев Б.В. Вибрационная технология бетона / Б.В. Гусев, В.Г. Зазимко. - К: Будівельник, 1991. - 163 с.
3. Соломатов В.И. Интенсивная технология бетонов / Соломатов В.И., Тахиров М.К., Тахер Шах Мд. - М.: Стройиздат, 1989. - 264 с.
4. Derucher K.M. Composite materials: Testing and Design. / Derucher K.M. - New Orleans - Philadelphia, 1989. - 697 p.
5. Френкель Я.И. Статическая физика. / Френкель Я.И. - М. - Л.: Изд. АН СССР, 1968. - 760 с.
6. Комохов П.Г. Технологические свойства бетонной смеси с пластификатором Л-1 / Комохов П.Г., Сычев М.М., Курашев М.И. Современная технология производства работ в строительстве. Материалы семинара. - Л. - 1983. - С. 33-37.
7. Пискунов Ю.А. Механизм разрушения бетона при ударе / Пискунов Ю.А. // Изв. вузов. Строительство и архитектура. - 1989. - № 5. - С. 68-71.
8. Гвоздев А.А. Прочность, структурные изменения и деформации бетона / А.А. Гвоздев // НИИЖБ Госстроя СССР. - М.: Стройиздат, 1987. - 299 с.

R e f e r e n c e s

1. Ahverdiv I.N. Osnovy fiziki betona. / Ahverdiv I.N. - M.: Stroyizdat, 1981. - 464 s.
2. Gusev B.V. Vibratsionnaya tehnologiya betona / B.V. Gusev, V.G. Zazimko. - K: Budivelnik, 1991. - 163 s.
3. Solomatom V.I. Intensivnaya tehnologiya betonov / Solomatom V.I., Tahirov M.K., Taher Shah Md. - M.: Stroyizdat, 1989. - 264 s.
4. Derucher K.M. Composite materials: Testing and Design. / Derucher K.M. - New Orleans - Philadelphia, 1989. - 697 p.
5. Frenkel Ya.I. Staticheskaya fizika. / Frenkel Ya.I. - M. - L.: Izd. AN SSSR, 1968. - 760 s.
6. Komohov P.G. Tehnologicheskie svoystva betonnoy smesi s plastifikatorom L-1 / Komohov P.G., Sychev M.M., Kurashev M.I. Sovremennaya tehnologiya proizvodstva rabot v stroitelstve. Materialy seminar. - L. - 1983. - S. 33-37.
7. Piskunov Yu.A. Mehanizm razrusheniya betona pri udare / Piskunov Yu.A. // Izv. vuzov. Stroitelstvo i arhitektura. - 1989. - № 5. - S. 68-71.
8. Gvozdev A.A. Prochnost, strukturnye izmeneniya i deformatsii betona / A.A. Gvozdev // NIIZhB Gosstroya SSSR. - M.: Stroyizdat, 1987. - 299 s.

М. В. Драпалюк, В. М. Пилипенко Вплив структурно-механічної неоднорідності бетону на його міцність та ударну стійкість

В статті наведено теоретичне обґрунтування впливу структурно-механічної неоднорідності бетону на його міцність. Визначено шляхи оптимізації структури бетону з метою підвищення тріщиностійкості, ударної стійкості та довговічності. Показано, що використання бетонів на змішаних великих та дрібних заповнювачах, а також комбінованих бетонів у яких використовується портландцемент із мінеральними добавками, шлакопортландцемент, пуццолановий та інші види змішаних цементів дозволяє максимально знизити дефектність бетону.

Ключові слова: структурно-механічна неоднорідність бетону, оптимізація структури, дефектність, цементна матриця, кристали.

M. Drapaluk, V. Pylypenko Influence of structurally-mechanical heterogeneity concrete transport structures its durability and shock resistance

The theoretical substantiation of influence of structurally-mechanical heterogeneity of concrete on its durability is resulted. Ways of optimization of structure of concrete for the purpose of increase fracture, shock firmness and durability are defined. It is shown that use of concrete on the mixed large and small fillers, and also the combined concrete, as knitting in which are used cement with mineral additives, and other kinds of the mixed cements allows to lower deficiency of concrete as much as possible.

Keywords: structurally-mechanical heterogeneity of concrete, structure optimization, deficiency, a cement matrix, crystals.

Драпалюк М. В. - кандидат технических наук, доцент кафедры транспортных систем ВНУ им. В.Даля, м. Северодонецк, Украина.

Пилипенко В.Н. - кандидат технических наук, доцент кафедры подъемно-транспортной техники ВНУ им. В.Даля, м. Северодонецк, Украина.

Рецензент **Осенин Ю.И.** д.т.н., профессор

Статья подана 20.01.2015 г.

УДК 656.142

ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ДОВЖИНИ МІЖ ПІШОХІДНИМИ ПЕРЕХОДАМИ

Єрмак О.М.

TO DETERMINE THE OPTIMAL LENGTH BETWEEN CROSSWALK

Iermak O.

В статті розглядається питання визначення оптимальної довжини між пішохідними переходами. Наведені основні методи розміщення пішохідних переходів. Запропоновано науковий підхід щодо визначення оптимальної довжини між пішохідними переходами, що враховує загальні витрати на переміщення транспортних та пішохідних потоків. Отримано математичну модель оптимальної довжини між пішохідними переходами.

Ключові слова: пішохідний перехід, оптимальна довжина, пішохідний потік, сукупні витрати.

Вступ. Як показує світовий досвід, рівень автомобілізації буде зростати в міру зростання економічного потенціалу країни. Це означає, що будуть ускладнюватися всі проблеми, пов'язані з автомобілізацією (екологія, аварійність, транспортні затримки і т. д.). Разом з тим явно, що розвиток ВДМ буде відставати від темпів автомобілізації, і це спричинить за собою подальше підвищення щільності транспортних потоків, особливо в містах. У цьому зв'язку вирішальне значення матиме продумана і обгрунтована для конкретних умов організація транспортних і пішохідних потоків, що дозволяє певною мірою ліквідувати негативні наслідки автомобілізації. Для того, щоб одержати якісні показники руху транспортного та пішохідного потоків, необхідно правильно обрати той набір характеристик, що є найбільш важливим для подальшого дослідження особливостей руху транспорту й пішоходів на перетинах міських вулиць (пішохідних переходах).

Постановка проблеми. В умовах розвинутого громадського пасажирського транспорту і високого рівня рухливості збільшується ймовірність контактів між пішоходами і транспортом.

Тому конфлікти між пішоходами та транспортом, це найпоширеніші і небезпечні транспортні конфлікти в місті.

Отже для ефективного планування транспортних вузлів на вулично-дорожній мережі міст, крім вивчення та моделювання потоків транспортних засобів, необхідно приділяти належну увагу і пішохід-

ним потокам, а саме місцям їх перетину (пішохідним переходам).

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Основний акцент розглянутих робіт [1-6] щодо розміщення пішохідних переходів робиться на розділенні транспортних та пішохідних потоків у часі та просторі. Це може бути:

1) перетинання в одному рівні, як то:

- нерегульоване перетинання із перевагою пішоходів;
 - регульоване перетинання із почерговим проїздом транспортних засобів та переходом пішоходів;
 - регульоване перетинання із одночасним проїздом транспортних засобів та переходом пішоходів;
- 2) перетинання в різних рівнях, із облаштуванням підземних та надземних пішохідних переходів.

При цьому основними посиланнями на такі розміщення є різні нормативні документи, зокрема Державні будівельні норми [7-8].

В ДБН В. 2.3-5-2001 "Споруди транспорту. Вулиці та дороги населених пунктів" [8] визначено, що пішохідні переходи на одному рівні з проїзною частиною, при новому будівництві, влаштовуються через вулиці (дороги) на відстані один від іншого не менше, м:

- 1) магістральні вулиці (дороги) загальноміського значення з регульованим рухом – 300;
- 2) магістральні вулиці районного значення – 250;
- 3) вулиці і дороги місцевого значення:
 - житлові вулиці – 150;
 - дороги промислових і комунально-складських зон – 200.

Натомість пішохідні переходи в різних рівнях зі сходами і пандусами слід розміщувати з інтервалом:

- 300-600 м – на магістральних вулицях і дорогах безперервного руху (у промислових і комунально-складських зонах відстань може досягати 800 м);

– 400-800 м – на лініях швидкісного трамвая і залізниць.

Враховуючи проаналізовані матеріали можли- во акцентувати увагу на поєднанні всіх аспектів ро- зміщення пішохідних переходів.

Мета статті. В роботі наведено науковий під- хід щодо визначення оптимальної довжини між пі- шохідними переходами, що враховує загальні ви- трати на переміщення транспортних та пішохідних потоків.

Результати досліджень. Оптимальною дов- жиною між пішохідними переходами $L(x)_{niu}$ на по- точній довжині ВДМ є та довжина, що забезпечує мінімум сукупних витрат суспільства, пов'язаних з перетином пішохідних та транспортних потоків ву- лично-дорожньої мережі:

$$Q_{обц} = \sum_{i=1}^k Q_i \rightarrow \min, \quad (1)$$

де Q_i – i -ті витрати суспільства, пов'язані з роботою пішохідних переходів ВДМ, грн./год · км.

Загальні витрати суспільства, пов'язані з перетином пішохідних переходів ВДМ, будуть складатися з витрат, пов'язаних з:

- підходи до пішохідного переходу, Q_1 ;
- відхід від пішохідного переходу, Q_2 ;
- переходом через пішохідний перехід, Q_3 ;
- утриманням пішохідного переходу, Q_4 ;
- рухом транспортних засобів на одиницю довжини, Q_5 ;
- викидом шкідливих речовин у відпрацьованих газах автомобілів, Q_6 .

Витрати, пов'язані з підходом людей до пішо- хідного переходу, визначаються так:

$$Q_1 = \frac{L(x)_{niu} \cdot k_{nn} \cdot k_{pm} \cdot k_{en}}{2 \cdot V_{niu}} \cdot C_n \cdot F(x)_{nid}, \quad (2)$$

де k_{nn}, k_{pm}, k_{en} – коефіцієнти непрямої лінійності підходу, рельєфу місцевості, та вибору пішохідного потоку відповідно;

V_{niu} – швидкість руху пішоходів, км/год.;

C_n – вартість пішого руху, грн./год.;

$F(x)_{nid}$ – підхід, до пішого переходу, чол./год · км.

Витрати, пов'язані з відходом людей від пішо- хідного переходу, визначаються так:

$$Q_2 = \frac{L(x)_{niu} \cdot k_{nn} \cdot k_{pm} \cdot k_{en}}{2 \cdot V_{niu}} \cdot C_n \cdot F(x)_{eid}, \quad (3)$$

де $F(x)_{eid}$ – відхід, від пішого переходу, чол./год · км.

Витрати, пов'язані з переходом людей через пішохідний перехід, визначається так:

$$Q_3 = \frac{t_{nep}}{L(x)_{niu}} \Rightarrow \frac{l_{nep}}{V_{niu}} \cdot C_n \cdot (F(x)_{nid} + F(x)_{eid}), \quad (4)$$

де l_{nep} – довжина пішохідного переходу, м.

Витрати, пов'язані з утриманням пішохідного переходу, визначається за залежністю:

$$Q_4 = \frac{C_{ymp}}{L(x)_{niu}}, \quad (5)$$

де C_{ymp} – витрати на утримання пішохідного пере- ходу, грн./год.

Витрати, пов'язані з рухом транспортних засо- бів на одиницю довжини, визначається за залежніс- тю:

$$Q_5 = N_{mn} \cdot t_3 \cdot C_{mn} / L(x)_{niu}, \quad (6)$$

де N_{mn} – інтенсивність транспортного потоку, од./год.;

t_3 – час затримки транспортних засобів, год.;

C_{mn} – вартість руху транспортного потоку, грн./год.

Витрати, пов'язані з викидом шкідливих речо- вин у відпрацьованих газах автомобілів, визначають- ся із залежності:

$$Q_6 = N_{mn} \cdot t_3 \cdot (N / C_z) / L(x)_{niu}, \quad (7)$$

де N – кількість викидів, кг/год;

C_z – вартість впливу шкідливих речовин у від- працьованих газах автомобілів, грн./кг.

Таким чином, загальні витрати будуть стано- вити:

$$Q_{заг} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6. \quad (8)$$

Або з урахуванням формул (2) - (7) маємо:

$$Q_{\text{заг}} = \frac{L(x)_{\text{ни}} \cdot k_{\text{ни}} \cdot k_{\text{рм}} \cdot k_{\text{ен}} \cdot C_n \cdot F(x)_{\text{нид}}}{2 \cdot V_{\text{ни}} +} + \frac{L(x)_{\text{ни}} \cdot k_{\text{ни}} \cdot k_{\text{рм}} \cdot k_{\text{ен}} \cdot C_n \cdot F(x)_{\text{вид}}}{2 \cdot V_{\text{ни}}} + \frac{l_{\text{пер}} \cdot C_n \cdot (F(x)_{\text{нид}} + F(x)_{\text{вид}})}{V_{\text{ни}}} + \frac{C_{\text{ymp}}}{L(x)_{\text{ни}}} + \frac{N_{\text{mn}} \cdot t_3 \cdot C_{\text{mn}}}{L(x)_{\text{ни}}} + \frac{N_{\text{mn}} \cdot t_3 \cdot N \cdot C_e}{L(x)_{\text{ни}}} \quad (9)$$

Оптимальна довжина між пішохідними переходами $L(x)_{\text{ни}}$, що забезпечує мінімум сукупних витрат суспільства, визначається з умови:

$$\frac{dQ_{\text{заг}}}{dL(x)_{\text{ни}}} = 0. \quad (10)$$

Тоді маємо диференціальне рівняння:

$$\frac{dQ_{\text{заг}}}{dL(x)_{\text{ни}}} = \frac{k_{\text{ни}} \cdot k_{\text{рм}} \cdot k_{\text{ен}} \cdot C_n \cdot F(x)_{\text{нид}}}{2 \cdot V_{\text{ни}}} + \frac{k_{\text{ни}} \cdot k_{\text{рм}} \cdot k_{\text{ен}} \cdot C_n \cdot F(x)_{\text{вид}}}{2 \cdot V_{\text{ни}}} + 0 - \frac{C_{\text{ymp}}}{L(x)_{\text{ни}}^2} - \frac{N_{\text{mn}} \cdot t_3 \cdot C_{\text{mn}}}{L(x)_{\text{ни}}^2} - \frac{N_{\text{mn}} \cdot t_3 \cdot N \cdot C_e}{L(x)_{\text{ни}}^2} = 0; \quad (11)$$

Звідки отримуємо формулу оптимальної довжини між пішохідними переходами $L(x)_{\text{ни}}$

$$L(x)_{\text{ни}} = \sqrt{\frac{V_{\text{ни}} \cdot (C_{\text{ymp}} + N_{\text{mn}} \cdot t_3 \cdot C_{\text{mn}} + N_{\text{mn}} \cdot t_3 \cdot N \cdot C_e)}{k_{\text{ни}} \cdot k_{\text{рм}} \cdot k_{\text{ен}} \cdot C_n \cdot F(x)_{\text{нид}}}} \quad (12)$$

Залежність (12) є складною та багатфакторною, в результаті чого завдання оптимізації довжини між пішохідними переходами $L(x)_{\text{ни}}$ не може вирішуватися ізольовано без врахування інших факторів.

Висновки. Наведені дослідження дозволяють зробити висновок, що на оптимальну довжину між пішохідними переходами прямо пропорційно впливають швидкість руху пішохода, витрати на утримання пішохідного переходу, інтенсивність транспортного потоку, час затримки транспортних засобів, вартість руху транспортного потоку, кількість викидів, вартість впливу шкідливих речовин у відпрацьованих газах автомобілів, обернено пропорційно – вартість пішого руху, підхід та відхід до та від пішохідного переходу.

Проведені дослідження дозволяють виявити закономірності впливу величини пішохідного та

транспортних потоків на оптимальну довжину між пішохідними потоками.

Литература

1. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения [Текст] / В.Ф. Бабков. – М.: Транспорт, 1993. – 271 с.
2. Живоглядов В.Г. Теория движения транспортных и пешеходных потоков [Текст] / В.Г. Живоглядов. – Ростов-на-Дону: Изд-во журн. «Изв. вузов Сев.- Кавк. регион», 2005. – 1082 с.
3. Васильев А.П. Справочная энциклопедия дорожника. Ремонт и содержание автомобильных дорог [Текст] / А.П. Васильев. – М.: Транспорт, 2004. – 894 с.
4. AASHTO GREEN BOOK – A Policy on Geometric Design of Highways and Streets [Text] / American Association of State and Highway Transportation Officials, 2004. – 872 p.
5. Пугачёв И.Н. Организация и безопасность дорожного движения [Текст] / И.Н. Пугачёв, А.Э. Горев, Е.М. Олещенко. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 272 с.
6. Helbing D. Simulation of Pedestrian Crowds in Normal and Evacuation Situations, Pedestrian and Evacuation Dynamics [Text] / D. Helbing. – Berlin: Springer-Verlag, 2002. – 58 p.
7. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень: ДБН 360-92**. – [Чинний від 2002-04-19]. – К.: ДП «Укрархбудінформ», 2002. – 92 с.
8. Споруди транспорту. Вулиці та дороги населених пунктів: ДБН В.2.3-5-2001. – [Чинний від 2001-10-01]. – К.: ДП «Укрархбудінформ», 2001. – 50 с.

References

1. Babkov V.F. Dorozhnie usloviya i bezopasnost' dvizheniya [Text] / V.F. Babkov. – M.: Transport, 1993. – 271 p.
2. Zhyvohlyadov V.G. Teoriya dvizheniya transportnih i peshehodnih potokov [Text] / V.G. Zhyvohlyadov. – Rostov-na-Donu: Izdatelstvo zhurn. "Izv. vuzov Sev.- kavk. regiona", 2005. – 1082 p.
3. Vasilyev A.P. Spravochnaya entsiklopedia dorozhnika. Remont i sodержanie avtomobyl'nykh dorog [Text] / A.P. Vasilyev. – M.: Transport, 2004. – 894 p.
4. AASHTO GREEN BOOK - A Policy on Geometric Design of Highways and Streets [Text] / American Association of State and Highway Transportation Officials, 2004. – 872 p.
5. Puhachëv I.N. Organizatsiya i bezopasnost' dorozhnogo dvizheniya [Text] / I.N. Puhachëv, A.E. Gorev, E.M. Oleschenko. – M.: Izdatelskii tsentr "Akademiya", 2009. – 272 p.
6. Helbing D. Simulation of Pedestrian Crowds in Normal and Evacuation Situations, Pedestrian and Evacuation Dynamics [Text] / D. Helbing. – Berlin: Springer-Verlag, 2002. – 58 p.
7. Mistobuduvannya. Planuvannya i zabudova miskih i sil'skih poselen': DBN 360-92**. – [Chinny vid 04.19.2002]. – K.: DP "Ukrarhbudinform", 2002. – 92 p.
8. Sporudi transportu. Vulitsi ta dorigi naselenih punktiv: DBN V.2.3-5-2001. – [Chinny vid 2001-10-01]. – K.: DP "Ukrarhbudinform", 2001. – 50 p.

Ермак Е.М. К определению оптимальной длины между пешеходными переходами

В статье рассматривается вопрос определения оптимальной длины между пешеходными переходами. Приведены основные методы размещения пешеходных переходов. Предложено научный подход к определению оптимальной длины между пешеходными переходами, учитывающий общие затраты на перемещение транспортных и пешеходных потоков. Получена математическая модель оптимальной длины между пешеходными переходами.

Ключевые слова: пешеходный переход, оптимальная длина, пешеходный поток, совокупные расходы.

Iermak O. To determine the optimal length between crosswalk

The article discusses determine the optimal length between pedestrian crossings. The basic methods of placement of pedestrian crossings. A scientific approach to determine the optimal length between pedestrian crossings, taking into account the total cost of moving traffic and pedestrian flows. A mathematical model of optimal length between pedestrian crossings.

Keywords: crosswalk, the optimum length, pedestrian flow, total costs.

Єрмак О.М. – к.т.н., доц., доцент кафедри транспортних систем і логістики, ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, м. Харків, Україна, e-mail: e.m.ermak@rambler.ru.

Рецензент: **Чернецька-Білецька Н.Б.**, д.т.н., професор

Стаття подана 05.02.2015

УДК 656.11

ВИЗНАЧЕННЯ СТРУКТУРИ ВИТРАТ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ ГАЗОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВОГО КВАРТАЛУ

Санько Я.В., Музалевська Ю.Ю.

DETERMINATION OF COST STRUCTURE OF GAS TRANSPORT RESIDENTIAL AREAS

Sanko Ia., Muzalevska Y.

В статті розглядається функціонування транспортної системи газопостачання в межах житлового кварталу. Сформовано уявлення про структуру витрат транспортної системи газопостачання житлового кварталу. Наведені математичні моделі витрат елементів транспортної системи газопостачання дозволяють оцінити вплив довжини ділянки вулично-дорожньої мережі, що є стороною житлового кварталу.

Ключові слова: транспортна система газопостачання, житловий квартал, газорозподільний пункт, довжина ділянки.

Вступ. Формування раціональної вулично-дорожньої мережі (ВДМ) відбувається з урахуванням попиту мешканців міста при виконанні своїх переміщень [1, 2]. Основу всіх переміщень складають робочі поїздки мешканців міста. При цьому особливу роль відіграє спосіб переміщення та вид транспорту, яким вони рухаються. Адже в результаті сукупності таких переміщень утворюються пасажирські, транспортні та пішохідні потоки.

Сформована постійна сукупність всіх потоків дозволяє науковцям розробляти теорії щодо ефективного використання міських територій, з точки зору відведення необхідних площ під вулиці, дороги, тротуари, стоянки та ін.

Проте відомо, що паралельно міським вулицям та дорогам прокладаються всі інженерні мережі, що складають єдину транспортну систему життєзабезпечення міста.

Постановка проблеми. Як правило проектування всіх мереж відбувається після того, коли сформовані житлові райони й квартали, тобто по вже існуючій вулично-дорожньої мережі. Тому будь-яка

оптимізація прокладання інженерних мереж, з точки зору витрат є умовною. Адже потрібно, ще на стадії формування житлових районів й кварталів визначати оптимальні значення їх геометричних розмірів, що в наступному буде елементами всіх транспортних систем.

Серед всіх інженерних мереж найбільш складною й небезпечною є транспортна система газопостачання. Тому і вимоги щодо її проектування, будівництва й експлуатації пред'являються найбільш жорсткіші. Проклавши один раз транспортну мережу газопостачання змінити її цілком або частково вже не можливо. Це накладає свої вимоги, щодо розрахунку всіх параметрів транспортної системи газопостачання, основними з яких є діаметр та довжина ділянок трубопроводів. Тому що саме від цих параметрів залежить пропускна здатність всієї газотранспортної системи.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Аналіз робіт в галузі газопостачання дозволив виявити, що майже не існує розроблених наукових підходів, щодо оптимізації довжини ділянок газопроводів житлових територій міст. Всі дослідження стосуються удосконалення гідравлічного розрахунку параметрів газопроводів на існуючій житловій території [2-5] або поточкорозподіленням в мережах окремої транспортної системи [6, 7].

Однак, якщо подивитися на систему газопостачання, то одним із її елементів є газорозподільні станції та пункти. Які в свою чергу мають певний радіус дії (обслуговування) в межах житлових територій. Це дозволяє стверджувати про їх оптимальну

кількість на одиницю житлової площі. Зокрема, в роботах [3-5] наведено математичний вигляд оптимального радіусу дії газорозподільного пункту.

Таким чином поєднавши оптимізацію параметрів ВДМ та транспортної системи газопостачання можливо досягти більш ефективних результатів щодо використання міських територій.

Мета статті Дослідити вплив довжини ділянки вулично-дорожньої мережі, що є стороною житлового кварталу на витрати елементів транспортної системи газопостачання.

Результати досліджень. Взявши за основу, що оптимальною довжиною ділянки ВДМ є така її довжина, яка забезпечує мінімум витрат на функціонування всіх потоків [8], необхідно розглянути основні технологічні аспекти функціонування транспортної системи газопостачання житлового кварталу, як житлової одиниці сельбищної території міста.

Початком газопостачання житлового кварталу є подача газу до газорозподільних пунктів (ГРП) від магістрального трубопроводу. При чому необхідно не забувати частина магістрального трубопроводу, що проходить по території житлового кварталу також відноситься до її складу. Ідеальним варіантом при проектуванні такої системи є наявність однієї ГРП на житловий квартал. В іншому випадку витрати на ГРП будуть визначатися за формулою

$$B_{ГРП} = C_{ГРП} \cdot n_{ГРП}, \quad (1)$$

де $C_{ГРП}$ – витрати на утримання однієї ГРП, грн./добу;

$n_{ГРП}$ – кількість ГРП, од.

В свою чергу кількість ГРП визначається за залежністю [5]

$$n_{ГРП} = \frac{V_p}{V_{онт}}, \quad (2)$$

або

$$n_{ГРП} = \frac{F}{2R_{онт}^2}, \quad (3)$$

де V_p – розрахункові витрати газу, м³/год.;

$V_{онт}$ – оптимальна продуктивність ГРП, м³/год.;

F – площа житлового кварталу, км²;

$R_{онт}$ – оптимальний радіус дії ГРП, км.

Наступним етапом є визначення витрат пов'язаних із обслуговуванням мешканців житлового кварталу. Для цього використаємо гідравлічний розрахунок газопроводів [4, 5]. Відповідно витрати на постачання газу мешканцям житлових будинків будуть визначатися

$$B_{Г} = \frac{q_n \cdot N_m}{Q_n^p} \cdot k_{\max} \cdot C_{Г}, \quad (4)$$

де q_n – норма витрат теплоти, МДж/рік·чол.;

N_m – кількість мешканців, чол.;

Q_n^p – найнижча робоча теплота згоряння газу, МДж/м³;

$k_{\max}$ – коефіцієнт годинного максимуму витрат газу;

$C_{Г}$ – вартість подачі газу, грн.

Так як в структурі житлового кварталу крім будинків є інші об'єкти споживання газу (котельні, бані, школи, садочки та ін.), то до розрахунку витрат на постачання газу необхідно додати відсоткове співвідношення цих об'єктів.

В свою чергу кількість мешканців може бути визначена за залежністю

$$N_m = F \cdot g, \quad (5)$$

де g – щільність населення, чол./км².

При чому площу житлового кварталу можливо визначити через довжину однієї із його сторін, що є ділянкою ВДМ [8]

$$F = l_{дл} \cdot l_{дл} \cdot k_{np} = l_{дл}^2 \cdot k_{np}, \quad (6)$$

де $l_{дл}$ – довжина ділянки ВДМ, км;

k_{np} – коефіцієнт співвідношення сторін прямокутника.

Таким чином зробивши необхідні підстановки й перетворення загальні витрати транспортної системи газопостачання житлового кварталу матимуть вигляд

$$B_{заг} = \frac{l_{dil}^2 \cdot k_{np} \cdot C_{ГРП}}{2R_{onm}^2} + \frac{l_{dil}^2 \cdot k_{np} \cdot g \cdot q_n \cdot k_{max} \cdot C_{Г}}{Q_n^P} +, \quad (7)$$

$$+ l_{dil} \cdot d^M \cdot C_{ymp}^M +$$

$$+ l_{dil} \cdot K \cdot d^P \cdot C_{ymp}^P$$

де d^M, d^P – відповідно діаметр магістрального та районного трубопроводу, км;

C_{ymp}^M, C_{ymp}^P – вартість утримання магістрального та районного трубопроводу відповідно, грн.;

K – коефіцієнт співвідношення довжини районного трубопроводу до магістрального.

Отже сформована математична модель загальних витрат транспортної системи газопостачання житлового кварталу дозволить в подальшому отримати оптимальну довжину ділянки ВДМ для газотранспортної системи.

Висновки. Наведені дослідження дозволяють зробити висновок, що із збільшенням площі житлового кварталу зростають витрати на функціонування транспортної системи газопостачання. Проте оптимальний радіус дії ГРП та найнижча робоча теплота згоряння газу дозволяють зменшити ці витрати. В подальшому необхідно дослідити вплив кожного із елементів залежності (7) на величину загальних витрат.

Л і т е р а т у р а

1. Доля В.К. Пасажирські перевезення [Текст] / В.К. Доля. – Х.: Вид-во „Форт”, 2011. – 507 с.
2. Безлюбченко О.С. Планування і благоустрій міст [Текст] / О.С. Безлюбченко, О.В. Завальний, Т.О. Чернососова. – Х.: ХНАМГ, 2011. – 191 с.
3. Деркач І.Л. Міські інженерні мережі [Текст] / І.Л. Деркач. – Х.: ХНАМГ, 2006. – 97 с.
4. Ильина Т.Н. Основы гидравлического расчета инженерных сетей [Текст] / Т.Н. Ильина. – М.: Издательство АСВ, 2007. – 192 с.
5. Комина Г.П. Гидравлический расчет и проектирование газопроводов [Текст] / Г.П. Комина, А.О. Прошутинский. – СПб.: СПбГАСУ, 2010. – 148 с.
6. Гилёв А.В. Математические модели и программный комплекс для оптимального оценивания потокораспределения в инженерных сетях : дисс. ... канд. техн. наук : 05.13.18 / Гилёв Алексей Вячеславович. – Уфа, 2002. – 138 с.

7. Burgschweiger, J. Optimization models for operative planning in drinking water networks [Text] / J. Burgschweiger, B. Bernd Gnadig, M. C. Steinbach // Optimization and Engineering, 2009. – Vol. 10, Iss. 1, p. 43-73.
8. Ройко Ю.Я. Визначення раціональної вулично-дорожньої мережі, сформованої житловими кварталами : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.01 / Ройко Юрій Ярославович. – Харків, 2013. – 156 с.

References

1. Dolya V.K. Pasazhyr's'ki perevezennya [Tekst] / V.K. Dolya. – Kh.: Vy'd-vo „Fort”, 2011. – 507 p.
2. Bezlyubchenko O.S. Planuvannya i blagoustruy mist [Tekst] / O.S. Bezlyubchenko, O.V. Zavalny, T.S. Chernonosova. – Kh.: HNAMEG, 2011. – 191 p.
3. Derkach I.L. Miski inzhenerni merezhi [Tekst] / I.L. Derkach. – Kh.: HNAMEG, 2006. – 97 p.
4. Il'ina T.N. Osnovy gidravlichesкого rascheta inzhenernykh setey [Tekst] / T.N. Il'ina. – M.: Izdatel'stvo ASV, 2007. – 192 p.
5. Komina G.P. Gidravlicheskiy raschet i proyektirovaniye gazoprovodov [Tekst] / G.P. Komina, A.O. Proshutinskiy. – SPb.: SPbGASU, 2010. – 148 p.
6. Gilov A.V. Matematicheskiye modeli i programmnyy kompleks dlya optimal'nogo otsenivaniya potokoraspredeleniya v inzhenernykh setyakh : diss. ... kand. tekhn. nauk : 05.13.18 / Gilov Aleksey Vyacheslavovich. – Ufa, 2002. – 138 p.
7. Burgschweiger, J. Optimization models for operative planning in drinking water networks [Text] / J. Burgschweiger, B. Bernd Gnadig, M. C. Steinbach // Optimization and Engineering, 2009. – Vol. 10, Iss. 1, p. 43-73.
8. Royko Y.Y. Vznachennya ratsional'noї vulichno-dorozhnoї merezhi, sformovanoї zhitlovimi kvartalami : dis. ... kand. tekhn. nauk : 05.22.01 / Royko Yuriy Yaroslavovich. – Kharkiv, 2013. – 156 p.

Санько Я.В. Музалевская Ю.Ю. Функция притяжения в определении городских пассажирских перемещений

В статье рассматривается функционирование транспортной системы газоснабжения в пределах жилого квартала. Сформировано представление о структуре расходов транспортной системы газоснабжения жилого квартала. Приведенные математические модели расходов элементов транспортной системы газоснабжения позволяют оценить влияние длины участка улично-дорожной сети, являющегося стороной жилого квартала.

Ключевые слова: транспортная система газоснабжения, жилой квартал, газораспределительный пункт, длина участка.

Sanko Ia., Muzalevska Y. Determination of cost structure of gas transport residential areas.

In the article the operation of gas transport system within the residential area. Formed an idea of the cost structure of the transport system gas residential area Mathematical models cost elements gas transport system to assess the effect of length of the road network that is a party to the residential area.

Keywords: gas transport system, residential area, gas point, the length of the road section.

Санько Я.В. – доцент, к.т.н., доцент кафедри транспортних систем і логістики, ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, м. Харків, Україна, e-mail: yron08@rambler.ru.

Музалевська Ю.Ю. – аспірант кафедри транспортних систем і логістики, ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, м. Харків, Україна, e-mail: ulialu_02@mail.ru.

Рецензент: **Осенін Ю.І.**, д.т.н., професор

Стаття подана 20.01.2015

УДК 656.132

РОЗРОБКА ЗАХОДІВ УДОСКОНАЛЕННЯ МАРШРУТНОЇ МЕРЕЖІ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ М. КРЕМЕНЧУК НА ОСНОВІ РОЗПОДІЛУ ПАСАЖИРОПОТОКУ ГРАВІТАЦІЙНИМ МЕТОДОМ

Мороз М.М.

DEVELOPMENT OF IMPROVEMENT MEASURES OF A ROUTING NETWORK OF KREMENCHUG PUBLIC TRANSPORT ON THE BASIS OF DISTRIBUTION PASSENGERS FLOW BY A GRAVITATIONAL METHOD

Moroz M.

Проведено дослідження пасажиропотоків гравітаційним методом. Визначено трудову ємність транспортних районів виходячи з припущення, що в годину «пік» в райони прибуває 80% всіх працюючих та культурно-побутові пересування в цей час відсутні. Для початкового варіанту схеми автобусних маршрутів розраховується час, витрачений всіма пасажирами на слідування і пересадки. При цьому для кожного пасажиропотоку вибирається для поїздки шлях з урахуванням призначених маршрутів з найменшим часом слідування і пересадки. Запропоновано ряд нових маршрутів та зміну існуючих. Проведено оцінку транспортної мережі до і після впровадження запропонованих заходів.

Ключові слова: маршрутна мережа, пасажиропотік, матриця кореспонденцій, транспортна система міста.

Постановка проблеми. Облік динаміки формування пасажирських перевезень у часі та просторі — одна з трудомістких задач при проведенні транспортних розрахунків, які мають бути направлені на мінімізацію коливань за ділянками мережі за допомогою ряду організаційних заходів. Однією з основних задач оптимізації транспортної системи та раціональної організації міських автобусних перевезень є визначення потреби в нових маршрутах. Вирішення даної задачі полягає в дослідженні рухливості пасажиропотоків між різними мікрорайонами міста та виборі схем маршрутів, які задовольняють потреби в безпересадочному проїзді.

Аналіз останніх публікацій. При прогнозуванні пасажирських перевезень методом розрахунку взаємних кореспонденцій транспортних районів, які засновані на розрахунку рухливості населення отримують найбільш точні результати [1]. Ідея цього методу у тому, що суцільна структура населеного пункту з великою кількістю пасажиропотоків та поглинаючих кореспонденцій представлена в укрупненому вигляді (транспортні райони). Даний метод потребує обліку кожної соціальної групи. Наступний етап — це розподіл пасажиропотоків по мережі. Використовується така гіпотеза: розподіл кореспонденцій по найкоротшому шляху слідування, який визначається дальністю переміщення, затратами часу на переміщення, розподілом пасажиропотоків по шляхам з мінімальним опором переміщення.

Мета роботи — удосконалення маршрутної мережі міського пасажирського транспорту шляхом моделювання пасажиропотоку гравітаційним методом.

Результати досліджень. Процедурі знаходження пасажиропотоків між різними мікрорайонами міста проводимо гравітаційним методом за умов обмеженості інформації за [2]. У складі цієї процедури розроблено ряд етапів:

1. Розбивка території міста на умовні транспортні райони;
2. Визначення центрів тяжіння;
3. Визначення кількості осіб, що проживають та кількості працюючих у даних районах;
4. Складання матриць кореспонденцій між транспортними районами міста.

Координатну модель транспортної мережі м. Кременчук створимо у двовірній системі координат шляхом нанесення центрів транспортних районів і зв'яжемо їх між собою, щоб центр кожного транспортного району мав не менше трьох і не більше чотирьох зв'язків з іншими центрами рис. 1. Кількість мешканців кожного району в тому числі працюючих, а також координати розміщення транспортних районів наведено у таблиці 1.

За отриманою координатною моделлю транспортної мережі визначимо довжину пересування між ра-

йонами шляхом вимірювання. Серед існуючих в транспортній мережі зв'язків обираємо найкоротші.

Якщо умова відповідності вихідної величини трудової ємкості районів і трудової ємкості, отримана у результаті розподілу кореспонденцій за гравітаційною моделлю, виконується не для всіх транспортних районів, розрахуємо нові значення коефіцієнта балансування і проведемо розрахунок матриці кореспонденцій на новій ітерації.

Результати розрахунків представлені в таблицях 2 – 12.

Трудову ємкість транспортних районів (кількість прибуття) (H_j) визначаємо виходячи з припущення, що в період часу (годину – пік) в райони прибуває 80% всіх працюючих та культурно-побутові пересування в цей час відсутні.

Таблиця 1
Характеристика транспортних районів
м. Кременчук

Номер району	Мешкас, чол.	Працює, чол.	Координати	
			X	Y
1	24400	8000	64	23
2	31980	7500	42	22
3	22017	3964	48	75
4	20240	6675	27	65
5	11119	980	13	92
6	53209	19474	34	95
7	9674	1130	63	109
8	12718	1952	53	116
9	40639	18302	48	139

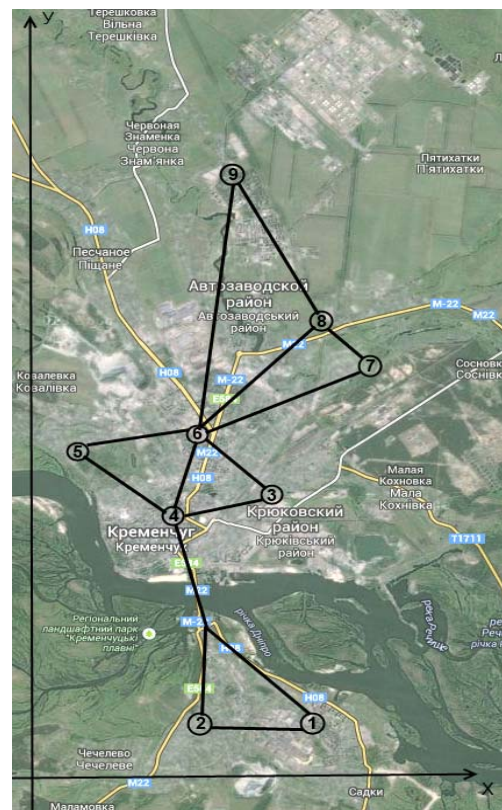


Рис. 1. Транспортні райони м. Кременчук:
1 – Раківка; 2 – Крюків; 3 – 1-3 Занасип; 4 – Центр;
5 – Ревівка; 6 – Нагорна частина; 7 – Лашки;
8 – Велика Кохнівка; 9 – Молодіжний

Таблиця 2

Матриця найкоротших шляхів, км

Район відправлення	Район прибуття								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	2,38	7,14	6,46	10,54	9,69	11,73	12,92	13,77
2	2,38	0	6,38	5,36	7,48	8,67	10,12	11,31	11,9
3	7,14	6,38	0	2,72	6,97	4,42	5,78	6,12	9,18
4	6,46	5,36	2,72	0	3,91	3,74	6,8	6,46	9,18
5	10,54	7,48	6,97	3,91	0	3,74	8,84	6,12	7,99
6	9,69	8,67	4,42	3,74	3,74	0	5,1	3,74	5,1
7	11,73	10,12	5,78	6,8	8,84	5,1	0	1,53	4,76
8	12,92	11,31	6,12	6,46	6,12	3,74	1,53	0	2,87
9	13,77	11,9	9,18	9,18	7,99	5,1	4,76	2,87	0

Таблиця 3

Час руху між транспортними районами, хв.

Район відправлення	Район прибуття								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	11	33	30	50	45	54	60	63,5
2	11	0	29	25	34	40	47	52	55
3	33	29	0	12,5	32	20	26	28	42
4	30	25	12,5	0	18	17	31	30	42
5	50	34	32	18	0	17	41	28	37
6	45	40	20	17	17	0	24	17	23
7	54	47	26	31	41	24	0	7	22
8	60	52	28	30	28	17	7	0	13
9	63,5	55	42	42	37	23	22	13	0

Таблиця 4

Трудність сполучення між транспортними районами									
Район відправлення	Район прибуття								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	0,091	0,030	0,033	0,020	0,022	0,018	0,016	0,015
2	0,091	0	0,033	0,040	0,028	0,024	0,021	0,019	0,018
3	0,030	0,033	0	0,079	0,031	0,049	0,037	0,035	0,023
4	0,033	0,040	0,079	0	0,055	0,057	0,031	0,033	0,023
5	0,020	0,028	0,031	0,055	0	0,057	0,024	0,035	0,027
6	0,022	0,024	0,049	0,057	0,057	0	0,042	0,057	0,042
7	0,018	0,021	0,037	0,031	0,024	0,042	0	0,141	0,045
8	0,016	0,019	0,035	0,033	0,035	0,057	0,141	0	0,075
9	0,015	0,018	0,023	0,023	0,027	0,042	0,045	0,075	0

Таблиця 5

Смність транспортних районів										
№ тр. району	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Сума
H _j	6880	3616	4256	5860	816	15579	904	1561	14641	54115
H _i	5842	7657	5272	4846	2662	12741	2316	3045	9731	54115

Таблиця 6

Значення елементів матриці У на першій ітерації									
Район відправлення	Район відправлення								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	626	101	180	20	348	16	26	230
2	473	0	114	217	28	389	19	29	266
3	157	233	0	429	30	763	33	55	345
4	174	278	267	0	54	902	28	52	345
5	106	199	104	298	0	902	22	55	397
6	116	171	164	312	57	0	38	90	622
7	96	147	125	171	24	661	0	221	666
8	87	131	118	180	34	902	128	0	1105
9	81	125	79	127	26	661	41	117	0

Таблиця 7

Матриця кореспонденцій на першій ітерації, чол									
Район відправлення	Район прибуття								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	3115	349	568	34	2882	25	51	1456
2	1810	0	393	690	49	3246	29	59	1697
3	453	879	0	1022	40	4781	38	82	1652
4	487	1019	675	0	69	5504	31	76	1609
5	301	736	265	698	0	5551	24	81	1865
6	435	843	556	968	97	0	56	176	3875
7	267	537	316	396	30	4016	0	320	3089
8	190	377	234	328	34	4306	111	0	4028
9	381	766	333	492	56	6734	76	286	0
Сума	4327	8275	3125	5165	413	37025	393	1135	19275

Таблиця 8

Умова балансу на першій ітерації									
№ тр. району	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\Delta_i, \%$	16,77	20,27	6,98	4,12	57,98	137,66	56,42	27,27	31,64

Умова відповідності вихідної величини трудової ємності районів і трудової ємності, отримана у результаті розподілу кореспонденцій за гравітаційною моделлю, виконується тільки для першого, третього і четвертого транспортних районів. Тому розрахуємо нові значення коефіцієнта балансування і проведемо розрахунок матриці кореспонденцій на новій ітерації.

Розподіл кореспонденцій по транспортних районах на другій ітерації задовольняє умові, тому на цьому розрахунок матриці кореспонденцій завершуємо. Дані по пасажиропотокам, отримані гравітаційною моделлю, можемо використовувати при плануванні нових маршрутів та зміні існуючих.

Таблиця 9

Значення коефіцієнта балансування на другій ітерації.

№ тр. району	1	2	3	4	5	6	7	8	9
k_i	1,1	0,7	1,075	1,04	2,38	0,42	2,29	1,38	0,76

Таблиця 10

Значення елементів матриці U на другій ітерації

Район відправ.	Район прибуття									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	сум
1	0	438	109	187	48	146	38	36	175	1179
2	520	0	122	226	67	163	44	41	202	1389
3	173	163	0	446	72	320	77	76	262	1593
4	191	194	287	0	129	379	65	72	262	1583
5	117	139	112	310	0	379	50	76	301	1487
6	127	120	177	324	135	0	87	124	472	1571
7	105	103	135	178	57	277	0	305	506	1669
8	95	92	127	187	82	379	293	0	840	2099
9	90	87	85	132	63	277	209	162	0	1109

Таблиця 11

Матриця кореспонденцій на другій ітерації.

Район відправлення	Район прибуття									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Сум
1	0	2866	493	777	109	1591	75	93	1454	7461
2	2205	0	468	795	130	1510	74	91	1429	6705
3	640	791	0	1367	122	2583	113	146	1615	7381
4	712	947	964	0	219	3071	97	139	1625	7778
5	465	723	400	1018	0	3269	79	157	1987	8102
6	479	590	598	1008	231	0	130	243	2949	6232
7	372	476	430	521	92	2136	0	560	2973	7563
8	268	338	323	437	105	2317	325	0	3922	8039
9	477	609	408	581	153	3215	441	449	0	6337
Сум	5622	7344	4087	6509	1165	19695	1338	1883	17956	

Таблиця 12

Умова балансу на другій ітерації

№ тр. району	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\Delta_i, \%$	8,11	6,75	9,66	8,80	8,47	6,41	8,06	9,60	2,64



Рис. 2. Маршрути: а – №7; б – № 7а; в – № 24

Для об'єднання мікрорайонів Крюків, Раківка, Центр, Нагорна частина (у сторону вул. Київська) вводимо маршрут № 7. Для об'єднання мікрорайонів Крюків, Раківка, Центр, Занасип вводимо маршрут № 7а. Для об'єднання мікрорайонів Крюків та Ревівка вводимо маршрут № 24. Схеми проходжен-

ня вказаних маршрутів представлені на рисунку 2, а їх характеристика в таблиці 13.

Оцінка транспортної мережі до і після впровадження запропонованих заходів наведена у таблиці 14.

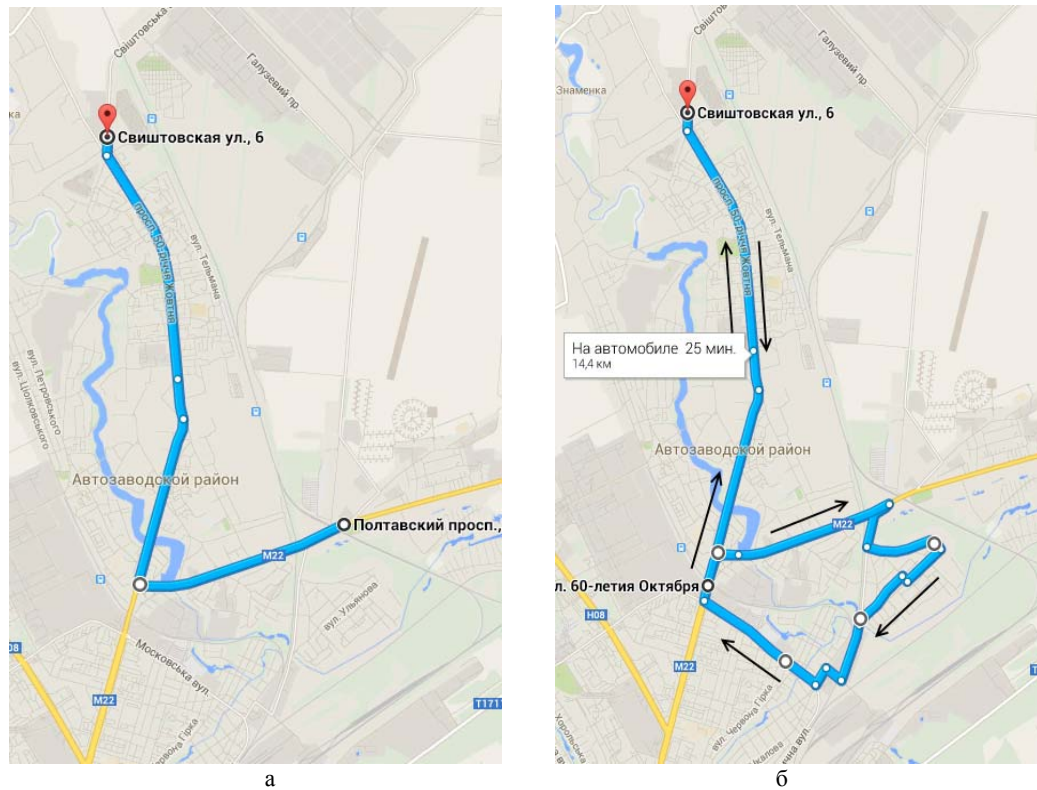


Рис. 3. Маршрут №21: а – існуючий; б – запропонований

Таблиця 13

Загальна характеристика запропонованих маршрутів

Номер маршруту	7	7а	24	21	
				Було	Стало
Довжина маршруту	22 км	20,5	17,8	7,5	14,4
Час обороту, хв.	113	106	100	60	83
Необхідна кількість РС	20	17	20	2	10
Кількість зупинок	25	29	28	14	22
Очікуваний пасажиропотік	3345	2392	3864	150	1024
Які мікрорайони поєднує	Крюків, Раківку з Нагорною частиною	Крюків з Раківкою, Занасипом	Крюків з Ревівкою, Ревівку з Нагорною частиною	Молодіжний з Великою Кохнівкою	Молодіжний з Великою Кохнівкою, Лашками

Таблиця 14

Характеристика існуючої й удосконаленої маршрутних схем автобусних маршрутів у м. Кременчук

Характеристики	Існуюча схема	Схема, що пропонується
Загальна довжина маршрутної мережі	92,5	110,1
Площа забудованої частини міста	70	70
Площа міста, км ²	96	96
Щільність маршрутної мережі міських маршрутів, км/км ²	1,3	1,6
Загальні витрати часу всіх пасажирів на проходження, пересадки й чекання, люд.-год	36460,33	34341,67
Кількість пасажирів, які прямують з пересадками, %	13,5	6
Загальна довжина маршрутів, км	371 км	431,5 км
Кількість автобусних зупинок на маршрутах	571	642

Висновки. Проведені удосконалення маршрутної мережі на основі розподілу пасажиропотоку гравітаційним методом зменшать загальні витрати часу всіх пасажирів на переміщення на 2118,66 люд.-год за рахунок зменшення кількості пасажирів, які прямують з пересадками на 7,5 % та збільшення щільності маршрутної мережі міських маршрутів на 0,3 км/км².

Література

- Гудков В.А. Пассажирские автомобильные перевозки / В.А. Гудков, Л.Б. Миротин, А.В. Вельможин, С.А. Ширяев. – М.: Горячая линия - Телеком, 2006. – 448 с.
- Доля В.К. Організація пасажирських перевезень у містах / В.К. Доля. – Х.: Нове слово, 2002. – 140 с.

References

1. Gudkov V.A., Mirotin L.B., Vel'mogin A.V., Shiriaev S.A. "Passagirskie avtomobil'nie perevozki: Uchebnik dlia vuzov" Ed V.A. Gudkov. Moscow: Goriachaia linia, Telecom, 2006. Print.
2. Dolia V.K. Organizacia pasagirskih perevezen u mistah, H.: nove slovo, 2002. Print.

Мороз Н.Н. Разработка мероприятий усовершенствования маршрутной сети общественного транспорта г. Кременчуг на основании распределения пассажиропотока гравитационным методом.

Проведено исследование пассажиропотоков гравитационным методом. Определено трудовую емкость транспортных районов исходя с ограничений, что в часы «пик» в районы прибывает 80% всех работающих и культурно-бытовые перемещения в это время отсутствуют. Для начального варианта схемы автобусных маршрутов рассчитывается время, потерянное всеми пассажирами на следования и пересадки. При этом для каждого пассажиропотока выбирается для поездки путь с учетом назначенных маршрутов с наименьшим временем следования и пересадки. Предложено ряд новых маршрутов и замену существующих. Проведено оценку транспортной сети до и после внедрения предложенных мероприятий.

Ключевые слова: маршрутная сеть, пассажиропоток, матрица корреспонденций, транспортная система города.

Moroz M. Development of improvement measures of a routing network of Kremenchug public transport on the basis of distribution passengers flow by a gravitation method.

The research passengers flow by a gravitational method is carried spent. Is determined labour capacity of transport areas proceeding with restrictions, that "peak" in areas arrives in hours 80 % all working and the cultural - household movings at this time are absent. For initial variant of the circuit of bus routes the time lost by all passengers on followings and change pays off. Thus for everyone passenger the way gets out for trip in view of the nominated routes with the least time of following and change. A line of new routes and replacement existing is offered. Is carried spent an estimation of a transport network before introduction of the offered measures.

Key words: routing network, passengers flow, matrix of the correspondence, transport system of city.

Мороз Микола Миколайович, д.т.н., доцент, завідувач кафедри транспортних технологій Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, mykolai.moroz@gmail.com.

Рецензент: Марченко Д.М., д.т.н., професор

Стаття подана 31.01.2015

УДК 656.025.2

ФУНКЦІЯ ТЯЖІННЯ В ВИЗНАЧЕННІ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕМІЩЕНЬ

Іванов І.Є.

THE FUNCTION OF GRAVITY IN THE DEFINITION OF URBAN PASSENGER MOVEMENTS

Ivanov I.

В статті розглядається функція тяжіння між транспортними районами міст відносно пересування мешканців культурно-побутового і трудового сполучення. Наведені експериментальні дослідження транспортних кореспонденцій між різними районами відправлення і прибуття. Отримано математичний вигляд моделі функції тяжіння, що відповідає результатам експериментальних досліджень.

Ключові слова: функція тяжіння, транспортний район, транспортні кореспонденції, обсяг відправлень, обсяг прибуттів.

Вступ. Громадський транспорт забезпечує задоволення потреб у щоденному пересуванні містом великої частини його мешканців. Якісне виконання громадським транспортом послуг впливає на підвищення економічної ефективності виробництва, зростання продуктивності праці, сприяє підвищенню культурного рівня населення, а також раціональному використанню вільного часу [1]. Сучасні стандарти життя зумовлюють зростання потреб населення в більш швидкому, але в той же час зручному і безпечному переміщеннях. Проте, на практиці ми часто зустрічаємо недоліки організації і функціонування міського пасажирського транспорту. Це, відповідно, створює незручності у пересуванні пасажирів та громадському житті міста загалом. Такі недоліки зумовлені недосконалістю схем маршрутної мережі, яка потребує постійної адаптації відповідно до змін, зумовлених розвитком генеральних планів урбанізованих просторів [2].

Постановка проблеми. Актуальність роботи полягає в тім, що планування, розрахунок або прогнозування міських пасажирських перевезень в значній мірі базується на достовірності визначення потенціальних потреб мешканців міст в будь-яких переміщеннях. При цьому тяжіння мешканців транспортного району i до транспортного району j визначається відповідною функцією тяжіння d_{ij} і від її на-

укового обґрунтування, її достовірності і відповідності дійсності залежить подальше моделювання і визначення багатьох параметрів міських пасажирських перевезень [3-5].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідженню функції тяжіння або її зворотній функції опору між транспортними районами i та j приділяли увагу багато дослідників [3-5]. При цьому, функцію тяжіння d_{ij} або функцію опору

$$R_{ij} = \frac{1}{d_{ij}}, \quad (1)$$

розглядали у вигляді

$$d_{ij} = \frac{1}{l_{ij}}, \quad (2)$$

де l_{ij} – «відстань» між районом i та j .

При цьому «відстань» може вимірюватися у часі пересування між i та j , вартості пересування між i та j , мірою довжини, тощо [5]. Маючи на увазі залежності (1) і (2), можна стверджувати, що

$$R_{ij} = 1/d_{ij} = l_{ij}.$$

Функція опору переміщень R_{ij} дорівнює l_{ij} .

Якщо l_{ij} представити у вигляді часу руху з i в j , то можна уявити, що чим більше «відстань», тим більше опір переміщенню. Разом з цим, дослідники відмічають [3-4], що «відстань» не завжди прямо пропорційно визначає опір R_{ij} . Часто $R_{ij} = l_{ij}^{kc}$, тобто опір пересувань визначається ступеневою функцією l_{ij}^{kc} .

Мета статті Метою наведеного дослідження є визначення показника kc у функції опору R_{ij} , і відповідно функції тяжіння d_{ij} .

Для досягнення цієї мети вирішувались задачі:

– проведення експериментальних досліджень розподілу транспортних кореспонденцій між i та j залежно від «відстані» між i та j ;

– узагальнення функції тяжіння d_{ij} між районом відправлення i та прибуття j .

Результати досліджень. Експериментальні дослідження функції тяжіння між транспортними районами (табл. 1) полягали в тім, що спостереження даних про обсяг відправлень з транспортного району i H_{Bi} за розрахунковий період, період «пик», обсяг прибуття в транспортний район j H_{Pj} за розрахунковий період, період «пик», кількість пересунень із i в j H_{ij} за цей період. При цьому вимірювалась відстань l_{ij} в сотнях метрів між кореспондуючими районами i та j .

Згідно [5] розраховувалась функція тяжіння d_{ij} між районами i та j по залежності:

$$d_{ij} = \frac{H_{ij}}{H_{Bi} \cdot H_{Pi}}, \quad (3)$$

а також по залежності (2).

Розглядаючи залежності (3) і (2) можна стверджувати про їх різну фізичну основу. Якщо в залежності (3) розмірність $1/nac$, то в залежності (2) розмірність $1/км$. Це свідчить про те, що використання цих функцій (2) - (3) має бути зі своїми коефіцієнтами, що враховують різноманітність розмірностей.

Відомо [3], що функція тяжіння в значній мірі визначається функцією відносної щільності розселення мешканців міст. Остання має вигляд показникової функції (рис.1, 2).

Якщо в минулому столітті мешканці вибирали місце праці ближче до місця мешкання, то на початку ХХІ століття час пересунення вже має менший вплив на термін пересування. Це впливає на функцію тяжіння d_{ij} , а саме, на показникову функцію. Якщо вчені рекомендували [1-5]

$$d_{ij} = \frac{1}{T_{Pij}^{kc}}, \quad (4)$$

де k – величина показникової функції в межах $1 \dots 2$;

T_{Pij} – час пересунення з району відправлення i до району прибуття j ; то сучасні дослідження свідчать про те, що показник kc набуває значень менше одиниці (рис. 1, 2), (табл. 1).

Таблиця 1

Співвідношення параметрів розселення мешканців міст

№ спостереження	Відстань між центрами транспортних районів i та j , сотні метрів	Обсяг відправлень з транспортного району i за розрахунковий період «пик» H_{Bi} , пас	Кількість кореспонденцій з транспортного району i в транспортний район j H_{ij} , пас	Обсяг прибуттів в транспортний район j за розрахунковий період «пик», H_{Pj} , пас	Функція тяжіння по залежності (3) $d_{ij3}(*10^{-6})$	Функція тяжіння по залежності (2) $d_{ij2}*10^{-3}$	Коефіцієнт співвідношення $K_c = \frac{d_{ij3}}{d_{ij2}} \cdot 10^{-3}$
1	108	2114	18	718	11,86	9,2	1,29
2	92	1712	190	10316	10,76	10,9	1,00
3	31	1634	39	819	29,14	32,2	0,90
4	128	914	11	1017	11,83	7,8	1,52
5	142	2721	19	916	7,62	7,0	1,09
6	74	1974	48	1938	12,55	13,5	0,93
7	136	1801	0	0	0	7,4	0
8	148	1324	127	12846	7,47	6,8	1,10
9	29	1728	47	911	29,86	34,5	0,87
10	113	741	1	364	3,71	8,8	0,42
11	82	1836	21	873	13,10	12,2	1,07
12	61	1901	26	801	17,07	16,4	1,04
13	53	1103	3	191	14,24	18,9	0,75
14	88	1028	7	714	9,54	11,4	0,84
15	32	1660	95	2009	28,49	31,3	0,91
16	121	710	9	1311	9,67	8,3	1,17
17	71	834	11	905	14,57	14,1	1,03
18	148	0	0	17034	0	6,8	0
19	49	917	22	1317	18,22	20,4	0,89
20	11	1531	11	688	10,44	9,1	1,15
...	...	...	...	...	...	...	...
81	87	1316	5	512	7,42	11,5	0,64

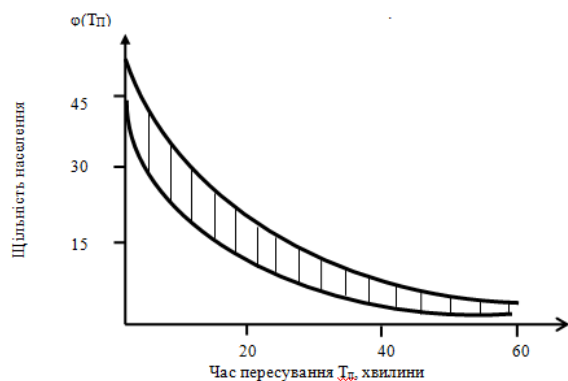


Рис. 1. Функція відносної щільності розселення мешканців міст (кінець 20^{го} століття)

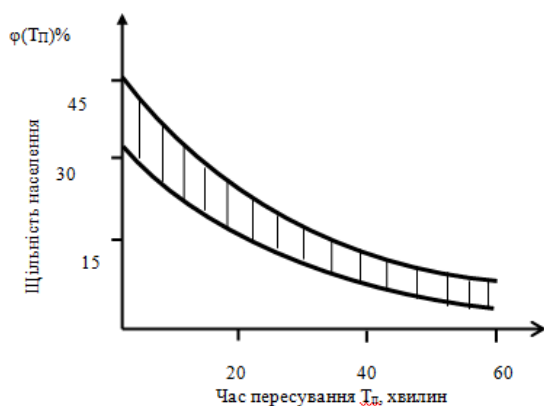


Рис. 2. Функція відносної щільності розселення мешканців міст (2000...2014р.)

Співвідношення функції тяжіння по залежності (3) і залежності (2) свідчить про певний розбіг даних. При цьому (див. табл. 1) коефіцієнт співвідношення $k_{св}$ має середнє значення

$$k_{св} = \frac{1}{n} \sum_{p=1}^n k_{св} , \quad (5)$$

де n – кількість спостережень;

p – лічильник спостережень;

$k_{св}$ – коефіцієнт співвідношення p -го спостереження.

Відносно наведених спостережень (див. табл. 1)

$$k_{св} = \frac{1}{n} \sum_{p=1}^n k_{св} = 0,22 \cdot 10^{-3}.$$

Якщо мати на увазі середньозважений коефіцієнт співвідношення $k_{св}$, то

$$k_{св} = \frac{1}{\sum_{p=1}^n H_{(ij)p}} \cdot \sum_{p=1}^n k_{св} \cdot H_{(ij)p} , \quad (6)$$

де на відміну від (3) $H_{(ij)p}$ – кількість транспортних кореспонденцій з i в j p -го спостереження.

Стосовно даних, наведених в табл. 1

$$k_{св} = \frac{1}{\sum_{p=1}^n H_{(ij)p}} \cdot \sum_{p=1}^n k_{св} \cdot H_{(ij)p} = 0,19 \cdot 10^{-3}$$

Очевидно, що на $k_{св}$ і $k_{св}$ впливає показник $k_{св}$. При цьому $k_{св}$ має мати таке значення, щоб $k_{св}$ і $k_{св}$ були мінімальними.

Тобто

$$k_{св} \rightarrow \min$$

$$k_{св} \rightarrow \min$$

Ці цільові установки не суперечливі і ретельний аналіз значень $k_{св}$ і $k_{св}$ досягається при $k_{св} = 0,92$.

Таким чином залежність (2) має вигляд:

$$d_{ij} = \frac{1}{(T_{nij})^{0,92}} \text{ або } d_{ij} = \frac{1}{l_{ij}^{0,92}}.$$

Отже сформована математична модель функції тяжіння дозволить отримувати більш адекватні значення кореспонденцій, що збільшить ефективність використання транспортних засобів на маршрутах.

Висновки. Наведені дослідження дозволяють зробити висновок, що, відносно сучасних параметрів міських пасажирських перевезень, функцію тяжіння між транспортними районами відправлення i та прибуття j доцільно описувати показниковою залежністю відносно відстані або часу пересунень.

Л і т е р а т у р а

1. Moughtin C. Urban design: street and square [Text] / C. Moughtin. – Oxford: Architectural Press, 2003. – 320 p.
2. Transport planning and traffic engineering [Text] / Edited by C. A. O'Flaherty. – Oxford: Butterworth-Heinemann, 2006. – 544 p.
3. Гольц Т.А. Транспорт и расселение [Текст] / Т.А. Гольц. – М.: Наука, 1981. – 246 с.
4. Ефремов И.С. Теория городских пассажирских перевозок [Текст] / Ефремов И.С., Кобозев В.М., Юдин В.А. – М.: Высшая школа, 1980. – 535 с.
5. Доля В.К. Пасажирські перевезення [Текст] / В.К. Доля. – Х.: Вид-во „Форт”, 2011. – 507 с.

References

1. Moughtin C. Urban design: street and square [Text] / C. Moughtin. – Oxford: Architectural Press, 2003. – 320 p.
2. Transport planning and traffic engineering [Text] / Edited by C. A. O'Flaherty. – Oxford: Butterworth-Heinemann, 2006. – 544 p.
3. Goltz T.A. Transport i rasselenye [Text] / T.A. Goltz. – M.: Nauka, 1981. – 246 p.
4. Efremov I.S. Teoriya gorodskih passazhirskih perevozok [Tekst] / Efremov I.S., Kobozev V.M., Judin V.A. – M.: Vysshaja shkola, 1980. – 535 p.
5. Dolya V.K. Pasazhyr'ski perevezennya [Tekst] / V.K. Dolya. – Kh.: Vy'd-vo „Fort”, 2011. – 507 p.

Иванов И.Е. Функция притяжения в определении городских пассажирских перемещений

В статье рассматривается функция притяжения между транспортными районами городов относительно перемещения жителей культурно-бытового и трудового сообщения. Приведены экспериментальные исследования транспортных корреспонденций между различными районами отправления и прибытия. Получен математический вид модели функции тяжести, что соответствует результатам экспериментальных исследований.

Ключевые слова: функция тяжести, транспортный район, транспортные корреспонденции, объем отправлений, объем прибытий.

Ivanov I. The function of gravity in the definition of urban passenger.

The function of gravity between transport city districts regarding to residents' moving cultural and general and labor connection has been discussed. Experimental studies of the transport correspondences between different areas of departure and arrival have been given. Mathematical models the function of gravity with the results of experimental studies.

Keywords: the function of gravity, the transport area, transports correspondence, volume of shipments, volume of arrivals.

Іванов І.Є. – к.т.н., докторант кафедри транспортних систем і логістики, ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, м. Харків, Україна, e-mail: Kafedra_tsl@ukr.net.

Рецензент: **Марченко Д.М.**, д.т.н., професор

Стаття подана 20.01.2015

УДК 656.073.28

ОЦІНКА ПОПИТУ НА ТРАНСПОРТНІ ПОСЛУГИ В МІЖМІСЬКОМУ СПОЛУЧЕННІ

Шуліка О.О.

THE EVALUATION OF TRANSPORT SERVICES DEMAND IN THE INTERCITY

Shulika O.O.

В статті надані результати досліджень параметрів попиту на доставку тарно-штучних вантажів автомобільним транспортом у міжміському сполученні на прикладі ТОВ «Delivery», обґрунтовані закони розподілу та чисельні характеристики параметрів попиту для подальшого моделювання процесу доставки тарно-штучних вантажів автомобільним транспортом у міжміському сполученні.

Ключові слова: процес доставки, попит, тарно-штучні вантажі, міжміські перевезення.

Вступ. На етапі планування процесу доставки вантажів ключовим питанням для підприємств, які працюють на ринку міжміських перевезень, є прогнозування попиту на транспортні послуги. Від коректності визначення прогнозних значень попиту залежить ефективність транспортного обслуговування. При цьому попереднім етапом прогнозування є оцінка попиту, яка у рамках даної роботи полягає у дослідженні та визначенні законів розподілу та чисельних характеристик параметрів попиту. Це дасть змогу вірно оцінити стан об'єкту дослідження і використати результати дослідження для вирішення цілої низки наукових і практичних задач в області підвищення ефективності доставки тарно-вантажів (ТШВ) автомобільним транспортом у міжміському сполученні.

Постановка проблеми. Заявки на транспортне обслуговування (попит), а також процес їхнього обслуговування утворюють потоки, що зв'язують елементи логістичної системи доставки ТШВ автомобільним транспортом у міжміському сполученні. Обслуговування заявки означає її реалізацію за певною транспортно-технологічною схемою доставки (ТТСД), яка для міжміських перевезень може бути досить складною внаслідок їх специфіки [1]. Попит на транспортні послуги по доставці ТШВ автомобільним транспортом в міжміському сполученні характеризується певними технологічно-логістичними параметрами заявки [2]. Тому для планування та реалі-

зації процесу доставки тарно-штучних вантажів автомобільним транспортом у міжміському сполученні важливою проблемою є визначення їх чисельних характеристик.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Попит - потреба клієнта в послугах, підкріплена купівельною спроможністю й представлена на ринку для її задоволення [1]. Попит на транспортні послуги має випадкову природу [3] та формується заявками на транспортне обслуговування [4], які є підставою й причиною взаємодії між елементами логістичної системи доставки вантажів – експедитором, перевізником, вантажним терміналом і вантажовласником. Сукупність потенційних і реальних заявок на послуги підприємства утворюють попит на його послуги.

Кожна заявка може бути кількісно та якісно оцінена набором показників. У роботах [2,3] виділено такі найбільш важливі чисельні характеристики, як обсяг партії вантажу, відстань доставки й інтервал надходження заявки, які є параметрами потоку і дослідження яких є важливою задачею при оцінці попиту на транспортні послуги.

Метою роботи є визначення параметрів попиту на перевезення ТШВ автомобільним транспортом у міжміському сполученні. Для досягнення мети необхідно визначити закони розподілу та чисельні характеристики обсягу партії вантажу, відстані доставки та інтервалу надходження заявок на прикладі ТОВ «Delivery».

Результати досліджень. Для оцінки попиту на транспортні послуги в міжміському сполученні було проведено дослідження потоку заявок на базі ТОВ «Delivery». Група компаній «Delivery» почала роботу в 2001 році. Основною спеціалізацією групи є надання транспортних та логістичних послуг для сектору B2B (суб'єкти підприємницької діяльності та корпоративний сектор) як на території України, так і за її межами. Компанія «Delivery» є одним з лі-

дерів на логістичному ринку України з максимально широким спектром логістичних послуг та високим рівнем обслуговування.

На теперішній час група «Delivery» включає в себе 3 компанії: ТОВ «Delivery» (логістична компанія з доставки вантажів по Україні від 1 кг з наданням послуг з упакування, страхування, супроводжування), ТОВ «Delivery Auto» (логістична компанія з доставки вантажу повнофрахтованими автомобілями для одного замовника від 8 т з одним або кількома адресами завантаження та розвантаження на території України) та ТОВ «Delivery-International» (логістична компанія з міжнародної доставки вантажів, як в Україні, так і по всьому світу авіаційним, автомобільним та морським транспортом). Так як в рамках моделювання ТТСД ТШВ автомобільним транспортом у міжміському сполученні досліджується повна сукупність альтернативних варіантів ТТСД [5] з урахуванням можливостей доставки як партійних, так і дрібнопартійних вантажів, дослідження параметрів попиту було виконано для потоку заявок на транспортне обслуговування у міжміському сполученні за участю ТОВ «Delivery» за період з 01.01.2013 р. до 01.01.2014 р.

При оцінці попиту на перевезення ТШВ як сукупності окремих заявок розглядалися наступні чисельні параметри заявок: інтервал надходження зая-

вки, обсяг вантажу, що необхідно перевезти, відстань доставки партії вантажу та додаткові умови обслуговування вантажовласників, такі як повернення порожньої транспортної ємності, доформування транспортних пакетів, категорія замовників, режимність. Інформація про параметри заявок визначена на підставі аналізу договорів про здійснення доставки ТШВ автомобілями ТОВ «Delivery» за вказаний період.

Оскільки було розглянуто повну сукупність заявок на доставку ТШВ, що надходили послідовно протягом аналізованого періоду, інтервал оцінювався як різниця між моментами надходження двох послідовних заявок згідно з методикою оцінки параметрів попиту, розробленою в [3], та з урахуванням режиму роботи підприємств.

Значення відстані перевезення партії ТШВ визначено, виходячи з однієї з шести тарифних зон, на які розбита територія України (табл. 1). В табл. 1 1-АРК, 2 – Вінницька обл., 3 – Волинська обл., 4 – Дніпропетровська обл., 5 – Донецька обл., 6 – Житомирська обл., 7 – Закарпатська обл., 8 – Запорізька обл., 9 – Івано-Франківська обл., 10 – Київ, 11 – Київська обл., 12 – Кіровоградська обл., 13 – Луганська обл., 14 – Львівська обл., 15 – Миколаївська обл.,

Таблиця 1

Тарифні зони для України (ТОВ «Delivery»)

Зона	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1	I	V	VI	III	IV	V	VI	III	VI	V	V	III	V	VI	III	III	IV	VI	IV	VI	IV	III	V	IV	V	VI
2	V	CT	II	II	V	I	III	III	II	I	I	II	V	II	II	II	II	I	II	I	III	II	I	II	II	I
3	VI	II	CT	IV	VI	I	II	IV	I	II	II	III	VI	I	IV	III	III	CT	III	I	IV	IV	I	II	II	II
4	III	II	IV	I	II	III	V	I	III	II	II	I	III	IV	II	II	I	III	II	IV	I	II	III	II	II	IV
5	IV	V	VI	II	I	V	VI	II	VI	IV	IV	III	II	VI	III	IV	III	VI	III	VI	II	III	IV	III	V	VI
6	V	I	I	III	V	CT	III	III	II	I	I	II	V	II	II	II	II	I	II	I	II	II	I	II	I	II
7	VI	III	II	V	VI	III	CT	V	I	IV	IV	IV	VI	I	V	V	IV	II	IV	II	V	V	II	IV	IV	II
8	III	III	IV	I	II	III	V	I	IV	II	II	II	III	IV	II	II	I	IV	II	IV	II	II	III	II	III	IV
9	VI	II	I	III	VI	II	I	IV	CT	III	III	III	VI	I	IV	IV	IV	I	IV	I	V	IV	I	III	III	I
10	V	I	II	II	IV	I	IV	II	III	CT	CT	II	IV	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	I	I	II
11	V	I	II	II	IV	I	IV	II	III	CT	CT	II	IV	II	II	II	II	II	II	II	II	II	I	I	I	II
12	III	II	III	I	III	II	IV	II	III	II	II	CT	IV	III	I	II	I	II	II	II	I	II	I	II	III	III
13	V	V	VI	III	II	V	VI	III	VI	IV	IV	IV	CT	VI	IV	V	III	VI	III	VI	III	IV	VI	IV	V	VI
14	VI	II	I	IV	VI	II	I	IV	I	II	II	III	VI	CT	IV	IV	IV	I	IV	I	IV	IV	I	III	III	II
15	III	II	IV	II	III	II	V	II	IV	II	II	I	IV	IV	CT	I	II	III	II	III	II	I	II	II	III	III
16	III	II	III	II	IV	II	V	II	IV	II	II	II	V	IV	I	I	II	III	III	III	III	I	II	II	III	III
17	IV	II	III	I	III	II	IV	I	IV	II	II	I	III	IV	II	II	I	III	I	III	I	II	III	I	II	IV
18	VI	I	CT	III	VI	I	II	IV	I	II	II	II	VI	I	III	III	III	CT	III	I	IV	III	I	II	II	II
19	IV	II	III	II	III	II	IV	II	IV	II	II	II	III	IV	II	III	I	III	I	III	I	III	III	II	II	IV
20	VI	I	I	IV	VI	I	II	IV	I	II	II	II	VI	I	III	III	III	I	III	CT	IV	III	I	II	II	I
21	IV	III	IV	I	II	II	V	II	V	II	II	II	III	IV	II	III	I	IV	I	IV	I	II	III	II	II	IV
22	III	II	IV	II	III	II	V	II	IV	II	II	I	IV	IV	I	I	II	III	III	III	II	CT	III	II	III	IV
23	V	I	I	III	IV	I	II	III	I	II	II	II	VI	I	II	II	III	I	III	I	III	III	CT	II	II	I
24	IV	II	II	II	III	II	IV	II	III	I	I	I	IV	III	II	II	I	II	II	II	II	II	II	I	II	III
25	V	II	II	II	V	I	IV	III	III	I	I	II	V	III	III	III	II	II	II	II	II	III	II	II	I	III
26	VI	I	II	IV	VI	II	II	IV	I	II	II	III	VI	II	III	III	IV	II	IV	I	IV	IV	I	III	III	CT

16 – Одеська обл., 17 – Полтавська обл., 18 – Рівненська обл., 19 – Сумська обл., 20 – Тернопільська обл., 21 – Харківська обл., 22 – Херсонська обл., 23 – Хмельницька обл., 24 – Черкаська обл., 25 – Чернігівська обл., 26 – Чернівецька обл.

В результаті обробки первинної документації про виконання заявок на перевезення ТШВ отримано вибірки значень випадкових величин інтервалу надходження заявок, відстані доставки (тарифної зони) й обсягу вантажів.

Для перевірки гіпотез про закони розподілу параметрів потоку заявок на підставі отриманих вибірок використаний критерій хі-квадрат Пірсона [6]. Обґрунтування закону розподілу випадкових величин проведено з використанням спеціалізованого програмного забезпечення для обробки статистичних даних StatSoft Statistica 7. Програмне забезпечення автоматично для гістограми із заданою кількістю інтервалів визначає розрахункове значення критерію Пірсона (Chi-Square test), кількість ступенів свободи (df – degrees of freedom) для відповідного табличного значення критерію, а також значення p імовірності відповідності теоретичного й емпіричного розподілу (критерій Колмогорова). Відповідно, в якості критерію статистичної значимості гіпотез про закони розподілу використані критерії хі-квадрат Пірсона та Колмогорова. На першому етапі оцінка значимості гіпотез проводиться за допомогою критерію Пірсона, після чого з ряду альтернативних гіпотез, не відхиляючись за критерієм хі-квадрат, вибирається варіант, для якого значення ймовірності відповідності теоретичного й емпіричного розподілу є найбільшим. Отримані масиви даних по кожному параметру попиту оброблені за допомогою функції Distribution Fitting. При цьому для кожного з альтернативних законів розподілу, розглянутих як статистичні гіпотези, перевірені варіанти з різною кількістю інтервалів, у які групувалися відповідні значення випадкової величини.

Альтернативні варіанти кількості інтервалів для кожної пари «випадкова величина – закон розподілу» розглянуті, виходячи з наступних прийнятих для проведення дослідження правил: 1) початковим (базовим) варіантом кількості інтервалів є значення, розраховане по формулі Стерджеса (установлюється в StatSoft Statistica за замовчуванням); 2) альтернативні варіанти значення інтервалів формуються шляхом послідовної зміни базового значення на 1 доти, поки значення критерію p на гістограмі розподілу (отриманої з використанням функції Plot of observed and expected distribution) не стане рівним 0 або не зменшиться істотно в порівнянні з попередніми значеннями критерію; 3) зміна базового значення кількості інтервалів проводиться спочатку в меншу, а потім – у більшу сторону.

Гіпотеза про закон розподілу випадкової величини підтверджується за критерієм Пірсона в тому випадку, якщо отримане розрахункове значення критерію не перевищує відповідне табличне [6]:

$$\chi_{\text{розр}}^2 \leq \chi_{\text{табл}}^2 \quad (1)$$

де $\chi_{\text{розр}}^2$ – розрахункове значення критерію хі-квадрат Пірсона; $\chi_{\text{табл}}^2$ – табличне значення критерію Пірсона.

Табличне значення критерію Пірсона $\chi_{\text{табл}}^2$ отримані за допомогою функції MS Excel ХИ2ОБР, що повертає значення критерію для заданого числа ступенів свободи й рівня значимості. При розрахунках прийняте значення рівня значимості в 0,05, що відповідає прийнятому на транспорті рівню довірчої ймовірності в 0,95.

Гіпотеза про закон розподілу випадкової величини не відхиляється за критерієм Колмогорова в тому випадку, якщо отримане значення критерію перевищує прийнятий рівень значимості.

Дані, отримані при статистичній обробці результатів, дозволяють відзначити наступне: – для випадкової величини партії вантажу за критерієм Пірсона не відхиляються гіпотези про показниковий та логарифмічно нормальний розподіли; найбільшому значенню критерію Колмогорова відповідає показниковий розподіл партії вантажу ($p = 0,39$); для випадкової величини відстані доставки (тарифної зони) за критерієм Пірсона не відхиляються гіпотези про логарифмічно нормальний і гамма-розподіли; найбільшому значенню критерію Колмогорова відповідає логарифмічно нормальний розподіл відстані доставки ($p = 0,43$); для випадкової величини інтервалу надходження заявок за критерієм Пірсона не відхиляються гіпотези про показниковий й логарифмічно нормальний розподіли; найбільшому значенню критерію Колмогорова відповідає показниковий розподіл інтервалу ($p = 0,42$).

Логарифмічно нормальний закон розподілу характеризується параметром розташування (медіаною) і параметром масштабу (середньоквадратичним відхиленням), показниковий закон характеризується тільки параметром масштабу (математичним очікуванням) [7]. Чисельні значення характеристик параметрів попиту представлені в табл. 2.

Таблиця 2
Результати визначення параметрів попиту

Параметр попиту	Закон розподілу	Параметр розташування	Параметр форми
Обсяг партії вантажу	показниковий	-	361,171
Інтервал надходження заявки	показниковий	-	68,74183
Тарифна зона	логнормальний	2	1,00774

Чисельні значення параметрів розташування й масштабу отримані для аналізованої вибірки за допомогою функцій MS Excel МЕДІАНА() і СТАНДОТКЛОН() [8].

На рис. 1 – 3 наведені гістограми розподілу випадкових величин, що відповідають найбільшим з отриманих значенням критерію Колмогорова.

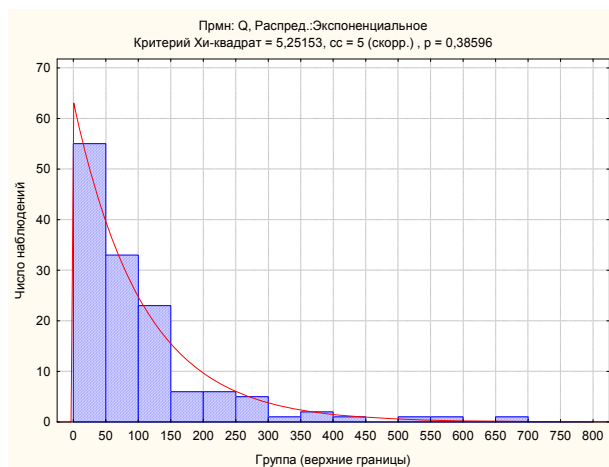


Рис. 1. Розподіл випадкової величини обсягу партії вантажу

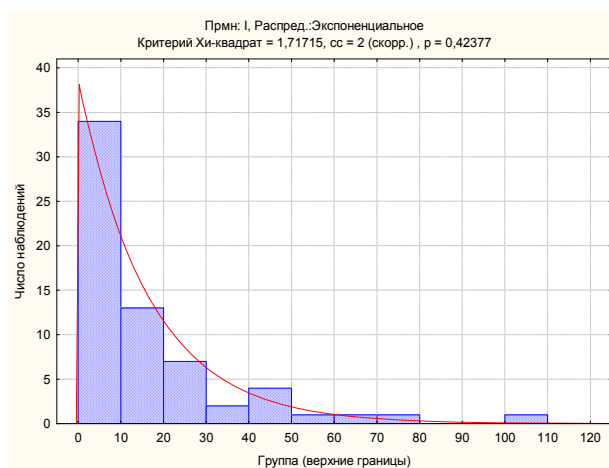


Рис. 2. Розподіл випадкової величини інтервалу надходження заявки

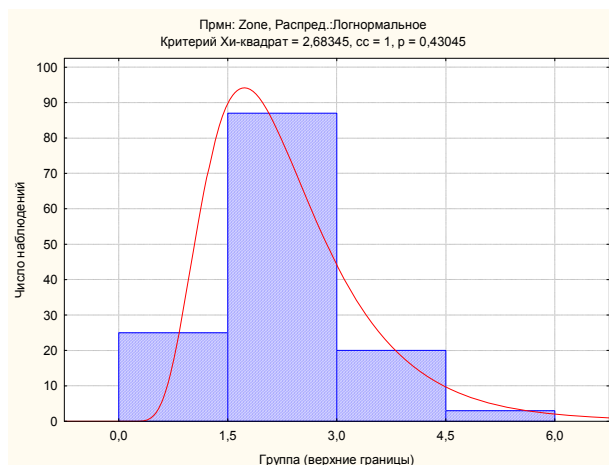


Рис. 3. Розподіл випадкової величини тарифної зони

Висновок. Результати проведеного дослідження параметрів потоку заявок на перевезення ТШВ у міжміському сполученні дозволяють стверджувати, що при моделюванні транспортно-технологічних схем доставки обсяг партії вантажу та інтервал надходження заявок доцільно розглядати як показниково розподілену випадкову величину, відстань доставки (тарифну зону) – як логарифмічно нормально розподілену величину.

Л и т е р а т у р а

1. Нагорний Є.В. Комерційна робота на транспорті: підручник/ Є.В. Нагорний, Н.Ю. Шраменко – Х: ХНАДУ, 2010. – 324 с.
2. Шуліка О.О. Визначення технолого-логістичних параметрів транспортно-технологічних схем доставки тарно-штучних вантажів автомобільним транспортом у міжміському сполученні // Матеріали міжнародної науково-практичної інтернет - конференції «П'яті економіко-правові дискусії». - м. Львів, 2014. - С. 116-117.
3. Наумов, В. С. Оценка спроса на транспортно-экспедиционные услуги / В. С. Наумов // Вісник Східноукр. нац. ун-ту ім. В.Далія: Наук. журнал. – Луганськ, 2010. – Вип. 4 (146). – Ч. 1. – С. 201 – 206.
4. Наумов, В. С. Основы повышения эффективности экспедиционного обслуживания на автомобильном транспорте / В. С. Наумов // Монографія – Х.: ХНАДУ, 2010. – 144 с.
5. Нагорний Є.В., Наумов В.С., Шуліка О.О. Формування варіантів технології доставки тарно-штучних вантажів автомобільним транспортом у міжміському сполученні // Автомобільний транспорт. Сборник научных трудов. – Харьков, 2013. – Вып. 32 – С. 61-66.
6. Галушко, В. Г. Вероятностно-статистические методы на автотранспорте / В. Г. Галушко. – К.: Вища школа, 1976. – 232 с.
7. Хастингс, Н. Справочник по статистическим распределениям: Пер. с англ. / Н. Хастингс, Дж. Пикок. – М.: Статистика, 1980. – 95 с.
8. Минько, А. А. Статистический анализ в MS Excel / А. А. Минько. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 448 с.

R e f e r e n c e s

1. Nagornij Є.V. Komercijna robota na transporti: pidruchnik/ Є.V. Nagornij, N.Ju. Shramenko – H: HNADU, 2010. – 324 s.
2. Shulika O.O. Vznachennja tehnologo-logistichnih parametriv transportno-tehnologichnih shem dostavki tarnoshtuchnih vantazhiv avtomobil'nim transportom u mizhmis'komu spoluchenni/ // Materiali mizhnarodnoї nauko-vo-praktichnoї internet - konferencії «P'jati ekonomiko-pravovi diskusії». - m. L'viv, 2014. - S. 116-117.
3. Naumov, V. S. Ocenka sprosa na transportno-ekspedicionnye uslugi [Tekst] / V. S. Naumov // Visnik Shidnoukr. nac. un-tu im. V.Dalja: Nauk. zhurnal. – Lugans'k, 2010. – Vip. 4 (146). – Ch. 1. – S. 201 – 206.
4. Naumov, V. S. Osnovy povyshenija jeffektivnosti jekspedicionnogo obsluzhivaniya na avtomobil'nom transporte / V. S. Naumov // Monografija – H.: HNADU, 2010. – 144 s.
5. Nagornij Є.V., Naumov V.S., Shulika O.O. Formuvannja variantiv tehnologii dostavki tarnoshtuchnih vantazhiv avtomobil'nim transportom u mizhmis'komu spoluchenni

- // Avtomobil'nyj transport. Sbornik nauchnyh trudov. – Har'kov, 2013. – Vyp. 32– S. 61-66.
6. Galushko, V. G. Veroyatnostno-statisticheskie metody na avtotransporte / V. G. Galushko. – K.: Vishha shkola, 1976. – 232 s.
 7. Hastings, N. Spravochnik po statisticheskim raspredelenijam: Per. s angl. / N. Hastings, Dzh. Pikk. – M.: Statistika, 1980. – 95 s.
 8. Min'ko, A. A. Statisticheskij analiz v MS Excel / A. A. Min'ko. – M.: Izdatel'skij dom «Vil'jams», 2004. – 448 s.

Шулика О. А. Оценка спроса на транспортные услуги в междугородном сообщении.

В статье представлены результаты исследований параметров спроса на доставку тарно-штучных грузов автомобильным транспортом в междугородном сообщении на примере ООО «Delivery», обоснованы законы распределения и численные характеристики параметров спроса для дальнейшего моделирования процесса доставки тарно-штучных грузов автомобильным транспортом в междугородном сообщении.

Ключевые слова: процесс доставки, спрос, тарно-штучные грузы, междугородные перевозки.

Shulika O.O. The evaluation of transport services demand in the intercity.

Demand parameters studies for packed cargo delivery in the intercity by road transport by the example of LLC «Delivery» have been resulted. The distribution laws and numeric characteristics of demand parameters have been grounded. Requests for transport services (demand) and their service process form flow linking elements of logistics packed cargo delivery system in the intercity by road transport. Each request can be quantitatively and qualitatively evaluated as set of characteristics. The consignment volume for the request, delivery distance and the time interval between the moments of current request reception and the reception of the next request have been studied as the most important numerical characteristics of demand parameters.

Key words: delivery process, demand, packed cargo, intercity transportation.

Шуліка О. О. – аспірант кафедри «Транспортні технології» ХНАДУ, e-mail: s_olga_h@ukr.net.

Рецензент: **Осенін Ю.І.**, д.т.н., професор

Стаття подана 03.02.2015

УДК 629.463

ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННЫХ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВЫМИ ВАГОНАМИ В СТРАНАХ СНГ И НАПРАВЛЕНИЯ ИХ РЕШЕНИЯ

Потапенко О. А.

PROBLEMS OF MODERN TRANSPORTATIONS BY FREIGHT CARS IN THE CIS COUNTRIES AND THE DIRECTIONS OF THEIR DECISION

Potapenko O. A.

В статье рассмотрены крупнейшие производители грузового подвижного состава в России и на Украине. Перечислены основные направления в области проектирования грузовых вагонов нового поколения, диктуемые требующейся растущей провозной способностью. Ведь от состояния транспортного хозяйства напрямую зависит вся экономика страны. Скорость перевозки грузов зависит от качества и возраста подвижного состава. Большую проблему здесь представляет использование старых грузовых вагонов с истекшим сроком годности, поскольку из-за аварии, задержку грузов и низкую эффективность работы платить в конечном счете приходится всем участникам рынка. Проблема модернизации подвижного состава железнодорожных перевозчиков одна из центральных. Параллельно с основными направлениями развития подвижного состава остается также острая необходимость развития современной сервисной сети по обслуживанию и ремонту вагонов, так как отсутствие ремонтной базы может послужить одним из сдерживающих факторов внедрения.

Ключевые слова: грузовой вагон, модернизация, профицит, дефицит, динамическая нагрузка, производительность, срок эксплуатации.

Введение. Производственные мощности по выпуску грузовых вагонов в СНГ оцениваются на уровне 84,5 тыс. вагонов в год, в том числе в России – 52,8 тыс. ед., на Украине – 31,0 тыс. ед., в Белоруссии – 700 вагонов (рис.).

Крупнейшие производители грузового подвижного состава в России: ФГУП «Уралвагонзавод», ОАО «Вагоностроительная компания Мордовии», ОАО «Алтайвагон», ОАО «ПО «БМЗ», ОАО «Абаканвагонмаш», ООО «Калининградский вагоностроительный», и на Украине ОАО «Днепровагонмаш», ОАО «Крюковский вагоностроительный завод», ОАО «Азовмаш», ОАО «Стахановский вагоностроительный завод» [1].

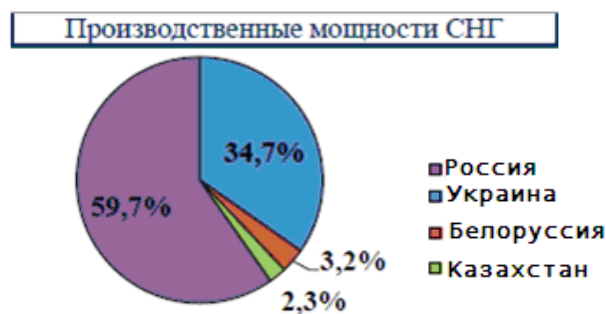


Рис. Производственные мощности СНГ

Постановка проблемы. После резкого роста в 2010–2012 гг. производства подвижного состава произошло сокращение выпуска грузовых вагонов на 26% [2]. На сегодняшний день в условиях профицита парка на сети ОАО «РЖД» число вагонов с истекшим сроком службы составляет 291,5 тыс. вагонов.

Ежегодно, в результате сходов и повреждений в Украине выходит из строя несколько тысяч единиц грузовых вагонов. В течении позапрошлого года на текущий момент около 80% (105 тысяч единиц) грузовых вагонов компании старше нормативного срока эксплуатации. А возраст некоторых единиц давно перешел за 40 и даже 50 лет [3].

Материалы исследования. Вопросами развития железнодорожного транспорта обеспокоены представители науки и железнодорожной отрасли стран ближнего и дальнего зарубежья: России, Украины, Белоруссии, Великобритании, Германии, Латвии, Польши.

В настоящее время четко сформировались основные направления в области проектирования гру-

зовых вагонов нового поколения, диктуемые требуемой растущей провозной способностью. В вагонах нового поколения учитываются уровень безопасности и экологической нагрузки на окружающую среду, потребительские показатели, стоимость жизненного цикла, коэффициент эксплуатационной готовности и др.

Основными типами вагонов нового поколения являются:

- четырехосный полувагон с жестким каркасом кузова и осевой нагрузкой 25 тс;
- цистерны грузоподъемностью 62-88,2 тс для перевозки светлых и темных нефтепродуктов, для перевозки кислот, спирта – 70 - 73 тс, 43,5 - 46,5 тс – для перевозки сжиженных углеводородов;
- платформа грузоподъемностью 73 тс и площадью пола 50,8 м² и др.

Основой для разработок подвижного состава нового поколения является принцип модульной компоновки с рациональной унификацией узлов и систем, снижающей стоимость этих конструкций и их разработку. Переход от проектирования отдельных специализированных вагонов к проектированию семейства вагонов на базе основной конструкции позволит создать вагоны с заданным уровнем надежности и долговечности.

Возможными критериями инновации полувагонов являются:

- восприятие осевой нагрузки от 25 т/ось и выше;
- применение облегченных материалов, что позволит сократить коэффициент тары ниже 0,3.

Данные мероприятия позволят развивать тяжеловесное движение и увеличить пропускную способность ж.д. линий.

Инновационные модели полувагонов:

- 12-196 - производства ОАО «УВЗ», 2013 год, оснащен тележкой 18-194-1;
- 12-9869 производства ОАО «ТВСЗ», 2014 год, оснащен тележкой 18-9855.

Возможными критериями инновации крытых вагонов являются:

- увеличение V перевозимого груза, V кузова не менее 159 куб.м. по ТУ завода - изготовителя;
- снижение динамических характеристик на путь и перевозимые грузы, что позволит снизить вертикальное ускорение действующее на вагон и груз на $V=90$ км/ч не более 0,37 м/с², горизонтальное - 0,2 м/с².

Мероприятия позволят снизить воздействие на инфраструктуру.

Инновационная модель крытого вагона производства «РейлТрансХолдинг» - 11-9962, 2013 год, оснащен тележкой 18-194-1.

В эксплуатации на железных дорогах России и стран СНГ находятся в основном четырехосные полувагоны постройки ОАО «НПК Уралвагон-завод» с глухими торцевыми стенами моделей 12-119, 12-132 и полувагоны постройки ОАО «Крюковский вагоностроительный завод» с торцевыми стенами в виде двустворчатых дверей (моделей 12-753, 12-1000 и 12-757). Из универсальных крытых вагонов наибольший удельный вес в вагонном парке составляют вагоны моделей 11-066, 11-217 и 11-270. Данные грузовые вагоны оснащены двухосными тележками модели 18-100.

Эксплуатационные испытания подвижного состава в России и в странах СНГ показали, что самым слабым звеном вагона является тележка, оказывающая значительное влияние на ходовые характеристики грузового вагона. Большинство выпускаемых вагоностроительными заводами грузовых вагонов были оборудованы типовой тележкой ЦНИИ-ХЗ-0. Исследования показали, что тележка по многим параметрам не полностью отвечает эксплуатационным требованиям. Внедрение новых конструкций вагонов повышенной грузоподъемности, производительности, с новыми потребительскими свойствами и эксплуатационными характеристиками привели к необходимости создания более совершенных конструкций тележек. Усилия вагоностроительных предприятий в последние годы были направлены на создание типоразмерного ряда тележек для грузовых вагонов нового поколения с осевыми нагрузками до 25 тс, отвечающие современным технико-экономическим характеристикам. Ведущими в этой области являются предприятия: ОАО «НПК Уралвагонзавод», ОАО «ВНИМЖТ»; ОАО «Азовмаш»; ОАО «КВСЗ»; ОАО «ВНИКТИ»; ОКБ ООО «София-Инвест».

ОАО «НПК Уралвагонзавод» разработан широкий спектр тележек грузовых вагонов:

- тележка двухосная модели 18-100 для грузовых вагонов магистральных дорог;
- тележка двухосная модели 18-107 для чугуновозов металлургических предприятий;
- тележка двухосная модели 18-131 для грузовых четырехосных магистральных вагонов повышенной грузоподъемности;

- тележки четырехосные модели 18-173 для податки под грузовые вагоны, эксплуатируемые на магистральных железных дорогах колеи 1520 мм;

- тележка модели 18-522 для подкатки под вагоны-самосвалы (думкары), эксплуатируемые на железных дорогах колеи 1520 мм горнорудных предприятий;

- тележка модели 18-578 для податки под грузовые вагоны с шириной колеи 1520 (1435) мм с модернизированным кузовом, оборудована износостойкими элементами, установленными в узлах трения, упруго-катковыми скользунми и колесными парами с буксовыми узлами.

Паралельно ОАО «НПК Уралвагонзавод» совместно с ОАО «ВНИИЖТ» выполнили большой цикл работ по модернизации узлов существующих тележек, повышению их эксплуатационной надежности. Разработана ОАО «НПК Уралвагонзавод» и ОАО «ВНИИЖТ» и внедрена тележка грузовых вагонов модели 18-194-1 с повышенной нагрузкой на ось колесной пары 25 тс, а также тележка модели 26.В.503 ОАО «ВНИИЖТ».

Тележка 18-115 предназначена для использования в специализированных грузовых вагонах, обращающихся со скоростями до 140 км/ч, имеет улучшенные динамические качества. В отличие от тележки 18-100 в ней реализована более совершенная схема опирания кузова - часть нагрузки передается на подпятник, а часть через упруго-фрикционные скользунны.

Для грузовых вагонов с осевой нагрузкой на рельс 25 тс разработаны усиленные двухосные тележки моделей 18-131, 18-120, 18-755. В их конструкции усиленные литые боковые рамы и надрессорные балки, шейки осей колесных пар, изменена жесткость рессорного комплекта. По своим прочностным и ходовым качествам тележки отвечают требованиям, обеспечивающим эксплуатацию со скоростями движения до 120 км/ч.

ОАО «КВСЗ» создана серия тележек с осевой нагрузкой 23,5 тс (модели 18-7020, 68-7007, 68-7012), а также с нагрузкой 25,0 тс (модели 18-7033).

Тележка мод. 18-7020 предназначена для установки под грузовыми магистральными вагонами колеи 1520 и 1435 мм, а также под вагонами промышленного транспорта. Тележка модели 18-7033 с осевой нагрузкой 25 тс имеет ряд конструктивных особенностей направленных на повышенные загрузки.

Разработанные ООО «София - Инвест» тележка модели 18-4129. и тележка модели 18-9817 (сов-

местная разработка с компанией АСФ США) для грузовых вагонов нового поколения с осевой нагрузкой 25 тс, по показателям воздействия на путь и стрелочные переводы полувагонов на данных тележках, не превышают допустимых и рекомендуемых значений, которые учитывают осевую нагрузку 23,5 тс. Это позволяет использовать тележки на всей сети железных дорог стран СНГ, Латвии, Литвы, Эстонии и Грузии без ограничения скорости в груженом и порожнем состоянии.

Выпущенная Тихвинским вагоностроительным заводом (ТВСЗ) тележка Barber S-2-R модели 18-9810 с осевой нагрузкой 23,5 и 18-9855 с осевой нагрузкой 25 тс отличается по конструкции от серийных грузовых тележек модели 18-100. Инновационная тележка моделей 18-9810 и 18-9855 имеет ряд технологических особенностей, в том числе позволяющих более качественно подходить к оценке ее технического состояния и исключить «человеческий фактор». Основные узлы трения - износостойкие фрикционные клинья, скользунны и адапторы кассетных подшипников, которые имеют встроенные индикаторы износа и не требуют использования типовых измерительных инструментов осмотра вагона.

Стоит отметить, что железные дороги большинства стран СНГ и Балтии испытывают дефицит пропускной способности, и по мере роста экономики ожидают, что ситуация будет усугубляться. Выход видится в применении новых транспортных технологий и, в первую очередь, в повышении производительности грузового подвижного состава за счет:

- повышения осевых нагрузок до 27–30 т/ось и погонных нагрузок до 8,5–10,5 т/м, обеспечиваемых увеличением габарита, сокращением междвагонных промежутков;
- снижения массы тары за счет применения композитных материалов и новых металлов;
- применения тележек с усовершенствованными системами рессорного подвешивания;
- снижения динамических нагрузок в несущих узлах вагонов и элементах верхнего строения пути;
- увеличение скорости до 140 км/час;
- ресурс бандажей не менее 600 тыс. км;
- улучшение взаимодействия в системе «колесо-рельс»;
- применение альтернативных источников энергии для локомотивов и специального самоходного подвижного состава, стационарной энергетики;

- увеличение срока службы грузовых вагонов до 32 лет [2,4,5].

Вывод. В условиях возросшей конкуренции идет активное технологическое обновление заводов-изготовителей вагонов и их составных частей. В качестве основных рассматриваются требования: уменьшение тары вагонов, повышения погонных и осевых нагрузок, увеличения габарита, скорости и массы грузовых поездов, увеличения межремонтных сроков подвижного состава, срока службы вагонов, снижения стоимости жизненного цикла, возможность утилизации после окончания срока службы.

Однако, технологическое обновление эксплуатационных и ремонтных существенно отстает. Ремонтные предприятия отмечают моральное и техническое устаревание документации на ремонт тележек модели 18-100 и их аналогов, сдерживающее применение современных станков для механической обработки деталей после наплавки, которые могут обеспечить параметры отремонтированной детали на уровне нового изготовления.

По мере увеличения в парке количества вагонов на инновационных тележках заводам-изготовителям необходимо более тесно сотрудничать с ремонтными предприятиями по вопросам создания технологии ремонта, обеспечения запасными частями, так как отсутствие ремонтной базы может послужить одним из сдерживающих факторов внедрения инновационной продукции.

Л и т е р а т у р а

1. Рышков А.В. Состояние и перспективы развития рынка грузовых вагонов. Железнодорожный транспорт. А.В. Рышков, К.Е. Гаврилов . 2007. – № 11. – С. 27–30.
2. Материалы Международной научно-технической конференции «Подвижной состав XXI века: инновации в грузовом вагоностроении». Петербургский государственный университет путей сообщения, научно - внедренческий центр «Вагоны», НП «Объединение вагоностроителей. 25–27 июня 2014 г., г. Санкт - Петербург.
3. <http://trans-port.com.ua/53025-vetkhie-vagony-ukrzhaliznyci-vse-chashhe-skhodjat.html> - Портал Trans Port.
4. <http://www.e-cis.info/page.php?id=20116> – Концепция стратегического развития железнодорожного транспорта государств - участников СНГ до 2020 года.
5. <http://www.businesspravo.ru/Docum/DocumShow.asp?DocumID=140967&DocumType=15> - Страте-

гия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года.

R e f e r e n c e s

1. Ryshkov A.V. Sostojanie i perspektivy razvitija rynka gruzovyh vagonov. Zheleznodorozhnyj transport. A.V. Ryshkov , K.E. Gavrilov . 2007. – № 11. – S. 27–30.
2. Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii «Podvizhnoj sostav XXI veka: innovacii v gruzovom vagonostroenii». Peterburgskij gosudarstvennyj universitet putej soobshhenija, nauchno-vnedrencheskij centr «Vagony», NP «Ob#edinenie vagonostroitelej. 25–27 ijunja 2014 g., g. Sankt-Peterburg. Rishkov A.V.
3. <http://trans-port.com.ua/53025-vetkhie-vagony-ukrzhaliznyci-vse-chashhe-skhodjat.html> - Portal Trans Port.
4. <http://www.e-cis.info/page.php?id=20116> – Konceptcija strategicheskogo razvitija zheleznodorozhnogo transporta gosudarstv - uchastnikov SNG do 2020 goda.
5. <http://www.businesspravo.ru/Docum/DocumShow.asp?DocumID=140967&DocumType=15> - Strategija razviti-ja zheleznodorozhnogo transporta v Rossijskoj Federacii do 2030 goda

Потапенко О.О. Проблеми сучасних перевезень вантажними вагонами в країнах СНД та напрямки їх вирішення.

У статті розглянуті найбільші виробники вантажного рухомого складу в Росії та на Україні. Перераховані основні напрямки в області проектування вантажних вагонів нового покоління, які диктуються необхідною зростаючою провізною здатністю. Адже від стану транспортного господарства безпосередньо залежить вся економіка країни. Швидкість перевезення вантажів залежить від якості і віку рухомого складу. Велику проблему тут представляє використання старих вантажних вагонів з вичерпаним терміном придатності, оскільки через аварію, затримку вантажів і низьку ефективність роботи платити в кінцевому рахунку доводиться всім учасникам ринку. Проблема модернізації рухомого складу залізничних перевізників одна з центральних. Паралельно з основними напрямками розвитку рухомого складу залишається також гостра необхідність розвитку сучасної сервісної мережі по обслуговуванню і ремонту вагонів, так як відсутність ремонтної бази може послужити одним із стримуючих чинників впровадження

Ключові слова: вантажний вагон, модернізація, профіцит, дефіцит, динамічне навантаження, продуктивність, термін експлуатації.

Potapenko O.A. Problems of modern transportations by freight cars in the CIS countries and the directions of their decision.

The article describes the the largest producers of freight rolling stock in Russia and Ukraine. The main directions in the field of design of freight cars of new generation dictated by the demanded growing carrying ability are listed. All national economy directly depends on a condition of transport economy. Speed of transportation of goods depends on quality and age of a rolling stock. The big problem is represented here by using the old freight cars with the expired operation term, as because of an accident, delay of goods and low overall performance it is necessary to pay eventually all participants of the market. Problem of modernization of a rolling stock of railway carriers one of the central. In parallel with the main

directions of development of the rolling stock is also an urgent need of development of a modern service network in service and repair of cars, as absence of repair base can serve one of limiting factors of introduction.

Keywords: freight car, modernization, surplus, deficiency, dynamic loading, productivity, operation term.

Потапенко О.О. - аспірант кафедри «Комп'ютерні технології на промисловому та міському транспорті» СНУ ім. В. Даля, e-mail: vesna201009@rambler.ru

Рецензент: **Чернецька-Білецька Н.Б.**, д.т.н., професор

Стаття подана 31.01.2015

УДК 519.252: 656.025.2

СТОХАСТИЧНЕ ФАКТОРНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ МАРШРУТНОГО ТАКСІ

Якимов А.В.

STOCHASTIC FACTOR RESEARCHING OF THE SHUTTLE BUS WORKING

Yakimov A.V.

Виявлено основні фактори, що впливають на показники роботи автобусів в режимі маршрутного таксі. Проведено аналіз основних статистичних характеристик та досліджено статистичний зв'язок між результативними та факторними ознаками. Побудовано регресійні моделі та визначено оцінки якості регресійних моделей взаємозв'язків між основними показниками ефективності транспортного процесу і факторами, що істотно впливають на значення цих показників.

Ключові слова: фактор, маршрутне таксі, статистика, показник, гістограма, модель, регресія,

Постановка проблеми. Пошук ефективних методів прийняття управлінських рішень при проектуванні маршрутної системи міського транспорту та організації його роботи на міських автобусних маршрутах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У теперішній час відомі дослідження окремих локальних елементів транспортного процесу. Питання оптимізації використання міського пасажирського транспорту відображені у численних роботах вітчизняних і іноземних вчених, зокрема, А.В. Вельможина, В.А. Гудкова, І.С. Єфремова, Д. Климанда, А.П. Лопатина, А.С. Кудрявцева, Л.Б. Сиротина, І.В. Спіріна та ін [1-3].

Але, незважаючи на значний обсяг досліджень, результати яких висвітлені в публікаціях багатьох авторів, у деяких напрямках організації роботи міського транспорту відчувається недостатня системність підходів, яка не дозволяє узгодити стратегічні задачі з рішенням поточних проблем міського пасажирського транспорту, враховувати швидкозмінні параметри зовнішнього середовища, прогнозувати наслідки управлінських рішень.

Мета. Метою роботи є встановлення статистичних взаємозв'язків між основними показниками ефективності транспортного процесу і факторами, що впливають на ці показники.

Результати досліджень. Проведено комплексне дослідження роботи міського пасажирського транспорту в режимі маршрутного таксі. На даному етапі

досліджень ставиться задача виявлення основних факторів, що впливають на показники ефективності роботи маршрутного таксі.

Апріорі для статистичного аналізу були прийняті такі показники ефективності роботи маршрутного таксі:

- $t_{\text{в}}$ - час руху по маршруту, хв;
- $t_{\text{зуп}}$ - час простою на зупинках маршруту, хв;
- V - швидкість руху на маршруті без урахування часу простою на зупинках та простою з дорожніх умов, км/год.

Ці показники поставлені у залежність від двох факторів:

- n - кількість зупинок на маршруті, од.;
- L - довжина маршруту, км.

Фрагмент вихідних даних наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Фрагмент вихідних даних

№	$t_{\text{в}}$	$t_{\text{зуп}}$	V	n	L
1	35	6,3	65	10	30
2	45	6,0	48	10	30
3	46	5,97	46	10	30
4	43	5,75	49	10	30
5	42	8,82	55	10	30
6	37	9,15	66	10	30
7	42	7,13	53	10	30
8	42	8,16	55	10	30
9	47	6,76	48	10	30
10	37	6,05	60	10	30
...	...	...	...	...	...
66	28,5	4,0	37	9	14
67	28,4	2,73	36	9	14
68	29,4	2,2	34	9	14
69	38	3,43	33	9	14
70	40	4,77	27	9	14

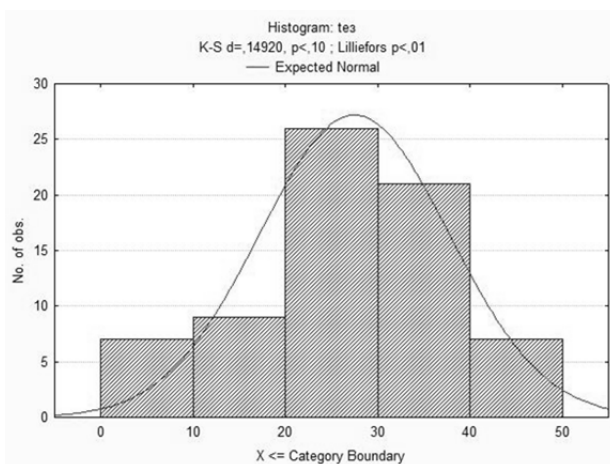
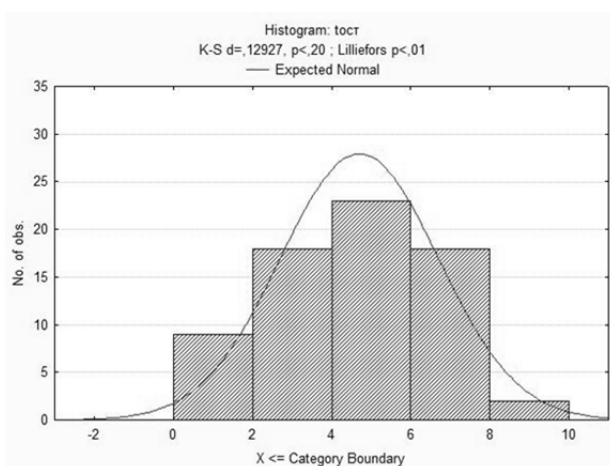
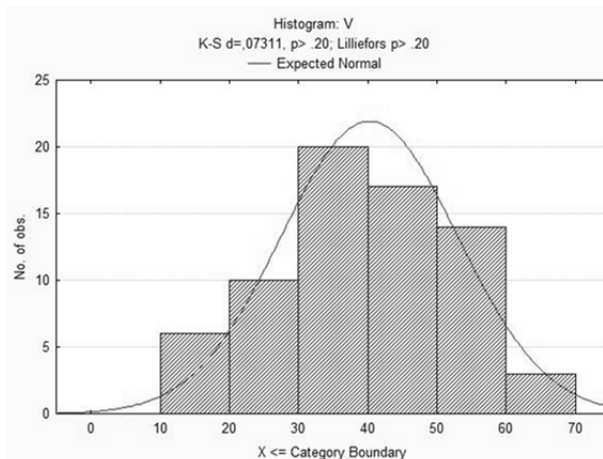
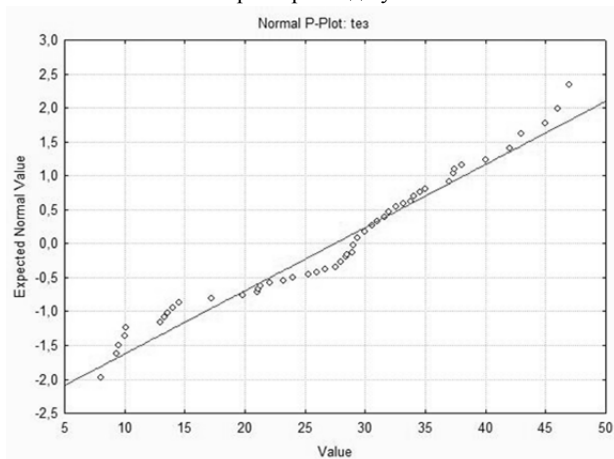
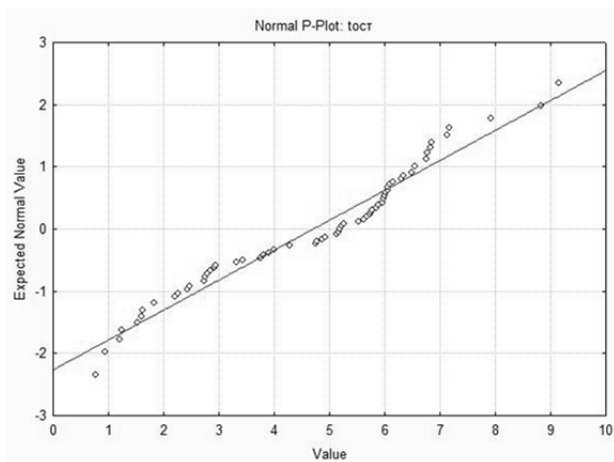
Надалі розраховано основні статистичні характеристики величин: математичне очікування, дисперсію та коефіцієнт варіації (табл. 2).

Таблиця 2

Основні статистичні характеристики
показників ефективності

Фактор	$\bar{x}$	y	n
t_B	27,46	10,27	0,38
$t_{зун}$	4,84	2,17	0,56
V	40,24	12,73	0,32

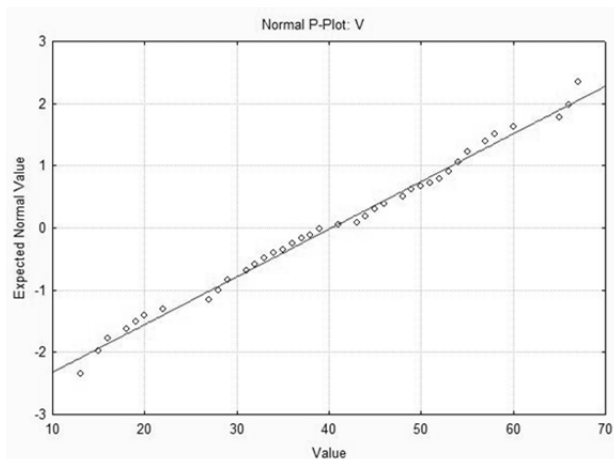
Перевищення величини коефіцієнтів варіації над нормативними $n_n = 30\%$ свідчить про наявність неоднорідності у вибіркових даних. Це може бути викликано дією апіорі вибраних для аналізу факторів. Основною вимогою для регресійного аналізу є нормальність розподілу вихідного показника [4-6]. Результати аналізу на нормальність представлені гістограмами (рис.1 – рис. 3) і графіками залишків відповідних величин на нормальному імовірнісному папері (рис.4 – рис.6).

Рис. 1. Гістограма розподілу величини t_B Рис. 2. Гістограма розподілу величини $t_{зун}$ Рис. 3. Гістограма розподілу величини V Рис. 4. Графік залишків величини t_B Рис. 5. Графік залишків величини $t_{зун}$

Таблиця 3

Результати розрахунку регресійних моделей

Назва моделі	Математичний запис моделі	Оцінки якості регресійних моделей	
		R	S
Моделі залежності $t_{\text{в}}$			
Лінійна з вільним членом	$y = 6,24 + 0,70x_1 + 0,92x_2$	0,91	4,53
Лінійна без вільного члена	$y = 1,21x_1 + 0,98x_2$	0,98	5,00
Степенева	$y = 4,57 \cdot x_1^{0,2} \cdot x_2^{0,51}$	0,95	0,16
Показникова	$y = 8,33 \cdot 1,05^{x_1} \cdot 1,04^{x_2}$	0,91	0,22
Моделі залежності $t_{\text{зуп}}$			
Лінійна з вільним членом	$y = 2,32 + 0,15x_1 + 0,07x_2$	0,47	1,93
Лінійна без вільного члена	$y = 0,34x_1 + 0,08x_2$	0,92	2,08
Степенева	$y = 1,02 \cdot x_1^{0,44} \cdot x_2^{0,19}$	0,51	0,53
Показникова	$y = 1,93 \cdot 1,05^{x_1} \cdot 1,02^{x_2}$	0,51	0,53
Моделі залежності V			
Лінійна з вільним членом	$y = 26,17 - 0,12x_1 + 1,07x_2$	0,73	8,77
Лінійна без вільного члена	$y = 2,01x_1 + 1,19x_2$	0,96	12,61
Степенева	$y = 24,29 \cdot x_1^{-0,2} \cdot x_2^{0,38}$	0,73	0,25
Показникова	$y = 24,53 \cdot 1,0036^{x_1} \cdot 1,0283^{x_2}$	0,71	0,26

Рис. 6. Графік залишків величини V

Результати аналізу свідчать, що вимоги нормальності розподілу для всіх результативних показників підтверджуються.

У подальшому побудовані регресійні моделі залежності показників $t_{\text{в}}$, $t_{\text{зуп}}$, V від факторів n і L . Результати розрахунку моделей наведено у виді функціональних залежностей виду $y = f(x_i)$, де x_1 - параметр n , x_2 - параметр L (табл. 3).

Серед отриманих регресійних моделей вибираємо найбільш адекватні за критеріями найбільшого значення коефіцієнта кореляції R та найменшого значення стандартної похибки S . Тобто степеневі моделі найбільш точно відображують залежності показників ефективності роботи маршрутного таксі.

Висновки. 1. Виявлені основні фактори, що впливають на показники ефективності роботи маршрутного таксі, розраховано основні статистичні характеристики цих величин.

2. Побудовано регресійні моделі залежності показників ефективності роботи маршрутного таксі від факторів, визначено, що степеневі моделі найбільш точно відображують отримані залежності.

Література

1. Спирин И.В. Перевозки пассажиров городским пассажирским транспортом: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / И.В. Спирин. – М.: Академкнига, 2004. – 407 с.
2. Пассажирские автомобильные перевозки: Учебник для вузов / В. А. Гудков, Л. Б. Миротин, А. В. Вельможин, С. А. Ширяев; под ред. В. А. Гудкова. – М.: Горячая линия - Телеком, 2006. – 448 с.
3. Лопатин А.П. Моделирование перевозочного процесса на городском пассажирском транспорте / А.П. Лопатин. – М.: Транспорт. – 1985. – 200 с.
4. Айвазян С. А. Прикладная статистика в задачах и упражнениях. / Айвазян С. А., Мхитарян В. С. – М.: Юнити, 2001.
5. Драйпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ: В 2-х кн. Пер. с англ. – М.: Финансы и статистика, 1986. – Кн.1.ил. (Математико-статистические методы за рубежом).
6. Эконометрика: Учебник / И. И. Елисеева, С. В. Курышева, Т. В. Костеева и др.; под ред. И. И. Елисеевой. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2007. – 576с.

References

1. Spirin I.V. Perevozki passazhirov gorodskim passazhirskim transportom: uchebnik dlya stud. uchrezhdeniy sred. prof. obrazovaniya / I.V. Spirin. – M. : Akademkni-ga, 2004. – 407 s.
2. Passazhirskie avtomobilnye perevozki: Uchebnik dlya vuzov / V. A. Gudkov, L. B. Mirotin, A. V. Velmozhin, S. A. Shiryayev; pod red. V. A. Gudkova. – M.: Goryachaya liniya - Telekom, 2006. – 448 s.
3. Lopatin A.P. Modelirovanie perevozhnogo pro-cessa na gorodskom passazhirskom transporte / A.P. Lopatin. – M. : Transport. – 1985. – 200 s.
4. Ayvazyan S. A. Prikladnaya statistika v zadachah i uprazhneniyah. / Ayvazyan S. A., Mhitaryan V. S. – M.: Yuni-ti, 2001.
5. Drayper N., Smit G. Prikladnoy regressionnyy analiz: V 2-h kn. Per. s angl. – M.: Finansy i statistika, 1986. – Kn.1.il. (Matematiko -statisticheskie metody za rubezhom).
6. Ekonometrika: Uchebnik / I. I. Eliseeva, S. V. Ku-rysheva, T. V. Kosteeva i dr.; pod red. I. I. Eliseevoy. – 2-e izd., pererab. i dop. – M.: Finansy i statistika, 2007. – 576s.

Якимов А.В. Стохастическое факторное исследование работы маршрутного такси

Определены основные факторы, влияющие на показатели работы автобусов в режиме маршрутного такси. Проведен анализ основных статистических характери-

стик и исследована статистическая связь между результативными и факторными признаками. Построены регрессионные модели и определены оценки качества регрессионных моделей взаимосвязи между основными показателями эффективности транспортного процесса и факторами, существенно влияющими на значения этих показателей.

Ключевые слова: фактор, маршрутное такси, статистика, показатель, гистограмма, модель, регрессия.

Yakimov A.V. Stochastic factor researching of the shuttle bus working

The basic factors that influences on the bus working indexes in the shuttle bus mode were determined. The analysis of basic statistical characteristics was performed. The statistical connection between productive and factorial signs was researched. Regressive models were built. The quality estimations of regressive models of correlation between the basic indexes of the transport process efficiency and the factors that significantly affect on the values of these indexes were determined.

Keywords: factor, shuttle bus, statistics, index, histogram, model, regression.

Якимов А.В. – асистент кафедри «Транспортні технології» ЗНТУ, м.Запоріжжя, Україна, e-mail: anden_jak@mail.ru

Рецензент: **Чернецька-Білецька Н.Б.**, д.т.н., професор

Стаття подана 26.01.2015

УДК 656.07

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ МОРСКОГО ПОРТА ЗА СЧЕТ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАНСПОРТА

Хлопецкая Л.Ф.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF SEAPORT THROUGH RATIONAL USE OF TRANSPORT

Khlopetskaya L.

В статье рассмотрены вопросы повышения эффективности перегрузочных работ в морском порту путем использования универсальных вагонов и полувагонов порта и «Укрзалізниці» в потребном рациональном количестве, приведена модель определения потребностей количественного состава в зависимости от предполагаемого объема перевалки грузов и с учетом рисков.

Ключевые слова: морской порт, промышленный транспорт, железнодорожные вагоны, объем перегрузки, риски.

Введение. В настоящее время экономика морских портов Украины переживает сложный период. Из привычного пространства экономических взаимосвязей системы промпредприятия – морской порт выведены целые регионы. Условия работы многих промышленных предприятий нарушены в связи с изменением наработанных годами устойчивых партнерских связей, географии и коммуникаций доставки материалов, сырья, продукции. Особенно это коснулось зоны, прилегающей к границам проведения АТО. С другой стороны, становится очевидным факт деградации крымских портов, что требует напряжения в работе портов континентальной части Украины. Нагрузка на них объективно возрастает, так что без адекватного изменения принципа работы они могут превратиться в слабое звено всей транспортной системы Украины. Такие объективные причины затрагивают и социальные аспекты: численность и загруженность персонала портов и смежных предприятий.

Постановка проблемы. Успех дальнейшей работы морских портов во взаимосвязи с деятельностью и развитием промышленных предприятий во многом будет зависеть от способности и возможности быстро перестроить и приспособить свою деятельность к новым чрезвычайным условиям.

Кроме того, на работу морских портов влияет тот факт, что с 2013 года морские порты пере-

шли на государственно – частное регулирование, согласно Закону Кабинета министров Украины [1], при котором каждый субъект ищет в первую очередь собственную экономическую выгоду и решение вопросов между ними приобретает сложный характер, растет конкуренция и устанавливаются новые взаимосвязи.

При этом сбалансирование их интересов зачастую происходит на уровне использования промышленного транспорта, связывающего основные технологии по перемещению и хранению грузов, а также их погрузку и выгрузку в морском порту.

Наглядным примером является реакция работы порта на введение с 10 октября 2014 года «Укрзалізницей» ограничения на грузовые перевозки в районе Мариупольского порта [2].

Согласно указанной директиве, запрещено отправление в адрес морского порта инвентарных, арендованных, собственных вагонов, а также нерабочего парка подвижного состава, при перевозке различных грузов, в том числе окатышевозов. Данный запрет действует для станций Мариуполь – порт, а также узловых станций «Укрзалізниці» Сартаана, Волноваха и др. обслуживающих промышленный регион морского порта Мариуполь [2].

Как известно, подавляющее большинство грузов, поступающих по морю в порты и транспортируемых далее сухопутным путем, перевозится по железным дорогам, поэтому в морских портах постоянно обрабатывается значительное количество железнодорожных вагонов [3].

Общее число железнодорожных вагонов, перегружаемых портом за определенный промежуток времени (навигация, месяц, сутки) называется вагонооборотом порта. В вагонооборот включают вагоны с грузами прямого и смешанного железнодорожно – водного сообщения, с экспортно – импортными и каботажными грузами, прибывшими в адрес порта, а также вагоны, загруженные и разгруженные на

железнодорожных путях порта для клиентуры на договорных условиях.

Изложение основного материала. Задача оценки рационального потребного парка вагонов для обеспечения эффективной работы морских портов в зависимости от предполагаемого объема перевозки и перевалки с учетом минимизации затрат и возможных рисков может решаться методом моделирования.

Модель определения потребности порта в парке вагонов имеет вид [4]:

$$N^{порт} \Rightarrow \min, \quad (1)$$

$$N^{порт} = f(K^{дост}; K^{обсл}; Q_{ср}^{мес}; Q_{собст}^{дост}; P_{ст}) \Rightarrow \min.$$

где $N^{порт}$ - потребный вагонный парк, достаточный для обеспечения запланированных объемов перевалки грузов в морском порту;

$K^{дост}$ - Коэффициент, который учитывает несоблюдение нормативных технологических сроков доставки грузов и обращения вагонов;

$K^{обсл}$ - коэффициент дополнительных затрат времени на подготовку, техническое обслуживание, ремонт вагонов;

$Q_{ср}^{мес}$ - запланированный среднемесячный объем перевалки грузов;

$Q_{собст}^{дост}$ - нормативный оборот вагонов, суток;

$P_{ст}$ - средняя статическая нагрузка вагона, тонн/вагон.

Принимая планируемые среднемесячные объемы перевозок одинаковыми, получаем расчетное соотношение для определения рационального вагонного парка:

$$N^{порт} = \frac{12}{365} \times K^{дост} \times K^{обсл} = (Q_{ср}^{мес} \times Q_{собст}^{дост}) / P_{ст}; \quad (2)$$

Потребное количество вагонов для переработки грузов в морском порту за определенный промежуток времени может быть определен [3]:

$$N_{\epsilon} = \sum \frac{q_i^{np}}{q_i^{\epsilon}}; \quad (3)$$

где q_i^{np} - количество i - того груза, подлежащего перегрузке в вагоны в течение определенного промежутка времени, т;

q_i^{ϵ} - количество i - того груза, размещаемого в вагоне, т.

В вагонооборот включают вагоны различных типов: крытые, полувагоны, платформы, цистерны, вагоны спецназначения и др., в соответствии с

условиями перевозки и транспортно - технологическими требованиями к грузам.

Количество одновременно обрабатываемых вагонов в морском порту в зависимости от производительности технологических линий: судно - вагон, вагон - судно, в том числе через складское хозяйство морского порта определяется [3]:

$$N = \frac{t_{гр} \sum P}{q_n}; \quad (4)$$

где $t_{гр}$ - время обработки вагона, ч;

$\sum P$ - производительность технологической линии, т/ч;

q_n - масса груза в вагоне, т.

При этом фронт обработки вагонов и грузов должен быть достаточным для обеспечения непрерывной работы перегрузочной техники морских причалов порта.

Число вагонов, которое необходимо поставить для обеспечения непрерывности работы, например грузоподъемных кранов, по причальной и складской линиях [3]:

$$N' = \frac{\sum P}{p' n_{ср}}; \quad (5)$$

где p' - часовая производительность перегрузочной техники, т/ч;

$n_{ср}$ - количество перегрузочной техники, занятой под обработку одного вагона, шт.

Для сокращения времени простоя морских судов и вагонов в морском порту при перевалке максимального количества груза используется обменный парк железнодорожных вагонов в порту, разрабатывается единый технологический процесс работы причальных кранов, внутрипортовой механизации и железнодорожной станции, обслуживающей порт.

Важное значение имеют не только количественный состав парка вагонов железнодорожной станции порта, но и типовой ряд, учитывающий транспортно - технологические характеристики грузов, необходимые условия перевозки и наработанную технологию перегрузки конкретного порта. Упомянутая выше директива фактически исключает именно последний аспект.

В новых условиях порт вынужден использовать в своей работе в основном универсальные полувагоны «Укрзалізниці» взамен вагонов промышленного транспорта, ранее обслуживающих порт. В этом случае важную роль играет учет рисков на этапе принятия решений по формированию необходимого парка вагонов кадрового состава специалистов, обслуживающих все этапы процесса транспортировки и перегрузки. Критерием оптимального выбора может выступать минимизация экономического и социального рисков.

Предлагаемый метод учитывает, что потребный вагонный парк зависит от таких факторов работы порта: среднемесячный объем перевозок; норма-

тивное обращение собственных вагонов морского порта; среднее значение статистической загрузки вагонов; дополнительные расходы времени на подготовку, техническое обслуживание и ремонт вагонов; дополнительные расходы на несоблюдение договорных обязательств участников процесса [4].

Надо отметить, что такой приближенный метод не учитывает зависимость парка вагонов от фактического имеющегося объема перевозок при переменных параметрах статической нагрузки $P_{ст}$.

Данная методика расчета потребного парка вагонов в основном учитывает технологию взаимодействия между морским портом и «Укрзалізницею», нормативный оборот грузовых вагонов, статическую загрузку вагонов, а в определенной степени и неравномерность процесса перевозок и обслуживания технических средств, выраженных в форме указанных коэффициентов неравномерности в зависимости (1).

Вывод. Повышение эффективности перегрузочных работ в морском порту может быть достигнуто при использовании универсальных вагонов и полувагонов порта и «Укрзалізниці» в потребном рациональном количестве, при котором и та и другая стороны достигают своих целей и выгод в экономическом и социальном плане. Такой подход позволяет в итоге сохранять объемы перегрузки порта, сокращать стоянки судов под перевалкой за счет унификации средств промышленного транспорта и ускорять обработку судов, а также достигает компромисса в перераспределении загруженности специалистов, обслуживающих вагоны промышленного и магистрального транспорта.

Л и т е р а т у р а

1. Закон України «Про морські порти України» // (Відомості Верховної Ради України, - 2013, №7, ст. 65)
2. Грузовые ж.-д. перевозки в Мариуполь ограничены, но портовики не страдают // Приазовский рабочий. - 2014. - № 152 (19926)
3. Винников В. В. Экономика предприятия морского транспорта : Учебник для вузов водного транспорта. - 2-е изд., перераб. и доп./ В. В. Винников.- Одесса: Латстар, 2001. - 416 с.
4. Скалозуб В. В. Оценка оптимального потребного парка вагонов операторов с учетом технолого – экономических рисков/ В. В. Скалозуб, О. В. Солтысюк, М. С. Чередниченко.// Сборник научных трудов ДИИТ.- Вып. 61.-2007.- С. 43-49.
5. Лазарев Н. Ф. Перегрузочные процессы в морских портах/ Н. Ф. Лазарев, - М.: Транспорт, 1987. - 197 с.
6. Средства транспортировки грузов: Справочник. /Сост. А. З. Гинзбург, И. М. Гурков. - СПб.: Информационный центр «Выбор», 2001. - 312 с.
7. Казаков А. П. Технология и организация перегрузочных работ на речном транспорте / А. П. Казаков. - М.: Транспорт, 1984. - 356 с.

References

1. Zakon Ukraini "Pro morskii porti Ukraini"// (Vidomosti Verhovnoi Radi Ukraini, - 2013, №7, st. 65)
2. Gruzovye zh.-d. perevozki v Mariupol ogranicheni, no portoviki ne stradayut // Priazovskiyi rabochiyi. - № 152 (19926)
3. Vinnikov V. Ekonomika predpriyatiya morskogo transporta: Uchebnik dlya vuzov vodnogo transporta. - 2-e izd., pererab. I dop./ V/ Vinnikov. - Odessa: Latstar, 2001. - 416 s.
4. Skalozub V. Ozenka optimalnogo potrebnogo parka vagonov operatorov s uchetom tekhnologo-ekonomicheskikh riskov/ V. Skalozub, O. Soltisyuk, M. Cherednichenko.// Sbornik nauchnikh trudov DIIT. - Vip. 61.-2007.- S. 43-49.
5. Lazarev N. Peregruzochnie prozessi v morskikh portakh/ N. Lazarev, - M.; Transport, 1987. - 197 s.
6. Sredstva transportirovki грузов: Spravochnik. / Sost. A. Ginzbrug, I. Gurkov. - SPb.: Informatsionnyi zentr "Vibor", 2001. - 312 s.
7. Kazakov A. Tekhnologiya I organizaziya peregruzochnikh rabot na rechnom transporte / A. Kazakov. - M.: Transport, 1984. - 356 s.

Хлопецька Л.Ф. Підвищення ефективності роботи морського порту за рахунок раціонального використання транспорту.

В статті розглянуті питання підвищення ефективності перевантажувальних робіт в морському порту шляхом використання універсальних вагонів та полувагонів порту та «Укрзалізниці» в потребній раціональній кількості, приведена модель визначення потребностей кількісного складу в залежності від передбачуваного об'єму перевалки вантажів та з урахуванням ризиків.

Ключові слова: морський порт, промисловий транспорт, залізничні вагони, об'єм перевалки, ризики.

Khlopetskaya L. Improving the efficiency of seaport through rational use of transport.

The paper deals with improving the efficiency of transfer operations at the seaport through the use of universal cars and gondolas at the seaport and "Ukrzaliznytsia" in need of a rational amount is given model to identify the needs of quantitative composition depending on the expected volume of cargo handling and are subject to risks.

Key words: sea port, industrial trucks, rail cars, the amount of overload risks.

Хлопецькая Л. Ф. – ст. преподаватель кафедры «Судо-вождения и морских перевозок» АМИ ОНМА, аспирант ВНУ им. В. Даля, e-mail: l.khlopetskaya@gmail.com

Рецензент: **Чернецька-Білецька Н.Б.** д.т.н., професор

Стаття подана 30.01.2015

УДК 65.012.34:338.47

РЕСУРСЫ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Лапкина И.А., Поддубная Н.Н.

RESOURCES OF LOGISTICS SYSTEM

Lapkina I.A., Poddubnaya N.N.

В статье проведен анализ известных определений понятия «логистическая система», представлено определение ресурсов логистической системы, которое основано на отличительных особенностях логистической концепции. Уточнен и обоснован состав подсистем в «базовом модуле» логистической системы, путем введения подсистемы «ресурсы». Рассмотрена классификация ресурсов логистической системы, приведен их состав и взаимоотношения в «базовом модуле».

Ключевые слова: логистическая система, «базовый модуль», подсистема «ресурсы».

Введение. Популярность «логистического направления», как в науке, так и в практике ведения бизнеса, в настоящее время подчеркивается многими авторами и является неоспоримым фактом. Об этом свидетельствуют многочисленные труды, в которых делается акцент на то, что в современных рыночных условиях логистика является определяющим фактором в конкурентной борьбе между организациями, экономическими регионами и государствами за создание «стоимости». Успех в этой борьбе достигается, в первую очередь, уровнем компетенции в логистике. Иначе говоря, сегодня логистика в значительной мере определяет конкурентную устойчивость как государства и определенного региона, так и конкретной организации.

Конкурентоспособность, согласно [1], с одной стороны, формируется как итог, результат конкурентных действий предпринимательской структуры. С другой, - конкурентоспособность понимается как потенциал, ресурсное обеспечение и основание конкурентных действий, то есть, как степень обеспеченности ресурсами для будущего конкурентного развития.

Таким образом, для успешного конкурирования любая система (организация), в том числе логистическая, должна четко определять свое ресурсное обеспечение.

Постановка задачи. В условиях рыночной экономики выживаемость и конкурентоспособность

предприятий, в том числе морской отрасли, напрямую зависят от рационального использования своих ресурсов. Логистическая концепция является современным подходом к эффективному управлению ресурсами. В связи с этим, актуальной является задача идентификации понятия ресурсов логистической системы, определения их состава и причинно-следственных связей.

Анализ последних исследований и публикаций. В литературных источниках часто встречаются определения понятий природные ресурсы, экономические, технические, финансовые, трудовые, энергетические и т.д., однако отсутствует четкое определение понятия и структурирование ресурсов логистических систем (ЛС). Так, Н.К. Моисеева к ресурсам логистики относит материальные средства производства, в том числе средства транспортировки, складирования, упаковки, грузопереработки, информационные средства, нематериальные и человеческие (кадровые) ресурсы [2], что, по сути, является простым перечислением (обособлением) уже известных ресурсов и не отвечает требованиям системности в понятии ЛС. А.К. Покровский вводит понятия логистики через ресурсное обеспечение следующим образом: «логистика - это наука оптимального менеджмента ресурсов при реализации фазовых процессов» [3]. Он отмечает, что это философия совершенствования хозяйственной деятельности, которая основывается на интеграции накопления, перемещения и преобразования ресурса, при этом «в качестве основного ресурса принимается энергетический», все остальные ресурсы выражаются через энергетический эквивалент. Такой подход, с нашей точки зрения, нивелирует значимость прочих ресурсов системы и подчеркивает важность лишь внешних ресурсов.

Устранение указанных противоречий является актуальной проблемой, решение которой необходимо, как с позиций общетеоретического видения, так и при возникновении конкретных ситуаций на практике.

Результаты исследований. Понятие «ресурсы» является достаточно широким, а границы их действия определяются объектом исследования.

В самом общем виде под понятием «ресурсы» понимают все, что окружает нас в постоянно меняющейся окружающей среде, все, что находится внутри нас и составляет нас. Данный термин происходит от французского *ressource* – «вспомогательное средство»; в английском языке аналогом является *resource* – «средства», «возможности» [4]. Мы понимаем под термином «ресурсы» все, что может быть использовано системой (компанией) для достижения своих целей, удовлетворения собственных потребностей и потребностей субъектов внешней среды.

С целью дальнейшей конкретизации объекта исследования, приведем общеизвестные определения ЛС.

ЛС – совокупность функционально соотнесенных элементов (узлов, процессов, периодов, звеньев...), определяющих сущность и назначение потоково-процессного объекта, подлежащего оптимизации на основе концепции логистики [5]. Недостатком данного определения, с нашей точки зрения, является отсутствие четкой формулировки сути потоково-процессного объекта и идентификации составных частей системы.

Более распространенным является определение, данное в [6]: ЛС – это адаптивная система с обратной связью, выполняющая те или иные логистические функции; как правило, состоит из нескольких подсистем и имеет развитые связи с внешней средой. Очевидным упрощением в данном определении является отсутствие конкретных признаков, по которым можно идентифицировать рассматриваемую систему как логистическую.

В [7] ЛС трактуется как сложная организационно завершенная (структурированная) экономическая система, которая состоит из элементов звеньев, взаимосвязанных в едином процессе управления материальными и сопутствующими им потоками. Очевидно, что в данном определении не получила отражение идентификация звеньев и цели ЛС. Спорной также видится трактовка ЛС как исключительно экономической системы, поскольку логистический подход предполагает также техническую и технологическую интеграцию.

Определение ЛС, приведенное в [8], с нашей точки зрения наиболее полно передает ее суть, цели и задачи. А именно: ЛС – это совокупность подсистем - генерирующей, перемещающей и поглощающей материальный и связанные с ним нематериальные потоки, согласованное функционирование которых на базе экономической, технической и технологической интеграции позволяет оптимизировать поступление материальных ценностей с определенными качественными и количественными характеристиками в определенное время и место определенному потребителю с определенным уровнем затрат.

Приведенное определение позволяет выделить признаки идентификации логистической системы:

- наличие основного объекта исследования, управления и оптимизации в логистике – сквозного материального потока (информационные, финансовые и сервисные потоки рассматриваются как подчиненные, генерируемые исследуемым материальным потоком);

- наличие интегративных качеств логистической системы, выражающихся в способности реализовать «правила логистики», в которых и уточняется сущность логистической концепции, а именно: 1) нужный продукт, 2) необходимого качества, 3) с требуемым уровнем затрат, 4) нужному потребителю, 5) в необходимом количестве, 6) в нужное время, 7) в нужное место, 8) персонифицированно для каждого заказа;

- наличие согласованного управления составными частями логистической системы, иначе говоря, их согласованного функционирования.

Автор данного определения, Ляшенко Н.И., вводит понятие «базового модуля» – простейшей логистической системы, включающей в себя источник материального потока, транспорт (перемещающая подсистема) и сток.

Таким образом, любая логистическая система может быть представлена в виде конечного числа базовых модулей, а предприятия, входящие в них, рассматриваться как микрологистические подсистемы, интегрирующие действия всех служб предприятия по управлению материальным потоком внутри него.

С целью определения ресурсов ЛС и их взаимосвязей внутри системы, будем рассматривать «базовый модуль» как простейшую модель ЛС (рис.1).

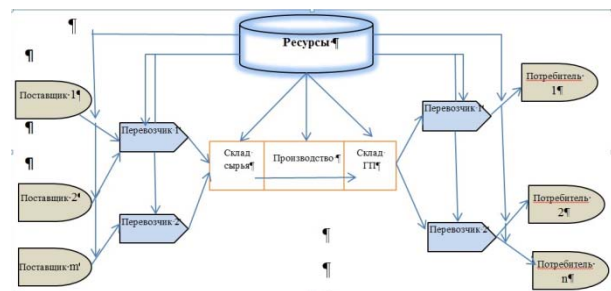


Рис. 1. Базовый модуль логистической системы с включением подсистемы «ресурсы»

Представленная модель базового модуля несколько отличается от приведенного выше определения. С нашей точки зрения, возможно и необходимо в состав перечисленных подсистем ввести подсистему «ресурсы». Именно подсистема «ресурсы» определяет совокупность технологий и процессов в ЛС, ее потенциал и результаты функционирования. Поскольку объектом управления в ЛС являются сквозные потоки (материальные и сопутствующие им), можно утверждать, что ресурсы в ЛС также но-

сят потоковый характер и именно они определяют равновесное состояние системы.

Исходя из рассмотренных положений, можно дать следующее определение. *Ресурсы логистической системы* – это поток систематизированной, взаимосвязанной совокупности материальных, информационных, производственных, финансовых, трудовых, энергетических и т.д. ресурсов, работающих на единую цель, на ограниченном пространстве, временном интервале и определяющих потенциал функционирования ЛС.

Ресурсы ЛС по отношению к самой системе можно разделить на внешние (поступающие в ЛС) и внутренние (преобразующие материальный поток), который, по сути, является ресурсом, инициирующим собственно создание ЛС. К числу внешних ресурсов следует отнести: финансовые – поток внешних поступлений денежных средств (и/или их эквивалентов); трудовые – поток квалифицированных специалистов необходимой численности, обеспечивающих функционирование системы; материальные – поток сырья и незавершенной продукции; информационные – необходимые сведения для создания и функционирования системы; энергетические – необходимый поток энергоносителей, преобразующих материальный поток (МП), производственные – поток транспортных средств, средства производства.

При определении элементов подсистемы «ресурсы» в ЛС, необходимо понимать, что ценность ресурса только тогда имеет прогрессивное значение, если он поступает в систему в нужном количестве, нужного качества, в нужное место, в нужное время для реализации конкретного процесса.

Приведем состав и взаимоотношения ресурсов логистической системы (рис.2).

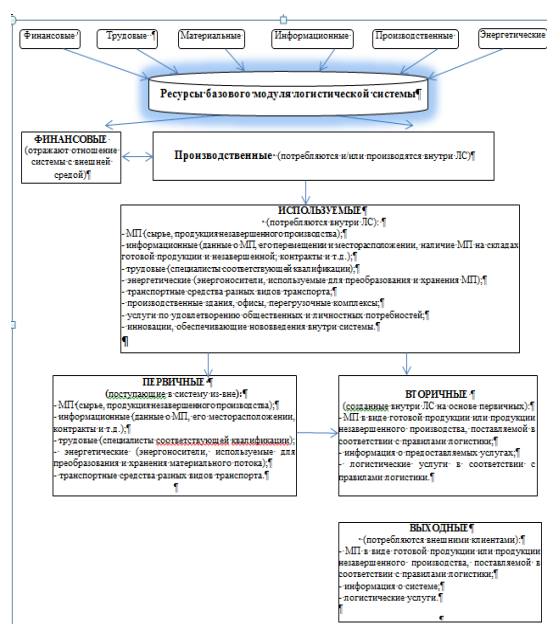


Рис. 2. Состав и взаимоотношение ресурсов в базовом модуле логистической системы

Выделенные ресурсы логистических систем можно разделить на статические (не изменяющиеся на ограниченном промежутке времени) и динамические (потоковые). Так, к числу статических, целесообразно отнести перегрузочные комплексы и оборудование в их составе, здания, сооружения, склады, запасы, офисы. Материальные, трудовые, энергетические, финансовые, информационные; транспортные, услуги и инновации – являются ресурсами динамического характера.

В зависимости от этапа (снабжение, производство или распределение), состав, количественные и качественные характеристики ресурсов меняются.

При поступлении в базовый модуль ресурсы представляют собой номенклатурную совокупность неоднородных, невзаимосвязанных, разноразмерных простейших потоков. Только в ЛС ресурсы начинают преобразовываться в подсистему. Под воздействием логистических операций в подсистеме «снабжение» и технологических в подсистеме «производство» происходит спецификационное укрупнение ресурсов ЛС, которые, по сути, образуют интегрированный поток с увеличенными качественными характеристиками. В подсистеме «распределение» количественная (партионная) неоднородность основного ресурса – МП (продукты незавершенного производства или готовой продукции) характеризуется разукрупнением. Покидая базовый модуль, МП может образовывать ресурсы для последующих модулей или представлять собой готовый продукт, ориентированный на конкретного потребителя.

Выводы. На основании вышеизложенного, «ресурсы» логистической системы необходимо рассматривать как паритетную микрологистическую подсистему подсистемам «поставщик», «производство», «перевозчик», «склад», «потребитель». Как и все подсистемы, входящие в базовый модуль, «ресурсы» должны подвергаться логистическому управлению. Для этого необходимо их формализованное представление и оптимизация качественных и количественных свойств.

Л и т е р а т у р а

1. Коваленко А. Теоретические и методологические аспекты использования концепции «конкурентоспособности» в научных исследованиях /А. Коваленко // Современная конкуренция. 2013. № 6(42). - с. 65-79.
2. Моисеева Н.К. Экономические основы логистики [Текст]: Учебник. / Н.К. Моисеева, В.И. Сергеев. - Москва: ИНФРА-М, 2011. - 527 с.
3. Покровский А.К. Логистический менеджмент инноваций [Текст]: Учеб. Пособ. / А.К. Покровский. - Москва: МАДИ (ГТУ), 2006. - 140 с.
4. Шустов С.Б. Теория ресурсов и ресурсные кризисы: прошлое, настоящее и будущее (аналит. обзор) [Текст]: учеб. пособ. / С.Б. Шустов. - Нижний Новгород: Sergey Shustov, 2009. - 163 с.
5. Семененко А.И. Логистика. Основы теории [Текст]: Учебник для вузов. / А.И. Семененко, В.И. Сергеев. -

Санкт-Петербург: СПб.: Издательство «Союз», 2001. – 544 с.

6. Гаджинский А.М. Логистика [Текст]: Учебник. / А.М. Гаджинский. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2012. – 484 с.
7. Лукинский В.С. Логистика автомобильного транспорта [Текст]: Учеб. пособие / В.С. Лукинский, В.И. Бережной, Е.В. Бережная и др. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 368 с.
8. Ляшенко Н.И. Обоснование подхода к определению логистической системы [Текст] / Ляшенко Н.И. // Развитие методів управління та господарювання на транспорті: Зб.наук.прац. – Одеса: ОНМУ, 2005. – Випуск. 23. – С.151-158.

References

1. Kovalenko A. Teoreticheskie i metodologicheskie aspekty ispol'zovaniya koncepcii «konkurentosposobnosti» v nauchnyh issledovaniyah / A. Kovalenko // Sovremennaja konkurencija. 2013. № 6(42). – s. 65-79.
2. Moiseeva N.K. Jekonomicheskie osnovy logistiki [Текст]: Учебник. / N.K. Moiseeva, V.I. Sergeev. – Moskva: INFRA-M, 2011. – 527 s.
3. Pokrovskij A.K. Logisticheskij menedzhment innovacij [Текст]: Ucheb. Posob. / A.K. Pokrovskij. – Moskva: MADI (GTU), 2006. – 140 s.
4. Shustov S.B. Teorija resursov i resursnye krizisy: proshloe, nastojashhee i budushhee (analit. obzor) [Текст]: ucheb. posob. / S.B. Shustov. – Nizhnij Novgorod: Sergey Shustov, 2009. – 163 s.
5. Semenenko A.I. Logistika. Osnovy teorii [Текст]: Uchenik dlja vuzov. / A.I. Semenenko, V.I. Sergeev. – Sankt-Peterburg: SPb.: Izdatel'stvo «Sojuz», 2001. – 544 s.
6. Gadzhinskij A.M. Logistika [Текст]: Uchebnik. / A.M. Gadzhinskij. – М.: Izdatel'sko-torgovaja korporacija «Dashkov i K°», 2012. – 484 s.
7. Lukinskij V.S. Logistika avtomobil'nogo transporta [Текст]: Ucheb. posobie / V.S. Lukinskij, V.I. Berezhnoj, E.V. Berezhnaja i dr. – М.: Finansy i statistika, 2004. – 368 s.
8. Ljashenko N.I. Obosnovanie podhoda k opredleniiu logisticheskoy sistemy [Текст] / Ljashenko N.I. // Rozvitok

metodiv upravlinnja ta gospodarjuvannja na transporti: Zb.nauk.prac'. – Odesa: ONMU, 2005. – Vipusk. 23. – S.151-158.

Лапкина І.О. Піддубна М.М. Ресурси логістичної системи.

Анотація. У статті проведено аналіз відомих визначень поняття «логістична система», представлено визначення ресурсів логістичної системи, яке засноване на відмінностях логістичної концепції. Уточнено і обґрунтовано склад підсистем в «базовому модулі» логістичної системи, шляхом введення підсистеми «ресурси». Розглянуто класифікацію ресурсів логістичної системи, наведено їх склад і взаємовідношення в «базовому модулі».

Ключові слова: логістична система, «базовий модуль», підсистема «ресурси».

Lapkina I.O., Pidubna N.M. Resources of logistics system.

Annotation. In the article analysis of the known definitions of «logistics system» is provided, definition of logistics system's resources which is based on differences of the logistics concept is specified. The composition of subsystems in the «base module» of logistics system is clarified and justified by introducing a subsystem «resources». The classification of logistics system's resources is given, their structure and relationships in the «basic module» is grounded.

Keywords: logistics system, «base module», subsystem «resources».

Лапкина Інна Олександрівна, д.е.н., професор кафедри «Системний аналіз і логістика», ОНМУ, e-mail lapkina@ukr.net

Піддубна Наталія Миколаївна, старший викладач кафедри «Системний аналіз і логістика», ОНМУ, e-mail bestiya_2005@rambler.ru

Рецензент: Марченко Д. Н., д.т.н., професор

Стаття подана 30.01.2015

УДК 629.114:622.684

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЕКСПЛУАТАЦІЇ КАР'ЄРНОГО САМОСКИДА БЕЛАЗ**Монастирський Ю.А., Потапенко В.В.****MATHEMATICAL MODEL OF OPERATION OF OPEN PIT TRUCK BELAZ****Monastyrskiy Yu., Potapenko V.**

На основі системного підходу створена математична модель експлуатації кар'єрного самоскида БЕЛАЗ. Виконано моделювання підсистем технологічних станів машини і переходів між ними за схемою марківського процесу з дискретними станами й безперервним часом. Згідно до моделі складена система диференціальних рівнянь, рішення якої дасть можливість обчислити ймовірності станів самоскида залежно від часу та у стаціонарних режимах для різних рівнів організації технічного обслуговування, діагностування й ремонту.

Ключові слова: системний підхід, кар'єрний самоскид, математична модель.

Вступ. Системний аналіз автотранспортної системи кар'єру (АСК) підтвердив її складність як об'єкта управління. Це призвело до необхідності математичного опису АСК, який дасть можливість управляти нею за допомогою формальних методів. Без моделі процес управління АСК можна реалізувати лише методом проб і помилок, що неприйнятно, оскільки вимагає великих витрат часу й приводить до економічних втрат. Математична модель АСК являє собою її опис формальною мовою, що дозволяє зробити висновки про необхідні риси поведінки системи за допомогою певних процедур над її описом. Точність і обґрунтованість прогнозування й управління залежать від об'єктивності й точності відбиття в моделі АСК реальних процесів, що протікають при функціонуванні системи, вірогідності використання інформативної інформації. Математичне моделювання дає можливість побудувати математичну модель автотранспортної системи кар'єру, яка, реалізуючись за допомогою комп'ютерів, імітує поведінку системи при різних умовах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У роботах [1, 2, 3] узагальнені досягнення у галузі проектування, виробництва та обслуговування кар'єрних автосамоскидів особливо великої вантажопід'ємності. Питанням структурних концепцій моделювання надійності складних транспортних систем, методам якісного та кількісного аналізу присвячені праці [4, 5].

Діюче «Положення про технічне обслуговування, діагностування й ремонт кар'єрних самоскидів «БЕЛАЗ» (далі – «Положення»), розроблене ВАТ «БЕЛАЗ» – керуючою компанією холдингу «БЕЛАЗ-ХОЛДІНГ» у 2013 році [6], носить не обов'язковий, а рекомендаційний характер і тільки частково вирішує питання ефективного функціонування машин, розширює поле для творчості фахівців, що експлуатують цю техніку. Адаптація «Положення» до конкретних рівнів організації технічного обслуговування, діагностування й ремонту експлуатуючого підприємства залишається актуальним науковим завданням, розв'язок якого базується на ймовірнісних математичних моделях.

Мета роботи. Системний підхід дозволяє розглядати автотранспортну систему кар'єру як безліч елементів – кар'єрних самоскидів, що перебувають у взаємодії. Метою роботи є створення математичної моделі експлуатації кар'єрного самоскида БЕЛАЗ як окремої транспортної одиниці для різних рівнів організації технічного обслуговування, діагностування й ремонту.

Результати досліджень. Технологічні стани кар'єрних самоскидів із часом змінюються випадковим заздалегідь непередбаченим чином. Важливим моментом є те, що у першому наближенні можна припустити про залежність технологічного стану кар'єрного самоскида БЕЛАЗ у майбутньому від його справжнього стану і його незалежності від того, як і коли був досягнутий цей стан у даний момент часу. Для математичного опису таких технологічних станів кар'єрних самоскидів передбачається доцільним застосування математичного апарата, відомого як «марківські випадкові процеси». Більше того, враховуючи, що розглядаються три технологічні підсистеми станів кар'єрного самоскида, можна застосувати математичне моделювання за схемою «марківського процесу з дискретними станами й безперервним часом».

Створена раніше модель описує процеси, що відбуваються у тих гірничотранспортних цехах, де за недосконалої діагностики не відбувається перехід

від планових технічних обслуговувань та ремонтів (ТОР) до непланових поточних ремонтів (ПоР), тобто має місце планово-попереджувальна система з поточними ремонтами внаслідок раптових відмов самоскида.

За розвиненої діагностики транспортної системи кар'єрних самоскидів існує перехід від планових техобслуговувань й ремонтів до поточних ремонтів, оскільки в результаті діагностичних дій у зоні ТОР відбуваються виявлення прихованих дефектів, виправлення яких потребує непланового поточного ремонту, що знайшло відображення в уточненій моделі підсистем технологічних станів кар'єрних самоскидів (рис. 1),

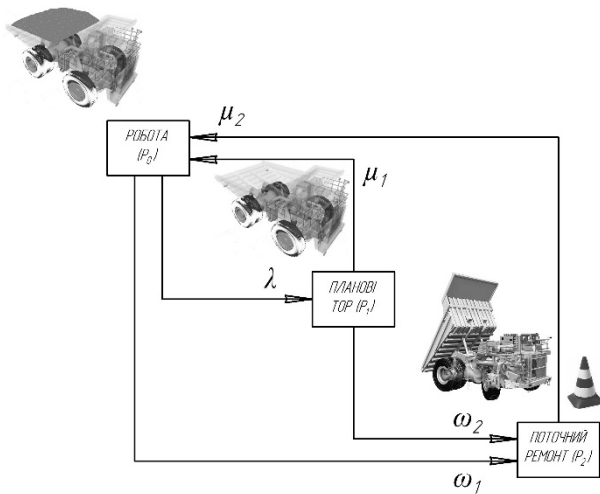


Рис. 1. Розмічений граф технологічних підсистем станів кар'єрного самоскида БЕЛАЗ:

λ – інтенсивність переходів кар'єрного самоскида зі стану роботи у стан планових технічних обслуговувань і ремонтів; ω_1 – інтенсивність переходів кар'єрного самоскида зі стану роботи у стан непланових поточних ремонтів; ω_2 – інтенсивність переходів самоскида зі стану ТОР у стан ПоР; μ_1, μ_2 – інтенсивність повернень самоскида у стан роботи зі станів планових ТОР і непланових ПоР відповідно

де представлений розмічений граф технологічних підсистем станів кар'єрного самоскида БЕЛАЗ при функціонуванні у кар'єрі, згідно до якого імовірності знаходження у кожному з них описуються за допомогою системи диференціальних рівнянь Колмогорова:

$$\begin{cases} \frac{dP_0}{dt} = -(\lambda + \omega_1)P_0 + \mu_1P_1 + \mu_2P_2, \\ \frac{dP_1}{dt} = \lambda P_0 - (\mu_1 + \omega_2)P_1, \\ \frac{dP_2}{dt} = \omega_1P_0 + \omega_2P_1 - \mu_2P_2 \end{cases} \quad (1)$$

де $P_0 = P_0(t)$ – імовірність знаходження машини у стані роботи; $P_1 = P_1(t)$ – імовірність знаходження машини у стані планових технічних обслуговувань і

ремонтів; $P_2 = P_2(t)$ – імовірність знаходження машини у стані поточного ремонту.

У початковий момент часу, передбачається, що самоскид перебував у стані роботи

$$P_0(t=0) = 1, P_1(t=0) = 0, P_2(t=0) = 0. \quad (2)$$

При цьому повинна також виконуватися умова повноти системи технологічних станів кар'єрного самоскида:

$$P_0(t) + P_1(t) + P_2(t) = 1. \quad (3)$$

Як відомо, рівняння (1) і початкові умови (2) визначають задачу Коші. Для рішення цієї задачі необхідно знайти загальний розв'язок системи диференціальних рівнянь (1), а потім, згідно з початковими умовами (2), визначити частковий розв'язок.

Рішення системи (1) будемо шукати у вигляді

$$P_i(t) = X_i \cdot e^{\theta_i t}, \quad (i = 0, 1, 2). \quad (4)$$

Поставляючи (4) у систему диференціальних рівнянь (1), отримуємо однорідну систему лінійних алгебраїчних рівнянь

$$\begin{cases} -(\lambda + \omega_1 + \theta)X_0 + \mu_1X_1 + \mu_2X_2 = 0; \\ \lambda X_0 - (\mu_1 + \omega_2 + \theta)X_1 = 0; \\ \omega_1X_0 + \omega_2X_1 - (\mu_2 + \theta)X_2 = 0. \end{cases} \quad (5)$$

Для того щоб однорідна система лінійних алгебраїчних рівнянь (5) мала ненульовий розв'язок, необхідно, щоб її визначник дорівнював нулю

$$\begin{vmatrix} -(\lambda + \omega_1 + \theta) & \mu_1 & \mu_2 \\ \lambda & -(\mu_1 + \omega_2 + \theta) & 0 \\ \omega_1 & \omega_2 & -(\mu_2 + \theta) \end{vmatrix} = 0. \quad (6)$$

Розкриваючи визначник (6), одержуємо алгебраїчне рівняння для знаходження власних чисел

$$\theta^3 + \theta^2(\lambda + \omega_1 + \omega_2 + \mu_1 + \mu_2) + \theta(\lambda\mu_2 + \omega_2\mu_2 + \mu_1\mu_2 + \lambda\omega_2 + \omega_1\mu_1 + \omega_1\omega_2) = 0. \quad (7)$$

Розв'язок цього рівняння має вигляд

$$\begin{aligned} \theta_1 = 0; \quad \theta_2 = \frac{-(\lambda + \omega_1 + \omega_2 + \mu_1 + \mu_2) - \sqrt{D}}{2}; \\ \theta_3 = \frac{-(\lambda + \omega_1 + \omega_2 + \mu_1 + \mu_2) + \sqrt{D}}{2}, \end{aligned} \quad (8)$$

де

$$D = (\lambda + \omega_1 + \omega_2 + \mu_1 + \mu_2)^2 - 4(\lambda\mu_1 + \omega_2\mu_2 + \mu_1\mu_2 + \lambda\omega_2 + \omega_1\mu_1 + \omega_1\omega_2).$$

У свою чергу, власні вектори, які відповідають знайденим власним числам (8), знаходимо шляхом підстановки цих чисел у систему лінійних алгебраїчних рівнянь (5).

Для значень $\theta = \theta_i$ отримуємо систему двох рівнянь

$$\begin{cases} -(\lambda + \omega_1 + \theta_i)X_0 + \mu_1 X_1 + \mu_2 X_2 = 0 \\ \lambda X_0 - (\mu_1 + \omega_1 + \theta_i)X_1 = 0 \end{cases} \quad (i=1; 2; 3) \quad (9)$$

Уважаючи $X_0 = 1$, шляхом розв'язку (9) знаходимо координати власного вектора, відповідного до власного числа θ_i :

$$\begin{aligned} x_1^{(i)} &= 1, \\ x_2^{(i)} &= \frac{\lambda}{\mu_1 + \omega_1 + \theta_i}; \quad (i=1; 2; 3) \\ x_3^{(i)} &= \frac{\theta_i^2 + \theta_i(\lambda + \mu_1 + 2\omega_1) + \omega_1(\lambda + \mu_1 + \omega_1)}{\mu_2(\mu_1 + \omega_1 + \theta_i)}. \end{aligned} \quad (10)$$

Враховуючи (10), загальний розв'язок системи диференціальних рівнянь (1) запишеться у вигляді

$$\begin{aligned} P_0(t) &= C_1 + C_2 e^{\theta_2 t} + C_3 e^{\theta_3 t}, \\ P_1(t) &= \frac{\lambda}{\mu_1 + \omega_1} C_1 + \frac{\lambda}{\mu_1 + \omega_1 + \theta_2} C_2 e^{\theta_2 t} + \frac{\lambda}{\mu_1 + \omega_1 + \theta_3} C_3 e^{\theta_3 t} \\ P_2(t) &= \frac{\omega_1(\lambda + \mu_1 + \omega_1)}{\mu_2(\mu_1 + \omega_1)} C_1 + \\ &+ \frac{\theta_2^2 + \theta_2(\lambda + \mu_1 + 2\omega_1) + \omega_1(\lambda + \mu_1 + \omega_1)}{\mu_2(\mu_1 + \omega_1 + \theta_2)} C_2 e^{\theta_2 t} + \\ &+ \frac{\theta_3^2 + \theta_3(\lambda + \mu_1 + 2\omega_1) + \omega_1(\lambda + \mu_1 + \omega_1)}{\mu_2(\mu_1 + \omega_1 + \theta_3)} C_3 e^{\theta_3 t}, \end{aligned} \quad (11)$$

де C_1, C_2, C_3 – довільні постійні.

Для знаходження довільних постійних скористаємося початковою умовою (2), що дасть систему лінійних алгебраїчних рівнянь

$$\begin{cases} C_1 + C_2 + C_3 = 1 \\ \frac{1}{\mu_1 + \omega_1} C_1 + \frac{1}{\mu_1 + \omega_1 + \theta_2} C_2 + \frac{1}{\mu_1 + \omega_1 + \theta_3} C_3 = 0 \\ \frac{\omega_1(\lambda + \mu_1 + \omega_1)}{\mu_2(\mu_1 + \omega_1)} C_1 + \\ + \frac{\theta_2^2 + \theta_2(\lambda + \mu_1 + 2\omega_1) + \omega_1(\lambda + \mu_1 + \omega_1)}{\mu_2(\mu_1 + \omega_1 + \theta_2)} C_2 + \\ + \frac{\theta_3^2 + \theta_3(\lambda + \mu_1 + 2\omega_1) + \omega_1(\lambda + \mu_1 + \omega_1)}{\mu_2(\mu_1 + \omega_1 + \theta_3)} C_3 = 0 \end{cases} \quad (12)$$

Вирішуючи систему (12), знаходимо

$$\begin{aligned} C_1 &= \frac{(\omega_2 + \mu_1)\mu_2}{\lambda\mu_2 + \omega_2\mu_2 + \mu_1\mu_2 + \lambda\omega_2 + \omega_1\mu_1 + \omega_1\omega_2}, \\ C_2 &= \frac{(\omega_1 + \mu_1 + \theta_2)(\lambda + 2\omega_1 + \mu_1 + \theta_3)}{\theta_2(\theta_2 - \theta_3)}, \\ C_3 &= \frac{(\omega_1 + \mu_1 + \theta_3)(\lambda + 2\omega_1 + \mu_1 + \theta_2)}{\theta_3(\theta_3 - \theta_2)}. \end{aligned} \quad (13)$$

Підставляючи (13) у загальний розв'язок (11), знаходимо рішення задачі Коші

$$\begin{aligned} P_0(t) &= \frac{(\omega_2 + \mu_1)\mu_2}{\lambda\mu_2 + \omega_2\mu_2 + \mu_1\mu_2 + \lambda\omega_2 + \omega_1\mu_1 + \omega_1\omega_2} + \\ &+ \frac{(\omega_1 + \mu_1 + \theta_2)(\lambda + 2\omega_1 + \mu_1 + \theta_3)}{\theta_2(\theta_2 - \theta_3)} e^{\theta_2 t} + \\ &+ \frac{(\omega_1 + \mu_1 + \theta_3)(\lambda + 2\omega_1 + \mu_1 + \theta_2)}{\theta_3(\theta_3 - \theta_2)} e^{\theta_3 t}, \\ P_1(t) &= \frac{\lambda\mu_2}{\lambda\mu_2 + \omega_2\mu_2 + \mu_1\mu_2 + \lambda\omega_2 + \omega_1\mu_1 + \omega_1\omega_2} + \\ &+ \frac{\lambda(\omega_1 + \mu_1 + \theta_2)(\lambda + 2\omega_1 + \mu_1 + \theta_3)}{(\omega_1 + \mu_1 + \theta_2)\theta_2(\theta_2 - \theta_3)} e^{\theta_2 t} + \\ &+ \frac{\lambda(\omega_1 + \mu_1 + \theta_3)(\lambda + 2\omega_1 + \mu_1 + \theta_2)}{(\omega_1 + \mu_1 + \theta_3)\theta_3(\theta_3 - \theta_2)} e^{\theta_3 t}, \\ P_2(t) &= \frac{\lambda\omega_2 + \omega_1\omega_2 + \omega_1\mu_1}{\lambda\mu_2 + \omega_2\mu_2 + \mu_1\mu_2 + \lambda\omega_2 + \omega_1\mu_1 + \omega_1\omega_2} + \\ &+ \frac{\theta_2^2 + \theta_2(\lambda + 2\omega_1 + \mu_1) + \omega_1(\lambda + \omega_1 + \mu_1)(\lambda + 2\omega_1 + \mu_1 + \theta_3)}{\mu_2\theta_2(\theta_2 - \theta_3)} e^{\theta_2 t} + \\ &+ \frac{\theta_3^2 + \theta_3(\lambda + 2\omega_1 + \mu_1) + \omega_1(\lambda + \omega_1 + \mu_1)(\lambda + 2\omega_1 + \mu_1 + \theta_2)}{\mu_2\theta_3(\theta_3 - \theta_2)} e^{\theta_3 t} \end{aligned} \quad (14)$$

Математична модель, описувана функціями (14), дозволяє визначити ймовірності знаходження кар'єрного самоскида БЕЛАЗ у кожному зі станів технологічних підсистем.

Разом з тим, дослідження функціонування кар'єрного самоскида на основі отриманої математичної моделі представляє певні труднощі, пов'язані, насамперед, із залежністю ймовірностей від часу. Тому представляється доцільним розглянути граничний стаціонарний режим, при якому система, що описує функціонування кар'єрних самоскидів, випадковим образом міняє свої стани, але ймовірність кожного з них уже не залежить від часу. У цьому випадку ймовірність характеризує середній відносний час перебування кар'єрного самоскида в даному стані. Для обчислення цих ймовірностей достатньо у формулах (1) прирівняти похідні нулю, що дасть систему трьох алгебраїчних рівнянь із трьома невідомими:

$$\begin{cases} -(\lambda + \omega_1)P_0 + \mu_1 P_1 + \mu_2 P_2 = 0 \\ \lambda P_0 - (\mu_1 + \omega_2)P_1 = 0 \\ \omega_1 P_0 + \omega_2 P_1 - \mu_2 P_2 = 0 \end{cases} \quad (15)$$

Отримана система рівнянь (15) є лінійно залежною, тому що її визначник дорівнює нулю згідно (6). Тому для знаходження рішення відкидаємо одне рівняння й додаємо умову (2)

$$\begin{cases} -(\lambda + \omega_1)P_0 + \mu_1 P_1 + \mu_2 P_2 = 0 \\ \lambda P_0 - (\mu_1 + \omega_2)P_1 = 0 \\ P_0 + P_1 + P_2 = 1 \end{cases} \quad (16)$$

Розв'язок системи рівнянь (16) має вигляд

$$P_0 = \frac{(\omega_2 + \mu_1)\mu_2}{(\lambda + \omega_2 + \mu_1)\mu_2 + (\lambda + \omega_1)\omega_2 + \omega_1\mu_1}, \quad (17)$$

$$P_1 = \frac{\lambda\mu_2}{(\lambda + \omega_2 + \mu_1)\mu_2 + (\lambda + \omega_1)\omega_2 + \omega_1\mu_1}, \quad (18)$$

$$P_2 = \frac{(\lambda + \omega_1)\omega_2 + \omega_1\mu_1}{(\lambda + \omega_2 + \mu_1)\mu_2 + (\lambda + \omega_1)\omega_2 + \omega_1\mu_1}. \quad (19)$$

Формули (17), (18) і (19) визначають імовірності знаходження кар'єрного самоскида у стаціонарних технологічних підсистемах станів: роботі, планових технічних обслуговуваннях і ремонтах, непланових поточних ремонтах відповідно.

У роботі створена математична модель елементів автотранспортної системи кар'єру – самоскида БЕЛАЗ, за системи обслуговування машини із роз-

виненою діагностикою, що дозволило, використовуючи результати попередніх досліджень об'єднати отримані моделі у таблицю 1, де наведені результати моделювання для трьох випадків експлуатації кар'єрного самоскида: модель I ілюструє випадок, коли самоскид обслуговується за системи ТОР із недосконалою діагностикою, поточні ремонти відбуваються тільки внаслідок раптових відмов самоскида у роботі ($\omega_1 \neq 0$; $\omega_2 = 0$); модель II – випадок, коли самоскид обслуговується за системи ТОР із розвинутою діагностикою, поточні ремонти відбуваються не тільки внаслідок раптових відмов самоскида у роботі, а і в результаті діагностичних обстежень під час проведення планових ТОР ($\omega_1 \neq 0$; $\omega_2 \neq 0$); модель III – випадок, коли самоскид обслуговується за системи ТОР із оптимальною організацією робіт, поточні ремонти по причині раптових відмов самоскида практично не трапляються, а відбуваються внаслідок досконалої діагностики ($\omega_1 \rightarrow 0$; $\omega_2 \neq 0$).

Висновки. На основі системного підходу розроблена математична модель експлуатації кар'єрного самоскида БЕЛАЗ для різних рівнів організації технічного обслуговування, діагностування й ремонту, яка дозволить обчислити ймовірності станів машини залежно від часу та у стаціонарних режимах.

Опираючись на отримані результати, планується виконання структурного синтезу моделі автотранспортної системи кар'єру, ідентифікації параметрів моделі АСК та синтезу її управління.

Т а б л и ц я

Моделі елемента автотранспортної системи кар'єру – самоскида БЕЛАЗ

	Модель I	Модель II	Модель III
Графи підсистем			
Системи рівнянь	$\begin{cases} \frac{dP_0}{dt} = -(\lambda + \omega_1)P_0 + \mu_1 P_1 + \mu_2 P_2; \\ \frac{dP_1}{dt} = \lambda P_0 - (\mu_1 + \omega_2)P_1; \\ \frac{dP_2}{dt} = \omega_1 P_0 - \mu_2 P_2. \end{cases}$	$\begin{cases} \frac{dP_0}{dt} = -(\lambda + \omega_1)P_0 + \mu_1 P_1 + \mu_2 P_2; \\ \frac{dP_1}{dt} = \lambda P_0 - (\mu_1 + \omega_2)P_1; \\ \frac{dP_2}{dt} = \omega_1 P_0 + \omega_2 P_1 - \mu_2 P_2. \end{cases}$	$\begin{cases} \frac{dP_0}{dt} = -\lambda P_0 + \mu_1 P_1 + \mu_2 P_2; \\ \frac{dP_1}{dt} = \lambda P_0 - (\mu_1 + \omega_2)P_1; \\ \frac{dP_2}{dt} = \omega_2 P_1 - \mu_2 P_2. \end{cases}$
Імовірності станів	$P_0 = \frac{\mu_1 \mu_2}{\lambda \mu_2 + \mu_1 \mu_2 + \omega_1 \mu_1};$ $P_1 = \frac{\lambda \mu_2}{\lambda \mu_2 + \mu_1 \mu_2 + \omega_1 \mu_1};$ $P_2 = \frac{\omega_1 \mu_1}{\lambda \mu_2 + \mu_1 \mu_2 + \omega_1 \mu_1}.$	$P_0 = \frac{(\omega_2 + \mu_1)\mu_2}{(\lambda + \omega_2 + \mu_1)\mu_2 + (\lambda + \omega_1)\omega_2 + \omega_1\mu_1};$ $P_1 = \frac{\lambda\mu_2}{(\lambda + \omega_2 + \mu_1)\mu_2 + (\lambda + \omega_1)\omega_2 + \omega_1\mu_1};$ $P_2 = \frac{(\lambda + \omega_1)\omega_2 + \omega_1\mu_1}{(\lambda + \omega_2 + \mu_1)\mu_2 + (\lambda + \omega_1)\omega_2 + \omega_1\mu_1}.$	$P_0 = \frac{(\omega_2 + \mu_1)\mu_2}{(\lambda + \omega_2 + \mu_1)\mu_2 + \lambda\omega_2};$ $P_1 = \frac{\lambda\mu_2}{(\lambda + \omega_2 + \mu_1)\mu_2 + \lambda\omega_2};$ $P_2 = \frac{\lambda\omega_2}{(\lambda + \omega_2 + \mu_1)\mu_2 + \lambda\omega_2}.$

Л і т е р а т у р а

1. Карьерный автотранспорт: состояние и перспективы / П.Л. Мариев, А.А. Кулешов, А.Н. Егоров, И.В. Зырянов. – СПб.: Наука, 2004. – 429 с.
2. Карьерный автотранспорт стран СНГ в XXI веке / П.Л. Мариев, А.А. Кулешов, А.Н. Егоров, И.В. Зырянов. – СПб.: Наука, 2006. – 387 с.
3. Карьерные самосвалы особо большой грузоподъемности. Проектирование, технологии, маркетинг / П.Л. Мариев [и др.]. – Минск: Интегралполиграф, 2008. – 320 с.
4. Диллон Б. Инженерные методы обеспечения надежности систем / Б. Диллон, Ч. Сингх: Пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – 318 с., ил.
5. Хенли Э. Дж. Надежность технических систем и оценка риска / Э. Дж. Хенли, Х. Кумамото : Пер. с англ. – М.: Машиностроение, 1984. – 528 с., ил.
6. Положение о техническом обслуживании, диагностировании и ремонте карьерных самосвалов «БЕЛАЗ» / ОАО «БЕЛАЗ» – управляющая компания холдинга «БЕЛАЗ-ХОЛДИНГ». – Жодино: ОАО «БЕЛАЗ», 2013. – 20 с.

R e f e r e n c e s

1. P.L. Mariev, A.A. Kuleshov, A.N. Egorov, I.V. Zyrjanov. Kar'ernyj avtotransport: sostojanie i perspektivy. SPb. : Nauka, 2004. – 429 s.
2. P.L.Mariev, A.A.Kuleshov, A.N.Egorov, I.V.Zyrjanov. Kar'ernyj avtotransport stran SNG v XXI veke. SPb.: Nauka, 2006. – 387 s.
3. P.L.Mariev, et al. Kar'ernye samosvaly osobo bol'shoj gruzopodjornosti. Proektirovanie, tehnologii, marketing. Minsk : Integralpoligraf, 2008. – 320 s.
4. B. Dillon, Ch. Singh : Per. s angl. Dillon B. Inzhenernye metody obespechenija nadezhnosti sistem. M.: Mir, 1984. – 318s.
5. Je. Dzh. Henli, X. Kumamoto : Per. s angl. Henli Je. Dzh. Nadezhnost' tehniceskikh sistem i ocenka riska. M.: Mashinostroenie, 1984. – 528 s.
6. ОАО «BELAZ» – upravljajushhaja kompanija holdinga «BELAZ-HOLDING». Polozhenie o tehničeskom obsluzhivanii, diagnostirovanii i remonte kar'ernyh samosvalov «BELAZ». Zhodino : ОАО «BELAZ», 2013. – 20 s.

Монастырский Ю.А., Потапенко В.В. Математическая модель эксплуатации карьерного самосвала БЕЛАЗ.

На основе системного подхода создана математическая модель эксплуатации карьерного самосвала БЕЛАЗ. Выполнено моделирование подсистем технологических состояний машины и переходов между ними по схеме марковского процесса с дискретными состояниями и непрерывным временем. Согласно модели составлена система дифференциальных уравнений, решение которой даст возможность вычислить вероятности состояний самосвала в зависимости от времени и в стационарных режимах для разных уровней организации технического обслуживания, диагностирования и ремонта.

Ключевые слова: системный подход, карьерный самосвал, математическая модель.

Monastyrskiy Yu., Potapenko V. Mathematical model of operation of open pit truck BELAZ.

There was made modeling of transport system elements of open pit truck BELAZ on the basis of system approach. Modeling of subsystems of technological conditions of cars and transitions between them was made with using of the scheme of Markov process with discrete states and continuous time. According to model there was also made the system of the differential equations, which decision gave the chance to calculate probabilities of conditions of open pit trucks depending on time and in the stationary modes for different levels of the organization of maintenance operation, diagnosing and repair. Results of researches allow continuing the analysis of transport system operation, in order to assess actual and forecasting future condition of cars, a correcting of maintenance operation system, diagnosing and car repairs, increase of their reliability.

Keywords: system approach, open pit truck, mathematical model.

Монастирський Ю.А., д.т.н., проф., зав. кафедри автомобільного транспорту ДВНЗ «Криворізький національний університет», e-mail: monastirskiy08@rambler.ru

Потапенко В.В., старший викладач кафедри автомобільного транспорту ДВНЗ «Криворізький національний університет», e-mail: romantihk@mail.ru

Рецензент: **Осенін Ю.І.**, д.т.н., професор

Стаття подана 12.02.2015

УДК 656.7.025

ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ЛОГІСТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ВАНТАЖОПОТОКОМ НА МЕРЕЖІ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ

Войцеховський В.С.

FORMATION OF THE SYSTEM OF FREIGHT TRAFFIC LOGISTIC MANAGEMENT IN AIRLINES NETWORK

Voitsehovskiy V.

У статті визначено теоретичну та практичну необхідність трансформації методів управління вантажопотоком в авіакомпанії на основі логістичного управління. Було дано авторське визначення задач логістичного управління авіаперевезеннями та управління вантажопотоком. Проведено декомпозицію логістичного ланцюга авіаперевезень вантажів авіакомпанією на мережі повітряних ліній (ПЛ), що включає: етапи, процеси, суб'єкти, критерії, обмеження та показники. Створено дерево формування вантажопотоків та доходів авіакомпанії в мережі авіаліній, що дає змогу оцінити безпосередній вплив продажів на доходи перевізника.

Ключові слова: система логістичного управління, вантажопотік, мережа повітряних ліній, авіакомпанія, управління вантажопотоком, вантажні перевезення, логістичний ланцюг.

Вступ. Останнім часом спостерігається зміна ролі авіаційного транспорту у перевезеннях вантажів. В процесах авіаційних перевезень вантажів відмічається зростання впливу інтеграції та глобалізації. Авіаційний транспорт все частіше інтегрується в системи мультимодальної доставки вантажів, грає ключову роль в системах експрес-доставки вантажів, обслуговує доставку товарів на ринку електронної комерції тощо. Відзначається тенденція посилення інтеграції між авіаперевізниками за рахунок співпраці у рамках глобальних альянсів, розвитку комерційного співробітництва, лібералізації в умовах Єдиного неба Європи тощо.

Постановка проблеми. Велика частина авіавантажів в даний час перевозиться пасажирськими авіакомпаніями, як дозавантаження на власних рейсах. Оскільки основну частину комерційного завантаження пасажирського рейсу складають пасажирів та багаж, то виникає задача ефективного використання вільного тоннажу для розвитку вантажних перевезень авіакомпанії. Особливо складною ця задача є

для мережевих авіаперевізників. В даний час для авіакомпанії вже недостатньо перевозити вантажі виключно на прямих рейсах між двома аеропортами, необхідно забезпечити життєдіяльність всієї мережі маршрутів за рахунок залучення трансферних вантажопотоків. Тобто ефективність роботи мережевих авіаперевізників буде досягатися за умови забезпечення вантажного завантаження на мережі маршрутів в цілому, з використанням аеропортів-хабів авіакомпанії як концентраторів вантажопотоків.

Все це викликає необхідність трансформації методів управління вантажопотоком в авіакомпанії, шляхом використання методів, заснованих на принципах логістичного управління. Логістичне управління спирається на системний підхід та на відміну від традиційного, розглядає не окремі ресурсні потоки у функціональних підрозділах підприємства, а інтегрований логістичний потік, який характеризується нерозривною єдністю матеріальних, інформаційних, фінансових і сервісних потоків у конкретних просторово-часових координатах. Логістичне управління відрізняє спрямованість на досягнення максимального результату для всієї логістичної системи, максимальне задоволення ринкового попиту, узгодженість, системність та комплексність.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Проблему логістичного управління активно досліджували вітчизняні та зарубіжні вчені. Своє бачення на визначення поняття «логістичне управління» мали Є. Крикавський [4], Л. Фролова [9] та інші. Найбільш точне, на нашу думку, визначення дає Л. Фролова [9, с. 139-140], що визначає «логістичне управління», як «...процес цілеспрямованого впливу на логістичні потоки з метою синхронізації їхнього руху і досягнення ефекту синергізму...». Проблеми роботи діяльності перевізників в авіатранспортному бізнесі в окремих аспектах вивчалися, зокрема, А. Андрєєвим [1], А. Козубом [2], М. Колесніком [3],

С. Литвиненко [5], Л. Литвиненко [6], Т. Шкодою [10] та іншими.

Математичне моделювання продажів в управлінні доходів авіакомпанії досліджувалося К. Мозговою [7], а М. Солнцев розробив стратегії диференціації комплексу послуг авіакомпанії. Проте, нами не виявлено наукових робіт, які стосуються формування системи логістичного управління вантажопотоком на мережі повітряних ліній.

Мета статті – визначення необхідності трансформації методів управління вантажопотоком в авіакомпанії на основі логістичного управління, дати визначення задач логістичного управління авіаперевезеннями та управління вантажопотоком, провести декомпозицію логістичного ланцюга авіаперевезень вантажів авіакомпанією на мережі ПЛ, а також створення дерева формування вантажопотоків та доходів авіакомпанії в мережі авіаліній.

Результати досліджень. Досліджуючи еволюцію логістичного управління можна відмітити перехід від концепції Supply chain management, яка пов'язана з виконанням окремих логістичних операцій та в якій зворотний зв'язок споживача з учасниками ланцюга постачань дещо ускладнений, до концепції Network chain management, у якій виготовлення кінцевої продукції поступово трансформується в логістичний сервіс, формуються мережеві канали руху вантажопотоку, інтегруються інформаційні процеси. Реалізація системи логістичного управління вантажопотоком на мережі авіаліній є дуже актуальним для мережевих авіаперевізників. Схема руху

вантажопотоку по мережі ПЛ авіакомпанії приведена на рис. 1. На ній видно, що систему продажу формують власна система, агентський продаж та продаж через глобальні системи дистрибуції вантажів. Крім цього існує можливість надання у аеропорту початку рейсу інтермодального перевезення, для чого організовуються спеціальні наземні поставки (у нашому прикладі із м. Караганда). Крім цього можливе використання мережі інших авіаперевізників (у нашому прикладі на маршруті Нью-Йорк-Сіетл та Нью-Йорк-Торонто). Управління вантажопотоком включає: визначення пунктів виникнення вантажопотоку, пунктів затування вантажопотоку, траєкторії переміщення вантажопотоку (маршруту перевезення), швидкості переміщення, потужності вантажопотоку, часу на переміщення. Мета управління вантажопотоком авіакомпанії – максимізація перевезень найбільш дохідних сегментів вантажопотоку по мережі ПЛ авіакомпанії.

Також існує можливість отримання доходів від додаткових послуг, які можуть надаватися вантажним перевізником та іншими учасниками ланцюга доставки, зокрема, аеропортами, експедиторами, логістичними компаніями та наземними перевізниками. У початковому пункті визначаються обсяг продажу та тарифи на весь маршрут, при цьому у проміжному аеропорту може бути змінено завантаження рейсу, обсяг вантажу на ділянці маршруту, визначається дохід від завантаження та ділянковий тариф. Декомпозиція логістичного ланцюга авіаперевезень вантажів авіакомпанією на мережі ПЛ наведена на рис. 2.

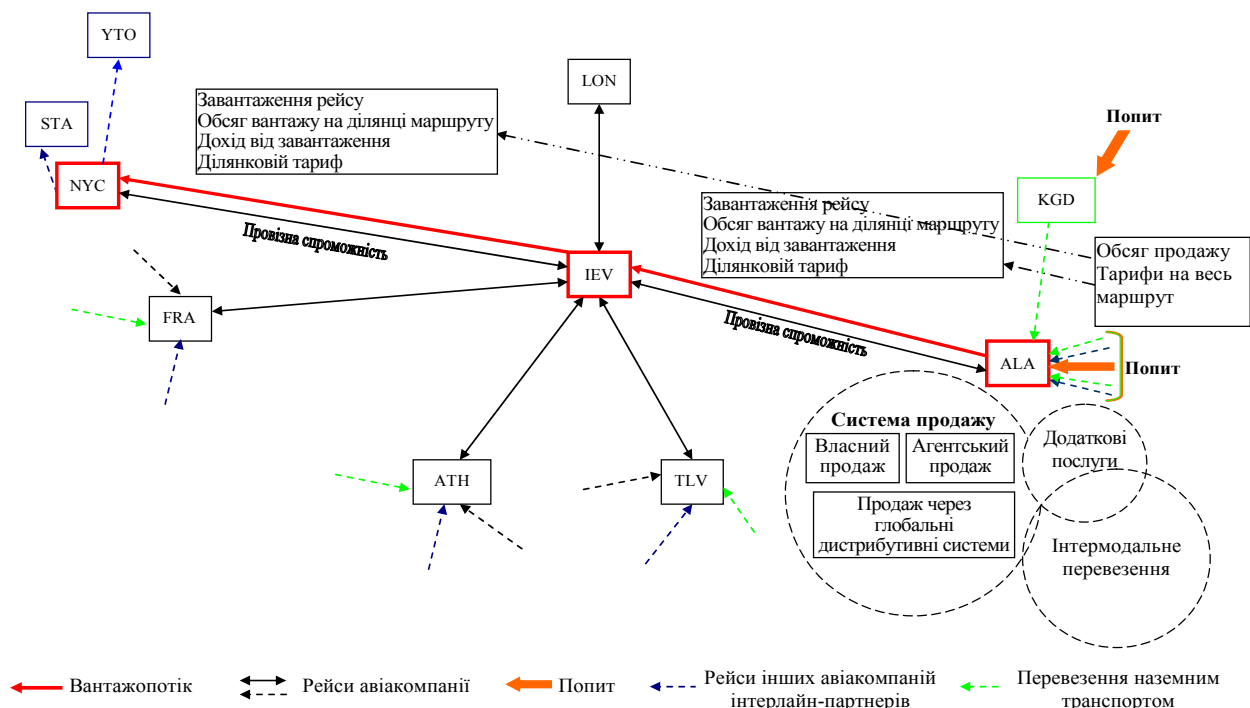


Рис. 1. Схема руху вантажопотоку по мережі ПЛ авіакомпанії

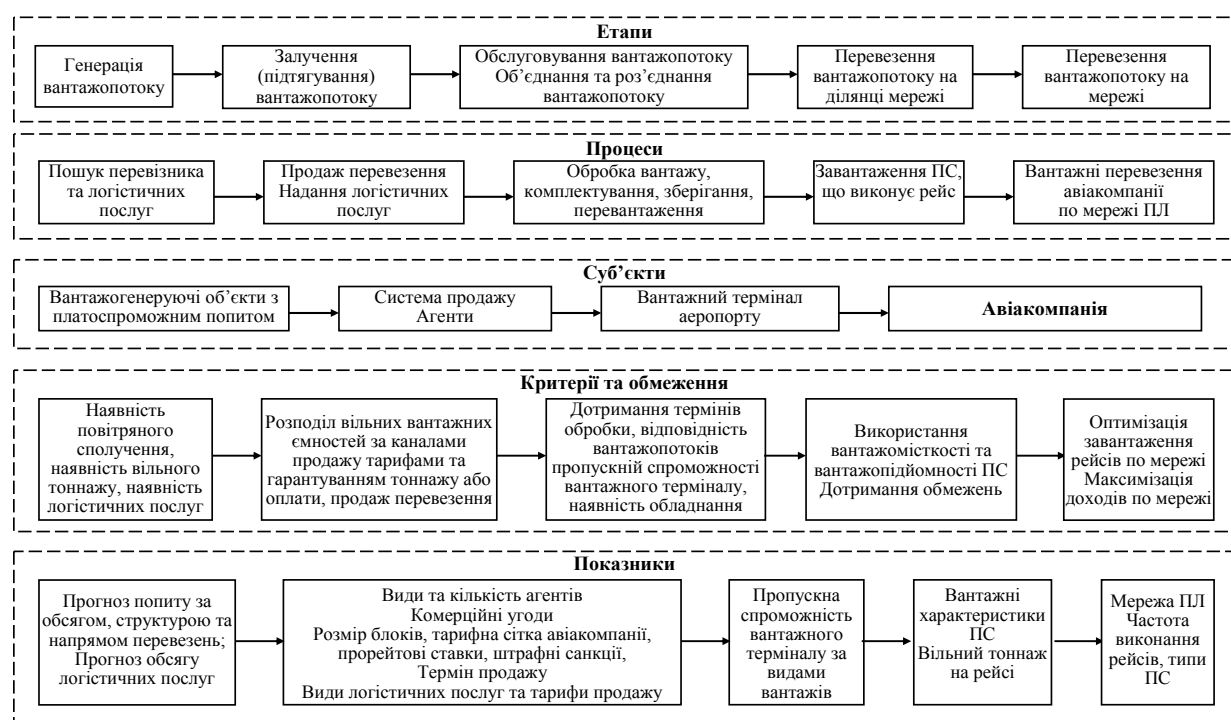


Рис. 2. Декомпозиція логістичного ланцюга авіаперевезень вантажів авіакомпанією на мережі ПЛ

Етапи логістичного ланцюга авіаперевезень вантажів авіакомпанією на мережі ПЛ включають: генерацію вантажопотоку, залучення (підтягування) додаткового вантажопотоку, обслуговування вантажопотоку та об'єднання та роз'єднання вантажопотоку, перевезення вантажопотоку на ділянці мережі та перевезення вантажопотоку на мережі. Процеси логістичного ланцюга авіаперевезень вантажів авіакомпанією на мережі ПЛ включають: пошук перевізника та логістичних послуг, продаж перевезення, надання логістичних послуг, обробка вантажу, комплектування, зберігання та перевантаження, завантаження повітряних суден (ПС), що виконує рейс, вантажні перевезення авіакомпанії по мережі ПЛ. Суб'єктами є вантажогенеруючі об'єкти з платоспроможним попитом, система продажу перевізника, агенти, вантажний термінал аеропорту та авіакомпанія. Критеріями та обмеженнями логістичного ланцюга авіаперевезень виступають: наявність повітряного сполучення, наявність вільного тоннажу, наявність логістичних послуг; розподіл вільних вантажних ємностей за каналами продажу тарифами та гарантуванням тоннажу або оплати, продаж перевезення; дотримання термінів обробки, відповідність вантажопотоків пропускній спроможності вантажного терміналу, наявність обладнання; використання вантажомісткості та вантажопідйомності ПС та дотримання обмежень з завантаження ПС; оптимізація завантаження рейсів по мережі та максимізація доходів на ній.

До показників логістичного ланцюга авіаперевезень вантажів відносять: прогноз попиту за обсягом, структурою та напрямом перевезень; прогноз обсягу логістичних послуг; види та кількість агентів; комерційні угоди; розмір блоків, тарифна сітка авіаком-

панії, прорейтові ставки, штрафні санкції; термін продажу; види логістичних послуг та тарифи продажу, оцінка випадковості; пропускна спроможність вантажного терміналу за видами вантажів; вантажні характеристики ПС; вільний тоннаж на рейсі, мережа ПЛ та частота виконання рейсів і типи ПС.

Функціональні підрозділи авіакомпанії формують логістичні потоки, забезпечують їхнє трансформування (зміни) і тим самим створюють взаємопов'язаний комплекс логістичних потоків, до якого входять сервісні, матеріальні, фінансові та інформаційні потоки. Логістичне управління системою вантажного сервісу авіакомпанії, здійснюване на основі процесно-системного підходу з використанням сукупності механізмів оптимізації економічної діяльності, відповідає вимогам логістизації економіки на всіх її рівнях.

Логістичне управління розглядає логістичну систему підприємства як інтеграцію функціональних підрозділів підприємства або як інтегроване управління ланцюгом постачань (інтеграція та синхронізація процесів в ланцюгу).

Логістичне управління перевезенням вантажів – це мислення мережею постачань. Тобто авіакомпанія не тільки обслуговує наявний вантажопотік, а здійснює заходи щодо його генерації на своїй мережі з урахуванням власних провізних можливостей. Авіакомпанія має мислити більш широко, оцінюючі наявність вантажоутворюючих пунктів та системи залучення вантажопотоку в авіакомпанію. Тобто не тільки клієнти мають шукати перевізника, а й авіакомпанія має залучати клієнтуру. Задача логістичного управління авіаперевезенням вантажів мережним перевізником це перш за все задача логістичного управління вантажопотоком.

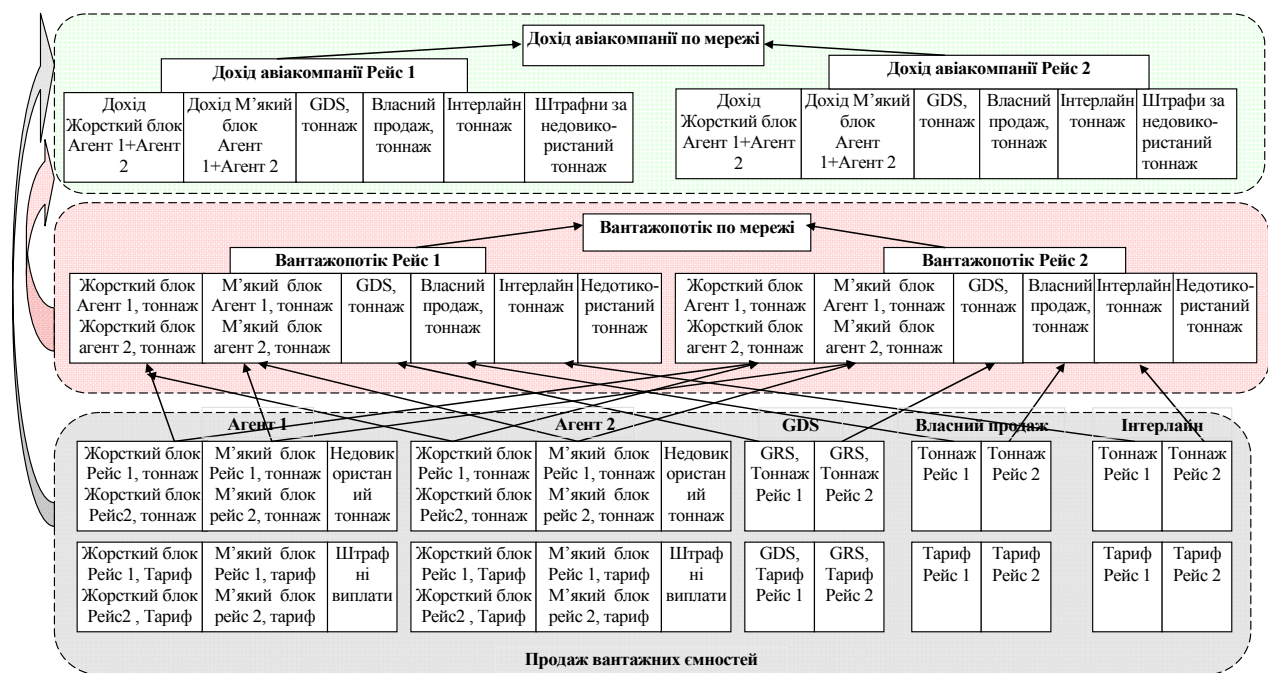


Рис. 3. Фрагмент дерева формування вантажопотоків та доходів авіакомпанії в мережі ПЛ

На рис. 3 приведено фрагмент дерева формування вантажопотоків та доходів авіакомпанії в мережі авіаліній. На ньому видно, що продажі безпосередньо впливають на доходи перевізника.

На даному фрагменті нами виділено усі можливі варіанти продажу, зокрема, агентський продаж, продаж через глобальні системи дистрибуції, продаж через інтерлайн-партнерів, з якими заключні інтерлайн угоди та власний продаж. Також доходи на пряму залежать від вантажопотоку у авіакомпанії.

Також важливим елементом логістичного управління перевезеннями вантажів є організація і управління системою продажу авіаперевезень, яка, підтягує потоки в авіакомпанію. Процес продажу можна розглядати як випадковий процес. Моделюючи схеми роботи з агентами авіакомпанія впливає на залучення вантажопотоку. Для забезпечення генерування вантажопотоку виникає завдання роботи з агентами та управління системою продажу та логістичного обслуговування клієнтів. Результати продажу авіаперевезень створюють фактичний вантажопотік авіакомпанії, якій і перевозиться на мережі авіаліній.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Отже, нами було визначено необхідність трансформації методів управління вантажопотоком в авіакомпанії на основі логістичного управління, дано визначення задач логістичного управління авіаперевезеннями та управління вантажопотоком, здійснено декомпозицію логістичного ланцюга авіаперевезень вантажів авіакомпанією на мережі авіаліній, створено дерево формування вантажопотоків та доходів авіакомпанії в мережі авіаліній. Далі мають бути проведені обчислювальні експерименти з моделювання управлінням вантажопотоком авіакомпанії на мережі авіаліній, сформулювати інформацій-

не забезпечення задачі доставки вантажів мережним авіаперевізником, провести оцінку ефективності систем логістичного управління авіаперевезень мережним авіаперевізником.

Література

1. Андреев А. В. Организационно-экономические механизмы развития стратегического управления конкурентоспособностью продукции авиакомпании : автореф. дис. на соискание науч. степени канд. эконом. наук: спец. 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством» / А. В. Андреев. – М., 2003. – 26 с.
2. Козуб А. Н. Повышение конкурентоспособности российских авиакомпаний на мировом рынке грузовых авиационных перевозок: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. эконом. наук: спец. 08.00.14 «Мировая экономика» / А. Н. Козуб. – М., 2010. – 23 с.
3. Колесник М. В. Стратегії реструктуризації потенціалу авіакомпаній: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. эконом. наук: спец. 08.07.04 «Економіка транспорту і зв'язку» / М. В. Колесник. – К., 2005. – 21 с.
4. Крикавський С. В. Логістика. Основи теорії: підручник [для студ. вищ. навч. закладів] / С. В. Крикавський. – Л.: Національний університет «Львівська політехніка», Інтелект-Захід, 2004. – 416 с.
5. Литвиненко Л. Л. Адаптація бізнес-моделі авіакомпанії до умов глобального конкурентного середовища / Л. Л. Литвиненко // Економічний аналіз: збірник наукових праць. – Тернопіль : Вид-во Терноп. нац. екон. ун-ту «Економічна думка», 2011. – Вип. 8. – Ч. 2. – С. 233-237.
6. Литвиненко С. Л. Інноваційна бізнес-модель вітчизняних вантажних авіакомпаній різних організаційно-правових форм та типів // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. Вол. Даля: науковий журнал. – Луганськ: СНУ ім. В. Даля, 2012. – № 6 (177). – Ч.1. – С. 299-304.
7. Мозговая К. А. Математическое моделирование сверхлимитных продаж в управлении доходами авиа-

- компанії: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. эконом. наук: спец. 08.00.13 «Математические и инструментальные методы экономики» / К. А. Мозгова. – СПб., 2013. – 23 с.
8. Солнцев М. А. Стратегия дифференциации комплекса услуг авиакомпании: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. эконом. наук: спец. 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством» / М. А. Солнцев. – М., 2013. – 25 с.
 9. Фролова Л. В. Механізми логістичного управління торговельним підприємством : [монографія] / Л. В. Фролова. – Донецьк : ДонДУЕТ, 2005. – 322 с.
 10. Шкода Т. Н. Формування стратегій підвищення конкурентоспроможності авіапідприємств: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. эконом. наук: спец. 08.06.01 «Економіка, організація і управління підприємствами» / Т. Н. Шкода – К., 2006. – 22 с.

References

1. Andreev A. V. Organizacionno-jekonomicheskie mehanizmy razvitiya strategicheskogo upravleniya konkurentosposobnostju produkcii aviakompanii, Avtoreferat Diss. [Organizational and economic mechanisms of development of product competitiveness strategic management of airlines. Author's abstract]. Moscow, 2003. 26 p.
2. Kozub A. N. Povyishenie konkurentosposobnosti rossijskix aviakompanij na mirovom rynke gruzovyih aviatsionnyh perevozok. Avtoreferat Diss. [Improving the competitiveness of Russian air companies in the world market of cargo air transportation. Author's abstract.]. Moscow, 2010. 23 p.
3. Kolesnyk M. V. Stratehiyi restrukturyzatsiyi potentsialu aviakompanij. Avtoreferat Diss. [Strategies of air companies' potential restructuring. Author's abstract.]. Kyiv, 2005. 21 p.
4. Krykavskyy Ye. V. Lohistyka. Osnovy teorii [Logistics. Fundamentals of the theory]. Lviv: Natsionalnyy universytet «Lvivska politehnika», Intel'ekt-Zakhid, 2004. 416 p.
5. Lytvynenko L. L. Ekonomichnyy analiz: Zb. nauk. pr. [Economic Analysis: Collected papers]. Ternopil: Ternopil National Economic University, 2011, no. 8, pp. 233-237.
6. Lytvynenko S. L. Visnyk Skhidnoukrainskoho Natsionalnoho Universytetu imeni Volodymyra Dalia, 2012, no. 6 (177), pp. 299-304.
7. Mозговaя K. A. Matematicheskoe modelirovanie sverhlimitnyh prodazh v upravlenii dohodami aviakompanii, Avtoreferat Diss. [Mathematical modeling of overrated sales in airline revenue management. Author's abstract]. St. Petersburg, 2013. 23 p.
8. Solncev M. A. Strategija differenciacii kompleksa uslug aviakompanii, Avtoreferat Diss. [The strategy of differentiation of Airline services complex. Author's abstract]. Moscow, 2013. 25 p.

9. Frolova L. V. Mekhanizmy lohistychnoho upravlinnya torhovel'nyim pidpryyemstvom [Mechanisms of logistic management of the trade enterprise]. Donetsk: DonDUET, 2005. 322 p.
10. Shkoda T. N. Formuvannya stratehiy pidvyshchennya konkurentospromozhnosti aviapidpryyemstv. Avtoreferat Diss. [Forming strategies of airlines' competitiveness increase. Author's abstract.]. Kyiv, 2006. 22 p.

Войхеховский В.С. Формирование системы логистического управления грузопотоком на сети воздушных линий

В статье определено теоретическую и практическую необходимость трансформации методов управления грузопотоком в авиакомпании на основе логистического управления. Было дано авторское определение задач логистического управления авиаперевозками и управления грузопотоком. Проведено декомпозицию логистической цепи авиаперевозок грузов авиакомпанией на сети воздушных линий, которая включает: этапы, процессы, субъекты, критерии, ограничения и показатели. Создано дерево формирования грузопотоков и доходов авиакомпании в сети авиалиний, что позволяет оценить непосредственное влияние продаж на доходы перевозчика.

Ключевые слова: система логистического управления, грузопоток, сеть воздушных линий, авиакомпания, управления грузопотоком, грузовые перевозки, логистическая цепь.

Voitsehovskiy V. Formation of the system of freight traffic logistic management in airlines network.

The article defines a theoretical and practical necessity of transformation methods of cargo flow management in the airline based on logistic management. The author's definition of tasks of logistic management and cargo flow management was given. A decomposition of the supply chain of cargo air transportation by the airline on the network air routes, which includes the steps, processes, subjects, criteria, limits and parameters, was conducted. The tree of formation cargo flows and revenues of the air company in airlines network, that allows assessing the direct impact of sales on the air carrier's revenues, was developed.

Key words: logistic management system, cargo flow, airlines network, air company, cargo flow management, cargo transportation, supply chain.

Войцеховський В.С. – аспірант кафедри організації авіаційних перевезень Національного авіаційного університету, e-mail: v.voitsehovskiy@gmail.com

Рецензент: **Марченко Д.М.**, д.т.н., професор

Стаття подана 01.02.2015

УДК 629.33.048

ОБГРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ПАРКУ ТА РЕЖИМУ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ МІСЬКИХ АВТОБУСІВ

Грибініченко М.В.

JUSTIFICATION OF RATIONAL PARK REGIME AND MAINTENANCE CITY BUS

Hrybinychenko M.

В статті запропонована методика вибору раціональної структури парку міських автобусів з урахуванням сумарних витрат пасажирів і перевізника дозволяє зменшити загальні витрати на перевезення. Аналіз ефективності організації технічного обслуговування автобусів на основі поєднання робіт ТО-1 і ТО-2 в єдиній технічній операції з організації її проведення в період між годинами "пік" показав, що простій кожного автобуса скорочується на 17%; за рахунок компенсації добового коливання пасажиропотоку на 6%; за рахунок ліквідації простоїв в ТО-2 - на 11%

Ключові слова: автопарк, технічне обслуговування, автобус, перевезення, пасажиропотік, експлуатація, витрати.

Ефективність роботи міського автобусного маршруту оцінюється перш за все якістю задоволення потреб пасажирів та повнотою використання рухомого складу. Потрібна кількість автобусів інвентарного парку визначається максимальним пасажиропотоком, однак необхідно враховувати загальні витрати на перевезення в тому числі й витрати пасажирів на очікування автобуса. Крім того перевезення можуть здійснюватись автобусами різної місткості, в той же час аналіз результатів попередніх досліджень свідчить, що немає чітких рекомендацій щодо визначення раціонального співвідношення кількості автобусів різної місткості, які працюють на одному маршруті.

Якісні і економічні критерії оцінки роботи міського пасажирського транспорту можуть бути враховані при виборі кількості потрібного рухомого складу по економічному критерію мінімуму приведених витрат $C_{\text{пр}}$ на організацію і експлуатацію транспортного господарства, включаючи витрати, пов'язані з втратами транспортного часу населення:

$$C_{\text{пр}} = \left[(E + E_{\text{п}} \cdot K_{\text{п}}) \cdot N_{\text{сп}} + C_{\text{п}} \cdot \frac{T_0}{N} \right] / A \rightarrow \min \quad (1)$$

де E – річні експлуатаційні витрати транспортного підприємства, віднесені до одиниці рухомого складу;

$E_{\text{п}} = 0,12$ – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень;

$K_{\text{п}}$ – сумарні капіталовкладення на організацію транспортного господарства, віднесені до одиниці рухомого складу;

T_0 – сумарні річні витрати часу населення на очікування транспорту (з урахуванням нерегулярності руху);

A – річний обсяг перевезень пасажирів;

$C_{\text{п}}$ – вартісна оцінка однієї пасажирогодини.

Аналіз формули показує, що із збільшенням кількості автобусів на маршруті експлуатаційні витрати перевізника $З_{\text{пер}}$ зростають, разом із зменшенням завантаження автобуса, а витрати на пасажирів $З_{\text{пас}}$ зменшуються, внаслідок скорочення часу очікування транспорту (рис.).

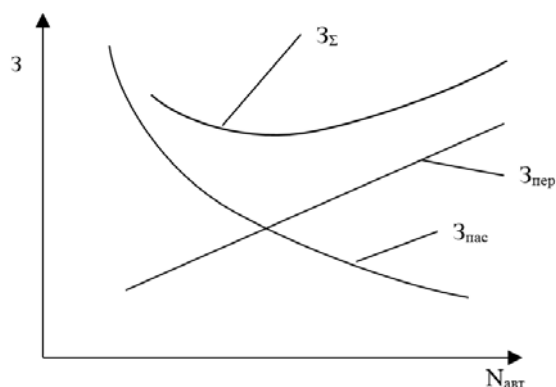


Рис. Витрати перевізника, пасажирів та сумарні

Таким чином, функція сумарних витрат теоретично має мінімум, проте для її аналізу необхідні розрахунки затрат пасажирів і перевізника, причому очевидно ці витрати в значній мірі залежатимуть від місткості автобуса. По мінімуму витрат можна визначити раціональне число автобусів на маршруті

для автобусів різної місткості. Після цього їх співвідношення визначить долі пасажиропотоку обслуговуваного автобусами різної місткості. Тоді загальна кількість автобусів визначається за формулою:

$$N = \frac{Q \times l_m}{(\eta_1 V_1 n_1) + (\eta_2 V_2 n_2)}, \quad (2)$$

де Q – розрахунковий пасажиропотік за годину;

l_m – довжина маршруту;

η_1, η_2 – частина пасажиропотоку що доводиться на автобуси малої та середньої пасажиромісткості.

V_1, V_2 – експлуатаційна швидкість автобусів різної місткості.

n_1, n_2 – місткість автобуса.

Аналіз експериментальних даних свідчить, що протягом доби пасажиропотік може змінюватися по величині в 2 рази, що приводить до порушення обслуговування пасажирів і неприпустимого перевантаження автобусів (при їх недостатній кількості) або до непродуктивних простоїв рухомого складу (при розрахунку кількості автобусів по максимальному значенню пасажиропотоку). Слід також відзначити, що автобуси малої місткості більшою мірою схильні до впливу коливань пасажиропотоку.

Аналіз результатів попередніх досліджень свідчить, що протягом доби пасажиропотік може змінюватися по величині в 2 рази, що приводить до порушення обслуговування пасажирів і неприпустимого перевантаження автобусів (при недостатньому N) або до непродуктивних простоїв рухливого складу (при розрахунку N по максимальному значенню пасажиропотоку).

Оскільки простой рухомого складу в проміжку часу між годинами “пік” неминучі, їх доцільно використовувати для проведення технічного обслуговування (ТО) автобусів. Причому для заданих умов експлуатації можна рекомендувати застосування агрегатно-зональної форми організації виробництва робіт ТО, згідно якої ТО-2 виконують частинами в декілька заїздів на спеціалізованих постах в міжзмінний час. Дні заїздів збігаються з проведенням ТО-1, таким чином, проведення чотирьох поєднаних ТО еквівалентне традиційній схемі: три ТО-1 + одне ТО-2. Перевагою даної форми організації робіт є ліквідація днів простою в ТО-2, крім того, в умовах міських пасажирських перевезень ТО зручно проводити потоковим методом в час між годинами “пік”, що дозволить частково компенсувати добові коливання пасажиропотоку.

Час простою одиниці рухомого складу в ТО-1 и ТО-2 :

$$T_{np} = [(1 - \alpha_s) \times A_{ep}] \times D_{TO-2}, \quad (3)$$

де α_s - коефіцієнт випуску автобусів.

A_{ep} – час роботи маршруту.

D_{TO-2} – періодичність ТО-2.

$$D_{TO-2} = \frac{L_{TO-2}}{L_{cc}}, \quad (4)$$

де L_{TO-2} – шлях пройдений між ТО-2.

L_{cc} – середньодобовий шлях.

Скорочення часу простою автобуса завдяки використанню запропонованого методу ТО.

$$\Delta T_{np} = t_{TO-2} + 4 \times t_{TO-1}, \quad (5)$$

де t_{TO-2} - час потрібний на проведення ТО – 2.

t_{TO-1} - час потрібний для проведення ТО – 1.

Ефект від запропонованої організації ТО :

$$E_{TO} = \frac{\Delta T_{np}}{T_{np}}, \quad (10)$$

Таким чином, аналіз ефективності організації технічного обслуговування автобусів на основі поєднання робіт ТО-1 і ТО-2 в єдиній технічній операції з організацією її проведення в період між годинами “пік” показав, що простій кожного автобуса скорочується на 17%: за рахунок компенсації добового коливання пасажиропотоку на 6%; за рахунок ліквідації простоїв в ТО-2 - на 11%.

Висновки. Запропонована методика вибору раціональної структури парку міських автобусів з урахуванням сумарних витрат пасажира і перевізника дозволяє зменшити загальні витрати на перевезення. Наприклад, для міського маршруту довжиною 12 км, із пасажиропотоком 700 пас/г, на якому працюють 20 автобусів особо малої місткості економічний ефект складатиме 415 гривень на добу. Впровадження запропонованої технології проведення технічного обслуговування автобусів дає як мінімум 30 гривень економії на один автобус.

Л і т е р а т у р а

1. Ефремов І.С., Кобзев В.М., Юдін В.А. Теория городских пассажирских перевозок: Учеб. пособие для вузов.— М.: Высш. школа, 1980.—535 с.;
2. Афанасьев Л.Л. і ін. Єдина транспортна система і автомобільні перевезення: Підручник для студентів вузів/Л.Л.Афанасьев, Н.Б.Островський, С.М. Цукерберг.—2-е видавництво, перероб. і дооп. —М.: Транспорт, 1984.—333 с.;
3. Технічне обслуговування, ремонт і зберігання автотранспортних засобів: Підручник в 3 кн.— К.: Вища шк., 1991.—Кн.2. Організація, планування і управління/В.Е.Канарчук, А.А. Лудченко, І.П. Курників, І.А. Луйк.—406 с.

R e f e r e n c e s

1. Efremov I.S., Kobzev V.M., Yudin V.A. Teoriya gorodskih passazhirskih perevozok: Ucheb. posobie dlya vuzov.— M.: Vyssh. shkola, 1980.—535 s.;
2. Afanasev L.L. I In. Edina transportna sistema I avtomobilni perevezennya: Pidruchnik dlya studentiv vuziv/L.L.Afanasev, N.B.Ostrovskiy, S.M. Tsukerberg.—

2-е видavnistvo, pererob. I doop. —M.: Transport, 1984.—333 s.;

3. TehnIchne obslugovuvannya, remont I zberlgannya avtotransportnih zasoblv: PIDruchnik v 3 kn.— K.: Vischa shk., 1991.—Kn.2. OrganIzatsIya, planuvanya I upravllnnya/V.E.Kanarchuk, A.A. Ludchenko, I.P. Kurniklv, I.A. Luyk.—406 s.

Грибиниченко М.В. Обоснование рациональных структуры парка и режима технического обслуживания городских автобусов

В статье предложена методика выбора рациональной структуры парка городских автобусов с учетом Су-напрасных расходов пассажира и перевозчика позволяет умень- шить общие затраты на перевозку. Анализ эффек- ты-сти организации технического обслуживания авто- бусов на основе сочетания работ ТО-1 и ТО-2 в единой технич-ной операции с организацией ее проведения в пе- риод между часами «пик» показал, что простой каждого автобуса сокращается на 17%: за счет компенсации су- точного колебания пассажиропотока на 6%; за счет лик- видации простоев в ТО-2 - на 11%.

Ключевые слова: автопарк, техническое обслужи- вание, автобус, перевозки, пассажиропоток, эксплуата- ция, расходы.

Hrybinychenko M. Justification of rational park regime and maintenance city bus

The paper proposes a method of choosing a rational structure of the park buses with the Su-wasting passenger and the carrier, is allowing reduce the overall cost of transportation. Analysis of the effects of the organization of technical-sti-Servicing of buses based on a combination work TS-1 and TS-2 in a single tech-term operation with the organization of her CHECK Denia in the period between the rush hour has shown that pro-stand each bus is reduced by 17%: by compensating the daily fluctuations in passenger traffic by 6%; by eliminating downtime in the TO-2 - 11%.

Keywords: fleet, maintenance, bus, transportation, passenger, operation costs.

Грибініченко М.В. – доцент кафедри транспортних сис- тем СНУ ім.В.Даля

Рецензент: **Осенін Ю.І.**, д.т.н., професор

Стаття подана 05.02.2015 р.

УДК 629.113.004

ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОСТІ ЗБЕРІГАННЯ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН НА СКЛАДІ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Кравченко О.П., Верительник Є.А.

DETERMINE WHETHER STORAGE OF SPARE PARTS IN STOCK TRUCKING COMPANIES

Kravchenko O., Veritelnik E.

Запропонований критерій визначення необхідності зберігання запасних частин на складі автотранспортного підприємства або замовлення її в разі відмови на основі коефіцієнта технічної готовності парку. Наведено результати перевірки запропонованого методу на конкретному прикладі автотранспортної компанії з експлуатації автомобільних поїздів на міжнародних маршрутах вантажних перевезень

Ключові слова: автомобільний транспорт, автопарк, запасні частини, склад, критерій, технічна готовність.

Вступ. Надійна робота автотранспортного підприємства і підтримка рухомого складу в працездатному стані забезпечується фондом запасних частин, розмір і номенклатура якого грають важливу роль в собівартості перевезень. З урахуванням обмеженості фінансових ресурсів підприємства існує гостра проблема в доцільності зберігання тих або інших деталей на складі підприємства. Розробка критерію, що дозволяє визначити доцільність зберігання тієї або іншої деталі, дозволить економити ресурси підприємства, якщо в основі цього критерію лежатимуть показники якості роботи підприємства.

Огляд літератури. Розрахунок кількості та переліку фонду запасних частин на підприємствах автотранспорту є актуальним завданням. Для цього пропонується багато методик розрахунку, заснованих на середньому ресурсі деталей [1], на обліку різних експлуатаційних чинників, таких як дорожні умови, використання автомобілів з причепами, співвідношення в структурі парку між новими автомобілями, й тими, що пройшли капітальний ремонт, збільшення довговічності автомобілів, культуру експлуатації парку, природно-кліматичні умови, в яких експлуатується автопарк та ін. [2, 3, 4]. Нові підходи прогнозування потреби запасних частин на основі гібридних нейронних мереж за допомогою статистичних даних розглянуто у роботі [5]. Фактори впливу процесів управління запасами матеріальних ресурсів розглянуто у роботі [6]. При формуванні складу запасних частин також необхідно враховува-

ти планові витрати на деталі, необхідні для проведення технічного обслуговування і планових замін, такі як гальмівні колодки, акумулятори, шини та ін. Звідси витікає, що методика повинна враховувати обмеженість фінансових ресурсів доступних на підприємстві для підтримки складу запасних частин і ефективно розподіляти ці ресурси на планові ремонти і резерв запасних частин для позапланових замін, принцип визначення, номенклатура і кількість яких принципово відрізняється.

Постановка задачі та обґрунтування необхідності дослідження. Однією із істотних характеристик якості роботи автотранспортного підприємства є коефіцієнт технічної готовності (автомобіля), який визначається по деталі i -го типа як відношення часу справної роботи до суми часу справної роботи і вимушених простоїв автомобіля, взятих за один і той же календарний термін [7]:

$$k_i = \frac{t_{\text{іробоч}}}{t_{\text{іробоч}} + t_{\text{іремонт}}},$$

де час ремонту $t_{\text{іремонт}}$ включає як власне час, необхідний для ремонту $t_{\text{іремонт}}^*$ автомобіля, так і час чекання доставки деталі $t_{\text{іожидан}}$. Тобто

$$k_i = \frac{t_{\text{іробоч}}}{t_{\text{іробоч}} + t_{\text{іремонт}}^* + t_{\text{іожидан}}}, \quad (1)$$

Враховуючи випадкову природу величин $t_{\text{іремонт}}^*$, $t_{\text{іожидан}}$ і $t_{\text{іробоч}}$, приймаються як середні (по всіх автомобілях даного типа) значення у вираженні для коефіцієнта k_i . Причому коефіцієнт готовності всього автомобіля k визначається за принципом «слабкої ланки», тобто як

$$k = \min_{0 \leq i \leq n} k_i. \quad (2)$$

Оцінимо вплив часу чекання $t_{\text{іождан}}$ на коефіцієнт готовності. Введемо наступні позначення

$$k_i^0 = \frac{t_{\text{ірабоч}}}{t_{\text{ірабоч}} + t_{\text{іремонт}}^*},$$

$$\Delta k_i = k_i - k_i^0 = \frac{t_{\text{ірабоч}}}{t_{\text{ірабоч}} + t_{\text{іремонт}}^* + t_{\text{іождан}}} - \frac{t_{\text{ірабоч}}}{t_{\text{ірабоч}} + t_{\text{іремонт}}^*} =$$

$$= \frac{t_{\text{ірабоч}} t_{\text{іождан}}}{(t_{\text{ірабоч}} + t_{\text{іремонт}}^* + t_{\text{іождан}})(t_{\text{ірабоч}} + t_{\text{іремонт}}^*)}.$$

Тоді відносна зміна коефіцієнта готовності визначається як

$$\frac{\Delta k_i}{k_i^0} \cdot 100\% = \frac{t_{\text{іождан}}}{t_{\text{ірабоч}} + t_{\text{іремонт}}^* + t_{\text{іождан}}} \cdot 100\%.$$

Враховуючи, що $t_{\text{іремонт}}^* \square t_{\text{ірабоч}}$, для реальних значень $t_{\text{іождан}} = 336$ (годин) і $t_{\text{ірабоч}} = 9333$ (години) отримуємо

$$\frac{\Delta k_i}{k_i^0} \cdot 100\% \approx 3,4\%.$$

Попередній розрахунок показує, що відсутність деталі на складі може вносити значиму зміну коефіцієнта готовності і, тим самим, порушувати прийняте на практиці обмеження $k \geq 0,86$. Тому виникає завдання вироблення критерію, який відображає зберігання деталі даного типу на складі, тим паче, що реальний час $t_{\text{іождан}}$ може сильно відрізнятися від нормативного.

На прикладі використання автомобілів-тягачів Mercedes-Benz Actros 1844 LS в кількості 160 автомобілів за 2013 рік отримано зміни коефіцієнта технічної готовності парку. Значення k визначалося по середнім значенням $t_{\text{іремонт}}^*$, $t_{\text{іождан}}$ і $t_{\text{ірабоч}}$ для всіх автомобілів.

Як критерій вибору типу запасної частини для зберігання розглянуто величину добутку $\mu_i = p_i t_{\text{іождан}}$, де p_i – вірогідність відмови i -ї деталі за деякий проміжок часу, виражений в тих же одиницях, що і $t_{\text{іождан}}$. (Наприклад, p_i – вірогідність відмови за одну годину, якщо час $t_{\text{іождан}}$ виражений в годинах). Вибір саме цієї величини обумовлений тим, що навіть при великій вірогідності

відмови деякої деталі, але при малому часі доставки деталі не виникає необхідності в її зберіганні. З іншого боку, при малій вірогідності відмови і великому часі чекання, величина $p_i t_{\text{іождан}}$ знову може виявитися досить малою, але такі деталі зазвичай вимагають зберігання на складі із-за великого часу їх доставки.

Тому виникає завдання визначення граничного значення для величини μ_i , перевищення якої буде критерієм необхідності зберігання деталі на складі.

Матеріали і результати дослідження. На практиці прийнято вважати коефіцієнт готовності допустимим, якщо він задовольняє умові $k \geq 0,86$. Згідно (2), це означає, що повинне виконуватися умова $k_i \geq 0,86$ для всіх $i = 1, 2, \dots, n$. Тоді з (1) отримуємо

$$k_i = \frac{t_{\text{ірабоч}}}{t_{\text{ірабоч}} + t_{\text{іремонт}}^* + t_{\text{іождан}}} = \frac{p_i t_{\text{ірабоч}}}{p_i t_{\text{ірабоч}} + p_i t_{\text{іремонт}}^* + p_i t_{\text{іождан}}} =$$

$$= \frac{p_i t_{\text{ірабоч}}}{p_i t_{\text{ірабоч}} + p_i t_{\text{іремонт}}^* + \mu_i} \geq 0,86.$$

Таким чином

$$\mu_i \leq \frac{p_i(0,14t_{\text{ірабоч}} - 0,86t_{\text{іремонт}}^*)}{0,86}. \quad (3)$$

Якщо для деякого значення $i = 1, 2, \dots, n$ виконана умова (3), деталь i -го типу не потребує зберігання на складі.

Крім того, ця нерівність має бути справедливою, якщо відмовить i -та деталь хоч би в одного з автомобілів даного типу. Значить, умова, при якій i -ту деталь не потрібно зберігати на складі за наявності N автомобілів даного типу, має наступний вигляд:

$$t_{\text{іождан}}(1 - (1 - p_i)^N) \leq \frac{p_i(0,14t_{\text{ірабоч}} - 0,86t_{\text{іремонт}}^*)}{0,86} \quad (4)$$

Заміна нерівності (3) на нерівність (4) обумовлена тим, що оскільки $0 \leq 1 - p_i \leq 1$, то $1 - p_i \geq (1 - p_i)^N$ для $N > 1$. Це означає, що

$$p_i = (1 - (1 - p_i)) \leq (1 - (1 - p_i)^N).$$

Тому, якщо виконана нерівність (4), то виконана і нерівність (3) для кожного автомобіля.

Для спрощення запису введемо позначення $\mu_i^N = t_{\text{іождан}} (1 - (1 - p_i)^N)$. Тоді нерівність (4) набуває вигляду:

$$\mu_i^N \leq \frac{p_i(0,14t_{\text{ірабоч}} - 0,86t_{\text{іремонт}}^*)}{0,86} \quad (5)$$

і є умовою, при виконанні якого деталь i -го типу не потребує зберігання на складі за наявності N автомобілів даного типу.

Відмітимо, що на практиці $t_{\text{ірабоч}}$ у багато разів більше $t_{\text{іремонт}}^*$ [8] і тому права частина нерівності (5) завжди позитивна.

Розглянемо алгоритм розрахунку параметрів, що входять в критерій визначення типу деталей, призначених для зберігання, згідно з даними, отриманими за спостереженнями.

Визначення часу справної роботи автомобіля $t_{\text{ірабоч}}$ як середнього часу між двома поломками деталі i -го типу.

Час $t_{\text{ірабоч}}$ визначається як відношення середнього пробігу між двома поломками деталі i -го типу до середньої експлуатаційної швидкості, визначуваної по бортовому комп'ютеру автомобіля. Тобто

$$t_{\text{ірабоч}} = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M \frac{1}{k_m} \sum_{j=0}^{k_m} \frac{1}{v_{mj}^{\text{середн}}} L_{mj}, \quad (6)$$

де L_{mj} - пробіг m -го автомобіля між j -ої і $j+1$ -ої відмовами деталі i -го типу

$j = 0, 1, 2, \dots, k_m$; $v_{mj}^{\text{середн}}$ - середня експлуатаційна швидкість на пробігу L_{mj} ; M - число автомобілів, у яких фіксувалися відмовами деталі i -го типу.

Час ремонту $t_{\text{іремонт}}^*$ середній заміряний час в реальних умовах.

Час $t_{\text{іождан}}$ визначається як середній час очікування між замовленням і доставкою деталі, що розраховується, на підприємство тільки якщо деталі цього типу відсутні на складі. У разі наявності цієї деталі на складі $t_{\text{іождан}} = 0$.

Вірогідність p_i визначається як

$$p_i = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M \frac{v_m^{\text{середн}} k_m}{L_m}, \quad (7)$$

де L_m - пробіг m -го автомобіля за весь час спостереження; k_m - кількість відмов i -ої деталі за цей час; $v_m^{\text{середн}}$ - середня експлуатаційна швидкість m -го автомобіля за весь час спостереження, $m = 1, 2, \dots, M$ і M - число автомобілів, у яких фіксувалися поломки деталі i -го типу.

За результатами виконаних розрахунків дослідженої групи автомобілів було отримано дані (таблиця), в яких за результатами нерівності (5) було зроблено висновки про доцільність зберігання запасних частин на складі автотранспортного підприємства.

Т а б л и ц я

Результати розрахунків визначення доцільності зберігання деталей автомобілів-тягачів
Mercedes-Benz Actros 1844 LS

Деталь	Час доставки, годин	Вартість, грн.	Вірогідність відмови	Доцільність
1	2	3	4	5
Паливний бак та його елементи	168	25969,8	0,0000079	не зберігати
Гільзи ДВЗ	24	8131,26	0,0000319	не зберігати
Датчик кількості обертів	24	2041,80	0,0000382	не зберігати
Термостат	1	276,72	0,0000536	не зберігати
Гальмівний шланг	1	748,98	0,0000540	не зберігати
Підшипник генератора	24	1136,04	0,0000578	не зберігати
Ролик натягувача	24	2573,52	0,0000620	не зберігати
Диск гальмівний	24	3482,46	0,0000645	не зберігати
Підшипники ступиці	1	2363,28	0,0000646	не зберігати
Пневморесора	24	5243,04	0,0000666	не зберігати
Розетка ABS	1	2583,54	0,0000684	не зберігати
Гайка хвостовика заднього моста	1	317,46	0,0000765	не зберігати
Кришка клапанів	24	458,52	0,0000484	зберігати
Наконечник поперечної тяги	24	1725,48	0,0000495	зберігати
Реле втягуюче	72	3575,58	0,0000516	зберігати
Суппорт	336	30235,56	0,0000531	зберігати

Продовження табл.

1	2	3	4	5
Радіатор	336	12458,16	0,0000546	зберігати
Реле регулятора напруги	24	1167,42	0,0000569	зберігати
Датчик рівня пола	24	2037,72	0,0000576	зберігати
Шланг гідропідсилювача	24	513,84	0,0000578	зберігати
Форсунки	336	16458,72	0,0000587	зберігати
Редуктор заднього моста	336	10625,00	0,0000588	зберігати
Корзина зчеплення	336	28580,52	0,0000597	зберігати
Модуль управління гальмами	336	22313,34	0,0000600	зберігати
Датчик ABS	24	1071,96	0,0000613	зберігати
Комплект ЦПГ	24	8808,84	0,0000618	зберігати
Диск зчеплення	24	2599,00	0,0000634	зберігати
Підшипник вижимний	24	6920,88	0,0000659	зберігати
Насос підйому кабіни	24	5738,7	0,0000662	зберігати
Тяга поперечна	24	6798,18	0,0000667	зберігати
Маховик двигуна	168	6869,34	0,0000670	зберігати
Стартер	24	22010,16	0,0000671	зберігати
Наконечник повздовжньої тяги	24	1300,38	0,0000672	зберігати
Ремінь генератора	24	838,62	0,0000675	зберігати
Розпилувач форсунки	72	1083,78	0,0000679	зберігати
Тяга повздовжня	24	3067,14	0,0000689	зберігати
Хрестовина карданного вала	24	7423,56	0,0000694	зберігати
Кільця поршневі	24	2033,58	0,0000695	зберігати
Сайлентблоки	24	2313,90	0,0000712	зберігати
Втулка торсіона кабіни	24	873,66	0,0000720	зберігати
Піддон ДВЗ	24	12466,50	0,0000733	зберігати
Паливний насос	24	16458,72	0,0000739	зберігати
Гайка колісна	24	108,00	0,0000743	зберігати
Кабель EBS	24	4149,54	0,0000745	зберігати
Джойстик управління КПП	24	2717,64	0,0000751	зберігати
Вентилятор з приводом	24	17937,84	0,0000755	зберігати
Турбокомпресор та ущільнювачі	336	18392,94	0,0000773	зберігати
Блок управління КПП	336	15754,08	0,0000786	зберігати
Сальник хвостовіка	24	746,10	0,0000806	зберігати
Датчик кута повороту	336	11047,02	0,0000813	зберігати
Форсунка омивача	24	1083,78	0,0000817	зберігати
Сальники	24	319,38	0,0000838	зберігати
Ремкомплект тахографа	168	765,78	0,0000860	зберігати
Блок EBS	336	20744,70	0,0000873	зберігати
Гайка наконечника рульової тяги	24	28,74	0,0000883	зберігати
Датчик стоянкове гальма	24	479,88	0,0000888	зберігати
КПП	336	35000,00	0,0000888	зберігати
Генератор	24	9090,60	0,0000891	зберігати
Реостат педалі газу	24	4906,44	0,0000923	зберігати
Блок EPS (модулятор КПП)	336	3816,54	0,0000951	зберігати
Насос гідропідсилювача	336	9369,24	0,0001032	зберігати
Інтеркулер	336	16076,10	0,0001044	зберігати
Кран рівня пола кабіни	24	2838,18	0,0001198	зберігати

Висновки. Запропонований критерій на основі коефіцієнта технічної готовності автопарку, вірогідності відмови, часу проведення ремонтних робіт і часу доставки деталей на підприємство з моменту замовлення, дозволяє визначати доцільність зберігання деталі, може бути використаний в методиці визначення оптимального по номенклатурі і кількості складу запасних частин автотранспортного підприємства.

Література

1. Нормы расхода автомобильных запасных частей. – М.: ЦНИИТЭН, 1970, ч. I-IV. – 295 с.
2. Лукинский В.С. Совершенствование методов расчета потребности в запасных частях к автомобильным двигателям / В.С. Лукинский, В.И. Сергеев. – Двигателестроение, 1982, №9. – С. 43-47.
3. Четкина А.А. Некоторые направления метода оптимизации показателей надежности машин / А.А. Четкина, Н.З. Гизатова // Вестник КГТУ. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2005. – Вып. 39. – С. 619-624.

4. Бажинов А.В. Усовершенствование методов прогнозирования потребности в запасных частях к силовым агрегатам грузовых автомобилей. Диссертация канд. техн. наук / А.В. Бажинов. - Харьков, ХНАДУ, 2011. - 180 с.
5. Тенішев В.С., Кравченко О.П., Верітельник Є.А. Система прогнозування потреби запасних частин автомобілів-тягачів на основі гібридних нейронних мереж за допомогою статистичних даних / Матеріали III Міжнародної наукової конференції молодих вчених «Інженерна механіка та транспорт» (ЕМТ-2013), 21-23 листопада 2013, м. Львів. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013, с. 38-41
6. Мастепан С.М. Аналіз процесів управління запасами матеріальних ресурсів / Матеріали Всеукраїнського науково-практичного семінару «Організація обслуговування і ремонт автомобілів», (25 квітня 2014, Миколаїв). - Миколаїв, 2014. - С. 27-28.
7. Кузнецов Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей: учебник для вузов / Е.С. Кузнецов, В.П. Воронов, А.П. Болдин и др. - 3-е изд., перераб. и доп.. - М.: Транспорт, 1991. - 413 с.
8. Кравченко А.П., Верительник Е.А. Мониторинг расхода запасных частей автомобилей-тягачей VOLVO FH 1242. А.П. Кравченко, Е.А. Верительник / Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Автомобіле- та тракторобудування. - Х.: НТУ «ХПІ». - 2014. - № 9 (1052). - С. 33-38.

References

1. Normyi rashoda avtomobilnykh zapasnykh chastei. - M.: TsNIITEN, 1970, ch. I-IV. - 295 s.
2. Lukinskiy V.S. Sovershenstvovanie metodov rascheta potrebnosti v zapasnykh chastyah k avtomobilnyim dvigatelyam / V.S. Lukinskiy, V.I. Sergeev. - Dvigatellestroenie, 1982, №9. - S. 43-47.
3. Chechetkina A.A. Nekotorye napravleniya metoda optimizatsii pokazateley nadezhnosti mashin / A.A. Chechetkina, N.Z. Gizatova // Vestnik KGTU. - Krasnoyarsk: IPTs KGTU, 2005. - Vyip. 39. - S. 619-624.
4. Bazhinov A.V. Usovershenstvovanie metodov prognozirovaniya potrebnosti v zapasnykh chastyah k silovym agregatam gruzovykh avtomobilei. Dissertatsiya kand. tehn. nauk / A.V. Bazhinov. - Harkov, HNADU, 2011. - 180 s.
5. Tenishev V.E., Kravchenko O.P., Veritel'nik E.A. Sistema prognozuvannya potrebi zapasnykh chastin avtomobiliv-tyagachiv na osnovi gibrydnykh neyronnykh merezh za dopomogyu statistichnykh danih / Materiali III Mizhnarodnoyi naukovoï konferentsiyi molodih vchenih «Inzhenerna mehanika ta transport» (EMT-2013), 21-23 listopada 2013, m. Lviv. - Lviv: Vidavnistvo Lvivskoyi politehniky, 2013, s. 38-41.
6. Mastepan S.M. Analiz protsesiv upravlinnya zapasami materialnykh resursiv / Materiali Vseukrayinskogo nauko-vo-praktichnogo seminaru «Organizatsiya ob-slugovuvannya i remont avtomobiliv», (25 kvitnya 2014, Mikolayiv). - Mikolayiv, 2014. - S. 27-28.
7. Kuznetsov E.S. Tehnicheskaya ekspluatatsiya avtomobilei: uchebnyk dlya vuzov / E.S. Kuznetsov, V.P. Voronov, A.P. Boldin i dr. - 3-e izd., pererab. i dop.. - M.: Transport, 1991. - 413 s.

8. Kravchenko A.P., Veritel'nik E.A. Monitoring rashoda zapasnykh chastei avtomobilei-tyagachei VOLVO FH 1242. A.P. Kravchenko, E.A. Veritel'nik / Visnik Natsionalnogo tehnicnogo universitetu «HPI». Zbirnik naukovih prats. Seriya: Avtomobile- ta traktorobuduvannya. - H.: NTU «HPI». - 2014. - № 9 (1052). - S. 33-38.

Кравченко А.П., Верительник Е.А. Разработка критерия необходимости сбережения деталей на складе автотранспортного предприятия.

Предложен критерий определения необходимости хранения детали на складе автотранспортного предприятия или заказа ее в случае отказа на основе коэффициента технической готовности парка. Приведены результаты проверки предложенного метода на конкретном примере автотранспортной компании по эксплуатации автомобильных поездов на международных маршрутах грузовых перевозок.

Ключевые слов: автомобильный транспорт, автопарк, запасные части, склад, критерий, техническая готовность.

Kravchenko A., Veritel'nik E. Development criterion the necessity of details storing or not storing on auto-enterprise .

There is an acute problem in the feasibility of storing spare parts in stock. Definition of the problem will save the company's resources. The basis of the calculation methodology criterial approach can be taken as indicators of the company. In forming the parts necessary to consider the cost of the plan details necessary for routine maintenance and replacement (lubricants, brake pads, batteries, tires, etc.). One yiz essential characteristics of quality motor company is the technical readiness coefficient cars, defined in detail and type-related as if its time to the amount of time and if its forced downtime car taken on the same calendar date.

Given the random nature values of these variables are taken as the average value in the expression for the coefficient of technical readiness. And the rate of technical readiness of the entire vehicle is determined on a "weak link".

For example, changes in technical readiness fleet Mercedes-Benz Actros 1844 LS 160 in the number of cars, the findings of the feasibility of storing spare parts in stock. The proposed method can be used in determining the optimal nomenclature and part number of spare parts.

Keywords: road transport fleet, spare parts warehouse, criterion, technical readiness.

Кравченко Олександр Петрович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоніки та управління на транспорті Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, e-mail: avtoap@ukr.net.
Верітельник Євген Анатолійович – здобувач кафедри автоніки та управління на транспорті Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля.

Рецензент: **Марченко Д.М.**, д.т.н., професор

Стаття подана 30.01.2015

УДК 621.9

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОТОКА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Мелкозерова О.М., Миргородская Е.В.

STATISTICAL ANALYSIS OF FLOW CUTTING TOOL AUTOMATED PRODUCTION MACHINING

Melkozerova O.M., Mirgorodskaya E.V.

В работе представлен статистический метод анализа потока режущего инструмента на примере конкретной детали тела вращения. Построена аналитическая группировка поверхностей детали на основании технологических параметров (точности и шероховатости), учтена форма и размер детали. Это позволяет определить количество и номенклатуру необходимого инструмента для организации автоматизированного производства. При помощи статистического анализа возможно также определить производительность труда при использовании инструмента из двух материалов для единицы изделия или для группы деталей.

Ключевые слова: точность, шероховатость, аналитическая группировка, организация производства.

Постановка проблемы. Важной задачей для успешной организации технологической подготовки производства является обеспечение необходимого количества и вида инструмента для обработки деталей, разной номенклатуры, определенного количества, с заданными техническими характеристиками.

Разработанный унифицированный технологический процесс учитывает необходимый набор инструмента для изготовления детали, но не учитывает его количество для обработки группы сходных по технологическим параметрам деталей и партии деталей.

Предлагается решить вопрос обеспечения необходимого количества инструмента методом сводки, группирования и анализа некоторых технологических параметров деталей, входящих в группу.

Для этого необходимо построить вариационные ряды распределения по технологическим признакам (к примеру, точность, шероховатость, соосность) поверхностей, из которых состоит деталь или группа деталей. Группу деталей формируют, как правило, путем добавления или исключения некоторых поверхностей. Здесь также следует учесть форму и размеры обрабатываемой поверхности. Таким образом, получим соответствие определенного каче-

ства поверхностей и частоту, с которой данный технологический признак встречается.

Рассмотрим деталь типа тела вращения (в нашем случае вал-шестерня). В таблице 1 представлены размеры и технологические параметры поверхностей детали.

Т а б л и ц а 1
Размеры и технологические параметры
поверхностей детали

№	Тип размера	Длина L, мм	Поле допуска, квалитет	Допуск T, мкм	Rz, мкм
1	Торец	166	h14	1000	100
2	Диаметр	45	k6	16	2,5
3	Проточка	41	h12	12	50
4	Торец	40	h9	62	10
5	Диаметр	55	h9	74	10
6	Фаска	2×45	h12	100	50
7	Шестерня	155	h9	100	10
8	Фаска	2×45	h12	100	50
9	Торец	90	h12	350	50
10	Фаска	2×45	h12	100	50
11	Проточка	45	h12	250	50
12	Диаметр	45	k6	16	2,5
13	Торец	32	h12	250	50
14	Фаска	2×45	h12	100	50
15	Проточка	45	h12	250	50
16	Диаметр	35	h9	62	5
17	Торец	16	h9	43	5
18	Фаска	2×45	h12	100	50
19	Квадрат	20	h11	130	10
20	Торец	166	h14	1000	100
21	Диаметр	12	H7	18	3,2
22	Диаметр	20	H7	21	3,2
23	Фаска	2×45	h12	100	50
24	Фаска	2×45	h12	100	50
25	Диаметр	20	H14	520	100

Цель статьи. По исходным техническим параметрам группы деталей определить необходимое

количество и номенклатуру режущего инструмента, для обеспечения эффективной организации технологической подготовки производства.

Основной материал статьи.

Определяем размах варьирования R и длину интервала h для группировки поверхностей по размеру поверхности и технологическим параметрам [1,2,3]:

$$R = X_{\max} - X_{\min}, \quad (1)$$

где R – длина интервала;

$X_{\max}$, $X_{\min}$ – минимальное и максимальное значение признака соответственно.

Длину интервала можно найти по формуле:

$$h = \frac{R}{m}, \quad (2)$$

где m – число групп совокупности.

Или по формуле Стерджесса:

$$h = \frac{R}{1 + 2,3 \lg(n)}, \quad (3)$$

где n – число единиц совокупности, подвергающихся группировке (в нашем случае $n = 25$, деталь состоит из 25 поверхностей).

Минимальное и максимальное значения параметров, размах варьирования и длина интервала представлена в таблице 2. Число групп принимаем равным шести.

Таблица 2

Минимальное и максимальное значение параметров, размах варьирования и длина интервала

$L_{\max}=166$, мм	$\Delta L=164$, мм
$L_{\min}=$, мм	$hL=33$, мм
$T_{\max}=1000$, мкм	$\Delta T=988$, мкм
$T_{\min}=12$, мкм	$hT=198$
$Rz_{\max}=100$, мкм	$\Delta Rz=97,5$
$Rz_{\min}=2,5$, мкм	$hRz=20$

Вариационные ряды рассматриваемых параметров поверхностей представлены в таблице 3.

Для формирования вариационных рядов для длины поверхностей целесообразно использовать принцип построения с равными интервалами [1,2] (графа 2,3).

Для учета допуска поверхностей необходимо использовать принцип построения рядов с постепенно возрастающими интервалами, так как большинство рассматриваемых допусков поверхностей имеют значения меньше 150 [1] (графа 4, 5).

Таблица 3
Вариационные ряды рассматриваемых параметров поверхностей

№	L , мм	mL	T , мкм	mT	Rz	mRz
1	0 - 2,1	7	0 - 16,1	0	2,5	2
2	2,1 - 35	7	16,1 - 36	4	3,2	2
3	35,1 - 68	7	36,1 - 86	4	5	2
4	68,1 - 101	1	86,1 - 126	8	10	4
5	101,1 - 134	0	126,1 - 326	5	50	12
6	134,1 - 167	3	326,1 - 1006	4	100	3
Σ		25		25		25

mL , mT и mRz – частоты, с которыми встречается исследуемые линейный размер, допуск и шероховатость, соответственно.

Что касается учета шероховатости, то здесь следует применить дискретный вариационный ряд (графа 6,7) [1].

Для расчета необходимого количества инструмента необходимо выделить группы поверхностей, которые обладают сходными размерами и соответствующими технологическими параметрами. Для этого строим аналитическую группировку (таблица 4), где в ячейках представлено количество поверхностей, в скобках номера поверхностей.

При расчете количества инструмента нам необходимо учесть необходимое технологическое (основное) время, затрачиваемое на изготовление детали, то есть время на изменение формы, размеров, состояния заготовки [4].

Таблица 4

Аналитическая группировка поверхностей

L , мм	T , мкм						Σ
	0-16	16-36	36-86	86-126	126-26	326-1006	
0-2				7(6,8,10,14,18,23,24)			7
2-35		2(21,22)	2(16,17)		2(13,19)	1(25)	7
35-68	2(2,12)		2(4,5)		3(3,11,15)		7
68-101					1(9)		1
101-134							0
134-167				1(7)		1(1,20)	3
Σ	1	4	4	10	2	4	25

Оно определяется по формуле:

$$T_T = \frac{L}{S_m} \cdot i, \quad (4)$$

где L – полная длина перемещения детали или инструмента в направлении подачи, мм;

S_m - путь детали или инструмента, пройденный в направлении подачи в одну минуту, мм;
 i – число проходов.

В таблице 5 представлены данные по нормам затраченного времени на изготовление поверхностей детали T_T (графа 5), в графе 4 представлено количество переходов, необходимых для обработки поверхности, m - частота с которой данная поверхность встречается (графа 1).

Т а б л и ц а 5
 Нормы времени на изготовление детали

m	№п	Квалитет	i	T_T , мин
2	1,20	14	1	0,05; 0,02
2	2,12	6	4	0,81; 1,46
3	3,11,15	12	1	0,01
2	4,5	9	3	0,28; 0,17
7	6,8,10,14,18,23,24	12	1	0,01
2	16,17	9	3	0,21; 0,06
1	7	7	4	123,50
1	9	12	1	0,03
1	25	14	1	0,08
2	13,19	12,11	1;2	0,01;0,15
2	21,22	7	3	3,13; 1,00

В соответствии с представленной деталью, токарный инструмент составляет 66,67% всего инструмента, сверла – 6,67%, фрезы – 2,22%, развертки 4,44%, шлифование 17,78%, фрезы для нарезания зубьев – 2,22%.

У определенного режущего инструмента существует свой период стойкости, и параметры износа, которые определяют время его эффективной работы. Из вариационных рядов у нас есть частота, с которой конкретный режущий инструмент будет использоваться для партии деталей. В документации технологического процесса рассчитаны нормы времени, которые учитывают время основной автоматической работы для всего разнообразия инструмента механической обработки. На основании всего вышесказанного мы можем оценить поток режущего инструмента для всей номенклатуры предприятия с учетом технологический параметров.

Например, из всех поверхностей при помощи точения образуются поверхности, 1-6, 8-20, затраты времени при этом составят около 3,19 минут. Если период стойкости инструмента 60 минут [5], то на каждые 18 деталей, нам необходим новый инструмент, на 10000 деталей необходимо 530 токарных резцов.

Сверлильная операция применяется при обработке поверхностей 21, 22, 25, диаметры поверхностей – 12, 20 мм, технологическое время на сверление 1,11; 0,35; 0,08 мин. Период стойкости сверла можно принять, к примеру, 35-76 мин [6], на каждые

10000 деталей нам понадобится 440-193 сверла, диаметром до 12-20мм.

При обеспечении технологической подготовки автоматизированного производства важен выбор материала инструмента и измерение производительности при этом, для чего предлагается использовать индексный метод. Необходимо учитывать количество выпущенной продукции, трудоемкость изготовления единицы изделия, общие затраты на производство партии изделия [2].

Существует два возможных подхода для расчета производительности. Первый - это учет количества продукции в единицу времени. Второй подход учет затрат времени на изготовление единицы продукции.

Количество продукции, вырабатываемое в единицу времени (ω) и затраты времени (t) на единицу продукции взаимосвязаны между собой:

$$\omega = \frac{1}{t}. \quad (5)$$

Основанные на показателях выработки и производительности труда индивидуальные индексы (показатель выражает, как изменится производительность для одного типа изделия) производительности имеют вид:

$$i_{\omega} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{q_1}{T_1} \cdot \frac{q_2}{T_2}. \quad (6)$$

где ω_1, ω_2 - количество продукции, вырабатываемое в единицу времени при использовании двух видов инструмента;

T_1, T_2 - суммарные затраты времени на изготовление данной продукции при двух различных видах инструмента;

q_1, q_2 - количество деталей, которое может быть произведено за время T_1, T_2 .

Для второго подхода:

$$i_t = \frac{t_1}{t_2} = \frac{q_1}{T_1} \cdot \frac{q_2}{T_2}, \quad (7)$$

где t_1, t_2 - затраты времени на изготовление единицы изделия одного вида при двух способах обработки.

Для сравнения производительности при обработке группы деталей целесообразно воспользоваться формулой для сводного индекса производительности труда:

$$I_{\omega} = \frac{\sum_{i=1}^n q_{i1}}{\sum_{i=1}^n T_{i1}} : \frac{\sum_{i=1}^n q_{i2}}{\sum_{i=1}^n T_{i2}}, \quad (8)$$

где n - количество деталей группы.

Первая часть формулы представляет собой среднюю выработку продукции при одном способе обработки, вторая – при другом.

Сводный индекс производительности труда по трудоемкости рассчитывается по данным о трудоемкости различных видов продукции и объемах их производства:

$$I_t = \frac{\sum_{i=1}^n t_{i1} q_{i2}}{\sum_{i=1}^n t_{i2} q_{i2}}. \quad (9)$$

Таким образом, воспользовавшись формулами (5)-(9), можно оценить, как изменится производительность при обработке различным инструментом или при изменении условий обработки (использовании нового оборудования).

Вывод.

В работе представлена методика, позволяющая определить количество и номенклатуру режущего инструмента, необходимого для обработки деталей с заданными технологическими параметрами и количеством. Варьирование размеров и технологических параметров позволяет выделить группы поверхностей, сходных по типу обработки, конфигурации, размеру, точности. Инструмент, выбранный для производства должен обеспечивать максимальную производительность, для этого предлагается воспользоваться индексным методом измерения производительности для единицы производимой продукции и для группы деталей, сходных по своим технологическим параметрам.

Л и т е р а т у р а

1. Громыко, Г.Л. Теория статистики [Текст]: учеб. под редакцией Г.Л. Громыко, / Г.Л. Громыко. – М.: ИНФРА-М., 2005. – 476 с.
2. Мхитарян, В.С. Статистика [Текст]: учеб. под редакцией В.С. Мхитаряна, / В.С. Мхитарян. – М.: Экономист., 2005. – 671 с.
3. Гавва, В.Н. Статистический практикум [Текст]: учеб. пособие / В.Н. Гавва, В.А. Колисниченко, Д.Д. Узун. – Харьков: Нац. Аэрокосмический ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2000. – 147
4. Балабанов, А.Н. Краткий справочник технолога-машиностроителя [Текст] / А.Н. Балабанов. – М.: Издательство стандартов, 1992. – 464 с.
5. Износ и стойкость токарных резцов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://studopedia.net/12_44711_iznos-i-stoykost-tokarnih-reztsov.html – 03.2015.
6. Сверла спиральные. межгосударственный стандарт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/data2/1/4294833/4294833008.htm> – 03.2015.

R e f e r e n c e s

1. Gromyko, G.L. Teorija statistiki [Tekst]: ucheb. pod redakciej G.L. Gromyko, / G.L. Gromyko. – M.: INFRA-M., 2005. – 476 s.

2. Mhitarjan, V.S. Statistika [Tekst]: ucheb. pod redakciej V.S. Mhitarjana, / V.S. Mhitarjan. – M.: Jekonomist#, 2005. – 671 s.
3. Gavva, V.N. Statisticheskij praktikum [Tekst]: ucheb. posobie / V.N. Gavva, V.A. Kolisnichenko, D.D. Uzun. – Har'kov: Nac. Ajerokosmicheskij un-t «Har'k. aviac. in-t», 2000. – 147
4. Balabanov, A.N. Kratkij spravocnik tehnologa-mashinostroitelja [Tekst] / A.N. Balabanov. – M.: Izdatel'stvo standartov, 1992. – 464 s.
5. Iznos i stojkost' tokarnyh rezcov [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: http://studopedia.net/12_44711_iznos-i-stoykost-tokarnih-reztsov.html – 03.2015.
6. Sverla spiral'nye. Mezhgosudarstvennyj standart [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294833/4294833008.htm> – 03.2015.

Мелкозьорова О.М., Миргородська К.В. Статистичний аналіз потоку різального інструмента автоматизованого виробництва механічної обробки.

У роботі запропоновано статистичний метод аналізу потоку різального інструмента на прикладі певної деталі тіла обертання. Побудовано аналітичне групування поверхонь деталей на базі технологічних параметрів (точності та шорсткості), врахована форма і розмір деталі. Це дозволяє визначити кількість і номенклатуру необхідного інструменту для організації автоматизованого виробництва. За допомогою статистичного аналізу можливо також визначити продуктивність праці при використанні інструменту з двох матеріалів для одиниці виробу або для групи деталей.

Ключові слова: точність, шорсткість, аналітична угруповання, організація виробництва.

Melkozerova O.M., Mirgorodskaya E.V. Statistical analysis of flow cutting tool automated production machining.

This paper presents a statistical method for the analysis of the flow of the cutting tool on the example of a particular part of the body rotation. An analytical group of the workpiece surface based on technological parameters (accuracy and roughness), takes into account the shape and size of the items. Varying the sizes and the process parameters allows to identify the group of surfaces of similar type processing, configuration, size and precision. This allows you to determine the number and range of necessary tools for computer-aided manufacturing organization. The tool selected for production should provide maximum performance, it is proposed to use the index method to measure the performance of units of products and components for the group, similar in its process parameters.

Keywords: accuracy, roughness, analytical group, organization of production.

Мелкозьорова О.М. – к.т.н., асистент кафедри «Теоретичної механіки, машинознавства та роботомеханічних систем» Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського, „ХАІ”, e-mail: olja.mex@gmail.com.

Миргородська К.В. – інженер кафедри «Теоретичної механіки, машинознавства та роботомеханічних систем» Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського, «ХАІ».

Рецензент: Соколов В.І. д.т.н., професор

Стаття подана 23.01.2015.

УДК 658.78

КОНЦЕПЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСОМ НА БАЗЕ КОНТЕЙНЕРНОГО ТЕРМИНАЛА

Морозова О.И., Шпак В.С.

THE CONCEPT OF CONTROLLING THE LOGISTIC COMPLEX ON THE BASIS OF THE CONTAINER TERMINAL

Morozova O., Shpak V.

В работе проведен обзор и анализ составляющих контейнерных терминалов, а также рассмотрены классификации и характеристики контейнерных терминалов. Были рассмотрены возможные варианты существующих портов для строительства на их базе логистического комплекса. За основу был выбран порт города Одессы, поскольку рядом с ним находится значительная территория под застройку, и через него проходит несколько транспортных коридоров. Кроме этого, было рассмотрено поэтапное строительство комплекса. Для будущего логистического комплекса на базе контейнерного терминала с необходимой техникой была создана 3D модель с помощью программного продукта «AUTODESK 3DS MAX».

Ключевые слова: транспортно-логистический комплекс, порты, контейнерный терминал, краны, контейнеровоз, железнодорожные платформы, транспортные коридоры.

Введение. Известный факт, что страны, имеющие выход к морю всегда имели массу преимуществ. Одним из таких преимуществ являлось стремительное развитие торговых отношений, а следовательно и экономических показателей. Данное преимущество сохранилось и на сегодняшний день. Каждая страна, которая имеет доступ к морю, обладает возможностью развивать торговые отношения, и как следствие и экономику страны. Параллельно зарождению торговых отношений формировались и торговые коридоры. В этом плане, Украина имеет одно из наиболее благоприятных географических положений за счет выхода к морю, а также имеет самым мощным портовым потенциал среди стран окружающих Черное море. На сегодняшний день на побережье Черного и Азовского морей находится около 18 морских торговых портов и 12 портовых пунктов. Около 600 порталных кранов тысячи погрузчиков различных типов и других единиц портовой техники обслуживают причальный фронт и территорию портов. Существующие порты имеют бо-

лее 330 тыс. м² крытых складов и более 2,5 млн. м² открытых складских площадей.

Наиболее значительными морскими торговыми портами Украины являются Одесский, Илlicheвский и Южный порты, расположенные неподалеку друг от друга. За счет них осуществляется приблизительно 60 % всего грузооборота украинских морских торговых портов. Эти порты имеют наилучшие морские подходы – осадка принимаемых судов до 14,5 м, в то время как другие в состоянии принимать суда со значительно меньшей осадкой.

На сегодняшний день через территорию Украины проходит семь транспортных коридоров, так как Украина находится в центральной части Восточной Европы на пересечении транспортных путей из Европы в Азию и из Скандинавских стран в страны Средиземноморского региона. Это дает ей большие возможности для развития торговых отношений и улучшения экономической ситуации страны в целом. Однако не достаточно иметь в своем распоряжении выгодное территориальное расположение и транзитные коридоры. Таким образом, возникает проблема рационального использования данных ресурсов.

Анализ состояния вопроса. Актуальность работы обусловлена тем, что на сегодняшний день создание логистического комплекса является одним из способов повышения конкурентоспособности транспортного сектора. На сегодняшний день одной из наиболее выгодных видов сделок является международная торговля с использованием контейнеров. Это связано с тем, что контейнер – это стандартизированная многооборотная удобная тара. Кроме этого, возможно перевозить большое количество контейнеров на значительные расстояния при довольно не дорогой стоимости перевозки. Перевозки осуществляются с помощью кораблей-контейнеровозов от порта к порту, затем в порту происходит разгрузка, временное хранение и развоз

контейнеров с помощью наземного транспорта, такого как грузовые машины или железнодорожные составы. Однако на данный момент большинство контейнеровозов обходят порты Украины и это связано с отсутствием достаточной автоматизации процессов транспортировки контейнеров. Простой контейнеровозов на рейде в ожидание разгрузки приводит к значительным финансовым потерям всех участников транспортной цепочки поставок и тем самым делает международные перевозки через украинские порты невыгодными.

Международные перевозки в нашей стране без решения вышеперечисленной проблемы не смогут выйти на мировой уровень, а значит и не станут конкурентоспособными. Для решения данной проблемы в сфере международных контейнерных перевозок необходимо предпринять следующее [1]:

1. Строительство новых и модернизация существующих терминалов с целью увлечения объемов международных перевозок и улучшения их качественных показателей. Международные перевозки должны осуществляться с учетом новых технологий и современного опыта контейнерных перевозок.

2. Полноценно использовать потенциал международных транспортных коридоров. Международные перевозки не должны сталкиваться с нехваткой железнодорожных платформ. Должны быть решены проблемы задержек при железнодорожных грузоперевозках.

3. Необходимо создание общей автоматизированной информационной системы управления. Такая система позволит оперативно реагировать на возникшие сложности в процессе грузоперевозки и решать их в комплексе.

Целью данной работы является показать целесообразность разработки и автоматизации транспортно-логистического комплекса за счет строительства и функционирования контейнерного терминала.

Результаты исследования. Объектом исследования в данной работе является контейнерный терминал. Это часть транспортной инфраструктуры, ориентированная в основном на работу с ISO-контейнерами. К основным операциям контейнерного терминала можно отнести перегрузку контейнеров с одного вида транспорта на другой или с одного борта на другой и временное хранение контейнеров. В контейнерных терминалах для быстрой и безопасной работы краны и ричстакеры оборудуются спредерами – раздвижными рамами для захвата и фиксации контейнеров во время работы с ними. Для учёта контейнеров, правильного распределения их на борту судна и поддержания максимальных темпов работы на крупных терминалах применяют автоматизированные компьютерные системы, которые сводят к минимуму риск ошибки [2]. Контейнерные терминалы подразделяют на следующие подвиды: морские контейнерные терминалы, сухопутные контейнерные терминалы, сухопутные экспортные/импортные таможенные контейнерные терминалы и логистические центры.

Основной функцией морских контейнерных терминалов является передача контейнеров между морским и наземным транспортом. Кроме этого, они предназначены для складирования контейнеров, таможенных и вспомогательных операций. По специфике этих операций чаще всего на этих же терминалах осуществляются сбор и распределение для тарно-штучных грузов, а также комплектация и освобождение контейнеров.

В свою очередь, логистические центры – это наземные контейнерные терминалы с максимальным набором вспомогательных функций, из которых чаще всего полностью исключена морская составляющая.

Таким образом, контейнерные терминалы в логистических системах служат базами по обработке одного продукта – контейнера. Основные задачи терминалов – это смена вида транспорта, которым осуществляется перевозка, а также оформление необходимой документации и временное хранение товара. Для обработки контейнеров используется техника различных видов. Основой структуры контейнерного терминала являются краны и складские площади для хранения контейнеров. Для разгрузки контейнеров из судна в порт используются краны перегрузчики типа «судно-берег», которых существует три вида: мобильные, причальные контейнерные перегружатели и стационарные перегружатели.

Мобильные портовые краны грузоподъемностью от 42 тонн до 208 тонн предлагают практические решения для различных потребностей портов во всех областях рынка – от перевозки контейнеров до перевозки бестарных грузов (от тяжеловесных до обычных грузов) [3]. Превосходная маневренность и мобильность мобильных портовых кранов, за счет непревзойденной конструкции шасси и интегрированной системы управления, позволяют этим кранам быть очень востребованными на рынке.

Причальные краны представлены широким рядом моделей: от кранов для разгрузки судов Panamax с вылетом стрелы от 36 м и грузоподъемностью 50 т до гигантских кранов для разгрузки судов с вылетом стрелы 66 м и грузоподъемностью 65 т. Одним из преимуществ таких кранов является возможность использовать несколько тележек для снятия контейнеров, а это в свою очередь увеличивает скорость разгрузки. Жесткая конструкция и система предотвращения от раскачиваний позволит работать с этими кранами в неблагоприятных погодных условиях.

В подразделениях контейнерных терминалов можно выделить три основных зоны: зона для хранения контейнеров, причальная зона, административная зона. В зоне для хранения контейнеров – хранят контейнеры и перегружают их на транспорт которым будет осуществлена доставка к требуемому месту. Контейнеры хранятся в специальных блоках, длина и ширина зависит от площади склада отведенного для хранения поэтому они могут быть как

по 10 контейнеров в длину так и по 60 контейнеров в длину, ширина укладки также варьируется, но в основном это 9 контейнеров, высота хранения зависит от используемой техники и человеческого фактора, поскольку автоматизированная техника значительно точнее позиционирует контейнеры, а следовательно и высота хранения может быть выше. Если в блоках хранения будут работать краны управляемые человеком, то высота не должна превышать 5 контейнеров. Расстояние между контейнерами должно быть не менее чем 500 мм по длине и 400 мм по ширине [4-5]. В причальной зоне происходит разгрузка кораблей контейнеровозов. В административной зоне работает персонал терминала, в ней находятся административные здания, парковки для персонала, происходит работа таможенной службы.

Как уже было сказано ранее, на Одесский, Илличевский и Южный порты приходится 60 % всего грузооборота Украины. В связи с этим, именно эти порты рассматривались для размещения транспортно-логистического комплекса. Эти порты сравнивались по следующим параметрам:

- место расположения;
- обрабатываемые грузы;
- транспортное оснащение;
- список оказываемых услуг.

Проведенный анализ показал, что Одесский порт является самым перспективным, так как обрабатывает самую широкую номенклатуру грузов, имеет лучшее оснащение, большую территорию складов [6-7]. Одесский порт является самым большим портом Украины и имеет несколько специализированных терминалов – нефтяной и зерновой, через него проходит несколько транспортных коридоров, а рядом с ним находится территория бывшего завода ОАО «Одессельмаш» прекратившего свое функционирование. Территория, принадлежавшая данному заводу, имеет порядка 60 га суши и около 1200 м береговой линии. В работе предлагается использовать эту территорию для строительства транспортно-логистического комплекса на базе контейнерного терминала. Предполагается строительство трех дополнительных причалов с административными и вспомогательными сооружениями, а также закупка специального оборудования.

Реализация этого проекта будет осуществляться в три этапа. Первый этап – строительство одного причала, волнолома, берегоукрепления, административных и вспомогательных сооружений, образованием территории для обслуживания контейнеров, что позволит увеличить объем перегрузки и одновременно хранимых контейнеров. Второй этап предполагает размещение железнодорожных колеи, чтобы использовать железнодорожную технику для вывоза контейнеров и обслуживания их внутри терминала. Третий этап завершит строительство комплекса, будет построен третий причал, добавлены необходимые колеи.

Длительность этапов будет зависеть от многих факторов, но одним из основных будет – наращивание перевалочных оборотов. Строительство контейнерного терминала предлагается на территории бывшего завода ОАО «Одессельмаш», так как рядом с ним находится железная дорога, кроме этого, эта территория непосредственно примыкает к внешним границам Одесского нефтяного терминала.

Для того чтобы наглядно показать работу терминала была создана 3D модель всех задействованных видов техники и территории для застройки. Все необходимые компоненты были созданы с помощью программного продукта Autodesk 3DS MAX (рис. 1).

В данном проекте для увеличения количества одновременно хранимых контейнеров предложено использовать причальные сооружения двух типов. Одно позволит на длине причальной линии в 170 м, принимать три судна контейнеровоза, два из которых могут быть класса «Панамакс» или ниже и одно «Фидерного» класса или ниже.

Второе причальное сооружение на длине в 170 м позволит принимать два контейнеровоза класса «Панамакс» и благодаря своей трапециевидальной форме еще одно судно классом выше чем «Панамакс» (рис. 1).

Расстояние между причалами в 120 м позволит швартоваться судам больших размеров, поскольку их ширина между бортами не превышает 60 м (это ширина самого большого контейнеровоза «Post-Triple E-Class», который существует в одном экземпляре). В основном ширина контейнеровозов колеблется в районе 35 метров (рис. 2).

Важными элементами терминала являются: административное здание и ангар для парковки и хранения железнодорожных платформ.

В здании администрации находится таможенная служба и из него происходит управление и контроль всего комплекса. В качестве техники для обслуживания контейнеровозов на причалах будут использоваться краны двух видов «Причальные краны» (рис. 3) и «Мобильные краны» (рис. 4).

В качестве транспорта для перевозки контейнеров от места разгрузки к месту складирования предложено использовать железнодорожные платформы (рис. 5).

К преимуществу данного вида транспорта можно отнести большую грузоподъемность – за один раз одна платформа может вывезти минимум два контейнера максимального размера [8]. В месте складирования контейнеров будут использоваться автоматизированные краны (рис. 6).

Автоматизированные краны работают без участия человека, что сокращает время на обработку контейнеров, будь то загрузка или разгрузка контейнеров, а благодаря своей жесткой консоли могут работать в сложных погодных условиях [9].

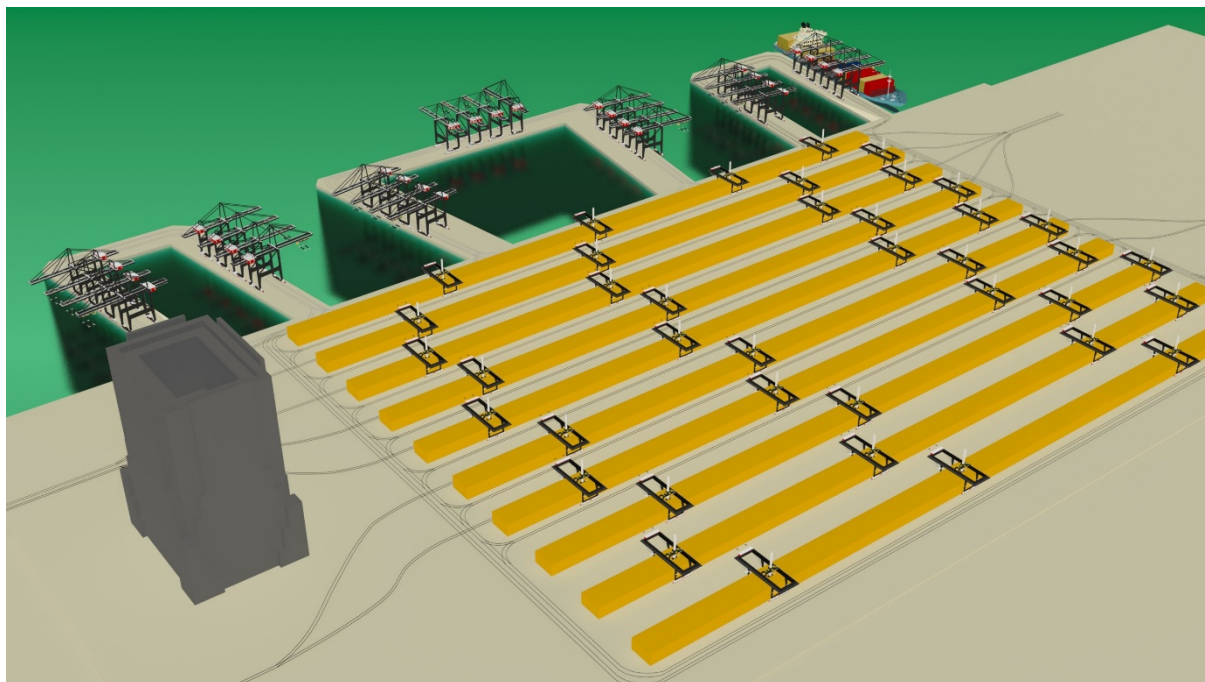


Рис. 1. Транспортно-логистический комплекс на базе контейнерного терминала



Рис. 2. 3D модель контейнеровоза



Рис. 4. 3D модель мобильного крана



Рис. 3. 3D модель причального крана



Рис. 5. 3D модель железнодорожной платформы

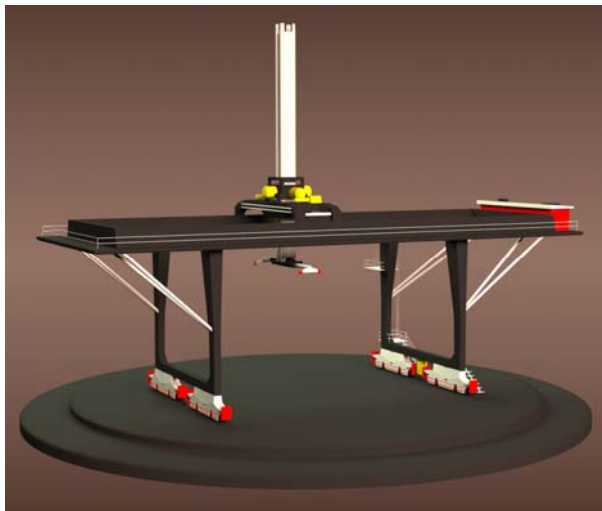


Рис.6. 3D модель автоматизированного крана

Выводы. На основе обзора и анализа классификации и составляющих контейнерных терминалов для создания логистического комплекса на базе контейнерного терминала был выбран Одесский порт, поскольку рядом с ним находится значительная территория под застройку, и через него проходит несколько транспортных коридоров. Кроме этого, был проведен обзор используемого оборудования и в работе приведено подробное описание каждого из видов техники. В работе было предложено поэтапное строительство. Была создана 3D модель всего комплекса с используемой техникой. Программным продуктом для работы выбрано «AUTODESK 3DS MAX», поскольку он позволяет не только моделировать, но и создавать анимации.

Строительство транспортно-логистического комплекса на базе контейнерного терминала позволит увеличить пропускную способность контейнерного терминала порта и конкурировать с портами Европы.

Л и т е р а т у р а

1. Международные перевозки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://savicon.com.ua/mezhdunarodnye-perevozki/>. – 14.03.2015.
2. Контейнерный терминал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Контейнерный_терминал. – 14.03.2015.
3. LIEBHERR [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.liebherr.com/>. – 14.03.2015.
4. Миротин, Л. Б. Транспортная логистика [Текст]: уч. пособие / Л. Б. Миротин. – М. : Экзамен, 2002. – 512 с.
5. Миротин, Л. Б. Международные перевозки [Текст] : уч. пособие / Л. Б. Миротин, В. Л. Курганов. – М. : Академия, 2011. – 304 с.
6. SIF servece [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sifservice.com/ru/>. – 14.03.2015.
7. «Порты Украины плюс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://portsukraine.com/>. – 14.03.2015.
8. «Infotransport транспортный логистический портал» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://infotransport.ru/page.php?id=130>. – 14.03.2015.

9. TEREX [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.terexrus.ru/>. – 14.03.2015.

References

1. International transportations [Electronic Resource]. – Mode of access: <http://savicon.com.ua/mezhdunarodnye-perevozki/>. – 14.03.2015.
2. Container terminal [Electronic Resource]. – Mode of access: https://ru.wikipedia.org/wiki/Kontejnernyj_terminal. – 14.03.2015.
3. LIEBHERR [Electronic Resource]. – Mode of access: <http://www.liebherr.com/>. – 14.03.2015.
4. Mirotin, L. B. Transportation logistics [Text]: tutorial / L. B. Mirotin. – M. : Ekzamen, 2002. – 512 p.
5. Mirotin, L. B. International transportations [Text] : tutorial / L. B. Mirotin, V. L. Kurganov. – M. : Akademiia, 2011. – 304 p.
6. SIF servece [Electronic Resource]. – Mode of access: <http://sifservice.com/ru/>. – 14.03.2015.
7. «Ukrainian ports plus» [Electronic Resource]. – Mode of access: <http://portsukraine.com/>. – 14.03.2015.
8. «Infotransport transportation logistic portal» [Electronic Resource]. – Mode of access: <http://infotransport.ru/page.php?id=130>. – 14.03.2015.
9. TEREX [Electronic Resource]. – Mode of access: <http://www.terexrus.ru/>. – 14.03.2015.

Морозова О.І., Шпак В.С. Концепція управління логістичним комплексом на базі контейнерного терміналу

У роботі проведено огляд та аналіз складових контейнерних терміналів, а також розглянуті класифікації та характеристики контейнерних терміналів. Були розглянуті можливі варіанти існуючих портів для будівництва на їх базі логістичного комплексу. За основу був обраний порт міста Одеси, оскільки поруч з ним знаходиться значна територія під забудову, і через нього проходить кілька транспортних коридорів. Крім цього, було розглянуто поетапне будівництво комплексу. Для майбутнього логістичного комплексу на базі контейнерного терміналу з необхідною технікою була створена 3D модель за допомогою програмного продукту «AUTODESK 3DS MAX».

Ключові слова: транспортно-логістичний комплекс, порти, контейнерний термінал, крани, контейнеровоз, залізничні платформи, транспортні коридори.

Morozova O., Shpak V. The concept of controlling the logistic complex on the basis of the container terminal

The article deals with the review and analysis of the container terminals components, as well as the classification and characteristics of the container terminals. The possible variants of the available ports for building the logistic complex on their basis were considered. The Odessa port was chosen as a basis because there is a considerable territory for building and there are several transport corridors on it. Besides, the stages of building the complex were considered. The 3D model has been developed using the software «AUTODESK 3DS MAX» for future logistic complex on the basis of the container terminal with the necessary equipment. This software allows not only modelling, but also creating the animation. The building of transport and logistic complex on the basis of the container terminal will allow to increase the capacity of the port container terminal and compete with European ports.

Key words: *transport and logistic complex, ports, container terminal, cranes, container ship, railway platforms, transport corridors.*

Морозова О.І. – к.т.н., доцент кафедри теоретичної механіки, машинознавства та роботомеханічних систем, Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», м. Харків, Україна, e-mail: oligmoroza@gmail.com.

Шпак В.С. – студентка, Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», м. Харків, Україна, e-mail: malashpak@mail.ru.

Рецензент: **Чернецька-Білецька Н.Б.**, д.т.н., професор

Стаття подана 25.01.2015

УДК 656.02

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КОНФИГУРАЦИИ ЦЕПИ ПОСТАВКИ НА ЛОГИСТИЧЕСКИЕ ИЗДЕРЖКИ

Сыпченко И.А., Устинова В.В.

ANALYSIS OF THE IMPACT OF SUPPLY CHAIN CONFIGURATION TO LOGISTICS COSTS

Syrychenko I.A., Ustinova V.V.

В статье проводится анализ влияния конфигурации цепи поставок на логистические затраты. Цепь поставок строится для Харьковского подшипникового завода. Полученные результаты дают возможность выбора оптимального варианта конфигурации цепи поставок. Таким образом применение логистической концепции предоставляет предприятиям возможность занять лидирующее положение на рынке, обеспечить превосходство над конкурентами, уменьшить издержки, улучшить обслуживание.

Ключевые слова: цепь поставок, логистические издержки, фокусная компания, звенья цепи поставок, распределительный центр.

Введение. В последнее время всё более очевидной становится тенденция мировой экономики к глобализации, ежегодно растут показатели мировой торговли, интерес к развитию торговых отношений не ослабевает, усиливается стремление компаний завоевать новые рынки в различных регионах мира, и повысить результат своей работы. Цепь поставок как процесс — это совокупность потоков и соответствующих им кооперационных и координационных процессов между различными участниками цепи для создания стоимости для удовлетворения требований потребителей в товарах и услугах [1]. Для построения оптимальной конфигурации цепи поставок необходимо определить участников бизнес-процесса, между которыми необходимо будет установить связь.

Постановка проблемы. В конкурентной борьбе для предприятий появляется необходимость разрабатывать и использовать альтернативные цепи поставок для того, чтобы усилить и удержать своё влияние на рынке. Оптимизация затрат, связанных с производством, транспортированием, складированием, реализацией продукции увеличивает прибыль предприятия. Для многих предприятий возникает проблема разработки новых цепей поставок, для продвижения своей продукции на новые рынки.

Возрастает роль внедрения логистических методов управления в организации производства.

Анализ последних исследований и публикаций. Заходягин С.В., Вдовина С.Б., Труфанова И.С., Попов М.А., Ткач В.В. и др. рассматривали элементы интеграционного управления цепями поставок, как управления взаимоотношения между потребителями, спросами и запасами, выполнения заказов обслуживания потребителей, разработка и внедрение новой продукции, управление закупками, транспортировкой и складированием [2]. Однако вопрос применения принципов логистической концепции управления цепями поставок на производстве для увеличения его прибыли остаётся актуальным.

Цель. В работе рассматривается проблема создания новой цепи поставки для Харьковского подшипникового завода. Ставится вопрос реализации продукции от Харькова до региона центральной части России. Проведение анализа влияния конфигурации цепи поставки на логистические издержки.

Результаты исследований. Создана цепь поставок, фокусная компания которой расположена в городе Харьков. В работе были построены два варианта конфигурации логистической цепи. Первый вариант не будет содержать распределительные центры. Продукция будет поставляться сразу из фокусной компании в последние звенья логистической цепи, количество их определено по формулам (1) – (3). Второй вариант будет включать распределительные центры, количество которых определяется по формуле (4) [3].

Определяем радиус половинного спроса по формуле(1):

$$r_n = \frac{C_e}{C_{zp} - C}, \quad (1)$$

где r_n – радиус половинного спроса;

C_e – индекс эластичности рынка, грн;

C_{cp} – граничная стоимость одной покупки, грн;

C – стоимость одной покупки, грн.

Радиус обслуживания клиентов R_0 будет оцениваться ориентировочно, исходя из оценки части рынка, которую занимает предприятие (формула (2)):

$$R_0 = \left(\frac{Q_0}{Q_n} - 1 \right) \times r_n, \quad (2)$$

где R_0 – радиус обслуживания клиентов;

Q_0 – общая ёмкость рынка, шт.;

Q_n – доля на рынке, шт.

Количество звеньев, из которых будет состоять наша цепь N , определяем по формуле (3):

$$N = \frac{S}{\pi \times R_0^2}. \quad (3)$$

где N – количество звеньев цепи, шт.;

S – площадь региона поставок, км².

Количество распределительных центров вычисляем по формуле (4):

$$M = \frac{N^{0.15} \times S^{0.05} \times K_{отд}^{0.1}}{j_{испол}^{0.4}} \times k, \quad (4)$$

где M – количество распределительных центров, шт.;

$j_{испол}$ – коэффициент использования транспорта, при перевозке равен единице, если транспортное средство полностью;

$K_{отд}$ – коэффициент отдаленности от единого логистического центра, определяем по формуле (5);

k – коэффициент вариации времени выполнения заказа.

Рассчитываем коэффициент отдаленности от единого логистического центра:

$$K_{отд} = \frac{L_{ЕЛЦ}}{R_{усл}}, \quad (5)$$

где $R_{усл}$ – условный радиус региона;

$L_{ЕЛЦ}$ – расстояние от единого логистического центра до центра тяжести площади региона, куда осуществляется поставка запчастей.

Полученные конфигурации цепи поставок, для продукции Харьковского подшипникового завода представлены на рисунке 1, 2.

Чтоб провести сравнительный анализ конфигураций цепи поставок произведем расчёт логистических затрат.

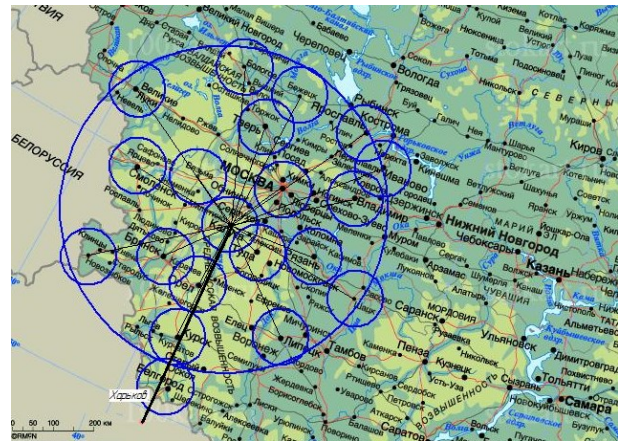


Рис. 1. Маршрут пополнения запасов с распределительным центром

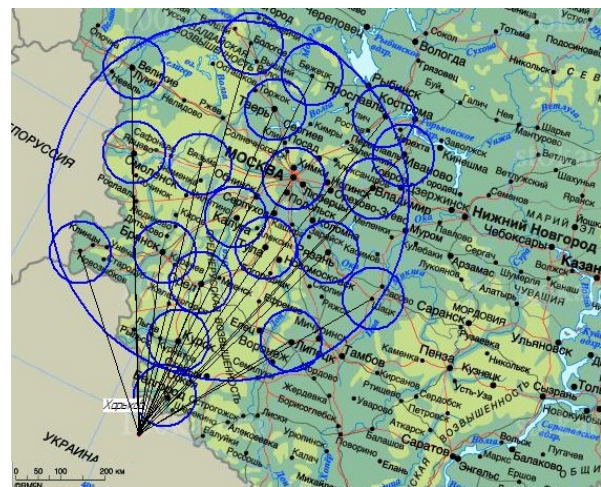


Рис. 2. Маршрут пополнения запасов без распределительного центра

Затраты звеньев состоят из пяти слагаемых и определяются по формуле [4] (6):

$$Z_{з.} = Z_{п.з.} + Z_{хр.з.} + Z_{им.} + Z_{пр.з.} + Z_{диф.}, \quad (6)$$

где $Z_{п.з.}$ – затраты на пополнение запасов, грн;

$Z_{хр.з.}$ – затраты на хранение запасов, грн;

$Z_{им.}$ – затраты на иммобилизацию средств, грн;

$Z_{пр.з.}$ – затраты на проверку запасов, грн;

$Z_{диф.}$ – затраты связанные с дефицитом запасов, грн.

Затраты на пополнение запасов принимаем равным затратам на доставку груза в звенья:

Затраты на доставку из распределительных центров в конечные звенья цепи автотранспортом, вычисляем по формуле (7), если $M=0$, а при $M>0$ по формуле (8):

$$Z_{дост.} = 45 \times \frac{S^{0.2} \times K_{отд}^{0.3}}{g^{0.4} \times j_{испол}^{0.8}}, \quad (7)$$

где g – объём одного заказа, т;

$$Z_{досл.} = 10 \times \frac{S^{0.2} \times K_{отд.}^{0.5}}{N^{0.7} \times g^{0.4} \times j_{испол.}^{0.7}}, \quad (8)$$

Затраты на хранение запасов определяем по формуле (9):

$$Z_{xp.з.} = \bar{Z}_{xp.} \times t_{xp.}, \quad (9)$$

где $\bar{Z}_{xp.}$ – удельные затраты на хранение запасов, грн / т;

$t_{xp.}$ – средний срок хранения на складе в днях.

Удельные затраты на иммобилизацию рассчитываются по формуле (10):

$$\bar{Z}_{им.} = \frac{Ц_m \times \%_б}{365 \times 100}, \quad (10)$$

где $Ц_m$ – цена товара, грн;

$\%_б$ – банковская ставка по кредиту, принятая 20%.

Затраты на иммобилизацию определяем по формуле (11):

$$Z_{им.} = \bar{Z}_{им.} \times t_{xp.}, \quad (11)$$

Приведенные затраты на проверку состояния запасов определяются по формуле (12):

$$Z_{np.з.} = N_{np.с.} \times \bar{Z}_{np.з.}, \quad (12)$$

где $N_{np.с.}$ – удельное количество проверок состояния запасов, ед./т;

$\bar{Z}_{np.з.}$ – удельные затраты на проверку состояния запасов, грн./пр.

Приведенные затраты, связанные с дефицитом, определяются по формуле (13):

$$Z_{диф.} = \frac{Ц_m \times M_m \times P_{диф.}}{100}, \quad (13)$$

где M_m – торговая моржа, %;

$P_{диф.}$ – вероятность дефицита.

Затраты, определенные для двух вариантов логистической цепи представлены в таблице.

Результаты расчетов затрат изображены на графике (рис. 3).

Проведя анализ логистических затрат, при использовании предприятиями двух цепей поставок, мы пришли к выводу, что они значительно отличаются. Исходя из графика, мы видим, что наиболее рациональным для рассматриваемого случая есть выбор конфигурации цепи поставок без распределительного центра.

Т а б л и ц а

Общие логистические затраты цепей поставок

Вид затрат	Конфигурация цепи при M=0	Конфигурация цепи при M>0
Затраты на доставку груза, грн / т.	51185	160416
Затраты на пополнение запасов, грн / зак.	58	180,89
Затраты на хранение, грн / т дн.	683	607
Затраты на иммобилизацию, грн / т.	2945	2620
Затраты на проверку состояния запаса, грн / т.	3831	8243
Суммарные затраты, грн / т.	58702	119535

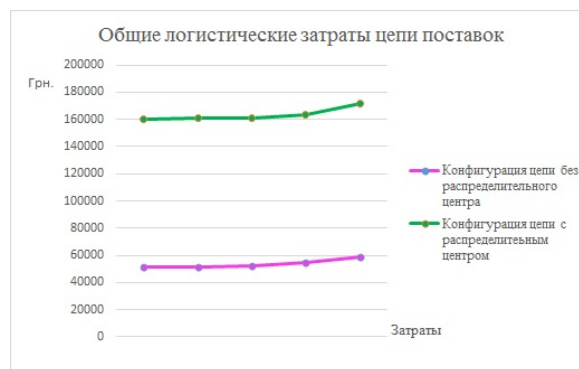


Рис. 3. Логистические издержки цепи поставок

Вывод. Использование более рациональной цепи поставок предоставляет возможность предприятию увеличить свою прибыль, сократить производственные и логистические затраты.

Кроме того, уменьшить стоимость и время обработки заказа, сократить время выхода на рынок, уменьшить закупочные издержки и складские запасы. Проведя реинжинирование существующей цепи поставок и проектирование новой цепи поставок, возможно добиться освоения нового рынка и закрепления лидирующего положения на нем. Задача, решение которой рассмотрено в этой статье, является актуальной, важной для снижения операционных издержек, повышения оперативности, роста качества обслуживания.

Л и т е р а т у р а

1. Смирнова Е.А. Управление цепями поставок / Е.А. Смирнова // Учебное пособие. – СПб., 2009. – С. 120.
2. Вдовина С.Б. Методологические основы проектирования и управления интегрированными цепями поставок / С.Б. Вдовина, И.С. Труфонова // Труды Нижегородского государственного

технического университета им. Р.Е. Алексеева. – 2014. – №2(104) – С. 249 – 255.

3. Нефёдов М.А. Рационалізація радіусу обслуговування клієнтури / М.А. Нефёдов, Н.В. Птица // Научно-технический сборник – 2013. – № 107 – С. 455 – 464.
4. Баранчев В.П. Коммерческая логистика / В.П. Баранчев, А.А. Колобов // Коммерческая логистика: учебник. – М., ООО «Издательство Проспект», 2013. – С. 432.

References

1. Smirnova E.A. Upravlenie serijami postavok / E.A. Smirnova // Uchebnoe posobie. – SPb., 2009. – S. 120.
2. Vdovina S.B. Metodologicheskie osnovy proektirovanija i upravljenja integrirovannymi serijami postavok / S.B. Vdovina, I.S. Trufonova // Trudy Nizhegorodskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta im. R.E. Alekseeva. – 2014. – №2 (104) – S. 249 – 255.
3. Neftodov M.A. Racionalizacija radiusu obslugovuvannja klienturi / M.A. Neftodov, N.V. Ptica // Nauchno-tehnicheskij sbornik – 2013. – № 107 – S. 455 – 464.
4. Baranchev V.P. Kommercheskaja logistika / V.P. Baranchev, A.A. Kolobov // Kommercheskaja logistika: uchebnik. – M., ООО «Izdatel'stvo Prospekt», 2013. – S. 432,

Сипченко І.О., Устинова В.В. Аналіз впливу конфігурації ланцюга поставок, на логістичні витрати

У статті проводиться аналіз впливу зміни ланцюга поставок на логістичні витрати. Ланцюг поставок будується для Харківського підшипникового заводу. Отримані результати дають можливість вибору оптимального варіанту конфігурації ланцюга поставок. Таким чином застосування логістичної концепції надає підприємствам можливість зайняти лідируюче положення на ринку, забезпечити перевагу над конкурентами, зменшити витрати, поліпшити обслуговування.

Ключові слова: ланцюг поставок, логістичні витрати, фокусна компанія, ланки ланцюга поставок, розподільний центр.

Sypchenko I.A., Ustinova V.V. Analysis of the impact of supply chain configuration, to logistics costs

The article analyzes the impact of supply chain configuration on logistics costs. The supply chain was built for Khar'kov Bearing Plant. The results obtained make it possible to select the optimal variant configuration of the supply chain. Thus, the use logistics concept gives businesses the opportunity to take a leading position in the market, to ensure superiority over competitors, reduce costs and improve service.

Key words: supply chain, logistics costs, focus the company, distribution center.

Сипченко І.О. – асистент кафедри теоретичної механіки, машинознавства та роботомеханічних систем, Національний аерокосмічний університет ім. М.С. Жуковського «ХАІ», м. Харків, Україна, e-mail: IRS-79@mail.ru

Устинова В.В. – магістрант, Національний аерокосмічний університет ім. М.С. Жуковського «ХАІ», м. Харків, Україна, e-mail: vera9265@mail.ru

Рецензент: **Марченко Д.Н.**, д.т.н., професор

Стаття подана 30.01.2015

УДК 656.135

**АНАЛИТИЧЕСКОЕ И ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
МЕЖДУНАРОДНОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ГРУЗОПЕРЕВОЗКИ****Кот Н. И., Воропай Е. В.****ANALYTICAL AND SIMULATION MODELING INTERNATIONAL
AUTOMOBILE TRANSPORTATION****Kot N. I., Voropai E. V.**

В статье разрабатывалась модель международной автомобильной грузоперевозки. Использовались методики математического моделирования. С помощью корреляционно-регрессионного анализа и имитации процесса в AnyLogic была создана адекватная модель. Модель дала возможность анализировать и оценивать результаты случайных переменных для каждого решения и на основе сравнения выбирать лучший вариант для прогнозирования будущего.

Ключевые слова: транспортная система, модель, аналитическое моделирование, имитационное моделирование, прогнозирование, лучший результат.

Введение. Потребность в перемещении товаров возникла в древние времена, но тогда транспорт был в примитивном виде. С развитием экономики и транспорт преобразался, для того чтобы соответствовать требованиям времени. В современном мире существует множество способов перемещения грузов, среди них автомобильный транспорт занимает особое место. Транспорт как одна из базовых отраслей народного хозяйства объединяет в целостную систему все другие секторы экономики и предопределяет устойчивость транспортно-экономических связей, регулярность и соблюдение сроков доставки грузов субъектам хозяйствования [1].

Эффективность международной торговли, бесперебойность поставки товаров в места потребления также во многом зависят от качества работы транспорта, которое определяется уровнем удовлетворения в транспортном обслуживании, скоростью доставки грузов, сохранностью перевозимых грузов.

Уровень развития транспортной отрасли оказывает существенное влияние на технологический процесс торговых предприятий, его ритмичность, производительность труда работников, связанных с переработкой грузов. Поэтому возникает необходимость повышения точности планирования, прогнозирования, анализа и оценки работы транспортных систем, что будет способствовать сокращению издержек обращения и повышению эффективности

работы предприятий. Это можно осуществить с применением математического моделирования.

Постановка проблемы. При проектировании сложных транспортных систем и их подсистем возникают многочисленные задачи, требующие оценки количественных характеристик и качественных закономерностей процессов функционирования таких систем. Ограниченность возможностей экспериментального исследования больших транспортных систем делает невозможным их полное проектирование, внедрение и эксплуатацию без использования методики моделирования, которая позволяет в соответствующей форме представить процессы функционирования систем и описание протекания этих процессов с помощью математических моделей [2]. Наибольшее распространение при этом получили аналитический и имитационный методы моделирования.

Рациональное управление автомобильными грузоперевозками, требует учета множества неопределенностей и вероятностей. В общем случае источниками неопределенности являются случайные величины T_i , характеризующие продолжительности выполнения отдельных операций цикла, к числу которых относят: передачу, обработку, комплектование, транспортировку заказа, доставку заказа конечному потребителю [3]. Наибольшие сложности при подготовке и принятии управленческих решений традиционно вызывают операции транспортировки. Основным источником случайности является маршрут, характеризующийся определенной протяженностью, типом дорожного покрытия, местными ограничениями и простоями на погрузку (разгрузку). Международные автомобильные перевозки являются еще более сложным процессом. Сложность международных перевозок вызвана необходимостью учета модели операций, связанных с пересечением границ, особенностей таможенного регулирования

грузопотоков, что будет вызывать увеличение времени простоя транспортного средства.

Варьируя временем простоев (погрузки (разгрузки), проведенным на таможне и неисправности техники) возможно, анализировать и оценивать работу всей транспортной сети, планировать маршруты, а также прогнозировать будущее.

Анализ последних исследований и публикаций. Рассмотренной темой интересуются многие учёные и на протяжении более двадцати лет усовершенствуют свои методики управления перевозками. В работах Палагина Ю. И., Мочалова А. И., Тимонина А. В. решался вопрос выбора рационального маршрута перевозки с применением математических моделей. Лукин В. С. применял авторский подход к моделированию временных параметров перевозок. Бабина О. И. рассматривала возможности комбинированного использования аналитических и имитационных методов моделирования.

Цель статьи. В статье применены методы математического моделирования (аналитического и имитационного), на примере международной грузоперевозки сообщения Турция-Украина. Эти методы позволяют анализировать и оценивать результаты случайных переменных (в данной работе, время простоев) для каждого решения и на основе сравнения выбирать лучший вариант для прогнозирования будущего.

Результаты исследований. Аналитическое моделирование характеризуется тем, что процессы функционирования системы записываются в виде некоторых функциональных соотношений (алгебраических, дифференциальных, интегральных уравнений) [2]. Для рассматриваемого примера использовался один из методов аналитического моделирования – линейное программирование, а именно корреляционно-регрессионный анализ.

Предлагается представление транспортной сети по кибернетическому принципу «черного ящика» (рис. 1).

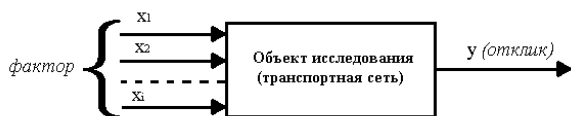


Рис. 1. Транспортная сеть в виде «черного ящика»

В работе рассматривалась одна переменная x_i – возмущение (входная переменная, независимая), время. Её составляют: время на погрузку, на разгрузку, простои на таможне при пересечении границ, технические неполадки. И переменная y_i – реакция на возмущения (выходная переменная, зависимая), в рассматриваемом примере издержки на транспортировку.

Связь зависимой переменной с одной независимой запишем с помощью уравнения регрессии (формула 1) [2]:

$$y_i = \alpha + \beta x_i, \quad (1)$$

$$i = \overline{1, n},$$

где α, β – коэффициенты регрессии;

n – объем выборки, т.е. число точек.

Используя статистические данные (собранные в течение года) (таб.) строим корреляционное поле (рис. 2).

Т а б л и ц а

Статистические данные изменения издержек на транспортировку (Y) от времени простоев (X) за год

Месяц	Значение x, час	Значение y, тыс. грн
Январь	59	38,1
Февраль	42	39,2
Март	61	34,05
Апрель	68	43,3
Май	46	28,1
Июнь	40	21
Июль	65	36,3
Август	44	23
Сентябрь	50	26,5
Октябрь	47	35,6
Ноябрь	58	27,5
Декабрь	52	40,25

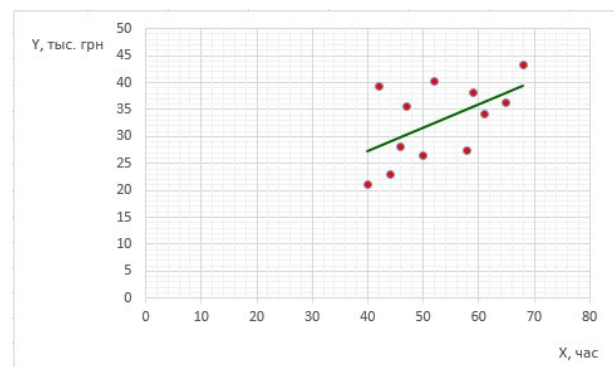


Рис. 2. Корреляционное поле

Определив коэффициенты регрессии можно рассчитывать будущее среднее значение выходной переменной (издержек на транспортировку) при изменении входной переменной (времени).

С помощью представленной модели возникает возможность планировать, прогнозировать транспортировку груза, анализировать и оценивать возникшие издержки. Но эта модель имеет ограниченное применение.

Для решения более сложных задач применим имитационное моделирование. При имитационном моделировании реализующий модель алгоритм воспроизводит процесс функционирования системы во времени. Имитируются элементарные явления, составляющие процесс, с сохранением их логической структуры и последовательности протекания во времени [4]. Имитационные модели позволяют легко учитывать наличие дискретных или непрерывных элементов, нелинейные характеристики, случайные

воздействия. Поэтому этот метод широко применяется на этапе проектирования сложных систем. Основным средством реализации имитационного моделирования служит ЭВМ, позволяющая осуществлять цифровое моделирование систем и сигналов. По сравнению с аналитическим, имитационное моделирование, дает возможность варьировать многократно разными входными переменными независимо друг от друга, для изменения интересующего нас параметра модели.

Имитационное моделирование в нашей работе осуществлялось с использованием программного обеспечения AnyLogic.

При помощи AnyLogic возникла возможность смоделировать и «разыграть» два маршрута транспортировки груза сообщения Турция - Украина. Маршрут первой модели: Турция – Болгария – Румыния - Украина (рис. 3). Маршрут второй модели: Турция - порт Хайдарпаша - порт Ильичевск – Украина (рис. 4).

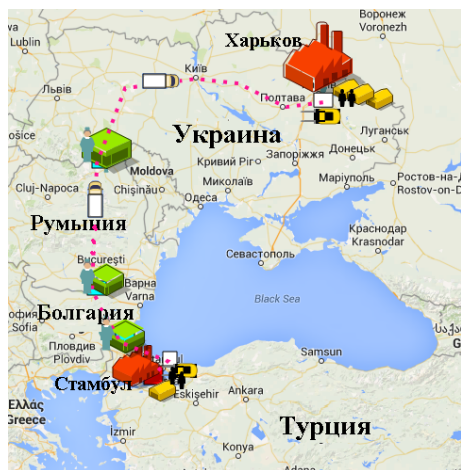


Рис. 3. Имитационная модель первого маршрута

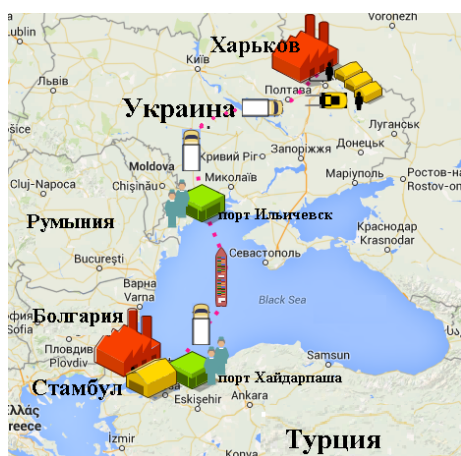


Рис. 4. Имитационная модель второго маршрута

Модели в AnyLogic строились с помощью элементов библиотеки Enterprise Library [4]. Набор элементов DELAY – это элементы задержки, использовались для описания времени простоев на по-

грузке, на разгрузке, при пересечении границ, простои, связанные с технической неисправностью транспортного средства. При изменении их показателей можно в режиме реального времени наблюдать изменения модели. В результате была получена адекватная модель, которая в полной мере имитирует международную грузоперевозку. Её изучение и анализ дает возможность планировать и прогнозировать будущие поставки и выбор «подходящего» маршрута с учетом случайных вероятностей, таких как: выходные и праздничные дни, размер очереди на погрузке, выгрузке, пересечении границ, ожидание во время прохождения таможенной очистки и др.

Вывод. Рациональное планирование и управление международными автомобильными грузоперевозками является актуальным вопросом в области логистики. Поэтому в данной работе предложены методики математического моделирования, которые помогают это осуществить. Предложены аналитическая и имитационная модель, комбинируя которые можно учесть любые возможные ограничения, поведенческие особенности, а также вероятностные характеристики системы, во время осуществления процесса перевозки. Модели позволяют проанализировать возможные варианты изменения случайных переменных или организации транспортной сети и выбрать наилучший из них.

Л и т е р а т у р а

1. Карбанович И.И. Международные автомобильные перевозки / И. И. Карбанович // учебник - Мн. : Юнипак, 2002.
2. Костоюкова Н.И. Основы математического моделирования. Интернет-Университет Технологий, 2008.
3. Лукинский В.С. Моделирование временных составляющих автомобильных перевозок при реализации технологии «точно в срок» / В.С. Лукинский // Научный журнал «Современные проблемы науки и образования». – 2012. ISSN 2070-7428.
4. Киселева М.И. Имитационное моделирование систем в среде AnyLogic : учебно-методическое пособие / М.В. Киселёва // Екатеринбург : УГТУ - УПИ, 2009. 88 с.

R e f e r e n c e s

1. Karbanovich I.I. Mezhdunarodnye avtomobil'nye perevozki / I. I. Karbanovich // uchebnik - Mn. : Junipak, 2002.
2. Kostjukova N.I. Osnovy matematicheskogo modelirovaniya. Internet-Universitet Tehnologij, 2008.
3. Lukinskij V.S. Modelirovanie vremennyh sostavljajushih avtomobil'nyh perevozok pri realizacii tehnologii «tochno v srok» / V.S. Lukinskij // Nauchnyj zhurnal «Sovremennye problemy nauki i obrazovanija». – 2012. ISSN 2070-7428.
4. Kiseleva M.I. Imitacionnoe modelirovanie sistem v srede AnyLogic : uchebno-metodicheskoe posobie / M.V. Kiseljova // Ekaterinburg : UGTU - UPI, 2009. 88 s.

Кот Н.І., Воропай О.В. Аналітичне та імітаційне моделювання міжнародного автомобільного вантажоперевезення.

У статті розроблялася модель міжнародного автомобільного вантажоперевезення. Використовувалися методики математичного моделювання. За допомогою кореляційно-регресійного аналізу та імітації процесу в AnyLogic була створена адекватна модель. Модель дала можливість аналізувати і оцінювати результати випадкових змінних для кожного рішення і на основі порівняння вибрати кращий варіант для прогнозування майбутнього.

Ключові слова: транспортна система, модель, аналітичне моделювання, імітаційне моделювання, прогнозування, кращий результат.

Kot N.I., Voropai O.V. Analytical and simulation modeling international automobile transportation.

The paper developed a model international road freight. We used mathematical modeling techniques. Using correlation and regression analysis and simulation process was established in AnyLogic adequate model. The model made it possible to analyze and evaluate the results of random variables for each decision and based on comparison to choose the best option for predicting the future.

Keywords: transport system, model, analytical modeling, simulation, forecasting, better results.

Кот Н.І. – асистент кафедри теоретичної механіки, машинознавства та роботомеханічних систем, Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», м. Харків, Україна, e-mail: kotnata@bk.ru.

Воропай О.В. – магістрант, Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», м. Харків, Україна, e-mail: helen4245@gmail.com

Рецензент: **Марченко Д.Н.**, д.т.н., професор

Стаття подана 26.01.2015

УДК 629.4-592

ОСНОВНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ РОЗПОДІЛУ КІНЕМАТИЧНИХ, СИЛОВИХ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ГІДРООБ'ЄМНО-МЕХАНІЧНИХ ТРАНСМІСІЙ КОЛІСНИХ ТРАКТОРІВ В ПРОЦЕСІ ГАЛЬМУВАННЯ

Бондаренко А.І.

BASIC CONFORMITIES TO THE LAW OF DIVISION OF KINEMATICS, POWER AND ENERGY PARAMETERS OF HYDROSTATIC-MECHANICAL TRANSMISSIONS OF THE WHEELED TRACTORS IN THE PROCESS OF BRAKING

Bondarenko A.

В статті виявлено та систематизовано вплив способів реалізації службового та екстреного гальмування, умов експлуатації, законів натиснення на педаль гальма та законів зміни параметрів регулювання гідромашин гідрооб'ємної передачі на кінематичні, силові та енергетичні параметри гідрооб'ємно-механічних трансмісій різних структур, а також керованість та гальмівну ефективність. Досліджена динаміка процесу гальмування колісних тракторів з гідрооб'ємно-механічними трансмісіями: за рахунок гальмівної системи при кінематичному відриві двигуна від ведучих коліс; за рахунок зміни відносного параметра регулювання гідрооб'ємної передачі при збереженні кінематичного зв'язку з двигуном; за рахунок зміни відносного параметра регулювання гідрооб'ємної передачі та гальмівної системи при збереженні кінематичного зв'язку з двигуном; за рахунок гальмівної та антиблокувальної системи при кінематичному відриві двигуна від ведучих коліс. Сформульовано рекомендації стосовно доцільності використання кожного з розглянутих способів реалізації гальмування в процесі експлуатації колісних тракторів з гідрооб'ємно-механічними трансмісіями.

Ключевые слова: гідрооб'ємно-механічна трансмісія, колісний трактор, гальмування, антиблокувальна система.

Постановка проблеми. Прагнення до безступінчастого регулювання швидкості, спрощення конструкції трансмісії, забезпечення плавності руху з місця, підвищення тягової динаміки та ергономічних властивостей при виконанні різноманітних технологічних операцій, підвищення середніх швидкостей руху по бездоріжжю призвело до необхідності обладнання гідрооб'ємно-механічною трансмісією (ГОМТ) серійно випускаємих колісних сільськогосподарських тракторів.

З появою нових ГОМТ, підвищенням максимальних швидкостей руху колісних тракторів, застосуванням антиблокувальних систем (АБС) постало гостро питання в необхідності виявити та систематизувати вплив способів реалізації службового та екстреного гальмування, умов експлуатації, законів натиснення на педаль гальма та законів зміни параметрів регулювання гідромашин гідрооб'ємної передачі (ГОП) на кінематичні, силові та енергетичні параметри ГОМТ різних структур, а також керованість та гальмівну ефективність.

Досліджена динаміка процесу гальмування колісних тракторів з гідрооб'ємно-механічними трансмісіями: за рахунок гальмівної системи при кінематичному відриві двигуна від ведучих коліс; за рахунок зміни відносного параметра регулювання гідрооб'ємної передачі при збереженні кінематичного зв'язку з двигуном; за рахунок зміни відносного параметра регулювання гідрооб'ємної передачі та гальмівної системи при збереженні кінематичного зв'язку з двигуном; за рахунок гальмівної та антиблокувальної системи при кінематичному відриві двигуна від ведучих коліс.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Не зважаючи на чисельні праці вчених, що до створення та дослідження ГОМТ для самохідних машин [1 – 6], питанням дослідження процесу гальмування колісних тракторів з безступінчастими ГОМТ увага практично не приділяється.

Дослідженню процесу гальмування самохідних сільськогосподарських машин з гідростатичним приводом ведучих коліс, на прикладі зернозбиральних комбайнів, та розробці методики визначення гальмівних характеристик даного типу машин присвячені праці лише вчених Південно-Української філії Державної наукової установи “Український науково-дослідний інститут прогнозування та випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва імені Леоніда Погорілого” [2, 3].

Мета. Метою даної роботи є дослідження основних закономірностей розподілу кінематичних, силових та енергетичних параметрів ГОМТ колісних тракторів в процесі гальмування.

Для досягнення поставленої мети були визначені наступні завдання:

- проаналізувати зміну кінематичних, силових та енергетичних параметрів ГОМТ різних структур, а також вплив процесу гальмування на керованість та гальмівну ефективність при моделюванні службового та екстреного гальмування колісних тракторів з ГОМТ;

- визначити доцільність використання кожного зі способів реалізації службового та екстреного гальмування, сформулювати відповідні рекомендації.

Результати досліджень. За результатами комплексного статичного аналізу ГОМТ (в якості початкових даних обрані наступні параметри: максимальна кутова швидкість колінчастого валу двигуна 2250 об/хв; радіус коліс 0,85 м; маса трактора 9000 кг; швидкість, що реалізується на тяговому діапазоні при коефіцієнті опору руху 0,5 – від 0,02 до 10 км/год; робочий об'єм гідронасоса – 130 см³, робочий об'єм гідромотора – 130-250 см³) було виявлено ряд кінематичних схем перспективних трансмісій [7], ідентифіковано їх основні конструктивні параметри, типорозміри гідромашин ГОП, визначено їх кінематичні, силові та енергетичні параметри

Швидкість руху сучасних тракторів з ГОМТ досягає 60 км/год, саме тому в схеми ГОМТ з роботи [7] введемо додатковий діапазон – транспортний, перемикаючи на який дозволить реалізовувати при коефіцієнті опору руху $f=0,05$ максимальну швидкість 60 км/год (рис. 1 та рис. 2). Реалізацію повного реверсу можна добитися шляхом введення в конструкцію ГОМТ додаткової пари шестерень, при цьому істотно значення кінематичних, силових та енергетичних параметрів ГОМТ в процесі гальмування не зміняться. У разі регулювання напрямку руху трактора з ГОМТ лише за рахунок зміни параметрів регулювання гідромашин ГОП e_1, e_2 перехідні процеси при гальмуванні трактора як при русі вперед, так і заднім ходом аналогічні між собою, різниця полягає лише у наявності циркуляції потужності у замкнутому контурі ГОМТ при русі заднім ходом, проте невеликі швидкості руху не дозволяють цій особливості суттєво впливати на динаміку гальмування. Саме тому рух заднім ходом в роботі розглядатися не буде.

Проаналізуємо динаміку процесу гальмування на дорозі з сухим асфальтом та снігом трактора з усіма схемами ГОМТ з рис. 1 та рис. 2 (введені наступні позначення ГОМТ: схема № 1 – рис. 1, а; схема № 2 – рис. 1, б; схема № 3 – рис. 1, в (аналог схеми ГОМТ трактора «Fendt 936 Vario»); схема № 4 – рис. 2, а; схема № 5 – рис. 2, б; схема № 6 – рис. 2, в; схема № 7 – рис. 2, г при криволінійному русі та роботі на транспортному діапазоні (ведучий задній міст, гальмування зі швидкості 60 км/год, рух трактора з баластом масою 6 тон, коефіцієнт опору руху 0,05) Даний режим цікавий з точки зору наукового дослідження, так як гальмування зі швидкості 60 км/год супроводжується наявністю великої сили інерції трактора, що суттєво відображається на значеннях кінематичних, силових та енергетичних параметрів ГОМТ. Під криволінійним рухом мається на увазі фіксування керованих коліс на рівні 5⁰ одразу після початку гальмування. Для моделювання гальмування використовувалася математична модель з роботи [8]

Істотно на значення кінематичних, силових та енергетичних параметрів ГОМТ в процесі гальмування також впливає місце розташування зчеплення. Розглянемо наступні варіанти розташування зчеп-

лення в схемах, що наведені на рис. 1 та рис. 2: одразу за двигуном – варіант № 1; в механічній гілці замкнутого контуру ГОМТ – варіант № 2; в гідравлічній гілці замкнутого контуру ГОМТ перед ГОП – варіант № 3; в гідравлічній гілці замкнутого контуру ГОМТ за ГОП – варіант № 4.

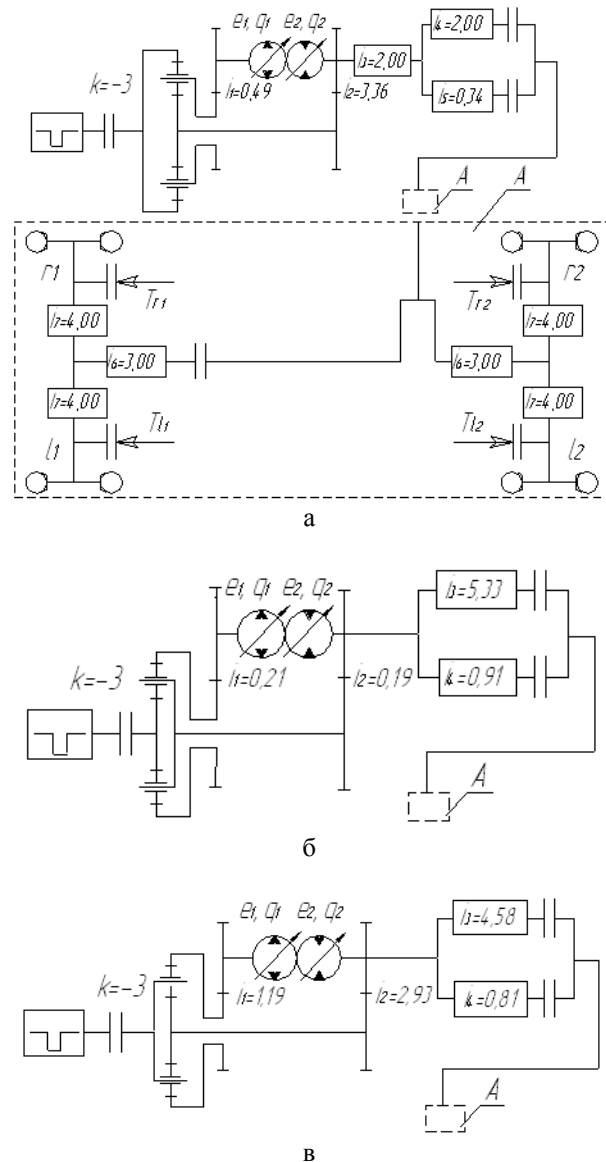


Рис. 1. Кінематичні схеми перспективних ГОМТ з транспортним діапазоном та диференціалом на вході (робочий об'єм гідромотора – 130 см³): а, б, в – схеми ГОМТ; k – внутрішнє передавальне відношення планетарного ряду [7]; e_1, e_2 – параметри регулювання гідромашин ГОП; q_1, q_2 – максимальна продуктивність гідромашин; i_j – передавальне число редуктора; T_{ij} – параметр увімкнення гальма ($i=r$ – правий борт, $i=l$ – лівий борт, $j=1$ – передня вісь, $j=2$ – задня вісь)

Розглянемо службове гальмування з наступними способами реалізації: за рахунок гальмівної системи при кінематичному відриві двигуна від ведучих коліс; за рахунок зміни відносного параметра

регулювання ГОП ($e = e_1/e_2$) при збереженні кінематичного зв'язку з двигуном, а також екстрене, що здійснюється: за рахунок гальмівної системи при кінематичному відриві двигуна від ведучих коліс; за рахунок зміни відносного параметра регулювання ГОП та гальмівної системи при збереженні кінематичного зв'язку з двигуном; за рахунок гальмівної та АБС при кінематичному відриві двигуна від ведучих коліс.

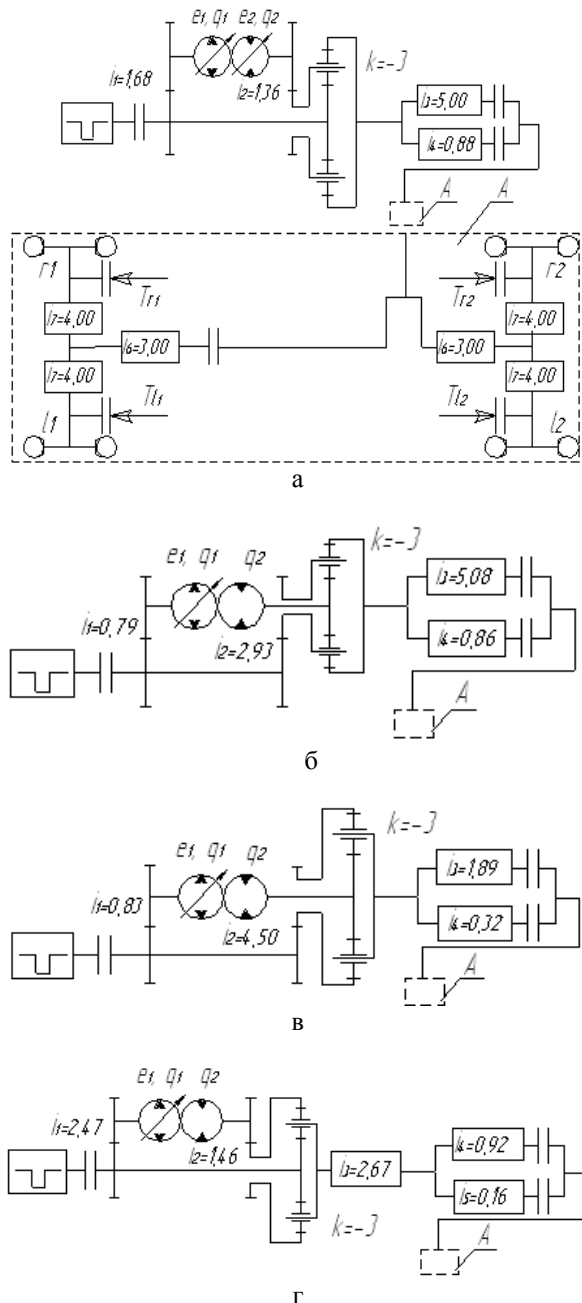


Рис. 2. Кінематичні схеми перспективних ГОМТ з транспортним діапазоном та диференціалом на виході: а, в – схеми ГОМТ з робочим об'ємом гідромотора 250 см³; б, г – схеми ГОМТ з робочим об'ємом гідромотора 130 см³, позначення аналогічні рис. 1

Службове гальмування. Службове гальмування застосовується для плавного зменшення швидкості

трактора або для його повної зупинки в необхідному місці. Воно відбувається з невеликою інтенсивністю, що не викликає неприємних відчуттів у оператора-водія. Уповільнення при службовому гальмуванні, як правило, не перевищує 1,5 м/с².

Гальмування двигуном, як спосіб гальмування, із-за малої ефективності в тракторах з ГОМТ практично не застосовується і в роботі розглядатися не буде. Інтенсивність, еквівалентну даному способу, здатне забезпечити гальмування за рахунок зміни відносного параметра регулювання ГОП e при збереженні кінематичного зв'язку з двигуном. Крім того, гальмування двигуном не призводить до повної зупинки трактора, оскільки всережимний регулятор підтримує робочий стан двигуна і при наближенні кутової швидкості колінчастого валу до значення, еквівалентного холостому ходу, забезпечує подачу палива, з метою запобігання зупинки двигуна.

Службове гальмування. Гальмування за рахунок гальмівної системи при кінематичному відриві двигуна від ведучих коліс. При службовому гальмуванні основна увага водієм приділяється не закону натиснення на педаль гальма $h_g=f(t)$, тим паче, що потреба в негайному гальмуванні відсутня, а необхідності зупинки в потрібному місці через конкретний проміжок часу, тому приймемо лінійні закони натиснення на педаль гальма $h_g=f(t)$, час повного натиснення складає 3 секунди та 5 секунд.

Параметри регулювання гідромашин ГОП e_1, e_2 змінюються за трьома законами: $e_{11}(t), e_{21}(t)$ – швидкість трактора зменшується повільніше, ніж еквівалентні їй параметри регулювання e_1, e_2 , тобто значення параметрів e_1, e_2 будуть відповідати нульовій швидкості ще в процесі гальмування трактора; $e_{12}(t), e_{22}(t)$ – значення e_1, e_2 відповідають зміні дійсної швидкості трактора; $e_{13}(t), e_{23}(t)$ – швидкість трактора зменшується швидше, ніж еквівалентні їй параметри регулювання e_1, e_2 , тобто в момент повної зупинки трактора параметри e_1, e_2 ще не досягли значень, які відповідають нульовій швидкості.

Службове гальмування. Гальмування за рахунок зміни відносного параметра регулювання ГОП при збереженні кінематичного зв'язку з двигуном. Значення відносного параметра регулювання ГОП e на пряму залежить від параметрів регулювання гідромашин ГОП e_1, e_2 і знаходиться з виразу $e = e_1/e_2$.

Використання ГОП в процесі гальмування відбувається у випадку виникнення необхідності лише знизити швидкість трактора, і в рідших випадках – добитися його повної зупинки. Тому інтенсивність процесу гальмування з використанням даного способу значно нижча, ніж у випадку гальмування за рахунок гальмівної системи при кінематичному відриві двигуна від ведучих коліс. Час, за який відбувається зміна відносного параметра регулювання ГОП e від положення, яке відповідає швидкості 60 км/год, до положення, що характеризується нульовою швидкістю руху трактора, приймаємо 20 секунд та 30 секунд.

Екстрене гальмування. Екстрене гальмування проводиться для зупинки трактора на мінімальній відстані, як правило, раптово, у випадках виникнення небезпеки наїзду, коли необхідно швидко зупинити трактор або знизити його швидкість.

Екстрене гальмування за рахунок гальмівної системи при кінематичному відриві двигуна від ведучих коліс. В зв'язку з тим, що при екстремому гальмуванні натиснення на педаль гальма відбувається з максимальною інтенсивністю, приймемо лінійний закон натиснення, час повного натиснення складає 0,5 секунди. Інші закони зміни положення педалі гальма не має сенсу розглядати, із-за специфіки гальмівного приводу. За прототип обрано двоконтурний пневматичний гальмівний привод трактора «Fendt 936 Vario». В результаті розрахунків було встановлено: час від початку приведення в дію органу управління робочою гальмівною системою даного трактора до моменту, коли тиск у виконавчому апараті пневматичного гальмівного приводу, що знаходиться в найменш сприятливих умовах, досягає 75% тиску, яке повинне встановитися в цьому виконавчому апараті при повному приведенні в дію органу управління, становить 0,45 секунди. Тобто, раніше, ніж за 0,5 секунди максимальний тиск в гальмівних камерах пневматичного гальмівного приводу встановлений не буде.

Параметри регулювання гідромашин ГОП e_1, e_2 змінюються за трьома законами: $e_{11}(t), e_{21}(t)$ – швидкість трактора зменшується повільніше, ніж еквівалентні їй параметри регулювання e_1, e_2 , тобто значення параметрів e_1, e_2 будуть відповідати нульовій швидкості ще в процесі гальмування трактора; $e_{12}(t), e_{22}(t)$ – значення e_1, e_2 відповідають зміні дійсної швидкості трактора; $e_{13}(t), e_{23}(t)$ – швидкість трактора зменшується швидше, ніж еквівалентні їй параметри регулювання e_1, e_2 , тобто в момент повної зупинки трактора параметри e_1, e_2 ще не досягли значень, які відповідають нульовій швидкості.

Закони зміни параметрів регулювання гідромашин ГОП $e_1(t), e_2(t)$ та результати моделювання екстреного гальмування за рахунок гальмівної системи при кінематичному відриві двигуна від ведучих коліс на прикладі схеми ГОМТ № 3 наведені на рис. 3 – 14.

Екстрене гальмування. Гальмування за рахунок зміни відносного параметра регулювання ГОП та гальмівної системи при збереженні кінематичного зв'язку з двигуном. Даний спосіб гальмування аналогічний за принципом попередньому способу, відмінність полягає лише в наявності кінематичного зв'язку з двигуном. Приймемо лінійний закон натиснення на педаль гальма, час повного натиснення складає 0,5 секунди. Параметри регулювання гідромашин ГОП e_1, e_2 змінюються за законами $e_{11}(t), e_{21}(t); e_{12}(t), e_{22}(t); e_{13}(t), e_{23}(t)$, принцип яких побудований по аналогії з законами $e_1(t), e_2(t)$ попереднього способу.

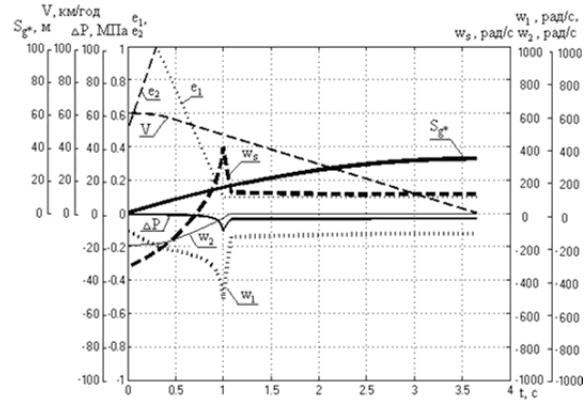


Рис. 3. Результати моделювання екстреного гальмування трактора за рахунок гальмівної системи при кінематичному відриві двигуна від ведучих коліс (залежність шляху, пройденого від моменту початку натиснення на педаль гальма (або початку зміни e) до повної зупинки трактора S_{g*} , швидкості трактора V , перепаду робочого тиску в ГОП ΔP , параметрів регулювання e_1, e_2 , кутової швидкості сателітів ω_s , кутової швидкості вала гідронасоса ω_1 , кутової швидкості вала гідромотора ω_2 від часу гальмування t ; схема ГОМТ № 3, варіант розташування зчеплення № 1, закони зміни $e_1, e_2 - e_{11}(t), e_{21}(t)$)

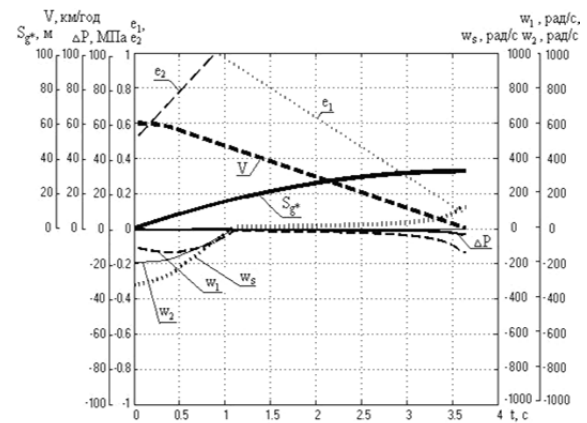


Рис. 4. Результати моделювання екстреного гальмування трактора за рахунок гальмівної системи при кінематичному відриві двигуна від ведучих коліс (усі вісі відповідають рис. 3, схема ГОМТ № 3, варіант розташування зчеплення № 1, закони зміни $e_1, e_2 - e_{12}(t), e_{22}(t)$)

Екстрене гальмування. Гальмування за рахунок гальмівної системи та АБС при кінематичному відриві двигуна від ведучих коліс. Екстрене гальмування за рахунок гальмівної системи при кінематичному відриві двигуна від ведучих коліс супроводжується блокуванням коліс, що призводить до втрат керованості та стійкості, зниження гальмівної ефективності. Вирішення цієї проблеми досягається за рахунок використання АБС. Проте, яким чином АБС впливає на зміну кінематичних, силових та енергетичних параметрів ГОМТ різних структур досі не відомо.

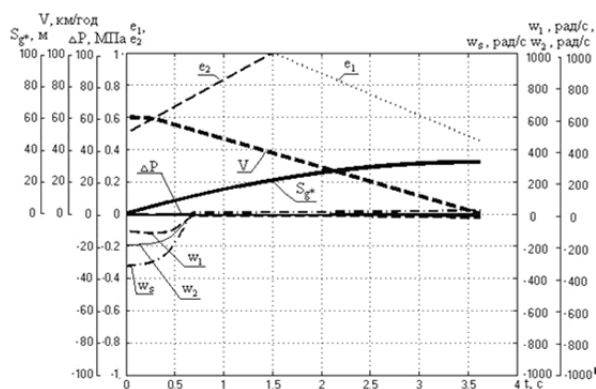


Рис. 5. Результати моделювання екстреного гальмування трактора за рахунок гальмівної системи при кінематичному відриві двигуна від ведучих коліс (усі вісі відповідають рис. 3, схема ГОМТ № 3, варіант розташування зчеплення № 1, закони зміни $e_1, e_2 - e_{13}(t), e_{23}(t)$)

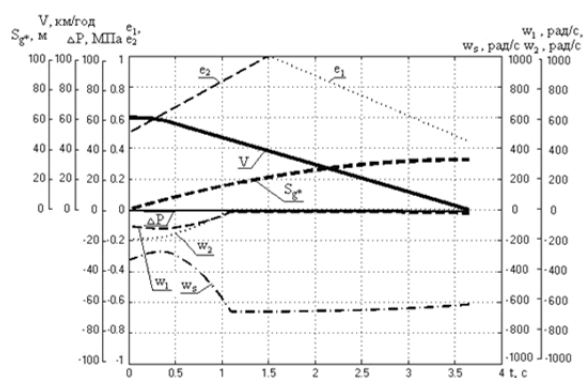


Рис. 8. Результати моделювання екстреного гальмування трактора за рахунок гальмівної системи при кінематичному відриві двигуна від ведучих коліс (усі вісі відповідають рис. 3, схема ГОМТ № 3, варіант розташування зчеплення № 2, закони зміни $e_1, e_2 - e_{13}(t), e_{23}(t)$)

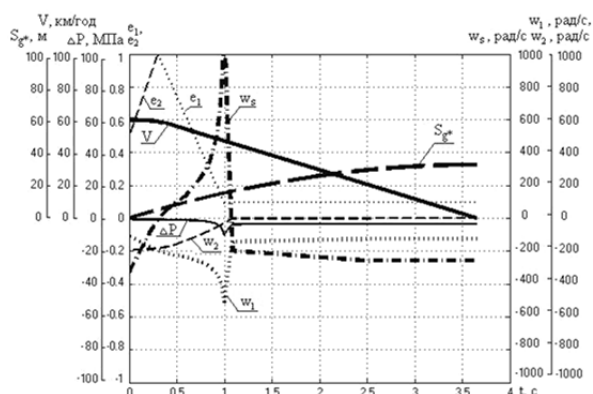


Рис. 6. Результати моделювання екстреного гальмування трактора за рахунок гальмівної системи при кінематичному відриві двигуна від ведучих коліс (усі вісі відповідають рис. 3, схема ГОМТ № 3, варіант розташування зчеплення № 2, закони зміни $e_1, e_2 - e_{11}(t), e_{21}(t)$)

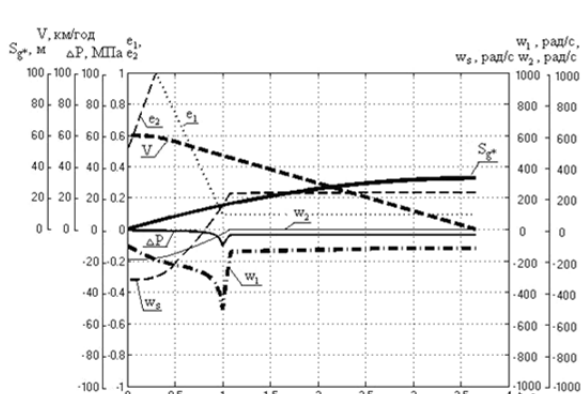


Рис. 9. Результати моделювання екстреного гальмування трактора за рахунок гальмівної системи при кінематичному відриві двигуна від ведучих коліс (усі вісі відповідають рис. 3, схема ГОМТ № 3, варіант розташування зчеплення № 3, закони зміни $e_1, e_2 - e_{11}(t), e_{21}(t)$)

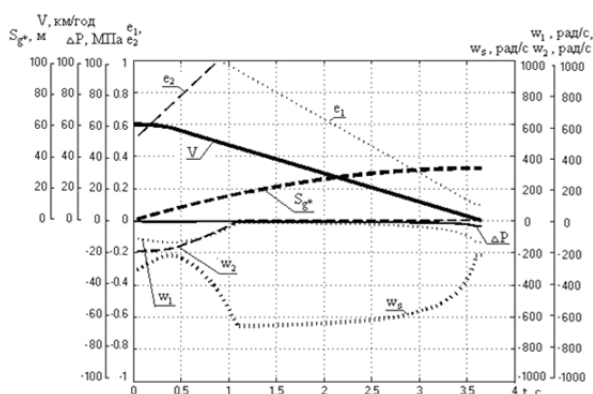


Рис. 7. Результати моделювання екстреного гальмування трактора за рахунок гальмівної системи при кінематичному відриві двигуна від ведучих коліс (усі вісі відповідають рис. 3, схема ГОМТ № 3, варіант розташування зчеплення № 2, закони зміни $e_1, e_2 - e_{12}(t), e_{22}(t)$)

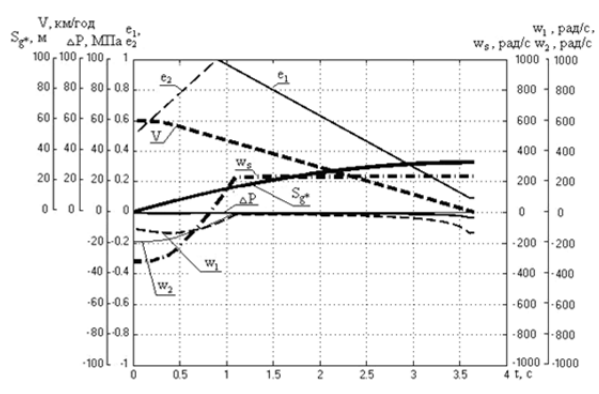


Рис. 10. Результати моделювання екстреного гальмування трактора за рахунок гальмівної системи при кінематичному відриві двигуна від ведучих коліс (усі вісі відповідають рис. 3, схема ГОМТ № 3, варіант розташування зчеплення № 3, закони зміни $e_1, e_2 - e_{12}(t), e_{22}(t)$)

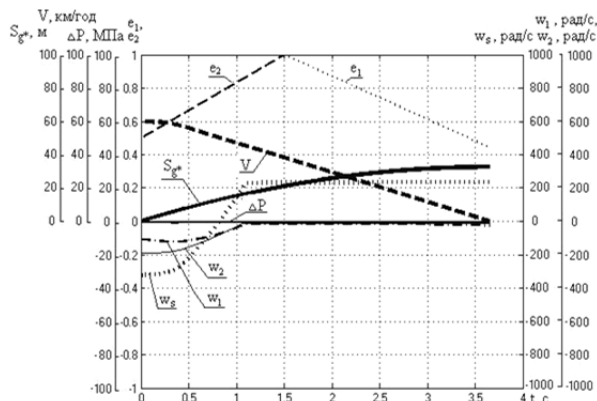


Рис. 11. Результати моделювання екстреного гальмування трактора за рахунок гальмівної системи при кінематичному відриві двигуна від ведучих коліс (усі вісі відповідають рис. 3, схема ГОМТ № 3, варіант розташування зчеплення № 3, закони зміни $e_1, e_2 - e_{13}(t), e_{23}(t)$)

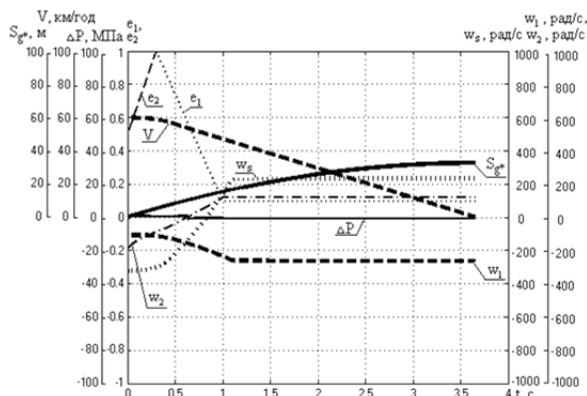


Рис. 12. Результати моделювання екстреного гальмування трактора за рахунок гальмівної системи при кінематичному відриві двигуна від ведучих коліс (усі вісі відповідають рис. 3, схема ГОМТ № 3, варіант розташування зчеплення № 4, закони зміни $e_1, e_2 - e_{11}(t), e_{21}(t)$)

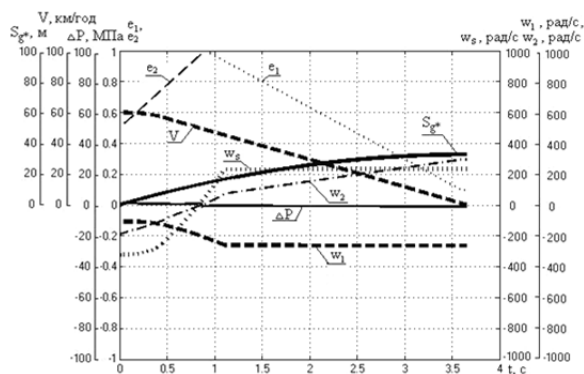


Рис. 13. Результати моделювання екстреного гальмування трактора за рахунок гальмівної системи при кінематичному відриві двигуна від ведучих коліс (усі вісі відповідають рис. 3, схема ГОМТ № 3, варіант розташування зчеплення № 4, закони зміни $e_1, e_2 - e_{12}(t), e_{22}(t)$)

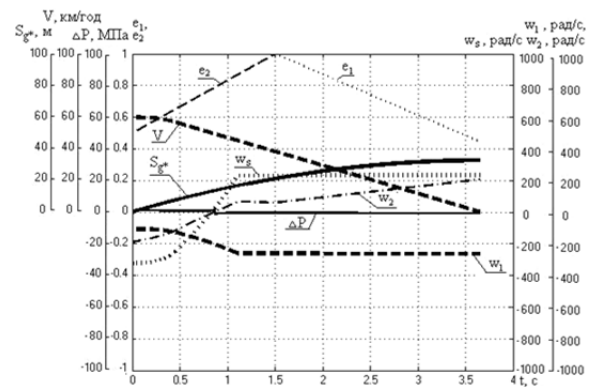


Рис. 14. Результати моделювання екстреного гальмування трактора за рахунок гальмівної системи при кінематичному відриві двигуна від ведучих коліс (усі вісі відповідають рис. 3, схема ГОМТ № 3, варіант розташування зчеплення № 4, закони зміни $e_1, e_2 - e_{13}(t), e_{23}(t)$)

Приймемо лінійний закон натиснення на педаль гальма, час повного натиснення складає 0,5 секунди. Параметри регулювання гідромашин ГОП e_1, e_2 змінюються за законами $e_{11}(t), e_{21}(t); e_{12}(t), e_{22}(t); e_{13}(t), e_{23}(t)$, принцип яких побудований по аналогії з законами $e_1(t), e_2(t)$ попереднього способу.

В результаті комплексного аналізу ГОМТ в процесі гальмування було встановлено:

- при кінематичному відриві двигуна від ведучих коліс використання законів зміни параметрів регулювання гідромашин ГОП $e_{11}(t), e_{21}(t)$ (швидкість трактора зменшується повільніше, ніж еквівалентні їй параметри регулювання e_1, e_2) характеризується, як правило, перевищенням допустимого значення кутовою швидкістю вала гідронасоса, вала гідромотора або сателітами;

- закони зміни параметрів регулювання гідромашин ГОП $e_{11}(t), e_{21}(t)$ навіть у випадку працездатності ГОМТ в процесі гальмування використовувати не рекомендується із-за наявності суттєвої невідповідності між значеннями e_1, e_2 та дійсною швидкістю трактора, що призводить до заниженої реакції трансмісії та суттєво впливає на працездатність ГОМТ в зв'язку з перенавантаженням при необхідності переходу з режиму гальмування в режим розгону або рівномірного руху;

- найкращими, з точки зору реакції трансмісії на перехід з режиму гальмування (при кінематичному відриві двигуна від ведучих коліс) в режим розгону або рівномірного руху, є закони $e_{12}(t), e_{22}(t)$ (значення e_1, e_2 відповідають зміні дійсної швидкості трактора);

- в процесі проектування ГОМТ з диференціалом на вході зчеплення рекомендується розмішувати одразу за двигуном (варіант № 1) або в гідравлічній гілці замкнутого контуру ГОМТ перед ГОП (варіант № 3); при певних обставинах можливе розташування зчеплення в механічній гілці замкнутого контуру ГОМТ (варіант № 2) або в гідравлічній гілці замкнутого контуру ГОМТ за ГОП (варіант № 4), проте в цьому випадку трансмісія, що проекту-

ється, підлягає додатковому дослідженню при всіх можливих варіантах процесу гальмування трактора;

- в процесі проектування ГОМТ з диференціалом на виході зчеплення можна розміщувати за усіма варіантами (одразу за двигуном (варіант № 1), в механічній гілці замкнутого контуру ГОМТ (варіант № 2), в гідравлічній гілці замкнутого контуру ГОМТ за ГОП (варіант № 4)), крім варіанту № 3 – в гідравлічній гілці замкнутого контуру ГОМТ перед ГОП, який дозволяє зберегти працездатність трансмісії в процесі гальмування лише при законах зміни параметрів регулювання гідромашин ГОП $e_{13}(t)$, $e_{23}(t)$ (швидкість трактора зменшується швидше, ніж еквівалентні їй параметри регулювання e_1 , e_2);

- гальмування за рахунок зміни відносного параметра регулювання ГОП e при збереженні кінематичного зв'язку з двигуном має один суттєвий недолік: чим вище інтенсивність зміни параметрів регулювання гідромашин ГОП e_1 , e_2 , тим більше значення перепаду робочого тиску в ГОП, здійснювати автоматичне регулювання перепаду тиску в ГОП за допомогою дроселюючого пристрою, що сполучає магістралі високого та низького тиску, не допустимо, – це супроводжується суттєвим зниженням гальмівної ефективності, як вихід, необхідно для кожної схеми ГОМТ ще в процесі розробки системи керування обмежувати інтенсивність зміни параметрів $e_1(t)$, $e_2(t)$ на певному рівні, щоб оператор-водій не мав можливості даний спосіб гальмування використовувати замість екстреного, проте даний недолік компенсується однією суттєвою перевагою – зниження навантаження на оператора-водія за рахунок реалізації процесу гальмування лише зміною параметрів регулювання гідромашин ГОП e_1 , e_2 , саме тому даний спосіб в сучасних тракторах і використовується в якості основного службового;

- для гальмування за рахунок зміни відносного параметра регулювання ГОП e при збереженні кінематичного зв'язку з двигуном оптимальний закон керування процесом гальмування не знаходиться, так як зниження інтенсивності зміни параметрів регулювання гідромашин ГОП однозначно, навіть без вирішення задачі оптимізації, призводить до зменшення перепаду робочого тиску в ГОП, зниження кутових швидкостей ланок ГОМТ, а також підвищення гальмівного шляху, крім того відсутні обмеження по допустимій величині гальмівного шляху;

- гальмування тракторів за рахунок зміни відносного параметра регулювання ГОП e і гальмівної системи при збереженні кінематичного зв'язку з двигуном не припустимо в зв'язку з надмірним перепадом робочого тиску в ГОП, значення якого перевищує допустиме в декілька разів, заходів у вигляді здійснення автоматичного регулювання перепаду тиску в ГОП за допомогою дроселюючого пристрою, як правило, не достатньо, крім того, спостерігається рух замкнутим контуром ГОМТ як по гідравлічній, так і механічній гілці потужності, що по своєму значенню перевищує потужність двигуна;

- чим вище інтенсивність натиснення на педаль гальма при гальмуванні колісного трактора з ГОМТ за рахунок гальмівної системи при кінематичному відриві двигуна від ведучих коліс, тим вище гальмівна ефективність та більше відхилення від заданої траєкторії;

- не залежно від схем ГОМТ, що розглядалися, варіанту розміщення зчеплення та умов експлуатації, при гальмуванні з АБС, в порівнянні з екстремим гальмуванням за рахунок гальмівної системи при кінематичному відриві двигуна від ведучих коліс, спостерігається підвищення гальмівної ефективності та зниження відхилення від заданої траєкторії (при збереженні силових та кінематичних параметрів трансмісії в межах допустимих значень);

- на даний момент не визначено оптимальний закон зміни $e(t)$ в процесі екстреного гальмування колісних тракторів з безступінчастими ГОМТ, надано лише рекомендації стосовно напрямку пошуку.

Висновки.

1. При кінематичному відриві двигуна від ведучих коліс використання законів зміни параметрів регулювання гідромашин ГОП $e_{11}(t)$, $e_{21}(t)$ (швидкість трактора зменшується повільніше, ніж еквівалентні їй параметри регулювання e_1 , e_2) характеризується, як правило, перевищенням допустимого значення кутовою швидкістю вала гідронасоса, вала гідромотора або сателітами.

2. Гальмування тракторів за рахунок зміни відносного параметра регулювання ГОП e і гальмівної системи при збереженні кінематичного зв'язку з двигуном не припустимо в зв'язку з надмірним перепадом робочого тиску в ГОП, значення якого перевищує допустиме в декілька разів, заходів у вигляді здійснення автоматичного регулювання перепаду тиску в ГОП за допомогою дроселюючого пристрою, як правило, не достатньо, крім того, спостерігається рух замкнутим контуром ГОМТ як по гідравлічній, так і механічній гілці потужності, що по своєму значенню перевищує потужність двигуна.

3. Найбільш прийнятним службовим способом гальмування, з точки зору навантаження на оператора-водія, є гальмування за рахунок зміни відносного параметра регулювання ГОП при збереженні кінематичного зв'язку з двигуном.

4. Використання закону зміни відносного параметра регулювання ГОП в процесі екстреного гальмування колісних тракторів з безступінчастими ГОМТ при кінематичному відриві двигуна від ведучих коліс, при якому значення параметрів регулювання гідромашин ГОП відповідають зміні дійсної швидкості трактора, прийнятне для всіх варіантів схем ГОМТ.

5. ГОМТ колісних тракторів при гальмуванні зі швидкості 60 км/год зберігає працездатність та всі параметри знаходяться в рекомендованих межах лише за відсутності блокування коліс трактора.

6. В процесі службового гальмування за рахунок зміни відносного параметра регулювання ГОП e при збереженні кінематичного зв'язку з двигуном спостерігається не суттєве підвищення гальмівного

шляху – до 1,19% та підвищення відхилення від заданої траєкторії максимум в 2 рази при зміні дорожніх умов у бік зменшення коефіцієнта зчеплення колеса з опорною поверхнею (асфальт / сніг) із-за штучного обмеження уповільнення трактора параметрами регулювання гідромашин $e_1(t)$, $e_2(t)$ та малою інтенсивністю їх зміни.

7. Працездатність тракторів з ГОМТ в процесі гальмування як при русі вперед, так і заднім ходом зберігається при розміщенні зчеплення за двигуном або в гідравлічній гілці замкнутого контуру ГОМТ перед ГОП для схем з диференціалом на вході, при розміщенні зчеплення за двигуном, в механічній гілці замкнутого контуру ГОМТ або в гідравлічній гілці замкнутого контуру ГОМТ за ГОП – для схем з диференціалом на виході, застосуванні законів зміни параметрів регулювання гідромашин ГОП $e_{12}(t)$, $e_{22}(t)$ (значення e_1 , e_2 відповідають зміні дійсної швидкості трактора) та $e_{13}(t)$, $e_{23}(t)$ (швидкості трактора зменшується швидше, ніж еквівалентні їй параметри регулювання e_1 , e_2), використанні усіх розглянутих способів гальмування, крім гальмування за рахунок зміни відносного параметра регулювання ГОП e одночасно з гальмівною системою при збереженні кінематичного зв'язку з двигуном.

Л і т е р а т у р а

1. Айтцетмюллер Х. Функциональные свойства и экономичность тракторной и специальной техники с трансмиссиями VDC / Х. Айтцетмюллер // Механика машин, механизмов и материалов. – 2009. – Вип. 1(6). – С. 20 – 24.
2. Митрофанов О. Випробування гальмівних систем сучасних зернозбиральних комбайнів за новою методикою / О. Митрофанов, І. Лілевман, О. Лілевман, З. Терещук // Техніка і технології агропромислового комплексу. – 2010. – Вип. 9 (12). – С. 16 – 19.
3. Митрофанов О. Дослідження характеристик та особливостей взаємодії гальмівних систем самохідних сільгоспмашин з гідростатичним приводом ведучих коліс / О. Митрофанов // Збірник наукових праць Українського науково-дослідного інституту прогнозування та випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва імені Леоніда Погорілого. – 2008. – Вип. 11 (25). – С. 25 – 31.
4. Jędrzykiewicz Z. Research on the Properties of a Hydrostatic Transmission for Different Efficiency Models of its Elements / Z. Jędrzykiewicz, J. Pluta, J. Stojek // Acta Montanistica Slovaca Ročník. – 1997. – Vol. 2. – P. 373 – 380.
5. Popa Gh. Experimentally Determination of U-650 Tractor Traction Performances Equipped with Supplementary Hydrostatic Transmission / Gh. Popa, M. Buculei // Inmateh – Agricultural Engineering. – 2013. – Vol. 3. – P. 65 – 68.
6. Rydberg K. Hydro-mechanical Transmissions / K. Rydberg // Fluid and Mechatronic Systems. – 2010. – Vol. 2. – P. 51 – 60.
7. Samorodov V.B. Synthesis of hydrostatic mechanical transmission of wheeled tractors for agricultural purposes / V.B. Samorodov, A.I. Bondarenko // Eastern European Scientific Journal. – 2014. – Vol. 6. – P. 280 – 284.
8. Бондаренко А.И. Просторова математична модель процесу гальмування колісного трактора FENDT 926 VARIO / А.И. Бондаренко // Східно-Європейський журнал передових технологій. Серія: Математика та кібернетика – фундаментальні та прикладні аспекти. – 2011. – Вип. 5/4 (53). – С. 47 – 51.

References

1. Ajtsetmjuller H. Funkcionalnye svojstva i jekonomicnost traktornoj i specialnoj tehniki s transmissijami VDC / H. Ajtsetmjuller // Mehanika mashin, mehanizmov i materialov. – 2009. – Vip. 1(6). – S. 20 – 24.
2. Mitrofanov O. Viprobuvannja galmivnih sistem suchasnih zernozbiralnih kombajniv za novuju metodikoju / O. Mitrofanov, I. Lilevman, O. Lilevman, Z. Tereshhuk // Tehnika i tehnologii agropromislovogo kompleksu. – 2010. – Vip. 9 (12). – S. 16 – 19.
3. Mitrofanov O. Doslidzhennja harakteristik ta osoblivostej vzajemodii galmivnih sistem samohidnih silgospmashin z gidrostatichnim privodom veduchih kolis / O. Mitrofanov // Zbirnik naukovih prac Ukraïnskogo naukovo-doslidnogo institutu prognovuvannja ta viprobuvannja tehniki i tehnologii dlja silskogospodarskogo virobniçtva imeni Leonida Pogorilogo. – 2008. – Vip. 11 (25). – S. 25 – 31.
4. Jędrzykiewicz Z. Research on the Properties of a Hydrostatic Transmission for Different Efficiency Models of its Elements / Z. Jędrzykiewicz, J. Pluta, J. Stojek // Acta Montanistica Slovaca Ročník. – 1997. – Vol. 2. – P. 373 – 380.
5. Popa Gh. Experimentally Determination of U-650 Tractor Traction Performances Equipped with Supplementary Hydrostatic Transmission / Gh. Popa, M. Buculei // Inmateh – Agricultural Engineering. – 2013. – Vol. 3. – P. 65 – 68.
6. Rydberg K. Hydro-mechanical Transmissions / K. Rydberg // Fluid and Mechatronic Systems. – 2010. – Vol. 2. – P. 51 – 60.
7. Samorodov V.B. Synthesis of hydrostatic mechanical transmission of wheeled tractors for agricultural purposes / V.B. Samorodov, A.I. Bondarenko // Eastern European Scientific Journal. – 2014. – Vol. 6. – P. 280 – 284.
8. Bondarenko A.I. Prostorova matematichna model procesu galmuvannja kolisnogo traktora FENDT 926 VARIO / A.I. Bondarenko // Shidno-Єvropskij zhurnal передових tehnologij. Serija: Matematika ta kibernetika – fundamentalni ta prikladni aspekti. – 2011. – Vip. 5/4 (53). – S. 47 – 51.

Бондаренко А.И. Основные закономерности распределения кинематических, силовых и энергетических параметров гидрообъемно-механических трансмиссий колесных тракторов в процессе торможения

В статье установлено и систематизировано влияние способов реализации служебного и экстренного торможения, условий эксплуатации, законов нажатия на педаль тормоза и законов изменения параметров регулирования гидромашин гидрообъемной передачи на кинематические, силовые и энергетические параметры гидрообъемно-механических трансмиссий различных структур, а также управляемость и тормозную эффективность. Исследована динамика процесса торможения колесных тракторов с гидрообъемно-механическими трансмиссиями: за счет тормозной системы при кинематическом отрыве двигателя от ведущих колес; за счет изменения относительного параметра регулирования гидрообъемной передачи при сохранении кинематической связи с двигателем; за счет изменения относительного параметра регулирования гидрообъемной передачи и тормозной систе-

мы при сохранении кинематической связи с двигателем; за счет тормозной и антиблокировочной системы при кинематическом отрыве двигателя от ведущих колес. Сформулированы рекомендации относительно целесообразности использования каждого из рассмотренных способов реализации торможения в процессе эксплуатации колесных тракторов с гидрообъемно-механическими трансмиссиями.

Ключевые слова: гидрообъемно-механическая трансмиссия, колесный трактор, торможение, антиблокировочная система.

Bondarenko A. Basic conformities to the law of division of kinematics, power and energy parameters of hydrostatic-mechanical transmissions of the wheeled tractors in the process of braking

Influence of methods of realization of the official and urgent braking, external environments, laws of pressure, on the pedal of brake and laws of change of parameters of adjusting hydraulic machine hydrostatic transmission on the kinematics, power and energy parameters of hydrostatic mechanical transmissions of different structures, and also dirigibility and brake efficiency is set and systematized. The dynamics of process of braking of the wheeled tractors with hydrostatic

mechanical transmissions: due to the brake system at the kinematics tearing off of engine from driving-wheels; due to the change of relative parameter of adjusting hydrostatic transmission at saving of kinematics connection with an engine; due to the change of relative parameter of adjusting hydrostatic transmission and brake system at saving of kinematics connection with an engine; due to the brake and anti-lock brake system at the kinematics tearing off of engine from driving-wheels are explored. Recommendations in relation to expedience of the use of each of the considered methods of realization of braking in the process of exploitation of the wheeled tractors with hydrostatic mechanical transmissions are formulated.

Key words: hydrostatic-mechanical transmission, wheeled tractor, braking, anti-lock brake system.

Бондаренко А.І. – к.т.н., доцент, докторант кафедри автомобіле- і тракторобудування, Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут” (НТУ “ХПІ”), м. Харків, Україна, e-mail: anatoliybon@rambler.ru.

Рецензент: **Осенін Ю.І.**, д.т.н., професор.

Стаття подана 02.02.2015

УДК 656.225

СОКРАЩЕНИЕ ВРЕМЕНИ ПРОСТОЯ ПОЕЗДОВ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ СКОРОПОРТЯЩИХСЯ ГРУЗОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ХЛАДОТРАНСПОРТОМ

Мироновская М.А., Шворникова А.М.

REDUCED DOWNTIME TRAINS DURING TRANSPORT OF PERISHABLE GOODS BY RAIL COLDTRANSPORT

Mironovskaya M., Shvornikova A.

В статье выполнен анализ технологии перевозки скоропортящихся продуктов железнодорожным транспортом. Определены основные требования к данному виду перевозки, причины, вызывающие порчу и потерю грузов при доставке, также определены основные мероприятия, позволяющие повысить эффективность транспортирования. Рассмотрены вопросы усовершенствования процесса перевозки скоропортящихся грузов железнодорожным хладотранспортом путем сокращения времени простоя поездов на остановках, для обеспечения быстрой и качественной транспортировки скоропортящейся продукции железнодорожным транспортом от производителей к потребителям.

Ключевые слова: скоропортящиеся грузы, простой вагонов, эксплуатационные расходы, железнодорожный хладотранспорт.

Введение. К скоропортящимся относят продукты, требующие постоянного поддержания температурного и влажностного режима для сохранения своих первоначальных качеств. Преимущественно, это продукты животного и растительного происхождения, включая живые семена и растения. Перевозка скоропортящихся грузов ведется в слегка охлажденном или замороженном состоянии, необходимом для снижения интенсивности протекания биохимических процессов.

Основной тип транспорта - хладотранспорт. Для пищевых продуктов используется специально выстроенная цепь непрерывного охлаждения, которая включает в себя сеть стационарных складских холодильников, а также мобильную сеть хладотранспортных средств железнодорожного, автомобильного, авиа- и водного транспорта [4].

Существует целый ряд требований, предъявляемых к перевозке скоропортящихся продуктов, которые закреплены в нормативных документах для каждого вида транспорта. К основным требованиям, можно отнести следующее [1]:

- наличие специально оборудованных отсеков для поддержания температурного и влажностного режимов;
- полностью исправная система поддержания внутренней среды, отсутствие зазоров, щелей в дверях;
- соблюдение санитарных норм безопасности, включая поддержание гигиенических требований к упаковке и состоянию транспортировочных отсеков;
- предварительная подготовка транспортного отсека/кузова (производится очистка, выставляется температурный режим, уровень влажности);
- сепарация различных видов пищевых продуктов друг от друга (мясо, молоко, рыба, овощи не перевозятся в одних и тех же отсеках);
- перед отправкой груз тщательно проверяется на общее состояние, документально фиксируется температура и влажность после погрузки.

Исключения могут составлять свежие овощи и фрукты в сезон сбора. Такой груз может перевозиться с использованием хорошо проветриваемого неспециализированного транспорта, при условии, что срок транспортировки не будет превышать 6 часов с момента погрузки [3].

Для железнодорожной доставки скоропортящихся и замороженных грузов используются вагоны-рефрижераторы и изотермические вагоны, а также изотермические контейнеры, которые также могут быть оснащены рефрижераторными установками.

Сегодня много говорят о порчи продуктов при перевозке железнодорожным хладотранспортом. Сохранение скоропортящихся продуктов может быть обеспечено, если для этого есть все необходимые средства, т.е. холодильники на местах сбора продуктов и производства их погрузки, изотермиче-

ский подвижной состав и холодильники в местах потребления продукции. Необходимо, чтобы во всех звеньях этой цепи для каждого продукта поддерживался оптимальный режим хранения и перевозки.

Основными причинами не сохранения скоропортящихся грузов при перевозке являются следующие [1]:

1. несоблюдение температурного режима перевозки;
2. несоблюдение сроков доставки;
3. низкое качество перевозимой продукции;
4. несоблюдение условий транспортировки;
5. затраты времени простоя вагонов на остановках.

К одной из потерь времени и ресурсов, которые выделяет сохранное производство, относится ожидание. Ожидание возникает там и тогда, где производственный процесс построен неритмично, имеет место большая загруженность одного производственного участка относительно другого.

В новых условиях проблему доставки скоропортящихся грузов можно решать путем системного подхода, базирующегося на принципах логистики, которая направлена на организацию процесса доставки грузов «точно в срок», без сверхнормативных потерь, с минимальными затратами.

Наиболее эффективны следующие мероприятия по сокращению убытков железных дорог по не сохранным перевозкам скоропортящихся грузов [2]:

- качества технологической подготовки грузов и вагонов для перевозки и технологического контроля на станции погрузки;
- соблюдение плана формирования поездов со скоропортящимися грузами и ответственного срока доставки;
- обслуживание перевозок в пути следования: соблюдение температурно-вентиляционного режима, своевременная экипировка изотермических вагонов эксплуатационными материалами;
- технологических операций по выгрузке и выдаче грузов грузополучателями;
- случаев некачественного оформления документов на перевозку грузов.

Постановка проблемы. Так как при перевозке железнодорожным хладотранспортом груз портится, решением проблемы будет использование скоростных видов транспорта на железных дорогах Украины и усовершенствование технологии перевозки скоропортящихся грузов железнодорожным хладотранспортом путем сокращения простоя поездов на остановках, что обеспечит долгосрочное хранение продуктов и население сможет получать качественную продукцию на прилавках магазинов.

Проблема эффективного управления вагонным парком на Украинских железных дорогах, всегда требовавшая особого внимания, становится все более актуальной в связи с организацией частного парка вагонов, а также проблемами увеличения времени оборота вагонов по вине грузовладельцев. В

условиях роста потребностей в перевозках это приводит к дефициту погрузочных ресурсов, а несогласованность действий перевозчика и грузовладельца, оператора и перевозчика ведет к повышенной загрузке путей общего и необщего пользования.

Следовательно, проблема увеличения времени оборота вагонов и их нехватки является актуальной, как для работников железнодорожного транспорта, так как они получают доход непосредственно от перевозки, так и для грузовладельцев, так как применяются штрафные санкции за несоблюдение нормативов простоя вагонов на железнодорожный путь необщего пользования, а также для операторов подвижного состава, так как, чем больше будет оборот вагона, тем меньше прибыли, в конечном итоге, они получат.

В целях повышения эффективности использования подвижного состава и удовлетворения потребностей грузоотправителей необходимо сокращать потери времени в обороте вагона.

Анализ последних исследований и публикаций. В работах Кахтиной Р. И., Зуева Ю. Ф., Тертерова М. Н., Лысенко Н. Е., Панферова В. Н. и др. неоднократно говорилось о том, что при перевозке железнодорожным хладотранспортом скоропортящаяся продукция быстро теряет свои свойства и предлагалось множество вариантов расчетов для максимальной сохранности. Одним из предложенных вариантов было повышение скоростей движения поездов, что обеспечивает экономии расходов в части энергетических затрат. При этом существенное значение имеет способ увеличения скоростей движения [3, 5].

Если скорости движения поездов увеличиваются за счет сокращения чистого времени хода по перегону, то, как правило, возрастает удельный расход энергетических затрат на тягу поездов (норма расхода топлива или электроэнергии на измеритель). При электрической тяге в случае использования рекуперативного торможения энергетические потери могут быть существенно снижены [3].

Особенно эффективно повышение участковой скорости движения за счет сокращения времени простоя на промежуточных станциях – как за счет уменьшения времени стоянок, так и за счет снижения числа остановок на станциях. Здесь имеет место экономия эксплуатационных расходов от повышения скоростей движения за счет сокращения простоя на промежуточных станциях [5].

Однако вопрос расчета и сокращения времени простоя поездов на остановках и в настоящее время является открытым и вызывает достаточно споров.

Цель статьи. В работе выполнен анализ технологии перевозки скоропортящихся грузов железнодорожным хладотранспортом и сделана попытка сокращения времени простоя поездов на остановках, что является одной из основных причин порчи перевозимого груза.

Результаты исследований. Эффективная работа службы движения должна быть направлена на

снижение простоя вагонов на технических станциях - уменьшение времени простоя под переработкой вагонов $t_{\text{с/п}}$ и нахождения их на станции без переработки $t_{\text{б/п}}$. Выполнение предприятиями грузовой и коммерческой работы влияет на простой вагонов под грузовыми операциями – погрузкой и выгрузкой $t_{\text{тр.оп}}$.

Организация работы вагонного и локомотивного хозяйства влияет на время нахождения вагонов на промежуточных станциях $t_{\text{пр.ст}}$, путевого и локомотивного хозяйств – на скорости движения поездов и, следовательно, на время нахождения вагонов в движении.

Качество организации эксплуатационной работы железнодорожного транспорта отражается на показателе оборота вагонов. На его уровень влияют:

- качество разработки графика движения поездов;
- план формирования поездов;
- качество планирования перевозок и вагонопотоков на участках сети;
- методы эксплуатационной работы транспорта: методы организации работы станций, эксплуатации локомотивов, организации работы грузовых дворов и подъездных путей, оптимизация формирования графика ремонтных работ устройств инфраструктуры транспорта.

Наиболее существенное ускорение оборота вагонов достигается за счет увеличения таких показателей работы подвижного состава, как участковая скорость движения поездов, длина вагонного L_v и маршрутного $L_{\text{марш}}$ плеч обслуживания вагонов. При этом важно достичь снижения порожнего пробега вагонов и их простоев на станциях.

При уменьшении простоя вагонов наблюдается значительная экономия вагоно-часов. Например: экономия 24-х вагоно-часов в сутки равноценна высвобождению одного вагона, который можно использовать для дополнительных перевозок или поставить в резерв.

Улучшение использования грузовых вагонов по времени отражается на следующих экономических показателях:

- эксплуатационных расходах;
- плате за основные фонды;
- прибыли от перевозок.

Исходными данными для расчета сокращения времени простоя поездов на остановках являются:

1. Сокращение простоя вагонов на станции Δt , ч;
2. Экономия вагоно-часов $n\Delta t$, вагоно-часы;
3. Количество высвободившихся вагонов Δn , ваг;
4. Экономия эксплуатационных расходов $\Delta \mathcal{E}_p$;
5. Укрупненная ставка 1 вагоно-часа грузового вагона $\mathcal{C}$, грн.;

6. Эксплуатационные расходы станции с учетом экономии за счет сокращения простоя вагонов на станции $\mathcal{E}_p'$, грн;

7. Масса поезда брутто $Q_{\text{бр}}$, т;

8. Вес тары вагона q_m , т;

9. Динамическая нагрузка груженого вагона до изменения $P_{\text{дин.зр.}}$, т/ваг;

10. После изменения $P'_{\text{дин.зр.}}$, т/ваг.

Порядок расчета:

Определение экономии вагоно-часов

$$n\Delta t = (n_{\text{мп}}^{\text{сн}} + n_{\text{мп}}^{\text{зн}} + m_{\text{м}}) \cdot \Delta t,$$

где Δt – сокращение простоя вагонов на станции, ч.
Определение количества высвободившихся вагонов

$$\Delta n = \frac{n\Delta t}{24},$$

24 – количество часов в сутки.

Экономия эксплуатационных расходов определяют по формуле:

$$\Delta \mathcal{E}_p = n\Delta t \cdot \mathcal{C} \cdot 365,$$

где $\mathcal{C}$ – укрупненная ставка 1 ваг-ч грузового вагона;

365 – количество дней в году.

Эксплуатационные расходы станции с учетом экономии за счет сокращения простоя вагонов на станции составляет:

$$\mathcal{E}_p' = \mathcal{E}_p - \Delta \mathcal{E}_p.$$

Экономический эффект от повышения динамической нагрузки вагона складывается из следующих показателей.

Рассчитаем состав поезда в вагонах при разном значении динамической нагрузки:

$$m_{\text{ваг}} = Q_{\text{бр}} / q_{\text{бр}},$$

где $q_{\text{бр}}$ – вес вагона брутто, т;

$$q_{\text{бр}} = P_{\text{дин.зр.}} + q_{\text{бр}}.$$

При неизменной массе брутто поезда его масса нетто увеличится:

$$Q_n' = P'_{\text{дин.зр.}} \cdot m'_{\text{ваг}}.$$

Увеличение массы нетто поезда позволяет выполнить тот же объем грузооборота при меньших затратах на поездную работу, что ведет к снижению эксплуатационных расходов, или выполнить больший объем перевозок при тех же эксплуатационных затратах. В любом случае это обеспечивает снижение расходов и увеличение прибыли от перевозок.

Вывод. Таким образом, предложенная методика позволяет за счет сокращения времени простоя на остановках снизить затраты на доставку скоропортящихся продуктов и, следовательно, увеличить доход от перевозки.

Л и т е р а т у р а

1. Перевозка скоропортящихся грузов: Справочник / [Леонтьев А.П., Ткачев В.Д., Батраков И.И. и др.]. - М.: Транспорт, 1986. - 304 с.
2. Правила перевозок грузов. Книга 1. - М.: Транспорт, 2001.
3. Каехтина Р. И. Технология перевозки скоропортящихся грузов: Учеб. пос. / Р.И. Каехтина. - М.: РГОТУПС, 2002. - 108 с.
4. Постарнак С. Ф. Холодильные машины и установки / С. Ф. Постарнак, Ю.Ф. Зуев. - М.: Транспорт, 1982. - 335 с.
5. Тертеров М. Н. Железнодорожный хладотранспорт / М.Н. Тертеров, Н.Е. Лысенко, В.Н. Панферов. - М.: Транспорт, 1987. - 255 с.

R e f e r e n c e s

1. Perevozka skoroportjashhihsja gruzov: Spravochnik / [Leont'ev A.P., Tkachev V.D., Batrakov I.I. i dr.]. - M.: Transport, 1986. - 304 s.
2. Pravila perevozok gruzov. Kniga 1. - M.: Transport, 2001.
3. Kahtina R. I. Tehnologija perevozki skoroportjashhihsja gruzov: Ucheb. pos. / R.I. Kahtina. - M.: RGOTUPS, 2002. - 108 s.
4. Postarnak S. F. Holodil'nye mashiny i ustanovki / S. F. Postarnak, Ju.F. Zuev. - M.: Transport, 1982. - 335 s.
5. Terterov M. N. Zheleznodorozhnyj hladotransport / M.N. Terterov, N.E. Lysenko, V.N. Panferov. - M.: Transport, 1987. - 255 s.

Мироновська М.О., Шворнікова Г.М. Скорочення часу простою поїздів при перевезенні швидкопсувних вантажів залізничним хладотранспортом.

У статті виконано аналіз технології перевезення швидкопсувних вантажів залізничним транспортом. Визначено основні вимоги до даного виду перевезення, причини, що викликають псування і втрату вантажів при доставці, також визначено основні заходи, що дозволяють підвищити ефективність транспортування. Розглянуто питання удосконалення процесу перевезення швидкопсувних вантажів залізничним хладотранспортом шляхом скорочення часу простою поїздів на зупинках, для забезпечення швидкого та якісного транспортування швидкопсувної продукції залізничним транспортом від виробників до споживачів.

Ключові слова: швидкопсувні вантажі, простій вагонів, експлуатаційні витрати, залізничний хладотранспорт.

Mironovskaya M., Shvornikova A. Reduced downtime trains during transport of perishable goods by rail coldtransport.

This article gives an analysis of transportation technologies soon-perishable goods by rail coldtransport. The main requirements for this type of transportation, the causes of deterioration and loss of cargo delivery, also identified key activities that increase the efficiency of transportation. For a major loss of time and resources that allocates save production, is waiting. Waiting occurs when and where the manufacturing process is built irregularly, there is a heavy workload of one relative to another production site. The problems of improving the process of perishable goods transportation by rail coldtransport by reducing the time pro-standing trains at stations, to provide fast and high-quality transport of perishable goods by rail from producers to consumers. The proposed technique, which allows by reducing the idle time at stops to reduce the cost of delivery of perishable products and, therefore, increase the income from transportation.

Keywords: perishable goods, simple cars, maintenance, railway coldtransport.

Мироновська М.О. — магістрант кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті» СХУ ім. В. Даля, м. Сєверодонецьк, e-mail: m.orlova17@yandex.ua

Шворнікова Г.М. — к.т.н., доц. кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті» СХУ ім. В. Даля, м. Сєверодонецьк.

Рецензент: **Чернецька-Білецька Н.Б.**, д.т.н., професор

Стаття подана 07.02.2015

УДК 656.13

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОЛІВ КАР'ЄРНИХ САМОСКІДІВ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ГАРЯЧИХ СТАЛЕПЛАВИЛЬНИХ ШЛАКІВ В ЗИМОВИЙ ПЕРІОД

Монастирський Ю. А., Вівчарик А. С.

THE RESEARCHING OF THE TEMPERATURE FIELDS OF OPEN-PIT DUMP-TRUCKS AT THE TRANSPORTATION OF HOT STEEL-SMELTING SLAGS IN A WINTER PERIOD

Monastyrskiy Yu., Vivcharik A.

Представлені результати термографічної зйомки кар'єрних самоскидів вантажопідйомністю 45 т, які перевозять сталеплавильні шлаки з температурою 600-800⁰С в зимовий період при температурі навколишнього повітря 0⁰С. Показані температурні поля елементів кар'єрних самоскидів на початок роботи та в кінці 12 годинної робочої зміни.

Ключові слова: кар'єрний самоскид, гарячий шлак, термографічна зйомка, температурне поле.

Постановка проблеми. На металургійних підприємствах в забезпеченні технологічного процесу утилізації сталеплавильних шлаків важливе місце займає транспортування гарячих шлаків від місця розвантаження зі сталеливарних ковшів що переміщуються залізницею до місця сортування та переробки. Температура сталеплавильних шлаків в умовах ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» (АМКР) під час розвантаження складає більше 1000⁰ С, а при перевантаженні у автосамоскид близько 600-700⁰С. Для їх перевезення використовують кар'єрні самоскиди вантажопідйомністю від 30 до 45 т, які призначені для перевезення гірничої маси з температурою, що дорівнює температурі оточуючого середовища і недостатньо пристосовані для перевезень високотемпературних сипучих вантажів,

Порівняння загальних статистичних показників надійності роботи кар'єрних автосамоскидів, які перевозять гарячі сталеплавильні шлаки та гірничу масу в кар'єрах показує суттєву різницю на користь останніх. Виявлення основних закономірностей розподілу температурних полів та їх впливу на працездатний стан вузлів та агрегатів кар'єрних автосамоскидів є актуальним науковим завданням. Вирішення якого шляхом врахування впливу температурних показників на зміни технічного стану самоскидів з наступними змінами у підходах до періодичності та обсягів робіт з технічного обслуговування, обґрун-

тування норм експлуатації мастильних матеріалів та шин, дозволить підвищити ефективності роботи кар'єрних самоскидів при роботі в не притаманних для них умовах експлуатації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання експлуатації кар'єрних самоскидів при перевезенні гарячих вантажів на сьогодні практично не вивчаються. Існує серія статей Помазкова М.В. [1-4] в яких розглядаються питання загальної експлуатації кар'єрних самоскидів вантажопідйомністю 30 т, що працюють в умовах металургійного комбінату ім. Ілліча (м. Маріуполь) при перевезенні всього комплексу вантажів металургійного виробництва. Але безпосередньо вплив температурних показників вантажу на вузли та агрегати кар'єрних самоскидів розглядаються в обмеженому обсязі, крім того температура шлаків комбінату ім. Ілліча не перевищувала 300⁰С, що практично в 2,0-2,3 рази менше температури шлаків АМКР.

Мета досліджень: оцінити температурний стан вузлів та агрегатів кар'єрних автосамоскидів, які перевозять гарячі сталеплавильні шлаки.

Матеріали і результати дослідження. Кліматичним фактором, який впливає на зміну температурних полів кар'єрних автосамоскидів є значення температури повітря. У Кривому Розі середньорічна температура повітря становить 8,8⁰С, найнижча вона у січні (мінус 5,0⁰С), найвища – в липні (+21,1⁰С). З кліматичної точки зору рік можливо розділити на три періоди: зимовий, літній та весінньо-осінній. Відповідно програма досліджень передбачала три серії досліджень температурних полів на кар'єрних автосамоскидах, а саме взимку - при температурі повітря мінус 5...0⁰С, що відповідає експлуатації кар'єрних автосамоскидів з листопаду до березня; весною - при температурі повітря +10...15⁰С, що відповідає експлуатації в квітні, тра-

вні, вересні та жовтні; та влітку - при температурі повітря $+20...25^{\circ}\text{C}$, що відповідає літнім місяцям експлуатації.

Загальна програма термографічної зйомки кар'єрних самоскидів включала зйомку загальних видів кар'єрного автосамоскиду та макрозйомку окремих його частин, у тому числі кабіни, переднього та заднього мостів, гідромеханічної передачі, передніх та задніх коліс, масляного баку, ящика з акумуляторами, циліндрів перекидаючого механізму. Враховуючи симетричність кар'єрних автосамоскидів зйомка проводилась тільки з правого борту, бо там розташовані масляний бак та ящик з акумуляторами, з лівого борту розташований паливний бак, температура якого не впливає на надійність роботи агрегатів автосамоскиду.

Для досліджень використовувався тепловізор NEC TH 9100 WRI8.5, який допущений у відповідності з ДСТУ 3194:2005 до проведення вимірів температури в діапазоні від -10 до $+1000^{\circ}\text{C}$.

Враховуючи структуру парку цеху технологічного автотранспорту АМКР виміри проводилися на кар'єрних автосамоскидах БЕЛАЗ-7547 вантажопідйомністю 42-45 т з вузькою об'ємом 22,7 м³ та стандартною, об'ємом 19,7 м³ платформами.

Дослідження проводилися в пункті навантаження на шлаковому подвір'ї копрового цеху, де безпосередньо розвантажуються шлак з сталеливарних ковшів на перевантажувальний майданчик та навантажуються кар'єрним екскаватором ЕКГ-4,6 в кар'єрні автосамоскиди та у пункті розвантаження на шлаковому відвалі, розташованому в 7 км від пункту навантаження де шлак охолоджується та переробляється. Траса руху проходить через дорогу загального користування, тому час їздки з вантажем коливається від 0,5 до 0,8 год., а час їздки без вантажу - від 0,3 до 0,5 год. в залежності від кількості транспорту в пунктах виїзду-заїзду на територію АМКР.

На комбінаті працює система технічного контролю автотранспорту «Дельта» яка фіксує кожні 20 с положення кар'єрного автосамоскиду що дає змогу визначити місце знаходження машини та місце затримки руху.

Дослідження проводилися при температурі повітря близько 0°C в два етапи. На першому етапі визначалися розподіли температур на кар'єрних автосамоскидах на початку робочої зміни в пункті навантаження та після першої їздки на шлаковому відвалі, розташованому в 7 км від пункту навантаження. Машини після розвантаження в кінці попередньої зміни направлялися на заміну оператора в ЦТА для проведення щоденних технічних обслуговувань, тож протягом 1,5...2,0 годин не транспортували гарячі шлаки і охолоджувалися до температури навколишнього середовища, а після першої їздки починали набирати температуру. На другому етапі дослідження проводилися з машинами в кінці 12 годинної робочої зміни, що були максимально нагрітими. Всього було досліджено 6 кар'єрних автосамоскидів з 7, які займаються перевезенням гарячих сталеплавильних шлаків.

Аналіз загального температурного поля самоскиду (рис.1) показує, що перед початком робіт за значеннями воно на $5-10^{\circ}\text{C}$ вище температури повітря. Найбільш нагрітою є нижня частина платформи, максимум температури близько 120°C спостерігається навколо місця випуску відпрацьованих газів з вихлопної труби в систему каналів платформи, що виконує роль глушника.

Аналіз макрозйомки окремих агрегатів показує, що ящик з акумуляторами, масляний бак, повітряний балон та частина рами розташовані між коліс практично не нагріваються від вихлопної труби.

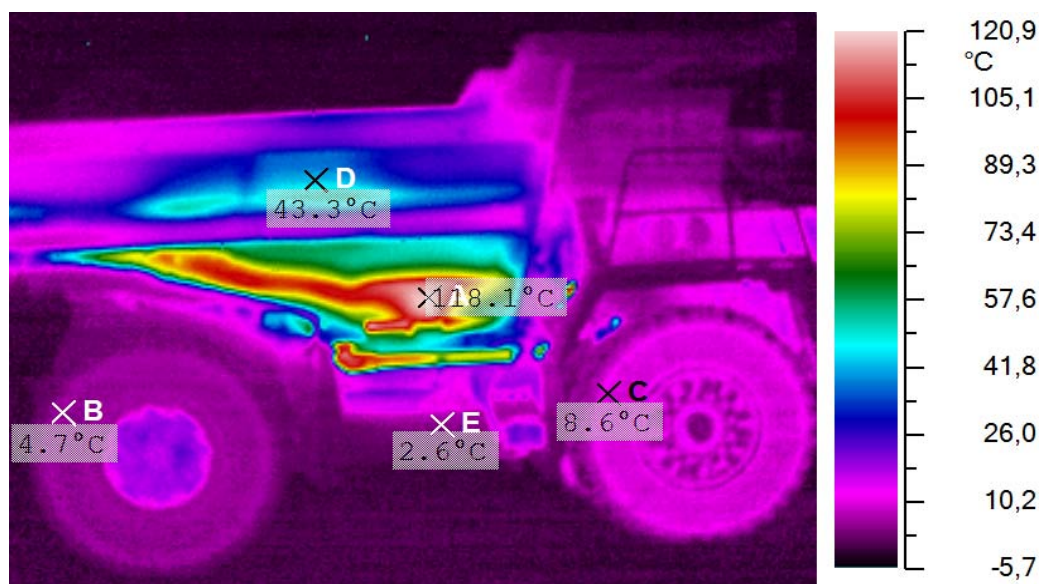


Рис. 1. Розподіл температури з правого борту кар'єрного самоскиду на початку робочої зміни

Цілком логічно, що передня шина, яка встановлена на кероване колесо, при русі кар'єрного автосамоскиду нагрівається більше задньої, маточини коліс, в яких встановлені барабанні гальма, нагріваються більше шин.

Після першої їздки температура верхньої частини ящика з акумуляторами, повітряного балону та масляного баку збільшилася у порівнянні з початковими значеннями «холодної машини» та знаходиться на рівні 25...30°C.

Температурні поля перед машини холодної та після першої їздки з вантажем відрізняються наявністю з правого боку зони підвищеної температури (область навколо точки а, рис.2) від масляного радіатора. Кабіна самоскиду практично не нагрівається (точка В, рис.2).

Аналіз температурного поля ззаду машини свідчить, що шини нагріваються рівномірно, як внутрішні, так і зовнішні. В місці випуску відпрацьованих газів з платформи спостерігається нагрівання платформи до 80-90°C.

Загалом температурні поля задніх мостів на початку зміни не рівномірні (рис.3) та знаходяться в межах 10-40°C, що є нормальною робочою температурою головної передачі, але по закінченню зміни поле стає рівномірним з середньою температурою головної передачі на рівня 100-120°C.

Гідромеханічна коробка передач кар'єрного самоскиду нагрівається рівномірно при русі холодної машини до 50...55°C, вантажний болт має температуру близько 25°C, а маслопровід – близько

50°C, найбільше нагріта золотникова коробка яка відповідає за переключення ступенів руху і в ній постійно рухаються золотники.

Гідромеханічна коробка передач (рис.4.) після першої їздки практично не збільшила температуру, це обумовлюється в першу чергу постійним охолодженням робочого мастила в радіаторі, але в подальшому температура гідротрансформатора і особливо золотникової коробки збільшується до 80-120°C. Таким чином мастило в об'єднаній гідросистемі кар'єрного самоскиду має температуру близьку до 80-100°C що є критичною з точки зору експлуатаційних властивостей гідравлічних мастил.

Аналіз розподілу температури в піднятій платформі після розвантаження першої їздки показує концентрацію підвищеної температури в місці примикання вихлопних труб до платформи, нагрів нижньої частини платформи відпрацьованими газами. Температура зовнішньої труби циліндру перекидаючого механізму нагрівається відпрацьованими газами до 20-30°C, а внутрішня труба має температуру близьку до 10°C температури зовнішнього середовища.

Таким чином встановлені розподіли температурних полів та максимальні значення температури в основних агрегатах кар'єрних автосамоскидів перед початком перевезення гарячих сталеплавильних шлаків та після першої їздки, які показали, що в процесі транспортування вже в першій їзді спостерігається зростання температури окремих агрегатів.



Рис.2. Температурне поле перед машини після першої їздки з вантажем

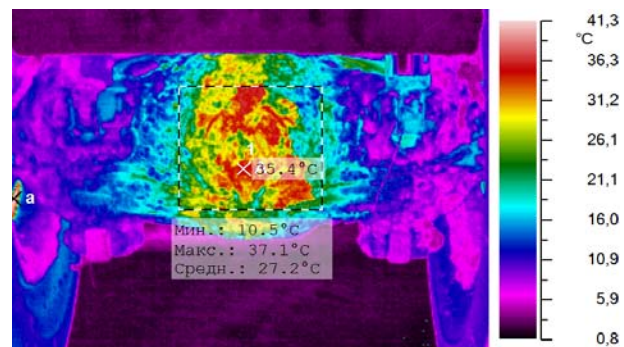


Рис.3. Температурне поле заднього мосту на початку зміни.

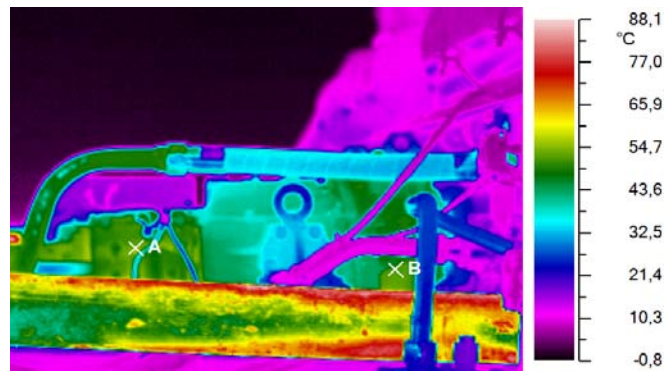


Рис.4. Вид та температурне поле гідромеханічної коробки передач після першої їздки

Висновки. Встановлені розподіли температурних полів та максимальні значення температури в основних агрегатах кар'єрних автосамоскидів перед початком перевезення гарячих сталеплавильних шлаків температурою близько 600-7000 С, після першої їздки та в кінці 12 годинної робочої зміни, які показали, що в процесі транспортування вже в першій їздки спостерігається зростання температури окремих агрегатів в зимовий період до 80-900С, яка протягом зміни ще збільшується на 30-40%.

Наступним кроком досліджень буде виконання термографічних зйомок весною та влітку і розробка математичних моделей.

Л і т е р а т у р а

1. Исследование температурного режима эксплуатации большегрузных автосамосвалов БелАЗ-7540 на технологических перевозках высокотемпературных сталеплавильных шлаков / Парунакян В.Э., Помазков М.В., Ступак В.В. и др. // Захист металургійних машин від поломок: Зб.наук.пр. - Вип.9. - Маріуполь., 2006. - С.110-117.
2. Помазков М.В. Оценка трудозатрат и простоя на внеплановых ремонтах автосамосвалов БелАЗ-7540, используемых на технологических перевозках/ М.В.Помазков// Вісник Приазов. держ. техн. ун-ту.- Маріуполь, 2007. – Вип.17. – С. 212-214.
3. Парунакян В.Э. Принципы совершенствования системы управления техническим содержанием большегрузных автосамосвалов на технологических перевозках металлургических комбинатов / В.Э.Парунакян, М.В.Помазков// Вісник Приазов. держ. техн. ун-ту.- Маріуполь, 2005. – Вип.15. – С. 186-190.
4. Помазков М.В. Методические основы совершенствования системы технического обслуживания большегрузных автосамосвалов, эксплуатируемых в условиях металлургических предприятий/ М.В.Помазков// Захист металургійних машин від поломок: Зб.наук.пр. - Вип.10. - Маріуполь., 2007. - С.117-122.

R e f e r e n c e s

1. Issledovanie temperaturnogo rezhima jekspluatacii bol'shegruznyh avtosamosvalov BelAZ-7540 na tehnologicheskikh perevozkah vysokotemperaturnyh staleplavil'nyh shlakov / Parunakjan V.Je., Pomazkov M.V., Stupak V.V. i dr. // Zahist metalurgijnih mashin vid polomok: Zb.nauk.pr. - Vip.9. - Mariupol', 2006. - S.110-117.
2. Pomazkov M.V. Ocenka trudozatrati i prostoja na vneplanovyh remontah avtosamosvalov BelAZ-7540, ispol'zuemyh na tehnologicheskikh perevozkah/

M.V.Pomazkov// Visnik Priazov. derzh. tehn. un-tu.- Mariupol', 2007. – Vip.17. – S. 212-214.

3. Parunakjan V.Je. Principy sovershenstvovaniya sistemy upravleniya tehničeskim soderzhanіem bol'shegruznyh avtosamosvalov na tehnologicheskikh perevozkah metallurgicheskikh kombinatov / V.Je.Parunakjan, M.V.Pomazkov// Visnik Priazov. derzh. tehn. un-tu.- Mariupol', 2005. – Vip.15. – S. 186-190.
4. Pomazkov M.V. Metodicheskie osnovy sovershenstvovaniya sistemy tehničeskogo obsluzhivaniya bol'shegruznyh avtosamosvalov, jekspluatiruemyh v uslovijah metallurgicheskikh predpriyatij/ M.V.Pomazkov// Zahist metalurgijnih mashin vid polomok: Zb.nauk.pr. - Vip.10. - Mariupol', 2007. - S. 117-122.

Монастырский Ю. А.,

Вивчарик А. С.

Исследование температурных полей карьерных самосвалов при перевозке горячих сталеплавильных шлаков в зимний период

Представлены результаты термографической съемки карьерных самосвалов грузоподъемностью 45 т, перевозящих сталеплавильные шлаки с температурой 600-800⁰С в зимний период при температуре окружающего воздуха 0⁰С. Показаны температурные поля элементов карьерных самосвалов в начале и в конце 12 часовой рабочей смены.

Ключевые слова: карьерный самосвал, горячий шлак, термографическая съемка, температурное поле.

Monastyrskiy Yu. A.,

Vivcharik A. S.

The researching of the temperature fields of open-pit dump-trucks at the transportation of hot steel-smelting slags in a winter period

The results of thermographic survey of open-pit dump-trucks by the carrying capacity of 45 t, which transporting steel-smelting slags with the temperature of 600-8000C in a winter period at the temperature of surrounding air of 00C are presented. The temperature fields of elements open-pit dump-trucks at the beginning and at the end of a 12 sentinel shiftwork are presented.

Keywords: open-pit dump-trucks, hot slag, thermographic survey, temperature field

Монастирський Ю. А. д.т.н., професор, завідувач кафедри «Автомобільний транспорт», ДВНЗ «Криворізький національний університет», м. Кривий Ріг, Україна, e-mail: monastirskiy08@rambler.ru

Вівчарик А. С. інженер-механік, аспірант кафедри «Автомобільний транспорт», ДВНЗ «Криворізький національний університет», м. Кривий Ріг, Україна, e-mail: andrey.vivcharik@arcelormittal.com

Рецензент **Соколов В.І.**, д.т.н, професор

Стаття подана 28.01.2015

УДК 656.073.28

НЕЙРОМЕРЕЖЕВА МОДЕЛЬ ПРОГНОЗУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВАНТАЖОПОТОКУ У МІСТАХ

Нагорний Є.В., Наумов В.С., Черепакха О.С.

NEURAL NETWORK FORECASTING MODEL FOR THE URBAN FREIGHT FLOW PARAMETERS

Nagorny Ye., Naumov V., Cherepakha A.

У статті розроблена нейромережева модель прогнозування параметрів вантажопотоку, яка дозволяє отримати прогнозне значення з урахуванням динаміки зміни параметрів по окремих позиціях часового лага. Запропонована модель дає можливість описати динаміку зміни прогнозованих показників в процесі навчання, що забезпечує гнучкість прогнозних моделей і, як результат, - точність прогнозу.

Ключові слова: нейрон, функція активації, прогнозування, вихідний сигнал, синапс, пороговий елемент.

Вступ. Прогнозування – це ключовий момент прийняття рішення в управлінні. Кінцева ефективність любого технологічного рішення залежить від послідовності дій, які виникають вже після прийняття рішень. Задача визначення прогнозних значень попиту зазвичай розглядається як задача визначення лише одного параметру, який його характеризує. Прогнозування є головною частиною системи управління технологічними процесами. В багатьох наукових працях, присвячених проблемам прогнозування не враховується необхідність попереднього вивчення параметрів, що визначають попит, і вони зазвичай є випадковими величинами. В основному, визначення прогнозного значення обсягу замовлень здійснюється на підставі статистичних даних про значення попиту за попередні періоди, що не дозволяє розглянути процес формування попиту, і, як правило, є причиною некоректних результатів.

Прогноз найчастіше виходить помилковим, але помилка залежить від метода використання прогнозуючої системи. Використовуючи в процесі прогнозу більшу кількість ресурсів, можна збільшити точність прогнозу і зменшити збитки, пов'язані з невизначеністю при прийнятті рішень з доставки вантажів у містах.

Постановка проблеми. В сучасних умовах задачу прогнозування попиту для торгово - транспортних підприємств вирішують статистичним або експертним методом з достатньо великою похибкою. В дослідженні пропонується використання динамічної

нейромережевої моделі прямого поширення, це дозволить отримати найменшу похибку прогнозу. Використання нейронної моделі прямого поширення характеризується наявністю скритих шарів. Вони дозволяють виділити глобальні властивості даних за допомогою локальних з'єднань, при наявності додаткових синоптичних зв'язків.

Аналіз досліджень та публікацій. Робота [1] є однією з перших публікацій, що розглядає проблему пошуку нових підходів до оцінки попиту на перевезення вантажів та його прогнозування. У статті описується теоретичний підхід, що дозволяє оцінювати попит з позицій класичної теорії прогнозування. Функція попиту при цьому розробляється не тільки на підставі показників, що характеризують транспорт, але і з урахуванням часу транспортування, показників втрати і пошкодження товарів, вартості упаковки і ряду інших чинників. В більш пізній роботі [2] проводиться огляд моделей оцінки попиту на перевезення вантажів та варіантів їх практичної реалізації. Автором розглядаються існуючі на той час підходи в контексті наявності міжвидової конкуренції на транспорті, актуальність питання підвищення якості обслуговування клієнтури і прогнозування вантажопотоків.

В [3] автори розглядають задачу оцінки попиту як визначення прогнозних значень з урахуванням комплексних календарних ефектів. В роботі розглядається проблема вибору типу прогнозної моделі з безлічі альтернативних варіантів для визначення добових обсягів попиту. Для вирішення завдання пропонується використовувати експоненціальні згладжуючі моделі, які враховують комплексний календарний ефект. Очевидно, що такий підхід застосовується для досить вузької групи моделей, що характеризують стаціонарні системи, та мають просту структуру.

В публікації [4] підкреслюється, що задача прогнозування попиту є особливо значущою для сучасних торгово – транспортних підприємств. Автор ви-

діляє дві групи методів прогнозування: експертні та статистичні. Крім того, у статті пропонуються основні етапи процесу визначення прогнозних значень і принципи організації прогнозування для торгово-транспортних підприємств, і відзначається, що ефективно прогнозування досягається підвищенням якості вхідної інформації. В [5] зазначається, що попит є випадковою величиною, і, маючи вибірку, можна легко визначити прогнозне значення, якщо параметри закону розподілу випадкової величини є константами. Але в більшості випадків динаміка ринку така, що випадковий процес попиту нестационарний. В роботі [6] описана послідовність виявлення нестационарності попиту методом максимальної правдоподібності, однак запропонована методика припускає лише нормальний розподіл попиту, що зменшує її універсальність. Запропонована в [5] програмна реалізація методики для розрахунку параметрів нестационарного процесу попиту дозволяє підвищити ефективність прогнозування при оперативному плануванні.

Останнім часом одним з найбільш поширених інноваційних підходів до прогнозування вважається визначення прогнозних значень на базі моделей нейронних мереж [7].

Розглянута в [8] методологія прогнозування обсягів перевезень вантажів з використанням нейронних мереж в середовищі MatLab дозволяє виділити наступні особливості:

- моделі нейронних мереж надають можливість врахувати і описати динаміку зміни прогнозних показників в процесі навчання мережі;
- настройки нейронних мереж можуть змінюватись в процесі навчання, що забезпечує гнучкість прогнозних моделей і, як результат – точність прогнозу;
- моделі нейронних мереж дозволяють аналізувати в паралельному режимі комплексні типи даних, що обґрунтовує доцільність їх використання для прогнозування обсягів перевезень різних груп товарів народного споживання.

В роботі [7] визначено основні переваги нейронних мереж, що визначили вибір даного методу як інструменту прогнозування попиту на перевезення вантажів:

- нейронні мережі є потужним методом моделювання, що дозволяє відтворювати надзвичайно складні залежності;
- нейронні мережі здатні успішно вирішувати завдання, спираючись на неповну, спотворену, перекручену і внутрішньо суперечливу вхідну інформацію;
- найбільш цінними властивостями нейронних мереж є здатність навчатися на безлічі прикладів в тих випадках, коли невідомі закономірності розвитку ситуації, а також залежності між вхідними та вихідними даними; при цьому користувач нейронної мережі підбирає показні дані, а потім запускає алгоритм навчання, який автоматично сприймає структуру даних.

Мета статті. Метою робіт є розробка моделі прогнозування попиту параметрів вантажопотоків у містах, яка використовує апарат нейронних мереж.

Результати досліджень. Згідно [9], модель нейронної мережі описується як спрямований граф, що складається з вузлів, з'єднаних синаптичними і активаційними зв'язками, який характеризується наступними властивостями:

- кожен нейрон надається безліччю лінійних синаптичних зв'язків, зовнішнім порогом і, можливо, нелінійним зв'язком активації; поріг, що представляється вхідним синаптичним зв'язком, вважається рівним 1;
- синаптичні зв'язки нейрона використовуються для зважування відповідних вхідних сигналів;
- зважена сума вхідних сигналів визначає індуковане локальне поле кожного конкретного нейрона;
- активаційні зв'язки модифікують індуковане локальне поле нейрона, задаючи вихідний сигнал.

Нейрон є одиницею обробки інформації в нейронній мережі. Основними елементами штучного нейрона є:

- набір синапсів, кожен з яких характеризується своєю вагою; допустимими є негативні значення синаптичних ваг;
- пороговий елемент, який відображає зміну вхідного сигналу, що подається на функцію активації;
- суматор, який складає вхідні сигнали, зважені щодо відповідних синапсів нейрона; зазвичай операція яка підсумовує описується у вигляді лінійної комбінації;
- функція активації, що обмежує амплітуду вихідного сигналу нейрона, нормалізований діапазон амплітуди виходу нейрона зазвичай знаходиться в інтервалі [0, 1].

В математичному виразі функціонування нейрона описується парою рівнянь:

$$u_k = \sum_{j=1}^m w_{kj} \cdot x_j,$$

$$y_k = \varphi(u_k + b_k),$$

де m – кількість вхідних сигналів;

$x_1, x_2, \dots, x_m$ – значення вхідних сигналів;

$w_{k1}, w_{k2}, \dots, w_{km}$ – синаптичні ваги нейрона k ;

u_k – лінійна комбінація вхідних впливів;

b_k – значення порогового елемента;

y_k – вихідний сигнал нейрона;

$\varphi(\cdot)$ – функція активації.

Грунтуючись на припущенні, що значення параметрів вантажопотоку визначаються розташуванням (позицією) в аналізованому інтервалі, а також значеннями за попередні періоди і значеннями параметра для решти позицій аналізованого інтервалу, в моделі штучного нейрона кількість синапсів m прийнято рівним $(T_l - 1)$, де T_l – величина часового лага. Наприклад, якщо розглядається модель прогнозування з часовим лагом $T_l = 7$ днів, то кількість синапсів приймається рівним 6 ($m = 6$). Значення

порогового елемента b_k приймається рівним параметру для прогнозованого дня тижня, а значенням вхідних факторів x_j , $j = 1, \dots, m$, відповідають значення прогнозованого параметра для інших днів тижня (рис. 1).

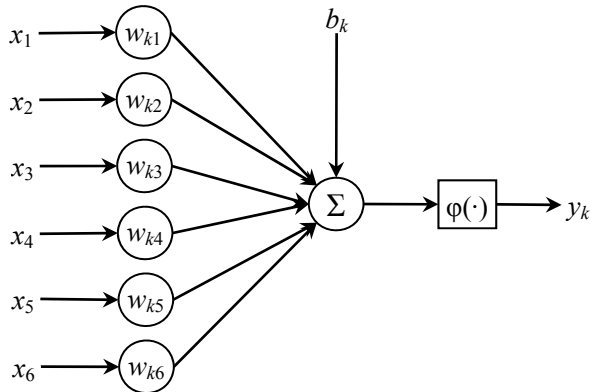


Рис. 1. Модель штучного нейрона для прогнозування значення параметра вантажопотоку на заданий день тижня (лаг $T_l = 7$ днів)

В [9] вказується, що найбільш поширеною функцією активації, яку використовують для створення штучних нейронних мереж, є сигмоїдальна активаційна функція. Сигмоїдальна функція підтримує баланс між лінійною і нелінійною поведінкою модельованої системи [10]. Як варіант сигмоїдальної функції, прийнятої при розробці моделі нейрона для прогнозування параметрів вантажопотоку, використана логістична функція:

$$\varphi(v) = \frac{1}{1 + \exp(-a \cdot v)},$$

де a – параметр нахилу;

v – аргумент сигмоїдальної функції.

Оскільки, виходячи з визначення, функція активації має область значень $(0, 1)$, то при ініціалізації нейронів попередньо відомі значення x_j , y_k і b_k

кодуються таким чином, щоб їх значення перебували в інтервалі між 0 і 1:

$$x'_j = \frac{x_j}{M_k}, j = 1 \dots m,$$

$$y'_k = \frac{y_k}{M_k}, b'_k = \frac{b_k}{M_k},$$

де x'_j, y'_k, b'_k – кодовані значення вхідних сигналів, вихідного сигналу, а також значення порогового елемента нейрона відповідно;

M_k – коефіцієнт масштабу для нейрона k :

$$M_k = 1 + \max(\max_{j=1 \dots m} x_j, y_k, b_k).$$

Синаптичні ваги нейрона k визначаємо як відношення відповідних значень вхідного сигналу до значення вихідного сигналу:

$$w_{kj} = \frac{x'_j}{y'_k}, j = 1 \dots m.$$

Для моделі штучного нейрона, описаного на рис. 1, об'єднання нейронів у мережу пропонується здійснювати за принципом, представленим на рис. 2.

Для відомих значень синаптичних ваг і порогового елемента аргумент V_k функції активації нейрона k оцінюється наступним чином:

$$v_k = b'_k + \frac{1}{y'_k} \sum_{j=1}^m (x'_j)^2.$$

На підставі значень аргументу функції активації і вихідного сигналу нейрона параметр нахилу визначається як корінь рівняння щодо a_k :

$$y'_k = \frac{1}{1 + \exp(-a_k \cdot v_k)}.$$

Коренем рівняння є наступний вираз:

$$a_k = \frac{1}{v_k} \cdot \ln \frac{y'_k}{1 - y'_k}.$$

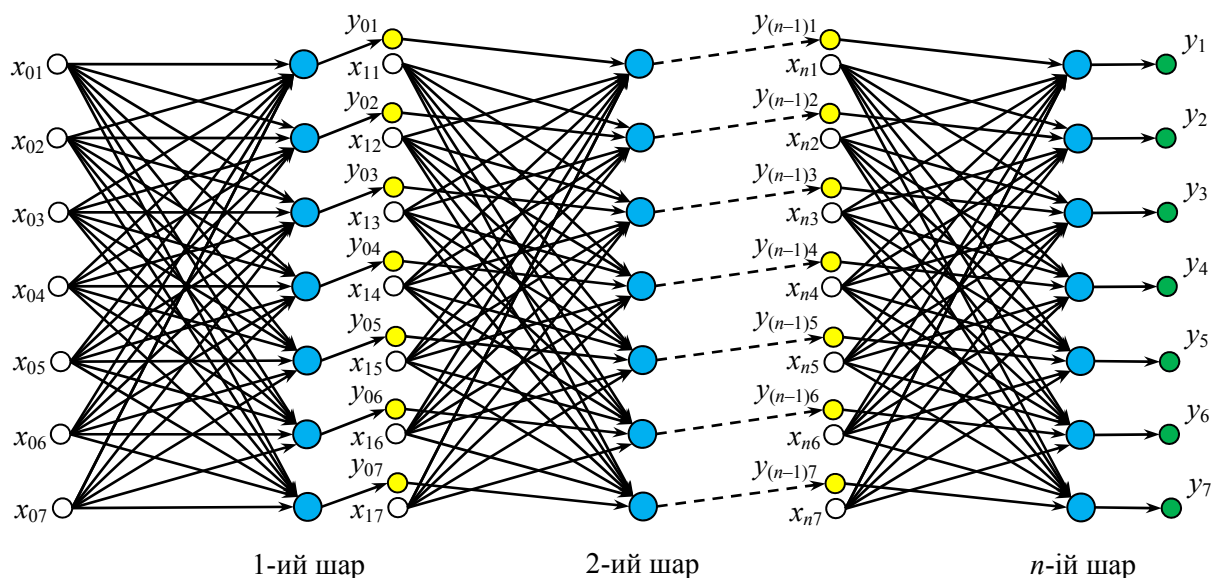


Рис. 2. Загальний вид нейронної мережі для прогнозування значень параметрів вантажопотоку (лаг $T_l = 7$ днів)

Фаза навчання запропонованої нейронної мережі реалізується, якщо вихідний масив даних містить кількість точок, не менш ніж 3 ТІ. Суть процедури навчання полягає в коригуванні значень параметрів нейронів поточного шару з урахуванням їх значень в шарі попередньому, а також актуальних значень вхідних сигналів. Навчання запускається з другого шару нейронів.

Для k -го нейрону p -го шару мережі при $p \geq 2$ коригування параметрів здійснюється наступним чином:

$$w''_{pkj} = \frac{1}{2} \cdot (w_{pkj} + w_{(p-1)kj}), j = 1 \dots m,$$

$$a''_{pk} = \frac{1}{v''_{pk}} \cdot \ln \frac{y''_{pk}}{1 - y''_{pk}},$$

де w''_{pkj} – значення ваги j -го синапсу k -го нейрону після процедури навчання;

a''_{pk} – параметр нахилу для функції активації

k -го нейрона після процедури навчання;

v''_{pk} , y''_{pk} – кореговані значення аргументу функції активації і вихідного сигналу відповідно:

$$v''_{pk} = b'_{pk} + \sum_{j=1}^m w'_{pkj} \cdot x'_{pkj},$$

$$y''_{pk} = \frac{1}{2} \cdot \left[\frac{y_{pk}}{M_{pk}} + \frac{y_{(p-1)k}}{M_{(p-1)k}} \right].$$

Прогнозні значення параметрів вантажопотоку оцінюються як значення вихідних сигналів відповідних штучних нейронів останнього, p -го шару нейронної мережі.

Вихідний сигнал нейрона k визначається як добуток значення коефіцієнта масштабування і значення функції активації:

$$y_k = \frac{M_k}{1 + \exp \left[-a_k \cdot \left(b_k + \sum_{j=1}^m w_{kj} \cdot x'_j \right) \right]}.$$

Висновки. Для прогнозування параметрів вантажопотоків у великих містах доцільно використовувати моделі на базі нейронних мереж, оскільки вони надають можливість врахувати і описати динаміку зміни прогнозних показників в процесі навчання, що забезпечує гнучкість прогнозної моделі і, як результат – точність прогнозу. Запропонована нейромережева модель прогнозування параметрів вантажопотоків і її реалізація у вигляді модуля інформаційної системи характеризується високою швидкістю і дозволяє досягти точності прогнозу в 10^{-3} за рахунок проведення 4-7 циклів навчання. Розроблена прогнозна нейромережева модель, яка використовує інформаційну підсистему для збору даних про параметри вантажопотоків в містах, дає можливість розробки нових технологічних заходів,

за рахунок використання коректних вихідних даних для розробки маршрутів доставки товарів.

Література

1. Allen W.B. The demand for freight transportation: A micro approach // *Transportation Research*. – 1977. – Vol. 11/1. – P. 9–14.
2. Winston C. The demand for freight transportation: models and applications // *Transportation Research Part A: General*. – 1983. – Vol. 17/6. – P. 419–427.
3. Godfrey G.A., Powell W.B. Adaptive estimation of daily demands with complex calendar effects for freight transportation // *Transportation Research Part B*. – 2000. – Vol. 34/6. – P. 451–469.
4. Марченкова И. Эффективное прогнозирование спроса // *Logistics&Management*, 2007. – Вып. 5. – С. 14–20.
5. Нагорный Е.В., Наумов В.С., Столяр Т.В. Определение нестационарности спроса // *Автомоб. тр-т: Сб. науч. тр.* – Х., 2004. – Вып. 15. – С. 63–65.
6. Раскин Л.Г., Пустовойтов П.Е. Оценка параметров нестационарного процесса спроса // *Вестник нац. ун-та «ХПИ»*: Сб. науч. тр. – Х., 2003. – Вып. 6. – Т. 1. – С. 93–96.
7. Куприянова Г.В. Развитие системы прогнозирования спроса на грузовые перевозки железнодорожным транспортом // *Дис. канд. экон. наук, 08.00.05*. – Москва: МГУПС, 2003. – 165 с.
8. Нагорный Е.В., Наумов В.С., Черпаха А.С., Васюткина А.А. О целесообразности прогнозирования объемов перевозок товаров народного потребления на базе моделей нейронных сетей // *Сб. науч. тр. Белорус. нац. ун-та*. – Минск, 2014. – С. 3–10.
9. Хайкин С. Нейронные сети. Полный курс. – СПб.: Вильямс, 2006. – 1104 с.
10. Menon A., Mehrotra K., Mohan C.K., Ranka S. Characterization of a class of sigmoid functions with application to neural networks // *Neural Networks*. – 1996. – Vol. 9. – P. 819–835.

References

1. Allen W.B. The demand for freight transportation: A micro approach // *Transportation Research*. – 1977. – Vol. 11/1. – P. 9–14.
2. Winston S. The demand for freight transportation: models and applications // *Transportation Research Part A: General*. – 1983. – Vol. 17/6. – P. 419–427.
3. Godfrey G.A., Powell W.B. Adaptive estimation of daily demands with complex calendar effects for freight transportation // *Transportation Research Part B*. – 2000. – Vol. 34/6. – P. 451–469.
4. Marchenkova I. Jeffectivevnoe prognozirovanie sprosa // *Logistics&Management*, 2007. – Vyp. 5. – S. 14–20.
5. Nagornyj E.V., Naumov V.S., Stoljar T.V. Opredelenie nestacionarnosti sprosa // *Avtomob. tr-t: Sb. nauch. tr.* – H., 2004. – Vyp. 15. – S. 63–65.
6. Raskin L.G., Pustovojtov P.E. Ocenka parametrov nestacionarnogo processa sprosa // *Vestnik nac. un-ta «HPI»*: Sb. nauch. tr. – H., 2003. – Vyp. 6. – T. 1. – S. 93–96.
7. Kuprijanova G.V. Razvitie sistemy prognozirovaniya sprosa na gruzovye perevozki zheleznodorozhnym transportom // *Dis. kand. jekon. nauk, 08.00.05*. – Moskva: MGUPS, 2003. – 165 s.
8. Nagornyj E.V., Naumov V.S., Cherepaha A.S., Vasjutina A.A. O celesoobraznosti prognozirovaniya ob'emov perevozok tovarov narodnogo potreblenija na baze modelej nejronnyh setej // *Sb. nauch. tr. Belorus. nac. un-ta*. – Minsk, 2014. – C. 3–10.

9. Hajkin S. Nejrornyie seti. Polnyj kurs. – SPb.: Vil'jams, 2006. – 1104 s.
10. Mennon A., Mehrotra K., Mohan C.K., Ranka S. Characterization of a class of sigmoid functions with application to neural networks // Neural Networks. – 1996. – Vol. 9. – P. 819–835.

Нагорный Е.В., Наумов В.С., Черепакха А.С.
Нейросетевая модель прогнозирования параметров грузопотока в городах

В статье разработана нейросетевая модель прогнозирования параметров грузопотока, которая позволяет получать прогнозное значение с учетом динамики изменения параметров по отдельным позициям временного лага. Предложенная модель дает возможность описать динамику изменения прогнозируемых показателей в процессе обучения, что обеспечивает гибкость прогнозных моделей и, как результат, – точность прогноза.

Ключові слова: нейрон, функция активации, прогнозирование, выходной сигнал, синапс, пороговый элемент.

Nagorny Ye., Naumov V., Cherepakha A. Neural network forecasting model for the urban freight flow parameters

In the article the neural network model to forecast freight flow parameters that allows obtaining a predictive value taking into account the dynamics of parameters for individual points of the time lag. The model proposed to describe the of changes' dynamics for the predicted values in the learning process that provides the flexibility of predictive models and, as a result, the forecast accuracy.

Keywords: neuron, activation function, forecasting, output signal, synapse, threshold element.

Нагорный Е.В. – д.т.н., проф., зав. кафедры «Транспортных технологий» ХНАДУ.

Наумов В.С. – д.т.н., проф., кафедры «Транспортных технологий» ХНАДУ, e-mail: naumov.vs@gmail.com.

Черепакха О.С. – аспирант кафедры «Транспортных технологий» ХНАДУ, e-mail: stt_0014@mail.ru.

Рецензент: **Осенін Ю.І.**, д.т.н., професор

Стаття подана 20.01.2015

УДК 656.073

**ТЕОРЕТИЧНІ МОДЕЛІ РАЦІОНАЛЬНОГО РОЗТАШУВАННЯ
АВТОМОБІЛЬНИХ ГАЗОНАПОВНЮВАЛЬНИХ СТАНЦІЙ У МІСТАХ****Кузнецов О.П.****THEORETICAL MODELS OF RATIONAL ARRANGEMENT
OF AUTOMOBILE GAS FILLING STATIONS IN CITIES****Kuznetsov O.P.**

У роботі обґрунтовано критерій оптимальності місць розташування АГНКС у містах та використання теоретичних моделей розподілу автомобілепотоків на вулично-дорожній мережі, які дозволяють підвищити точність вибору місць розташування АГНКС за рахунок підвищення точності моделювання автомобілепотоків.

Ключові слова: критерій оптимальності, місця розташування, АГНКС, розподіл автомобілепотоків, моделювання, автомобілепоток.

Вступ. У теорії і практиці формування інфраструктури автомобільного транспорту у містах значне місце відводиться питанням визначення раціональної кількості і вибору місць розташування пунктів автомобільного сервісу – станцій технічного обслуговування, автозаправних станцій, автомобільних газонаповнювальних станцій (АГНКС). При цьому – спостерігається розбіжність думок дослідників щодо параметрів оцінки варіантів та шляхів вирішення вказаної проблеми. Оптимізація архітектурно-планувальних рішень і розміщення транспортної інфраструктури на території міста глибоко вивчалась на Україні і за її межами. Відносно автомобільного транспорту основними напрямками в цій сфері можна виділити: створення вулично-дорожньої мережі і створення елементів транспортної інфраструктури (автозаправні станції всіх типів, станції технічного обслуговування, гаражі і т. ін.).

Стан питання. В останньому напрямку наукові роботи можна розподілити на дві великі групи: одна частка робіт присвячена оптимізації пропускної спроможності елементів транспортної інфраструктури, а інша – їх оптимальному розміщенню. Обидва напрямки охоплюють всі аспекти організації транспортної інфраструктури, але головним їх недоліком є той факт, що вони концентрують увагу на поточну ситуацію і стан транспортної системи, але не враховують перспектив її розвитку і можливості комплексного вирішення проблеми. Так, в роботах [1, 2] пропонуються математичні моделі і підходи

на основі теорії масового обслуговування для однієї станції технічного обслуговування або автозаправної станції. При цьому метою такої оптимізації є мінімізація сумарних витрат від простою обладнання і простою транспортних засобів в ізольованому елементі транспортної інфраструктури. Такий підхід не може бути застосований до оптимізації транспортної системи в цілому.

При вирішенні питань оптимального розміщення елементів транспортної інфраструктури пропонуються моделі засновані на припущенні про рівномірний розподіл транспортних засобів по території регіону [3, 4, 5]. Хоча ці моделі враховують достатньо широкий перелік факторів, згадане припущення значно зменшує точність прогнозних моделей тому, що не відповідає реальним обставинам і цей факт визнають багато дослідників [6, 7, 8].

В роботах [3, 10, 11, 9, 12] автори, визнаючи необхідність врахування нерівномірності транспортних потоків в часі і просторі, пропонують різні прогнозні моделі розподілу транспортних потоків по вулично-дорожній мережі – ентропійні [3, 9] та кінематичні [10, 11, 12].

Однак, ці моделі описують процес руху транспортних засобів в потоку без урахування мети самого процесу руху, тобто потреби або завдання оператора, що керує транспортним засобом. Тому запропоновані моделі характеризуються великими помилками і не знайшли практичного застосування.

Мета роботи. У роботі розглядається обґрунтування критерію оптимальності місць розташування АГНКС у містах та математичної моделі розподілу автомобілепотоків на вулично-дорожній мережі міст.

Матеріали досліджень. При виборі місць розташування АГНКС виникає трудомістка багатокритеріальна задача оптимізації їхнього місцеположення. При вирішенні цієї задачі треба по-перше, забезпечити максимальну привабливість АГНКС для по-

тенційних користувачів; по-друге, забезпечити мінімальне додаткове екологічне навантаження на місто внаслідок додаткового пробігу автомобілів до пунктів заправки; по-третє, мінімізувати негативний вплив наявності АГНКС на архітектурно-планувальне оформлення території міста; по-четверте, забезпечити максимальну економічну ефективність функціонування самої АГНКС. Дві перші вимоги суперечать двом останнім тому, що вимагають розташування на території міста якомога більшої кількості АГНКС, тоді коли третя вимагає мінімізувати їхню кількість, а остання вимога – знаходження якогось проміжного рішення.

При цьому треба враховувати вплив на зазначені критеріальні показники місць розташування АГНКС відносно існуючих об'єктів міської інфраструктури – гаражів, промислових підприємств, пунктів тяжіння пасажиропотоків, вантажоутворюючих та вантажопоглинаючих пунктів, станцій технічного обслуговування автомобілів, автозаправних станцій. Усі фактори, а також критеріальні відношення, в контексті задачі, що розглядається, можуть бути згруповані в чотири великі групи – екологічні, економічні, технічні, технологічні.

Критерієм ефективності проекту будівництва АГНКС і перспективності того або іншого пункту дислокації АГНКС є питома ефективність реалізації 1 м^3 метану, що розраховується за формулою

$$E = \frac{C - S_m - H}{S_m} \quad (1)$$

де C – відпускна ціна 1 м^3 метану, грн/м³;
 S_m – собівартість 1 м^3 метану на виході станції, грн/м³;
 H – сума податків (на додану вартість, прибуток, землю) у перераховані на 1 м^3 метану грн/м³;
 Собівартість заправлення 1 м^3 метану розраховується за формулою

$$S_m = S_{\text{енерг}} + S_{\text{експл}} + Z + A + S_{\text{в}} \quad (2)$$

де $S_{\text{енерг}}$ – витрати на електроенергію, грн/м³;
 $S_{\text{експл}}$ – витрати на поточну експлуатацію устаткування грн/м³;
 Z – заробітна плата обслуговуючому персоналу, грн/м³;
 A – амортизація основних фондів, грн/м³;
 $S_{\text{в}}$ – ціна 1 м^3 метану на вході в АГНКС, грн/м³.

Конкретні значення складових собівартості й оцінка проектів може бути виконана після остаточного визначення постачальників устаткування для АГНКС. Щодо другого питання – математичної моделі розподілу автомобілепотоків на вулично-дорожній мережі міст – яке розглядається у роботі, то змістовна постановка задачі розподілу автомобілепотоків у містах полягає в наступному. Є неорієнтована мережа $G(N, P)$ з множиною вузлів N , $n = |N|$ і

множиною дуг P , $p = |P|$, на якій задана цілочислена матриця $A = \|a_{ij}\|$ $n \times n$ одиничних потоків сполучень. Потоки a_{ij} підлягають одноразовій передачі із джерел i у стоки j , ($i, j = 1 \dots n$) у деяких транспортних пакетах міжвузлових сполучень. Сполучення, що адресовані різним отримувачам, повинні передаватися по мережі в загальних транспортних пакетах із заданою періодичністю. Відомі ємність пакета $w \gg a_{ij}$, яка задана кількістю одиниць потоку, що вміщаються в нього, і квант часу відправлення потоків. Потрібно мінімізувати функціонал

$$F = \sum_{i,j \in S} f_{ij}(u_{ij}, d_{ij}) + \sum_{i=1}^n f_i(x_i, q_i) + \sum_{i=1}^n \phi_i(u_i) \quad (3)$$

при обмеженнях:

$$t_{ij} \leq T_{ij}, \text{ для всіх } i, j \in S; \quad (4)$$

$$x_i \leq h_i, \quad i = 1 \dots n, \quad (5)$$

де

$$x_i = \sum_{j=1}^n (x_{ij} + x_{ji}) \quad (6)$$

$$q_i = \sum_{j=1}^n \delta_{ij}; \quad \delta_{ij} = 1, \text{ якщо } u_{ij} \neq 0; \quad (7)$$

$$\delta_{ij} = 0, \text{ якщо } u_{ij} = 0; \quad i = 1 \dots n;$$

$$u_i = \sum_{j=1}^n (u_{ij} + u_{ji}); \quad i = 1 \dots n, \quad (8)$$

S – множина упорядкованих пар індексів потоків, що визначена на декартовому добутку $n \times n$;

$u_{ij} = \text{ceiling} \left(\frac{x_{ij}}{w} \right)$ – потік транспортних блоків з i в j (спочатку всі $x_{ij} = a_{ij}$), ceiling – означає округлення числа до більшого цілого;

d_{ij} – відстань між вузлами i й j ;

f_{ij}, f_i, ϕ_i – у загальному випадку деякі нелінійні й не опуклі функції витрат на передачу й обробку потоків;

t_{ij}, T_{ij} – розрахунковий і заданий час на передачу одиничних потоків з i в j ;

h_i – пропускна здатність i -го вузла.

Сформульована задача відноситься до класу комбінаторних задач оптимізації і є NP – повною. Тому для її розв'язання в роботі реалізований наближений метод, заснований на схемі послідовного аналізу варіантів, і ряд евристичних алгоритмів. Розробка евристичних алгоритмів обґрунтована тим, що для реальних комунікаційних мереж досить важко визначити функції f_{ij}, f_i, ϕ_i , що адекватно характеризують витрати на обробку й передачу потоків.

Однак наведена постановка задачі не припускає можливості вільного вибору водієм маршруту руху, що значно спотворює реальні умови руху на вулично-дорожній мережі. Тому наведена задача має бути доповненою в частині розподілу транспортних потоків по реальній вулично-дорожній мережі. При

вирішенні цієї задачі в роботі прийнято припущення, що будь-який водій при виборі маршруту слідування поводитиметься таким чином, щоб забезпечити максимальну ефективність дорожнього руху в існуючих умовах.

Тоді треба вирішити задачу щодо оптимального розподілу автомобілепотоків на вулично-дорожній мережі, яка полягає в наступному.

Потрібно мінімізувати функціонал

$$F = \sum_{k=1}^l f_k \left(\left(\sum_{\eta, \xi \in q_k} \sum_{i, j \in S} x_{ij,k}^{\eta\xi} \right), d_k \right) + \sum_{\beta=1}^n \phi_{\beta} \left(\sum_{\alpha=1}^n \sum_{k=1}^l \sum_{i, j \in S} (y_{ij,k}^{\alpha\beta} + y_{ji,k}^{\beta\alpha}) \right), \quad (9)$$

при обмеженнях:

$$\sum_{\beta=1}^n \sum_{k=1}^l y_{ij,k}^{\alpha\beta} - \sum_{\beta=1}^n \sum_{k=1}^l y_{ji,k}^{\alpha\beta} = \begin{cases} a_{ij}, & \text{при } i = \alpha; \\ 0, & \text{при } i \neq \alpha, j \neq \alpha; \\ -a_{ij}, & \text{при } j = \alpha; \end{cases} \quad (10)$$

для $\alpha = 1..n$, $i, j \in S$;

$$\sum_{\alpha=1}^n \sum_{k=1}^l \sum_{i, j \in S} (y_{ij,k}^{\alpha\beta} + y_{ji,k}^{\beta\alpha}) - \sum_{j=1}^n a_{\beta j} - \sum_{j=1}^n a_{j\beta} \leq 2b_{\beta}; \quad \beta = 1..n; \quad (11)$$

$$\sum_{i, j \in S} x_{ij,k}^{\eta\xi} \leq W^k, \quad \text{для всіх } \eta, \xi \in q_k, \quad k = 1..l; \quad (12)$$

$$\left(\sum_{\beta=1}^n \sum_{i, j \in S} (y_{ij,k}^{\alpha\beta} + y_{ji,k}^{\beta\alpha}) \right) \cdot t^{\alpha} \leq t_{\alpha}^k, \quad \alpha \in v_k, k = 1..l; \quad (13)$$

$$t_{ij} \leq T_{ij}, \quad i, j \in S; \quad (14)$$

$$y_{ij,k}^{\alpha\beta}, x_{ij,k}^{\eta\xi} \text{ — цілі невід'ємні числа.} \quad (15)$$

У виразах (9) – (15) прийняті наступні позначення:

$\{m_k\}$, $k = 1..l$ – множина маршрутів транспортних засобів або каналів зв'язку, кожний з яких складається з послідовності вузлів і топологічних дуг мережі G_M і з'єднує початковий і кінцевий вузли маршруту або каналу зв'язку;

$G_M(N, P_M)$ – маршрутна мережа, де N – множина вузлів мережі, P_M – множина її орієнтованих маршрутних дуг (між будь-якими вузлами i й j мережі G_M існує маршрутна дуга, якщо вони зв'язані хоча б одним маршрутом транспортного засобу з $\{m_k\}$);

$A = \|a_{ij}\|_{n \times n}$ – матриця потоків транспортних пакетів сполучень;

$B = \|b_i\|$, $i = 1..n$ – вектор пропускних здатностей вузлів по обробці транзитних потоків;

$y_{ij,k}^{\alpha\beta}$ – потік по дузі $p_{\alpha\beta} \in P$ отриманої з маршруту m_k ($y_{ij,k}^{\alpha\beta}$ визначають дугові потоки на маршрутній мережі G_M);

$x_{ij,k}^{\eta\xi}$ – потік по топологічній дузі $p_{\eta\xi} \in P$ на маршруті m_k ;

q_k – упорядкована множина дуг з P , що складають маршрут m_k ;

v_k – упорядкована множина вузлів з N на маршруті m_k ;

$$\varphi: y_{ij,k}^{\alpha\beta} \rightarrow \{x_{ij,k}^{\eta\xi}\}, \quad p_{\alpha\beta} \in P_M, \quad p_{\eta\xi} \in P, \quad i, j \in S, \quad k = 1..l,$$

де φ – деякий оператор, що відображає потік по маршрутній дузі на відповідну підмножину топологічних дуг;

f_k – кусочно-опукла функція, яка визначає залежність

витрат від кількості транспортних пакетів, переданих по маршруту m_k і довжини маршруту d_k ;

ϕ_{β} – нелінійна функція витрат на обробку транспортних пакетів у вузлі β ;

W^k – пропускна здатність маршруту m_k ;

t^{α} – час на пропуск одного пакету транспортних засобів;

t_{α}^k – обмеження на час стоянки транспортного засобу на маршруті m_k у вузлі α ;

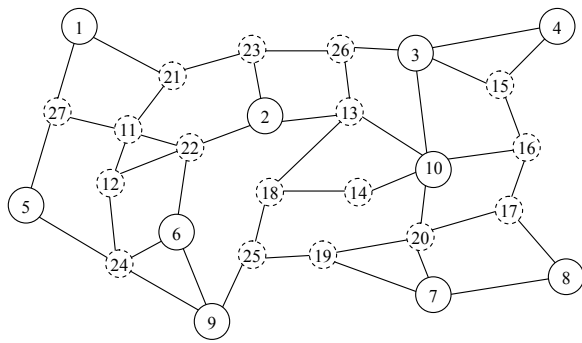
t_{ij} , T_{ij} – розрахунковий і заданий час передачі пакетів транспортних засобів із i в j .

Умови (10) забезпечують нерозривність потоку, а (11) – (14) являють собою відповідно обмеження на пропускні здатності вузлів, пропускні здатності маршрутів, час на перекомутацію транзитних пакетів транспортних засобів у всіх вузлах кожного маршруту.

Сформульована задача відноситься до класу дискретних мультіпотоків задач із нелінійним і не опуклим функціоналом. Задачі такого типу є NP – повними і для їх розв'язку невідомі точні поліноміально обмежені за трудомісткістю алгоритми. У зв'язку із цим, у роботі запропоновано евристичний алгоритм вирішення цієї задачі, який полягає в наступному.

На моделі вулично-дорожньої мережі (рис.) експертним методом визначаються основні (потокотворюючі й потокопоглинаючі) вузли, що підлягають обов'язковому обстеженню (вони позначені фігурами із суцільною лінією контуру). До їхнього числа обов'язково включаються периферійні перехрестя на основних магістралях в'їзду/виїзду з міста. Для визначення загальної кількості таких вузлів покладаємо – один вузол на 40-50 тисяч жителів.

У цих пунктах візуальним способом у «годину пік» визначаються інтенсивність, склад і напрямки руху транспортного потоку. Після обробки даних обстежень сумарні вхідні в кожен вузол транспортні потоки становлять ємності вузлів за прибуттям, а сумарні вихідні транспортні потоки – ємності вузлів за відправленням.



9 – вузол вулично-дорожньої мережі, в якому проводиться обстеження автомобілепотоків;

24 – вузол вулично-дорожньої мережі, в якому не проводиться обстеження автомобілепотоків

Рис. Фізична модель вулично-дорожньої мережі

Для прогнозування величини автомобілепотоків на ділянках вулично-дорожньої мережі, не охоплених обстеженням, використовується гравітаційна модель, що побудована на підставі наступної гіпотези [13]

$$b_{ij} = k \cdot HO_i \cdot HP_j \cdot f(C_{ij}) \quad (16)$$

де b_{ij} – ідеальні кореспонденції між районами;
 HO_i – обсяг виїзду з району i ;
 HP_j – обсяг прибуття в район j ;
 $f(C_{ij})$ – деяка функція повних витрат пасажирів на пересування з району i у район j ;
 k – деяка константа.

Співвідношення (16) повинне виконуватися спільно з наступними обмеженнями

$$\sum_{j=1}^n b_{ij} = HO_i \quad (17)$$

$$\sum_{i=1}^n b_{ij} = HP_j \quad (18)$$

де n – кількість районів.

Стандартна гравітаційна модель може бути виражена математично в такий спосіб [13]

$$h_{ij} = \frac{HO_i \cdot HP_j \cdot k_j \cdot d_{ij}}{\sum_{j=1}^n (HP_j \cdot k_j \cdot d_{ij})} \quad (19)$$

де h_{ij} – кореспонденції між районами i й j ;
 HO_i – сміст району i по відправленню;
 HP_j – сміст району j по прибуттю;
 k_j – коефіцієнт, що вирівнює притягання поїздки в зону j ;
 d_{ij} – функція тяжіння між районами i й j ;
 n – число районів;
 i – номер району зародження поїздки.

Обчислення матриці кореспонденції виконують способом ітерацій. Після кожної ітерації вирівняний коефіцієнт притягання розраховують за формулою

$$k_{jk} = \frac{HP_{jk}}{\sum_{j=1}^n h_{ij}} \quad (20)$$

На кожній ітерації для розрахунку взаємообмінних поїздками між зонами застосовується рівняння гравітаційної моделі з використанням вирівняних коефіцієнтів притягання, отриманих на попередній ітерації. Рівняння моделі здобуває, таким чином, вид

$$h_{ijk} = \frac{HO_i \cdot HP_{jk} \cdot k_{jk} \cdot d_{ij}}{\sum_{j=1}^n (HP_{jk} \cdot k_{jk} \cdot d_{ij})} \quad (21)$$

де h_{ijk} – кореспонденція між районами i й j на ітерації k .

Розрахунок ведеться доти, поки не виконається умова

$$\sum_{i=1}^n h_{ij} = HP_j \quad (22)$$

Потім отримані кореспонденції «проводяться» по вулично-дорожній мережі за найкоротшими маршрутами, траси яких проходять через пункти, в яких не проводилося обстеження, транзитом. При цьому сумарна величина вхідних транзитних автомобілепотоків у цих пунктах і представляє шукану можливу інтенсивність руху в них і дозволяє спрогнозувати завантаження АГНКС у них.

Висновки. Проведені у роботі дослідження дозволили встановити наступні закономірності.

1. Задача оптимізації місць розташування АГНКС є багатокритеріальною і не має однозначного рішення.

2. Інтегральним критерієм для вирішення зазначеної задачі може бути прийнята величина автомобілепотоків на вулично-дорожній мережі, що потребує вирішення задачі прогнозування цього параметра.

3. Задача прогнозування величини автомобілепотоків на вулично-дорожній мережі складається з двох підзадач – формування автомобілепотоків і оптимізації розподілу автомобілепотоків на вулично-дорожній мережі. Ці обидві задачі є NP -повними і для них не існує алгоритмів знаходження точних розв'язків.

Література

1. Гаврилов А.А. Моделирование дорожного движения / А. А. Гаврилов – Москва, Транспорт, 1980. – 189с.
2. Варенцев И. Правильно выбирать оценочные показатели / И. Варенцев, В. Иларионов // Автомобильный транспорт. – 1980. – №12. – С. 43–45.
3. Лобанов Е.М. Проблемы имитационного моделирования движения транспортных потоков по улично-дорожной сети городов и сети автомобильных дорог / Е.М. Лобанов // Научно - практические задачи развития автомобильно-дорожного комплекса в России. – Москва: МТУСИ, 2006. – С. 4–7.

4. Федоров В.П. Моделирование автомобильных деловых поездок в Санкт-Петербурге / В. П. Федоров, О. М. Пахомова, Н. В. Булычева // Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния: Материалы V Международной науч.-прак. конф. – Екатеринбург, ЕГТУ, 1999. – С.89–93.
5. Смирнов Н.Н. Математическое моделирование автотранспортных потоков / Н. Н. Смирнов, А. Б. Киселев, В. Ф. Никитин – Москва, Мех-мат МГУ, 1999. – С. 39–47.
6. Wardrop J.G. Some theoretical aspects of road traffic research / Wardrop J.G. // Proceedings of Institute of Civil Engineering. – 1952. – Vol. 1. – 348 p.
7. Cremer M. A fast simulation model for traffic flow on the basis of Boolean operations / Cremer M., Ludwig J. // Mathematical Computing Simulation. – 1986. – Vol. 28. – P. 297–303.
8. Greenshields B.D. A study of traffic capacity / Greenshields B.D. // US highway research board. – 1934. – Vol. 14. – P. 448–494.
9. Gasis D.C. Car following theory of steady state flow / Gasis D.C. // Operations Research. – 1959. – Vol. 7. – P. 499–505.
10. Nagel K. Still flowing: Approaches to traffic flow and traffic jam modeling / Nagel K., Wagner R., Woesler R.: Grow Hill, 2003. – 317 p.
11. Holland J.F. Adaptation in natural and artificial systems. An introductory analysis with application in biology, control and artificial intelligence / Holland J.F. – London: Bradford book edition, 1994. – 211 p.
12. Kolesov VI The dynamic characteristics of the homogeneous-foot traffic / VI Kolesov, SP-wheel-nicks, GV Kolesov //Transport problems of the West Siberian oil and gas complex: Mezhu-zovskiy collection of scientific papers. - Tyumen, Vector Beech, 2002. - S. 130-136.
13. Blatnov MD Passenger road transport / MD Blatnov - Moscow, Transport, 1981 - 139 p.

Кузнецов А.П. Теоретические модели рационального расположения автомобильных газонаполнительных станций в городах

Рассмотрено обоснование критерия оптимальности мест расположения АГНКС в городах и математической модели распределения автомобилепотоков на улично-дорожной сети городов. Было выявлено, что задача оптимизации мест расположения АГНКС является многокритериальной и не имеет однозначного решения. Критерием для решения указанной задачи может быть принята величина автомобилепотоков на улично-дорожной сети, что требует решения задачи прогнозирования этого параметра, в свою очередь задача прогнозирования состоит из двух подзадач - формирования автомобилепотоков и оптимизации распределения автомобилепотоков на улично-дорожной сети. Обе эти задачи являются NP-полными и для них не существует алгоритмов нахождения точных решений.

Ключевые слова: модели распределения автомобилепотоков, задача прогнозирования, оптимизации распределения.

Kuznetsov O.P. Theoretical models of rational arrangement of NGV stations in cities

The optimal criterion validity of AGFS locations in the cities and the mathematical model of vehicle flow distribution on the road network of cities were examined. It was found that the optimization problem of AGFS locations is a multi-criterion and does not have a definite solution. The criterion for solving the problem can be the quantity of vehicle flow on the road network, that requires solving the forecasting problem of this unit, in turn, the forecasting problem, consists of two subtasks - formation of vehicle flows and optimization of vehicle flow distribution on the road network. These problems are NP, and there are not any algorithms, of the accurate solutions.

Keywords: vehicle flow distribution, forecasting problem, optimization of distribution.

Кузнецов О.П. – к.т.н., доцент кафедры управління на транспорті Державного ВНЗ «Національний гірничий університет»

Рецензент: **Марченко Д.М.**, д.т.н., професор

Reference

1. Gavrilov AA Simulation of traffic / AA Gavrilov - Moscow, Transport, 1980. - 189s.
2. Varentsov I. Choose the right performance indicators / Varentsov I., V. Ilarionov // Road Transport. - 1980. - №12. - S. 43-45.
3. Lobanov EM Problems simulation traffic flow on the road network of cities and road network / EM Lobanov // Scientific - practical problems of auto-road complex in Russia. - Moscow: MTUCI, 2006. - P. 4-7.
4. Fedorov VP Simulation of automobile business trips to St. Petersburg / VP Fedorov, M. Paho-mova, NV Bulychева // Socio-economic problems pro-development of transport systems of cities and their areas of influence: Proceedings of the V International scientific. -prakt. Conf. - Yekaterinburg, EGTU, 1999. - S.89-93.
5. Smirnov NN Mathematical modeling of car traffic flows / NN Smirnov, AB Kiselev, VF Nikitin - Moscow, Mechanics and Mathematics, Moscow State University, 1999. - P. 39-47.
6. Wardrop J.G. Some theoretical aspects of road traffic research / Wardrop J.G. // Proceedings of Institute of Civil Engineering. – 1952. – Vol. 1. – 348 p.
7. Cremer M. A fast simulation model for traffic flow on the basis of Boolean operations / Cremer M., Ludwig J. // Mathematical Computing Simulation. – 1986. – Vol. 28. – P. 297–303.

УДК 656.025.2

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ PTV VISION VISSIM ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ И ПЕШЕХОДНЫХ ПОТОКОВ

Таран И.А., Новицкий А.В., Литвин В.В.

ANALYSIS OF THE POSSIBILITIES OF USING THE SOFTWARE PTV VISION VISSIM FOR MODELING TRANSPORT AND PEDESTRIAN TRAFFIC

Taran I., Novytskyi A., Lytvyn V.

В работе представлен анализ возможностей применения программного обеспечения PTV VISION VISSIM при подготовке специалистов в области транспортных технологий. Программный комплекс PTV VISION VISSIM, предназначен для создания имитационных моделей улично-дорожной сети. Результаты моделирования могут быть использованы для анализа движения транспортных средств и пешеходов, прогнозирования возникновения заторов и организации рациональных графиков движения общественного транспорта.

Ключевые слова: имитационная модель, транспортная сеть, дорожное движение, анализ, прогнозирование.

Постановка проблемы. Современная подготовка кадров должна предусматривать использование прогрессивных достижений науки и техники, инноваций и умения решать текущие и стратегические проблемы во многих областях народно-технического комплекса. Для того чтобы отвечать современным профессиональным требованиям, от специалиста в области транспортных технологий требуется компетентность, новые знания, навыки и умения связанные с использованием разнообразного программного обеспечения, позволяющего максимально полно описать и промоделировать работу сложных объектов.

Рост количества индивидуального транспорта и объемов перевозок приводит к повышению интенсивности движения. Это в свою очередь приводит к тому, что в городах, основные элементы улично-дорожной сети которых были построены еще в середине прошлого века, возникают проблемы организации дорожного движения. Увеличиваются транспортные задержки, образуются очереди и «пробки», что вызывает снижение скорости сообщения, неоправданные перерасходы топлива и повышение износа узлов и агрегатов транспортных средств. В связи с этим возникает острая необходи-

мость кардинально пересмотреть подход к проектированию улично-дорожной сети, поддержать внедрение интеллектуальных систем транспортного моделирования и других современных методов планирования дорожного движения.

Анализ последних исследований. Одним из наиболее универсальных программных продуктов, позволяющих осуществлять имитационное моделирование сложных технических объектов (в том числе и транспортных) является программный комплекс AnyLogic, инструмент имитационного моделирования, который поддерживает все подходы к созданию имитационных моделей: процессно-ориентированный (дискретно-событийный), системно динамический и агентный, а также любую их комбинацию. Уникальность, гибкость и мощность языка моделирования, предоставляемого AnyLogic, позволяет учесть любой аспект моделируемой системы с любым уровнем детализации. Графический интерфейс AnyLogic, инструменты и библиотеки позволяют быстро создавать модели для широко спектра задач от моделирования производства, логистики, бизнес-процессов до стратегических моделей развития компании и рынков [1]. Моделирование заключается в разработке компьютерной модели и проведении на этой модели вычислительных экспериментов, позволяющих определить оптимальные параметры разрабатываемого или существующего объекта. Используя имитационную модель, можно ещё на стадии проектирования или планирования определить эффективность структуры и бизнес-процессов, например грузового терминала, или предлагаемых мер по его реорганизации (рис. 1)



Рис. 1. Моделирование работы грузового терминала при помощи AnyLogic

Цель работы. Сложность управления дорожным движением – сложной динамической системы взаимодействия транспортных и пешеходных потоков – заключается в необходимости обеспечения бесконфликтного существования всех участников дорожного движения в ограниченном пространстве.

Современный научный подход к планированию и анализу невозможно представить без инструмента имитации, а особенно, если речь идет о планировании движения.

На сегодняшний день в развитых странах Европейского Союза актуальным является планирование и организация движения улично-дорожной сети с помощью программного обеспечения PTV VISION VISSIM. Однако, для Украины, в частности, для г. Днепропетровска, использование этого программного продукта, как в рамках образовательной программы, так и в качестве мощного инструмента про-

ектирования в области автомобильного транспорта, пока остается новшеством. Поэтому целью работы является раскрытие возможностей применения VISSIM в рамках подготовки специалистов в области транспортных технологий [2].

Материал и результаты исследований. Транспортные системы относятся к классу сложных систем, характеризующихся большим количеством элементов и разнообразием связей между ними. Эффективное управление таким объектом на основе непосредственного наблюдения его функционирования с учетом всей информации, которую теоретически возможно получить, – задача довольно высокой степени сложности. Однако такие задачи непременно должен уметь решать будущий специалист в области организации и управления на транспорте. Поэтому изучение современного инструмента моделирования является одним из важнейших ас-

пектов подготовки высококвалифицированных кадров. Одним из наиболее применяемых инновационных инструментов проектирования и моделирования микро- и макросреды в области транспортных технологий является программный продукт PTV VISION VISSIM, который представляет собой микроскопическую модель имитации движения транспорта в населенных пунктах и вне их, что базируется на шаге времени и на поведении водителя и пешеходов. Суть моделирования заключается в замене реального объекта управления его упрощенной копией – моделью. В качестве модели может выступать любой объект, с достаточной для целей пользователя точностью воспроизводящий свойства реальной системы. Например, программное обеспечение PTV VISION VISSIM позволяет создавать имитационную модель участка транспортной сети, то есть визуальное отображение процессов моделирования и анализа, выполняемых данным программным продуктом. Такая модель реализуется в виде решения систем уравнений, которое определяет, каким образом будут взаимодействовать между собой все участники дорожного движения. VISSIM являющийся мощным инструментом моделирования, позволяет имитировать транспортное движение на основе разметки отрезков, состава транспортного потока, регулирования с помощью светосигнальных устройств. С помощью этого программного обеспечения квалифицированный специалист может моделировать как движение индивидуального транспорта, так и городского и пригородного электрического и автобусного пассажирского транспорта (рис. 2).



Рис. 2. Возможности VISSIM моделирования

А это, несомненно, является важнейшим конкурентным преимуществом начинающего специалиста на рынке труда в будущем. Соответствующим образом моделируется также движение пешеходов – исключительно или в комбинации с индивидуальным и/или общественным транспортом. Также представляется возможным моделировать движение транспортных средств и пешеходов на специализированных объектах, таких как парковки, аэропорты, стадионы, торговые центры.

Существует широкий спектр задач, решаемых с помощью программного обеспечения VISSIM:

- построение транспортной сети любой сложности с учетом индивидуальных и скоростных особенностей дорог и улиц;
- моделирование регулируемых и нерегулируемых пересечений;
- выбор оптимальной схемы организации движения на перекрестке;
- оценка пропускной способности для каждого варианта движения;
- моделирование и оптимизация работы светосигнальных устройств;
- прогнозирование возникновения заторов;
- моделирование и анализ пешеходного движения;
- широкий спектр анализа: для транспортных средств, пешеходов, светосигнальных устройств, маршрутов общественного транспорта и т.д.;
- создание презентационных материалов в виде видеороликов.

Преимуществом изучения и использования программного продукта PTV VISSIM является удобный функциональный интерфейс. Рабочее окно состоит из строки меню и нескольких панелей инструментов, которые имеют свободное размещение и могут настраиваться пользователем по его усмотрению. В течение последнего года программный продукт PTV VISSIM широко используется на кафедре управления на транспорте ГВУЗ «Национальный горный университет» при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Организация дорожного движения» [3] (рис 3,4).

Применение VISSIM в учебном процессе существенно облегчает студентам понимание сложного взаимодействия элементов транспортного процесса (рис. 5), а получаемые результаты моделирования позволяют принимать управленческие решения максимально приближенные к оптимальным. В ближайшее время комплекс PTV VISSIM планируется использовать при изучении таких дисциплин как «Основы транспортных процессов и систем», «Городские пассажирские перевозки», «Транспортное планирование городов», а также при выполнении отдельных разделов дипломных работ.



Рис. 3. 3D модель регулируемого перекрестка

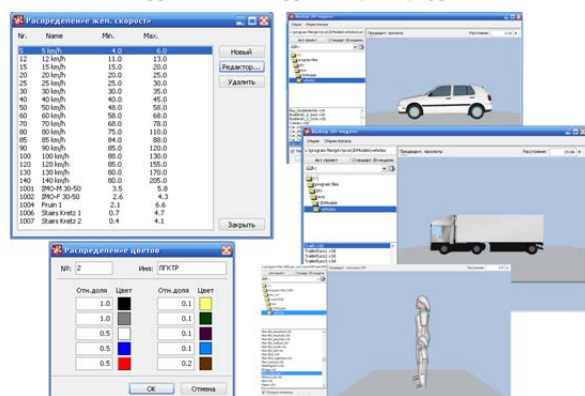


Рис. 4. Задание распределений пешеходных и транспортных потоков

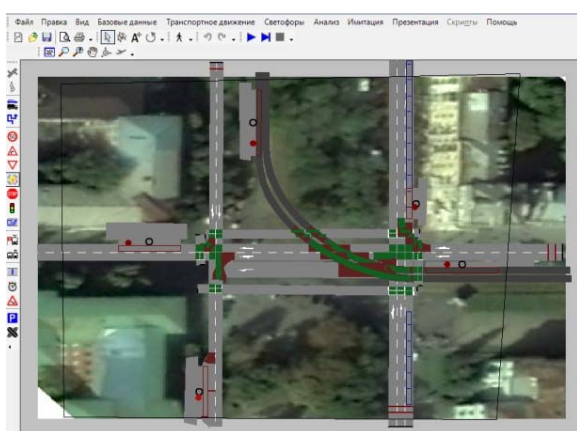


Рис. 5. Определение конфликтных зон на перекрестке пр. К. Маркса и ул. Гончара

Таким образом, PTV VISION VISSIM является незаменимым инструментом управления транспортным процессом на всех его уровнях, включая моделирование и анализ пешеходного и транспортного движения, а его изучение и использование позволяет молодому специалисту существенно сократить продолжительность и трудоемкость проектирования сложных элементов транспортной инфраструктуры, обеспечивая при этом максимальную эффективность и безопасность их функционирования.

Выводы. Программное обеспечение PTV VISION VISSIM предоставляет специалисту в области организации и управления автомобильным транспортом новые возможности для анализа движения транспортных средств и пешеходов, прогноза возникновения заторов, организации оптимальных графиков движения общественного транспорта. Выполняет многие другие задачи, целью которых является создание на существующей или планируемой сети улиц достаточно быстрого, безопасного и удобного движения транспортных средств и пешеходов.

Литература

1. www.anylogic.ru (Электронный ресурс) / Способ доступа: URL: <http://www.anylogic.ru/areas/transportation>. Заголовок с экрана.
2. Литвин В.В., Мирошниченко А.Н. Имитационное моделирование транспортных потоков с помощью программного обеспечения PTV Vision VISSIM // Сборник научных трудов международной конференции «Современные инновационные технологии подготовки инженерных кадров для горной промышленности и транспорта 2014». – Д.: НГУ, 2014. – 588 с. // с. 251-260.
3. Таран І.О. Організація дорожнього руху. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт для студентів денної і заочної форм навчання напряму підготовки 0701 Транспортні технології / І.О. Таран, І.В. Козіна, В.В. Литвин; М-во освіти та науки України; Нац. гірн. ун-т. – Д.: НГУ, 2014. – 43 с.

Reference

1. www.anylogic.ru (Electronic resource) / Method of access: URL: <http://www.anylogic.ru/areas/transportation>. Heading from a screen.
2. Lytvyn V.V., Myroshnichenko A.N. Imitation design of transport streams by PTV Vision VISSIM software // Collection of scientific labours of international conference «Modern innovative technologies of training of engineering personnels for mining industry and transport 2014». – D.: NNU, 2014. – 588 p. // p. 251-260.
3. Taran I.A. Organization of travelling motion. Methodical recommendations to implementation of laboratory works for the students of daily and extra-mural forms of studies straight of preparation 0701 Transport technologies / I.A. Taran, I.V. Kozina, V.V. Lytvyn; Department of education and science of Ukraine; National Mining University. – D.: NNU, 2014. – 43 p.

Таран І.О., Новицький О.В., Литвин В.В. Аналіз можливостей використання програмного забезпечення PTV VISION VISSIM для моделювання транспортних та пішохідних потоків

У роботі представлений аналіз можливостей застосування програмного забезпечення PTV VISION VISSIM при підготовці фахівців в галузі транспортних технологій. Програмний комплекс PTV VISION VISSIM, призначений для створення імітаційних моделей вулично-дорожньої мережі. Результати моделювання можуть бути використані для аналізу руху транспортних засобів і пішоходів, прогнозування виникнення заторів та організації раціональних графіків руху громадського транспорту.

Ключові слова: імітаційна модель, транспортна мережа, дорожній рух, аналіз, прогнозування.

Taran I.A., Novytskyi A.V., Lytvyn V.V. Analysis of the possibilities of using the software PTV VISION VISSIM for modeling transport and pedestrian traffic

The analysis of possibilities of application of PTV VISION VISSIM software is in-process presented at preparation of specialists in area of transport technologies. Programmatic complex PTV VISION VISSIM, intended for creation of simulation models of street-travelling network. Can be drawn

on design results for the analysis of motion of transport vehicles and pedestrians, prognostication of origin of congestions and organization of rational charts of motion of public transport.

Keywords: *simulation model, transport network, traveling motion, analysis, prognostication.*

Таран І.О. – д.т.н., професор кафедри управління на транспорті, ДВНЗ «НГУ», м. Дніпропетровськ, Україна, e-mail: taran_70@mail.ru.

Новицький О.В. – к.т.н., доцент кафедри управління на транспорті, ДВНЗ «НГУ», м. Дніпропетровськ, Україна.

Литвин В.В. – старший викладач кафедри управління на транспорті, ДВНЗ «НГУ», м. Дніпропетровськ, Україна.

Рецензент: **Марченко Д.Н.**, д.т.н., професор

Стаття подана 11.02.2015

УДК 656.225

АНАЛИЗ РАБОТЫ ПАССАЖИРСКОЙ СТАНЦИИ С БОЛЬШИМ ОБЪЁМОМ ГРУЗОВОЙ РАБОТЫ

Железкина Ю. К., Каликина Т. Н.

THE ANALYSIS OF WORK OF PASSENGER STATION WITH GREAT VOLUME OF FREIGHT OPERATION

Zhelezkina Y., Kalikina T.

В данной статье рассмотрены основные проблемы пассажирских станций с большим объёмом грузовой работы, на примере станции Хабаровск I. Выявлены и проанализированы основные проблемы в организации работы станции, предложены мероприятия по сокращению влияния негативных факторов на работу таких станций.

Ключевые слова: пассажирская станция с большим объёмом грузовой работы, качественные показатели работы станции, простой вагонов, эксплуатационная работа, пассажирская работа.

За последние годы в эксплуатационной деятельности железнодорожного транспорта произошли крупные изменения. Непрерывно совершенствуется организация перевозочного процесса, цель которого с наименьшими затратами обеспечить доставку огромных масс сырья, топлива, промышленной продукции из пунктов производства в места потребления, а так же удовлетворить потребности населения в передвижениях. Возросло значение эксплуатационной работы железных дорог. Главная её задача – организация единого технологического процесса деятельности всех служб транспорта. Для успешного выполнения этой задачи необходимо организовать слаженную работу и чёткое взаимодействие всех отраслей хозяйства: локомотивного, вагонного, путевого, грузового и пассажирского, связи и СЦБ. Но на сети железных дорог существуют станции, которые выполняют не профильную для них работу. Такими являются пассажирские станции с большим объёмом грузовой работы.

Внеклассные пассажирские станции с большим объёмом грузовой работы имеют определённую специфику в работе. Это вызвано выполнением огромного комплекса работ: пассажирские операции, почтово-багажные, технические, грузовые и коммерческие операции. В последнее время наблюдается тенденция снижения основных качественных показателей работы таких станций, вызванная увеличением поездопотоков и снижением грузооборота и пассажирооборота[1].

На основании анализа работы станций Дальневосточной железной дороги можно выделить пассажирскую станцию с большим объёмом грузовой работы – Хабаровск I.

Анализ показал, что в 2014 году погрузка превышает 154%, что выше показателей за 2013 год на 54% и на 44% – показателей 2012 года. Выгрузка составила 99,4%, что ниже показателей прошлого года на 0,6% и выше показателей 2012 года на 2,3%. В 2014 году наблюдается тенденция уменьшения количества отправленных пассажирских поездов на 2,2 %, чем в 2013 году, зато в сравнении с 2012 годом, количество отправленных поездов увеличилось на 8,9%. В 2014 году отправлено транзитных поездов-870, своего формирования – 536, а так же пригородных электропоездов – 1256 [2].

Одной из основных задач в организации работы станции является сокращение эксплуатационных расходов, основанное на улучшении качественных показателей работы. Нахождение вагона на станции (простой) является основным качественным показателем работы станции и его учёт ведётся по трём категориям рабочего парка: транзитные без переработки, транзитные с переработкой и местные вагоны. В связи с этим, основной задачей в сокращении простоя вагонов на пассажирских станциях с большим объёмом грузовой работы является совершенствование и оптимизация технологии ее работы. Для эффективного решения данной проблемы необходимо учитывать проблемы станции, изучить факторы, влияющие на выполнение качественных показателей и определить степень их влияния.

Выполненный анализ основных показателей работы станции Хабаровск I показал, что наблюдается тенденция роста простоя вагонов на станции. Так, в 2014 году простой транзитных вагонов без переработки вырос по сравнению с 2013 годом на 52,3% и на 29,5 % в сравнении с 2012 годом. Простой транзитных вагонов с переработкой по сравнению с 2013 годом вырос на 23,6% и на 75,7% уве-

личился в сравнении с 2012 годом. Прирост простоя местного вагона на станции в 2014 году составил на 9,8% больше в сравнении с 2013 годом и на 1,9% с 2012 годом (рис. 1).

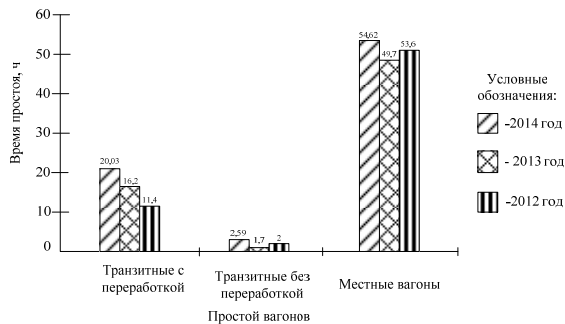


Рис. 1. Простой вагонов на станции по структурным группам

Как видно, основная часть простоя (74%) в 2014 году приходится на простой местных вагонов.

В свою очередь простой местных вагонов складывается из следующего элементов:

- от прибытия на станцию до подачи под грузовую операцию;
- от подачи до окончания грузовых операций;
- от окончания грузовых операций до уборки;
- от уборки вагона до его отправления со станции.

Основная доля простоя местного вагона, 34% приходится на простой в ожидании подачи под грузовую операцию. Наблюдается тенденция роста простоя вагона в ожидании подачи под грузовую операцию на 38,9 % в сравнении с 2013 годом, и увеличении на 10,48% в сравнении с 2012 годом. Простой вагона под грузовыми операциями составил 27%, что существенно ниже показателей 2013 года на 13,2% и на 6% ниже показателей 2012 года. Простой вагона в ожидании уборки, наоборот, увеличился на 24,8% в сравнении с 2013 годом и на 3,8% с 2012 и составляет 20,26%. Так же наблюдается тенденция увеличения простоя вагонов в ожидании отправления на 9,8 % с 2013 годом и на 18,2% в сравнении с 2012 годом (рис.2).

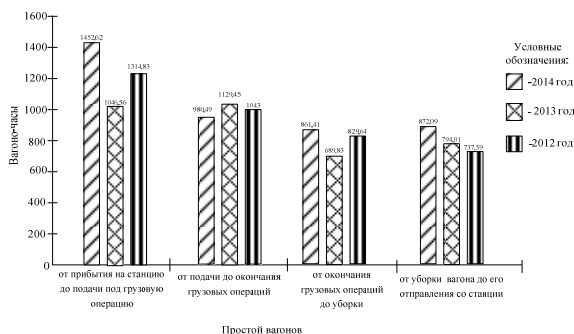


Рис. 2. Расчлененный простой вагонов на станции

Вследствие увеличения простоя вагона в ожидании подачи и отправления, пути станции заняты

вагонами, ожидающими подачу на подъездной путь или в ожидании отправления. В связи с тем, что станция Хабаровск I является пассажирской с большим объемом грузовой работы, то в работе, станция ориентируется на работу с пассажирскими и почтово-багажными поездами. Свободные пути, предназначенные для грузового движения, заняты местными вагонами, что приводит к затруднениям в маневровой работе на станции, и как итог простоя местного вагона увеличивается.

Ключевой проблемой увеличения простоя местного вагона на станции является недостаточное количество маневровых средств, не развитая инфраструктура и технология работы.

Помимо этого, на станции, через западную горловину происходит уборка и выставление пассажирских составов в пассажирское вагонное депо (ЛВЧД-1), так же осуществляется подача и уборка вагонов в парк станции Хабаровск I Хабаровск-Пристань. В восточную горловину осуществляется подача маршрутов в адрес ТЭЦ-3 и парка Входная. Помимо этого, на станции имеется множество других подъездных путей, которые нуждаются в обработке. Так же необходимо осуществлять пропуск грузовых поездов, для выполнения графика движения поездов и обеспечивать безопасность движения.

Чтобы разгрузить горловины станции можно предложить следующие мероприятия:

1. необходимо, рассмотреть вопрос об определении рационального количества вагонов в ядре почтово-багажного поезда. Это может сократить время обработки почтово-багажных поездов и уменьшить количество почтово-багажных вагонов на станции;

2. расформировывать поезда на близлежащих станциях в адрес ЗАО «Альянстрасойл» с грузом – нефть сырая и подавать на станцию в количестве 40 вагонов. Это сократит время на деление поезда на путях станции и накопления вагонов для следующего передаточного поезда;

3. изменение технологии работы на станции, в части изменения условий работы отдельных устройств, а также перераспределения операций, выполняемых этими устройствами;

4. развивать инфраструктуру станции.

Вместе с тем, для выполнения всех операций на станции должно быть обеспечено необходимое количество маневровых локомотивов. На станции Хабаровск I возникают трудности в оптимальном использовании маневровых средств, т.к. некоторые владельцы подъездных путей имеют в собственности локомотивы. Это приводит к снижению коэффициента использования маневровых средств на станции. Например, для подачи составов пассажирских поездов на пути ЛВЧД-1 пользуются маневровым локомотивом, осуществляющим маневровую работу в ЛВЧД-1. В некоторых случаях при подаче составов пассажирских поездов в ЛВЧД-1 используются маневровые локомотивы станции. А вот подача

состава пассажирского поезда под посадку производится маневровым локомотивом ЛВЧД-1. В связи с занятостью путей, маневровый локомотив станции простаивает, и как следствие уменьшается коэффициент его использования. Для увеличения коэффициента использования станционных локомотивов необходимо рациональное использование маневровых средств, согласно технологии маневровой работы в условиях разделения работы на станциях между выделенными дирекциями.

Несмотря на разделение компании на ряд вертикально интегрированных структур, все они преследуют одну общую цель – обеспечить прибыль для компании. Для осуществления данной цели, необходимо полное взаимодействие всех отраслей производства. Каждая из описанных выше проблем содержит в себе множество причин, решение которых лежит в применении организационно-технических и реконструктивных методов, которые необходимо исследовать более подробно.

Л и т е р а т у р а

1. <http://www.rzd-partner.ru/news/zheleznodorozhnye-gruzoperevozki/na-dvzhd/>
2. http://www.rzd/static/public/ru?STRUCTURE_ID=5182

R e f e r e n c e s

1. <http://www.rzd-partner.ru/news/zheleznodorozhnye-gruzoperevozki/na-dvzhd/>
2. http://www.rzd/static/public/ru?STRUCTURE_ID=5182

Zhelezkina Y.K., Kalikina T.N. The analysis of work of passenger station with great volume of freight operation.

In this article the main problems of passenger stations with large volume of work, on the example of station Khabarovsk I are considered. The main problems in the organization of work of station are revealed and analysed, actions for cutting-down of influence of negative factors for work of such stations are offered.

Keywords: passenger station with great volume of freight operation, qualitative factors of work of station, detention of car, passenger work, operational work

Железкіна Ю. К., Калікіна Т. Н. Аналіз роботи пасажирської станції з великим обсягом вантажної роботи

У даній статті розглянуті основні проблеми пасажирських станцій з великим обсягом вантажної роботи, на прикладі станції Хабаровськ І. Виявлено та проаналізовано основні проблеми в організації роботи станції, запропоновані заходи щодо скорочення впливу негативних факторів на роботу таких станцій.

Ключові слова: пасажирська станція з великим обсяг вантажної роботи, якісні показники роботи станції, простий вагонів, експлуатаційна робота, пасажирська робота.

Калікіна Т.Н. – к.т.н., доцент, заведуючий кафедрой «Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок», Дальневосточный государственный университет путей сообщения, kalikina@mail.ru

Железкіна Ю.К. – студентка магистратуры по направлению «Технология транспортных процессов», Дальневосточный государственный университет путей сообщения, yuliya.zhelezkina@list.ru

Рецензент: **Чернецька-Білецька Н.Б.**, д.т.н., професор

Стаття подана 01.02.2015 г.

УДК 621.7.548.0

ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ДЕФОРМАЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ПОКОВОК ЛОКОМОТИВОВ

Чередниченко С.П., Кузьменко С.В.

APPLICATION PRELIMINARY DEFORMATION TO IMPROVE THE ACCURACY OF FORGINGS LOCOMOTIVES

Cherednichenko S., Kuzmenko S.

В результате проведения исследований было определено, что снижение накопленных деформаций по сечению прутка при формовке изгибом совместно со снижением предела текучести на сдвиг, приводит к уменьшению деформации упругого последствия обеспечивает уменьшение пружинения и остаточных напряжений, что должно уменьшать коробление пружин и повышать точность исполнения ее размеров. С этой целью была разработана оснастка для горячей навивки пружин, позволяющая осуществлять указанные выше режимы деформации.

Ключевые слова: поковка, предварительная деформация, изгиб, винтовая пружина, оснастка

Макроскопические эффекты разупрочнения за счет реализации предварительной деформации при температурах динамической рекристаллизации имеют существенные практические значения для повышения точности изготовления поковок. Это прежде всего касается таких изделий как пружины, которые, как известно, изготавливаются горячей навивкой и их точностные параметры должны укладываться в довольно жесткие допуски согласно [1]. Очевидно, что эффект разупрочнения в данном случае можно использовать вводя дополнительную предварительную операцию деформации непосредственно перед окончательной навивкой пружины (рис.1), для чего необходимо специальное приспособление, устанавливаемое на навивочном станке.

Из приведенной схемы следует, что предварительную деформацию, удобно задавать роликом 4, играющему как бы функции правильного ролика, аналогично правильным машинам. Наличие узла предварительной деформации, состоящего из роликов 2, 3, 4, приводит к изменению схемы формовки пружины от чистого изгиба до изгиба с растяжением.

Последнее, естественно, приводит к смещению нейтральной линии сечения уже в начальной стадии процесса и соответствующих полям линий сколь-

жения. При чистом изгибе оно представляется однородным, а при изгибе с натяжением с радиусом соответствует сетке логарифмических спиралей. Однако, для определения количественных оценок влияния натяжения и предварительной деформации на характер формообразования при получении пружины, рассмотрения полей линий скольжения явно недостаточно, так как они построены в приближении деформации неупрочняющегося материала.

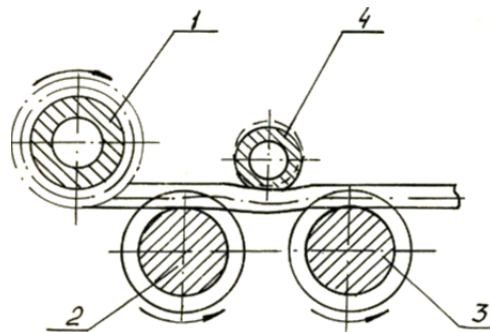


Рис. 1. Схема горячей навивки с предварительной деформацией изгибом

Очевидно, что одним из определяющих факторов, обуславливающих наличие остаточных напряжений и, соответственно, деформаций пружин является напряженно-деформационное состояние прутка при формообразовании пружины. Под этим подразумевается соответствующие величины, компонент деформаций и интенсивности деформаций, а также компонент напряжений и интенсивности напряжений. Следует отметить, что параметры напряженно-деформационного состояния определяются сопротивлением деформации, которые, в значительной степени обуславливаются комбинацией деформационных приемов и термомеханических условий деформации. Поэтому целями анализа НДС при формовке пружины является:

1. Определение накопленных деформаций в наружных слоях заготовки.

2. Определение истинного сопротивления деформации (предела текучести) материала при данных температурно-скоростных условиях по силовым параметрам процесса навивки.

$$\frac{d\sigma_r}{dr} - \frac{\sigma_\theta - \sigma_r}{r} = 0 \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} \sigma_\theta - \sigma_r &= 2k \\ \sigma_z &= 0,5(\sigma_r + \sigma_\theta) \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Тогда по [4] компоненты напряжений в наружных волокнах:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_r &= 2k \ln \frac{r}{b} \\ \sigma_\theta &= 2k \left(\ln \frac{r}{b} + 1 \right) \\ \sigma_z &= 2k \left(\ln \frac{r}{b} + 0,5 \right) \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

а во внутренних волокнах при условии отсутствия внешних радиальных нагрузок:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_r &= -2k \ln \frac{r}{a} \\ \sigma_\theta &= -2k \left(\ln \frac{r}{a} + 1 \right) \\ \sigma_z &= -2k \left(\ln \frac{r}{a} + 0,5 \right) \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Интенсивность напряжений при пластическом изгибе исходя из классического соотношения будет составлять:

$$\tau_i = \frac{1}{3} \sqrt{(\sigma_r - \sigma_\theta)^2 + (\sigma_r - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_\theta)^2} \quad (5)$$

Если r и θ текущие координаты точки сечения изгибаемого сечения, а U_r , U_θ , ε_r и ε_θ - перемещения и деформации в этой точке, то компоненты деформаций (учитывая симметрию по радиусу) выражаются как:

$$\varepsilon_\theta = \frac{U_r}{r} + 1 - \frac{r_0}{r} \quad (6)$$

Так как деформация плоская из условия постоянства объема следует:

$$U_r = \frac{c}{r} + r_0 - \frac{r}{2} \quad (7)$$

Согласно [4] решением этого линейного дифференциального уравнения является

$$U_r = \frac{c}{r} + r_0 - \frac{r}{2} \quad (8)$$

где c - постоянная интегрирования.

Из краевого условия $U_r=0$ при $r=r_0$ (на нейтральной линии) имеем:

$$c = -\frac{r_0^2}{2}, \quad U_r = -\frac{(r-r_0)^2}{2r}$$

Тогда

$$\varepsilon_r = \varepsilon_\theta = 0,5 \left(\frac{r_0^2}{r^2} - 1 \right) \quad (9)$$

Приведенные соотношения позволяют определить максимальные величины деформаций в наружных волокнах при $r=b$

$$\varepsilon_r^{\max} = \varepsilon_\theta = 0,5 \left(\frac{r_0^2}{b^2} - 1 \right) \quad (10)$$

Рассматривая задачу пластического изгиба с растяжением, характерную именно для случая формовки пружины по Хиллу [3] при соблюдении условия равновесия имеем:

$$q = ap.$$

где q - растягивающее усилие, отнесенное на единицу длины профиля;

p - давление профиля на поверхность формирующего ролика или оправки.

Так как в отличие от приведенного выше случая при изгибе с растяжением имеется давление профиля на оправку,

$$\sigma_r = -2k \ln r + c \quad (11)$$

где c определяется из условия: $\sigma_r = -p$ при $r=a$

Тогда во внутренних волокнах:

$$\sigma_r = -p - 2k \ln \frac{r}{a} \quad (12)$$

$$\sigma_\theta = -p - 2k \left(\ln \frac{r}{a} + 1 \right) \quad (13)$$

На нейтральной линии $r=r_0$ исходя из условия непрерывности функции $\sigma_r = f(r)$ имеем:

$$2k \ln \frac{r_0}{b} = -p - 2k \ln \frac{r_0}{a} \quad (14)$$

Откуда:

$$r_0^2 = ab \exp\left(-\frac{p}{2k}\right) \quad (15)$$

Отсюда следует, что положение нейтральной линии при изгибе с растяжением смещается к внутренней поверхности по закону:

$$r_0 = \psi \exp\left(-\frac{p}{4k}\right) \quad (16)$$

Где $\psi = \sqrt{ab}$, или учитывая, что $q = ap$ получим:

$$r_0 = \psi \exp\left(-\frac{q}{4ak}\right) \quad (17)$$

На нейтральной линии $r = r_0$ исходя из условия непрерывности функции $\sigma_r = f(r)$ отсюда вывод о том, что при всех прочих равных условиях сопротивление деформации или предел текучести на сдвиг k является головным параметром, определяющим степень смещения нейтральной линии при изгибе с растяжением. Это в свою очередь приводит к значительному изменению деформированного состояния в крайних наружных волокнах:

$$\varepsilon_r^{\max} = \varepsilon_\theta^{\max} = 0,5 \left[\frac{\sqrt{ab}}{b^2} \exp\left(-\frac{q}{4ak}\right) - 1 \right] \quad (18)$$

Расчеты показывают, что накопленные деформации на наружных и внутренних волокнах зависят от соотношения q/k . Таким образом, если с одной стороны уменьшается предел текучести на сдвиг k , а с другой стороны повышается напряжение q , то накопленные деформации уменьшаются.

Снижение накопленных деформаций по сечению прутка при формовке изгибом совместно со снижением предела текучести на сдвиг, что приводит к уменьшению деформации упругого последствия обеспечивает уменьшение пружинения и остаточных напряжений, что должно уменьшать коробление пружин и повышать точность исполнения ее размеров. С этой целью была разработана оснастка для горячей навивки пружин, позволяющая осуществить указанные выше режимы деформации.

Л и т е р а т у р а

1. ГОСТ 1452 – 86 «Пружины рессорного подвешивания локомотивов»
2. Ренне И.П. Труды тульского механического института, В.4, 1950.
3. Hill R. The Mathematical Theory of Plasticity. Oxford, 1950.
4. Томленов Л.Д. Механика процессов обработки металлов давлением.-М.: ГНТИ, 1963.-236 с.

R e f e r e n c e s

1. GOST 1452 – 86 «Pruzhiniy ressornogo podveshivaniya lokomotivov»
2. Renne I.P. Trudyi tulsogo mehanicheskogo instituta, V.4, 1950.
3. Hill R. The Mathematical Theory of Plasticity. Oxford, 1950.
4. Tomlenov L.D. Mehanika protsessov obrabotki metallov davleniem.-M.: GNTI, 1963.-236 s

Чередниченко С.П., Кузьменко С.В. Застосування попередньої деформації для підвищення точності поковок локомотивів

У результаті проведення досліджень було визначено, що зниження накопчених деформацій по перерізу прутка при формуванні вигином спільно зі зниженням межі текучості на зсув, призводить до зменшення деформації пружного післядії забезпечує зменшення пружинення і залишкових напружень, що повинно зменшувати жолоблення пружин і підвищувати точність виконання її розмірів. З цієї метою була розроблена оснащення для гарячої навивки пружин, що дозволяє здійснити зазначені вище режими деформації.

Ключові слова: поковка, попередня деформація, вигин, гвинтова пружина, оснащення

Cherednichenko S., Kuzmenko S. Application preliminary deformation to improve the accuracy of forgings locomotives

As a result of studies, it was determined that the reduction of accumulated strain in the cross section of the bar when forming the bend together with the decrease of the yield point shear strain reduces the springback reduction provides springing and residual stresses, which should reduce distortion and improve the accuracy of the spring performance of its dimensions. For this purpose has been developed rigging for hot coiling spring, allows the above-mentioned modes of deformation.

Keywords: forging, pre-deformation, bending, Coil Spring, accessories

Чередниченко С.П. – к.т.н, доцент кафедри транспортних систем ВНУ ім.В.Даля

Кузьменко С.В. – к.т.н, доцент кафедри транспортних систем ВНУ ім.В.Даля

Рецензент: **Соколов В.И.**, д.т.н, профессор

Статья подана 02.02.2015 р

УДК 656.96

КОНЦЕПТУАЛЬНИЙ ПІДХІД ДО ОРГАНІЗАЦІЇ ВЗАЄМОДІЇ ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЕДИТОРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ З СУБ'ЕКТАМИ ТРАНСПОРТНОГО РИНКУ**Шраменко Н.Ю., Орда О.О.****THE CONCEPTUAL APPROACH TO AFFECTIVE COOPERATION OF FREIGHT FORWARDERS AND THE TRANSPORT MARKET PARTICIPANTS****Shramenko N., Orda O.**

Розглянуті проблеми та переваги взаємодії транспортно-експедиторських підприємств з суб'єктами транспортного ринку на умовах кооперації. Запропоновано концептуальний підхід щодо ефективної взаємодії транспортно-експедиторських підприємств з суб'єктами транспортного ринку на умовах кооперації. Запропоновано комплексна оцінка ефективності процесу взаємодії учасників транспортно-експедиторського обслуговування (ТЕО) вантажовласників на умовах кооперації.

Ключові слова: транспортно-експедиторське обслуговування, транспортний ринок, взаємодія, кооперація, ефективність

Вступ. В умовах жорсткої конкуренції на транспортному ринку України дедалі складнішим постає питання надання дрібними та середніми підприємствами комплексного транспортно-експедиторського обслуговування (ТЕО) вантажовласникам без залучення партнерів. В зв'язку з цим спостерігається тенденція передачі певних операцій крупним логістичним компаніям, переважна частина яких представлена міжнародними компаніями. Орієнтація на постійно зростаючі вимоги клієнтів потребує збільшення капітальних та логістичних витрат, що в умовах кризової економіки змушує вітчизняних операторів шукати нові форми функціонування та ведення конкурентної боротьби на основі стратегічної взаємодії - кооперації.

Аналіз публікацій. Отримання однобічних зисків транспортно-експедиторськими підприємствами в сучасних ринкових умовах стає стратегічно недоцільним, так як високі витрати на ведення конкурентної боротьби не гарантує досягнення позитивного результату [1]. На сучасному етапі світовий транспортний комплекс представлений у формі кооперації діяльності невеликої кількості могутніх транспортних і транспортно-експедиторських компаній і сотень тисяч середніх і дрібних посередників і транспортних підприємств [2]. Однак, існуючі в літературі підходи [3, 4, 5] щодо організації стратегічної

взаємодії підприємств мають певні недоліки. Так, при створення виробничо-логістичної мережі, як форми конкурентної боротьби, у вигляді віртуального підприємства [3] ускладнюється відсутністю стабільного попиту та високим рівнем невизначеності. Мережеві форми взаємодії суб'єктів транспортної діяльності, зокрема створення транспортно-логістичних кластерів [4, 5], базуються на принципах довіри та рівнозначності учасників. Але при такій формі взаємодії виникають додаткові види ризиків та обмежень розвитку окремих підприємств. Знизити ринкову невизначеність та покращити взаємодію учасників процесу доставки вантажів дозволяє кооперація суб'єктів транспортного ринку [6]. Кооперація, як процес супутній конкуренції, являє собою взаємозв'язок конкуруючих підприємств у певних аспектах їх виробничої діяльності [7]. Тому, при створенні інтеграційного простору взаємодії суб'єктів ринку на умовах кооперації, необхідно враховувати зіткнення стратегій учасників. При цьому, стратегічні компоненти поведінки являються основними характеристиками ефективності функціонування кожного суб'єкта окремо.

Мета та постановка задачі. Об'єктом дослідження є процес функціонування транспортно-експедиторських підприємств на транспортному ринку. Метою досліджень є концептуальний підхід щодо ефективної взаємодії транспортно-експедиторських підприємств з суб'єктами транспортного ринку на умовах кооперації. Для досягнення мети дослідження вирішуються наступні задачі:

- аналіз процесу взаємодії транспортно-експедиторських підприємств з суб'єктами транспортного ринку;
- визначити основи взаємодії транспортно-експедиторських підприємств з суб'єктами транспортного ринку на умовах кооперації;
- визначити комплексну оцінку ефективності взаємодії усіх учасників ТЕО в умовах кооперації.

Проблеми взаємодії суб'єктів транспортного ринку. Транспортний ринок України характеризується наявністю суб'єктів, їх взаємодією та наявністю транспортної інфраструктури. Під суб'єктами транспортного ринку слід розуміти основних учасників (вантажовласники, перевізники, транспортно-експедиторські підприємства, термінали, логістичні центри) та учасники, які надають допоміжні послуги (склади, митні брокери, агенти, стивідори, сюрвейєри тощо) [8]. Важливими умовами формування стратегій поведінки суб'єктів конкурентного транспортного середовища є досягнення принципу компромісу та збалансування їх стратегічних інтересів. Глобалізація бізнес-процесів з ресурсним обмеженням на фоні інформаційного та комунікаційного прогресу обумовлює розвиток кооперативних взаємовідносин усіх учасників доставки вантажів. Кооперація забезпечується шляхом створення умов для сумісної роботи, які спрямовують усі суб'єкти транспортного ринку на узгоджені дії в пунктах стикування діяльності. Кожному з елементів найбільш вигідним повинен бути такий варіант дій, який забезпечує найбільший сукупний результат кооперації усіх взаємодіючих суб'єктів.

Проблеми взаємодії суб'єктів транспортного ринку обумовлені постійними змінами самого ринку та наявністю великої кількості взаємозв'язків між учасниками процесу доставки вантажів. Серед гострих питань слід виділити наступні:

- відсутність розвинутої транспортно-логістичної інфраструктури, що призводить до збільшення часу транспортно-експедиторського обслуговування вантажовласників;
- децентралізація та відсутність системи скоординованих взаємовідносин учасників транспортного процесу, що збільшує витрати на організацію доставки вантажів;
- значні розрізненості інтересів суб'єктів транспортного ринку при високому рівні конкуренції;
- низький рівень взаємодії між споживачами транспортних послуг та суб'єктами, що надають ці послуги;
- низький рівень інформаційного зв'язку між учасниками транспортного обслуговування вантажовласників та відсутність єдиного інформаційно-технологічного простору, що призводить до перепродажу замовлень на ТЕО;
- недосконала система електронного документообігу між учасниками під час доставки вантажів;
- недосконала нормативно-правова база та відсутність технологічних рішень, що здійснюють регулювання взаємовідносин суб'єктів транспортного ринку при обслуговуванні вантажовласників;
- стримування розвитку комбінованих, інтермодальних та мультимодальних систем перевезень вантажів.

В умовах євроінтеграції України слід враховувати, що в Європі в останні роки найбільша частка міжнародних перевезень здійснювалась у змішаному сполученні, а організаторами виступають, пере-

важно, крупні міжнародні транспортні корпорації, які поєднують в собі велику кількість перевізників, терміналів, транспортно-експедиторських підприємств (приклад корпорація DHL, транспортна компанія FESCO і т.п.). Слід зазначити, що на транспортному ринку України теж спостерігається тенденція розвитку інтеграційних процесів серед учасників – створення стратегічних альянсів, корпорацій, конгломератів, транспортно-логістичних кластерів, транспортних об'єднань. Однак, і при взаємодії вітчизняних транспортно-експедиторських підприємств з суб'єктами ринку в умовах кооперації виникають проблемні питання:

- відсутність з боку державних органів системного підходу до розвитку взаємовідносин крупних транспортних компаній з невеликими фірмами-експедиторами;
 - відсутність системи стимулів для крупних транспортних компаній розвитку коопераційних відносин;
 - недостатній рівень розвитку інформаційних, консультативних, проектних та інших послуг для підприємництва, зацікавленого в інтеграції;
 - недостатня привабливість невеликих фірм в якості партнерів для крупних транспортних компаній;
 - відсутність ефективної системи фінансування інтеграційних процесів, яка забезпечує потреби учасників доставки вантажів;
 - відсутність спеціалізованої системи страхування ризиків, які виникають в процесі взаємодії суб'єктів транспортного ринку;
 - низький рівень розвитку ділових стосунків та дефіцит довіри між учасниками процесу обслуговування, що збільшує ступінь невизначеності функціонування на ринку;
 - відсутність інформаційних інструментів прийняття управлінських рішень при управлінні процесом ТЕО на засадах кооперації учасників.
- Переміщення акценту з конкурентних відносин на співпрацю різних учасників ТЕО обумовлено рядом переваг їх взаємодії т на умовах кооперації:
- надання комплексного ТЕО вантажовласників та збільшення різноманіття можливих логістичних систем;
 - ефективне використання сукупних ресурсів учасників ТЕО;
 - економія витрат на пошук партнерів – учасників ТЕО вантажовласників;
 - підвищення рівня взаємодії між суб'єктами транспортного ринку;
 - синергія зусиль усіх учасників кооперації;
 - розвиток комбінованих, інтермодальних та мультимодальних систем доставки вантажів;
 - створення єдиного інформаційно-технологічного простору учасників ТЕО;
 - розвиток єдиної транспортної інфраструктури.

Зазначений перелік проблем взаємодії суб'єктів транспортного ринку потребує пошуку ефективних

технологій ТЕО вантажовласників та розробки інформаційних інструментів підтримки прийняття рішень на основі кооперації суб'єктів транспортного ринку.

Кооперація як стратегія поведінки суб'єктів транспортного ринку. Необхідно зазначити, що процес формування стратегій поведінки суб'єктів на транспортному ринку на принципах кооперації, які забезпечують механізм раціональної взаємодії вантажовласників, експедиторських підприємств та перевізників, повинен будуватись на основі узгодження цілей та задач управління з економічними інтересами учасників транспортного процесу (коаліції). Тому, для забезпечення ефективності процесу взаємодії учасників коаліції доцільно планувати діяльність суб'єктів на основі застосування принципів логістики: системності, доцільності, емерджентності, синергії, адаптивності, ефективності, економічності тощо.

Процес формування стратегій вимагає визначення не тільки цілей, але й зазначення організаційно-економічних принципів взаємодії транспортно-експедиторських підприємств з суб'єктами транспортного ринку. Найбільш характерним видом інтеграційного функціонування для більшості транспортно-експедиторських підприємств в Україні є аутсорсинговий спосіб (кооперація), для транспортних організацій – інсорсинговий спосіб (концентрація), для транспортно-логістичних компаній – мережевий спосіб (структурне та віртуальне комбінування) [5]. При створенні інтеграційного простору функціонування учасників в межах виконання одного замовлення на ТЕО доцільно поєднання зазначених форм взаємодії, з дотриманням економічної та організаційної автономії, що не обмежить розвиток кожного учасника коаліції окремо, не залежно від участі в процесі обслуговування вантажовласника.

Взаємодія забезпечується за рахунок створення умов спільного функціонування, які направляють всі суб'єкти системи на узгоджені дії в місцях стикування діяльності. Для кожного учасника найбільш вигідним є такий варіант дій, який забезпечує найбільш сукупну результативність спільної діяльності усіх взаємопов'язаних суб'єктів. Розробка шляхів узгодження інтересів учасників в процесі їх взаємодії повинно ґрунтуватися на результатах аналізу корисностей альтернативних дій (стратегій), за якими можливо оцінити раціональність стратегій, що застосовуються кожним учасником процесу обслуговування вантажовласників, з боку усієї коаліції суб'єктів. Якщо для будь-якого учасника коаліції варіант взаємодії виявиться менш вигідним, ніж альтернативи, або рівноцінним, наслідком буде виникнення конфлікту інтересів між учасниками. Уникнути конфліктних ситуацій дозволить ефективне управління взаємодією усіх учасників під час обслуговування вантажовласників єдиним оператором (особа, що приймає рішення). Функції єдиного оператора з організації узгодженого функціонування учасників коаліції пропонується надати транспорт-

но-експедиторському підприємству. Ефективність взаємодії всіх учасників коаліції під час виконання замовлення вантажовласника забезпечується укладанням угод на принципах рівноправності, умови яких повинні гарантувати, що відхилення від вказаних умов хоча б одним з учасників буде не вигідним для усієї коаліції.

Процес прийняття рішення єдиним оператором залежить від множини факторів. Але запобігти прийняттю «шаблонних» рішень в результаті суб'єктивних обмежень під час виконання замовлення, що призводить до зниження їх ефективності, допоможе синергія зусиль усіх учасників коаліції.

При оцінці ефективності процесу взаємодії усіх суб'єктів транспортного ринку під час ТЕО вантажовласників пропонується використовувати існуючі підходи: теорія транзакційних витрат та ресурсна теорія конкурентних переваг. Застосування основних принципів зазначених теорій дозволить сформувати стратегії поведінки кожного учасника ТЕО та комплексно оцінити ефективність процесу взаємодії усіх учасників коаліції на умовах кооперації. В якості критерію ефективності взаємодії усіх учасників ТЕО в умовах кооперації пропонується коефіцієнт результативності процесу взаємодії суб'єктів транспортного ринку, який визначається

$$E = \frac{\sum_{i=1}^i P_i}{\sum_{n=1}^n R_n},$$

де E - коефіцієнт результативності процесу взаємодії суб'єктів транспортного ринку;

$\sum_{i=1}^n P$ – синергетичний ефект n -учасників, отриманий при взаємодії на умовах кооперації, грн.;

$\sum_{n=1}^n R$ – сукупні витрати, що забезпечили отримання сукупного результату від ТЕО вантажовласників на умовах кооперації n -учасників.

Слід відмітити, що за рахунок комплексного та раціонального використання всіх наявних ресурсів усіх учасників коаліції формується ефект від взаємодії експедиторського підприємства з суб'єктами транспортного ринку при обслуговуванні вантажовласників. Тобто, синергетичний ефект характеризують три складові:

- перша складова оснований на економії транзакційних витрат на пошук партнерів, укладення угод та контроль за їх виконанням окремо кожним суб'єктом ринку;
- друга складова – це організаційний ефект від взаємодії суб'єктів ринку на умовах кооперації;
- третя складова - це показник, що характеризує ефективне використання ресурсів учасників на здійснення комплексного ТЕО вантажовласників на умовах кооперації.

Також, слід враховувати, що стратегічне управління процесом взаємодії експедиторських підприємств з суб'єктами транспортного ринку не передбачає повного уникнення ризику. Для максимізації доходу, підприємства змушені підвищувати ризик, а для того, щоб забезпечити баланс між рівнем ризику та доходу, доцільно використовувати інструменти прийняття рішень в умовах ризику та невизначеності, а саме теорію ігор, процедуру вибору раціональних стратегій поведінки з урахуванням виграшу та ризику.

Висновки. Виявлено існуючі проблеми при взаємодії транспортно-експедиторських підприємств з суб'єктами транспортного ринку, які обумовлені постійними змінами самого ринку та наявністю великої кількості взаємозв'язків між учасниками процесу ТЕО.

Запропонований концептуальний підхід щодо вирішення проблемних питань взаємодії експедиторських підприємств з суб'єктами транспортного ринку на умовах кооперації, який базується на основі узгодження цілей та задач управління з економічними інтересами учасників ТЕО (коаліції). Він передбачає розробку раціональних стратегій поведінки усіх учасників процесу та алгоритму дій, які дозволять оптимізувати процес прийняття управлінських рішень, спрямованих на формування різних варіантів технології ТЕО вантажовласників та вибір найкращого з них з позиції інтересів вантажовласників.

Запропонований критерій ефективності дозволить комплексно оцінити ефективність процесу взаємодії усіх учасників ТЕО на умовах кооперації.

Перспективними напрямками наукових досліджень являються:

- формування функцій виграшу для визначення раціональних стратегій поведінки транспортно-експедиторських підприємств при взаємодії з суб'єктами транспортного ринку;
- розробка моделей формування раціональних стратегій поведінки транспортно-експедиторських підприємств на транспортному ринку в залежності від типу взаємовідносин з суб'єктами ринку та з урахуванням умов ризику та невизначеності.

Л і т е р а т у р а

1. Кузнецов М.М. Развитие рынка транспортных услуг в Украине // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серия «Экономика и управление», 2009. - Том 22 (61). - Вып. 1. - С. 33-44.
2. Войцех С.В. Транспортно-экспедиционная деятельность за кордоном // Вісник НТУ «ХП». - Х: НТУ «ХП», 2008. - Вып. 12. - С. 24-27.
3. Иванов Д.А. Логистика. Стратегическая кооперация. - М.: Вершина, 2006. - 176с.
4. Парубець О. М., стаття «Економіко-організаційні принципи взаємодії суб'єктів транспортних мереж», режим доступу: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1795>.
5. Сич Є.М. Організаційно-економічні особливості взаємодії суб'єктів ринку транспортних послуг / Є.

М. Сич, О. В. Бойко, І. В. Дідовець // Зб. наук. праць Державного економіко-технологічного університету транспорту. Сер. : Економіка і управління. - 2013. - Вып. 25. - С. 54-62.

6. Смахов О.О. Маркетинговые модели транспортного рынка. - М.: Транспорт, 1998. - 20с.
7. Нагорний Є.В. Комерційна робота на транспорті: підручник / Є.В. Нагорний, Н.Ю. Шраменко, Г.І. Нестеренко. - Х.: ХНАДУ, 2012 - 268с.
8. Матвеева А., стаття «Ринок транспортных услуг: понятия, участники та об'єкти», режим доступу: http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/vapny_2011_1_14.pdf.

References

1. Kuznetsov M.M. Razvitiye rynka transportnih uslug v Ukraine // Uchenie zapiski Tavricheskogo natsionalnogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Seriya "Ekonomika I upravlenie", 2009. - Tom 22(61). - Vip. 1. - S. 33-44.
2. Voitseh S.V. Transportno-ekspeditsijna dijial'nist' za kordonom // Visnik NTU "HPI". - H.: NTU "HPI", 2008. - 12. - S. 24-27.
3. Ivanov D.A. Logistika. Strategicheskaja kooperatsija. - M.: Vershina, 2006. - 176s.
4. Parubets' O.M., stat'tja "Ekonomiko-organizatsijni printsipi vzaemodii sub'ektiv transpotnih mereg", regim dostupu: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1795>.
5. Sich E.M. Organizatsijno-ekonomichni osoblivosti vzaemodii sub'ektiv rynku transpotnih poslug / E.M. Sich, O.V. Boiko, I.V. Didovets' // Zb. nauk. prac' Dergavnogo economico-tehnologichnogo universitetu transportu. Ser.: Ekonomika i upravlinnja. - 2013. - Vip. 25. - S. 54-62.
6. Smehov O.O. Marketingovye modeli transportnogo rynka. - M.: Transport, 1998. - 20s.
7. Nagornij E.V. Komercijna robota na transporti: pidruchnik / E.V. Nagornij, N.Ju. Shramenko, G.I. Nesterenko. - H.: HNADU, 2012 - 268s.
8. Matveeva A., stat'tja «Rinok transportnih poslug: ponjattja, uchasniki ta ob'ekti», rezhim dostupu: http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/vapny_2011_1_14.pdf.

Шраменко Н.Ю., Орда А.А. Концептуальный подход к организации взаимодействия транспортно-экспедиторских предприятий с субъектами транспортного рынка.

Рассмотрены проблемы и преимущества взаимодействия транспортно-экспедиторских предприятий с субъектами транспортного рынка на условиях кооперации. Предложен концептуальный подход к эффективному взаимодействию транспортно-экспедиторских предприятий с субъектами транспортного рынка на условиях кооперации. Предложена комплексная оценка эффективности процесса взаимодействия участников транспортно-экспедиторского обслуживания грузовладельцев на условиях кооперации.

Ключевые слова: транспортно-экспедиторское обслуживание, транспортный рынок, взаимодействие, кооперация, эффективность.

Shramenko N., Orda O. The conceptual approach to affective cooperation of freight forwarders and the transport market participants.

The problems and advantages of interaction between freight forwarders and participants in the transport market in terms of collaborative engagement have been examined. The conceptual approach to affective cooperation of freight forwarders and the transport market participants has been offered. The comprehensive estimation of the efficient interaction between participants of transportation and forwarding services in terms of collaborative engagement has been suggested.

Keywords: forwarding service, transport market, interaction, cooperation, the efficient.

Шраменко Н.Ю. – д.т.н., професор кафедри «Транспортні технології» ХНАДУ, e-mail: nshramenko@gmail.com.

Орда О.О. – аспірант кафедри «Транспортні технології» ХНАДУ, e-mail: kost.alexandra@gmail.com.

Рецензент: **Чернецька-Білецька Н.Б.**, д.т.н., професор

Стаття подана 2.02.2015 р.

УДК 621.9

СТРАТЕГИЯ ПЕРЕНАЛАДКИ ОБОРУДОВАНИЯ НА БАЗЕ СЛОЖНОЙ КОНВЕЙЕРНОЙ СИСТЕМЫ

Павленко В. Н, Руденко Н. В, Хлыпина М. В.

STRATEGY OF READJUSTMENT OF THE EQUIPMENT ON THE BASIS OF DIFFICULT CONVEYOR SYSTEM

Pavlenko V. N., Rudenko N. V., Khlypina M. V.

Успех деятельности предприятия, его конкурентоспособность в рыночных условиях, в значительной степени зависит от того, как решается вопрос управления затратами, имеющими место в процессе производства и реализации продукции. Особенно важно решение этого вопроса в случае многономенклатурного характера производства.

Ключевые слова: производственный процесс, имитационное моделирование, конвейерная система, задача о переналадке оборудования.

Введение. Управление предприятием представляет собой вид деятельности, который направлен на регулирование хода производственных процессов в соответствии с поставленной целью. Цель деятельности большинства предприятий, производящих и реализующих свою продукцию потребителям, максимизация получаемой прибыли и управление затратами является одним из путей ее достижения.

Производственный процесс – это некая последовательность действий по превращению сырья в готовые изделия. Производственные процессы разделяются на пять основных стадий: подготовка; обработка; контроль; транспортировка; хранение.

Подготовка включает в себя очистку, демонтаж и сборку. Обработка обеспечивает изменение формы или свойств материалов. Контроль подразумевает сравнение со стандартом. Транспортировка – это перемещение продукции. Соответственно, хранение – это период, в течение которого обработка, транспортировка или контроль продукции не происходят. Каждая стадия производственного процесса состоит из операций по переналадке, т.е. операций по подготовке или регулировке оборудования, которые выполняются до и после обработки каждой партии изделия.

Многие компании производят свою продукцию большими партиями только потому, что длительность процесса переналадки делает процесс замены продукции на линии очень дорогостоящим. Потери,

связанные с простоем оборудования, иногда исчисляются миллионами гривен. В то же время изготовление продукции крупными партиями также имеет несколько недостатков: задержки; потери, связанные с запасами продукции; ухудшение качества.

Заказчикам приходится дожидаться, пока предприятие изготовит всю партию продукта (изделия), хотя достаточно было бы произвести и меньшее количество. Последующее хранение нереализованной продукции порождает дополнительные затраты, требует привлечения других ресурсов предприятия и увеличивает вероятность того, что эту продукцию придется направить в переработку или даже на уничтожение в связи с порчей. Естественно, все это не добавляет ценности продукту (изделию).

Если процесс переналадки занимает очень мало времени, ее можно проводить так часто, как это требуется. Это в свою очередь означает, что если мы будем производить продукцию малыми партиями, то сможем получить много преимуществ: гибкость; быстрая поставка; производительность; высокое качество.

Предприятие может удовлетворить меняющиеся потребности заказчиков без издержек на хранение запасов продукции. Производство малыми партиями позволит сократить время, затрачиваемое на подготовку заказа к отправке, а также время ожидания заказчиком требуемой продукции. Соответственно, снижается вероятность порчи изделий, поскольку сокращается время их хранения. Уменьшается и объем производственного брака из-за меньшего числа ошибок в ходе наладки и пробных пусков оборудования.

Постановка проблемы. Особую актуальность в настоящее время имеет автоматизация производственных процессов, которая широко применяется на зарубежных предприятиях и в значительной степени позволяет снижать трудоемкость продукции. Кроме того, в ряде случаев установка более производительного оборудования ведет к сокращению его

количества и позволяет частично высвободить производственные площади. Техническое перевооружение должно касаться прежде всего тех цехов и участков производства, где снижение затрат будет иметь наибольшее значение. Причины необходимости техперевооружения малых предприятий механообработывающего профиля можно сгруппировать последующим направлениям:

- повышение технологической устойчивости производства;
- сокращение циклов изготовления деталей и сборочных единиц, ускорение оборачиваемости вложенных средств;
- сокращение сроков и стоимости подготовки производства;
- сокращение трудоемкости, снижение себестоимости продукции;
- сокращение брака и затрат на восстановление дефектной продукции;
- сокращение затрат на модернизацию и ремонт оборудования.

Анализ исследований и публикаций.

Независимо от типа используемого оборудования, все процедуры традиционной переналадки, состоят из четырех этапов [1]:

1. Подготовка, регулировка, проверка материалов и инструментов.
2. Монтаж и демонтаж съемных элементов.
3. Измерения, настройка и калибровка.
4. Пробные пуски и калибровка.

Основная причина, из-за которой традиционные операции переналадки занимают много времени, заключается в том, что операции внутренней и внешней наладки перемешаны между собой. Многие задачи, выполнить которые можно и при работающем оборудовании, выполняются только после его остановки [2].

В то же время система SMED призвана упростить и сократить действия при переналадке. Например, она позволяет сократить время операций на третьем этапе традиционной переналадки, предлагая производить все или большинство подготовительных операций при работающем оборудовании, а также обеспечить изготовление качественной продукции сразу же после запуска без пробных запусков и регулировки, другими словами полностью отказать от четвертого этапа традиционной переналадки [3].

В производственной системе возникает «классическая» задача о переналадке оборудования, решать которую методами математического программирования [1] было нецелесообразно из-за необходимости учета динамических свойств реального производственного процесса и влияющих на него «второстепенных» факторов.

Поиск «удачных» алгоритмов переналадки автоматических станций при различных последовательностях партий изделий проще всего осуществить путем составления соответствующих эмпирических правил, эффективность которых может

быть проверена путем прямого имитационного моделирования [4, 5].

Цель статьи. В работе проведено исследование логистических процессов при производстве технически сложной продукции, которое основано на внедрение логистических концепций при автоматизации многономенклатурного производства.

Результаты исследований. Объектом моделирования является производственная линия, на которой выполняются контроль и испытание коробок передач (в дальнейшем – изделий) для дизельных двигателей большой мощности. Основой конфигурации линии является замкнутая конвейерная система, с помощью которой осуществляется транспортировка изделий, установленных на специальных носителях. В форме эквивалентной замкнутой системы массового обслуживания линия показана на рис. 1.

Обработка изделия начинается с его установки на носитель на рабочей станции 1, далее оно перемещается еще через 10 рабочих станций, на последней из которых производится снятие изделия с носителя, что является завершением цикла его обработки. Носитель не покидает конвейерную систему, и после разгрузки на станции 11 он опять поступает на станцию 1, где на него устанавливается новое изделие. На станциях 1-4 и 7-11 операции выполняются рабочими, а на параллельно работающих станциях 5.1-5.8 и 6.1-6.7, где проводятся основные операции по испытанию изделий, режим работы является полностью автоматическим.

Основная сложность организации работы данной производственной линии связана с тем, что на ее вход поступают партии изделий различного типа. Этот факт непосредственным образом влияет на реальную производительность автоматических станций 5.1-5.8 и 6.1-6.7, так как возникает необходимость производить их переналадку, связанную с изменением типа обрабатываемых изделий. При повышении частоты выполнения операций по переналадке сокращается возможное полезное время работы станций и, как следствие, их реальная производительность (пропускная способность).

Поставленная задача о переналадке автоматических станций 5.1-5.8 и 6.1-6.7 имеет следующую формулировку: если на вход системы поступает новая партия изделий, то в какие моменты времени и для каких станций должна быть начата их переналадка?

Решение этой задачи должно быть подчинено стремлению достичь максимальной пропускной способности системы в целом. Поиск «удачных» алгоритмов переналадки автоматических станций при различных последовательностях партий изделий проще всего осуществить путем составления соответствующих эмпирических правил, эффективность которых может быть проверена путем прямого имитационного моделирования.

Предполагается, что на вход производственной линии могут поступать изделия четырех типов А, В,

С и D партиями 1 – 200 ед. Конкретные последовательности, соответствующие структуре производственной программы, кодируются в виде сколь угодно длинных цепочек вида «10A20B10A30C10A20D ... и т.д.». Если последовательность, содержащая, например, только по 50 изделий типа А и В, повторяется, то она может быть записана в виде «50A50B». Некоторые изделия после окончания соответствующей операции контроля или испытания объявляются бракованными. После получения такого статуса изделие не направляется к автоматическим станциям, а с помощью имеющихся в наличии транспортных путей направляется прямо к станции разгрузки 11. Вероятность выявления брака на каждой рабочей станции задается в составе исходных данных модели.

Имитационная модель производственной линии была разработана с использованием пакета имитационного моделирования Anylogic. В модели отображены все свойства и параметры реальной линии, которые были описаны выше. Предварительная настройка алгоритмов переналадки заключается в создании так называемых «масок», с помощью которых указывается, какие именно автоматические станции предназначаются для обработки изделий типов А, В, С и D. В результате каждая станция может быть настроена на обработку одного, двух, трех или всех четырех типов изделий. Совокупность данных, внесенных в «маски», определяет так называемые *правила доступности станций*. Второй группой правил являются *правила выбора станций*, которые реализуются в моменты, когда в точке X или Y (рис. 1) для очередного изделия должна быть определена станция, к которой оно будет направлено. Совокупность правил доступности и выбора станций называется *стратегией переналадки*. Термин «вариант 1» будет относиться в дальнейшем к использованию правил, при которых выбирается станция с максимальным числом занятых мест, а термин «вариант 2» – с минимальным числом занятых мест.

Основным показателем эффективности функционирования производственной линии является ее производительность (пропускная способность), измеряемая как среднее число изделий в час, снимаемых с носителей на станции 11. Именно этот показатель отображается на всех показанных ниже диаграммах, иллюстрирующих результаты имитацион-

ных экспериментов. Хотя вариант 2 почти во всех экспериментах демонстрирует лучшие результаты по сравнению с результатами, полученными при использовании варианта 1, последние также показаны на диаграммах с целью дополнительного подтверждения устойчивости модели и надежности результатов.

Эксперимент 1: варьирование числа носителей в системе. Для данного эксперимента была выбрана повторяющаяся последовательность партий изделий «2A2B», при которой вообще не было необходимости выполнять переналадку станков. Были проведены прогоны модели с числом носителей, постоянно циркулирующих в системе, которое изменялось в пределах 50...140. Результаты (рис. 2) указывают на недостаток варианта 1, при котором приемлемый уровень производительности достигается лишь при 85 носителях, так как при этом варианте проявляется тенденция к образованию максимально длинных очередей, вследствие чего большое число носителей «замораживаются» во входных буферах автоматических станций. При числе носителей в интервале 85...115 система демонстрирует устойчивый режим работы с максимально возможной производительностью (в случае варианта 2), равной 77,6 изделий в час.

Эксперимент 2: варьирование размера партий изделий. Только два типа изделий (А и В) поступают на вход системы в виде одинаковых по размеру партий, причем этот размер изменяется в пределах от 200 до 1. На рис. 3 показаны результаты моделирования, полученные при использовании стандартных вариантов 1 и 2, когда все автоматические станции были доступны для обработки изделий обоих типов и переналадка начиналась каждый раз, когда изделие нового типа появлялось на испытательной позиции. Можно видеть, что при размере партий < 30 эффективность данных стратегий резко падает, так как уже больше 25 % времени работы станций уходит на переналадку. При больших размерах партий экспериментальные попытки «освободить» какие-то станции от переналадки всегда приводили к уменьшению производительности линии. Для размера партий ≥ 30 на рис. 3 показаны значения производительности, которые не могут быть улучшены за счет изменения стратегии переналадки.

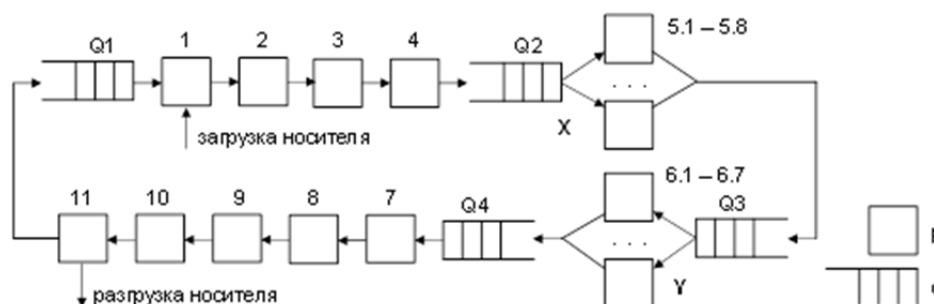


Рис. 1. Представление производственной линии в виде замкнутой системы массового обслуживания

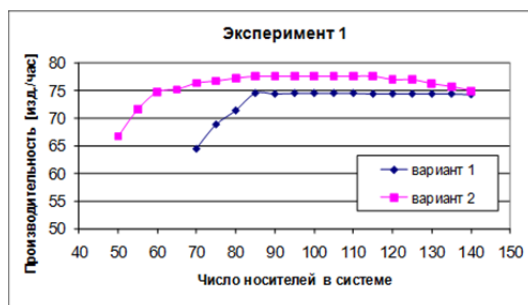


Рис. 2. Результаты эксперимента 1

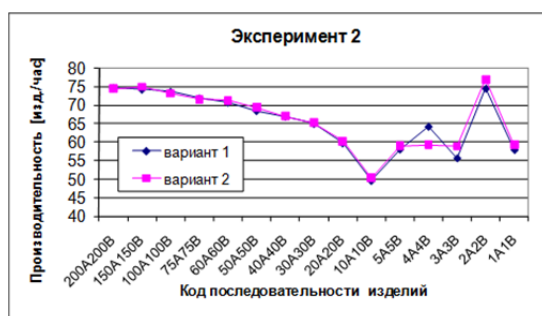


Рис. 3. Результаты эксперимента 2

Эксперимент 3: поиск оптимальных стратегий переналадки. Для последовательностей равновеликих партий типа «20A20B», «10A10B» и т.д. таким путём удалось найти простую схему закрепления типа изделий за конкретными станциями, которая в совокупности с вариантом 2, означающим выбор входных буферов с минимальным числом занятых мест, была названа «оптимальная стратегия» и которая обеспечивала максимально возможную производительность линии при почти полном отказе от операций по переналадке (рис. 4).

Эксперимент 4: ограничение числа рабочих-наладчиков. Все предыдущие эксперименты проводились при условии, что число рабочих-наладчиков было неограниченным.

На рис. 5 для случая обоих стандартных вариантов показан эффект снижения производительности системы, когда число доступных рабочих-наладчиков уменьшилось до двух человек.

При малых размерах партий, когда число операций по переналадке может быть относительно большим, такое снижение может составлять > 50%.

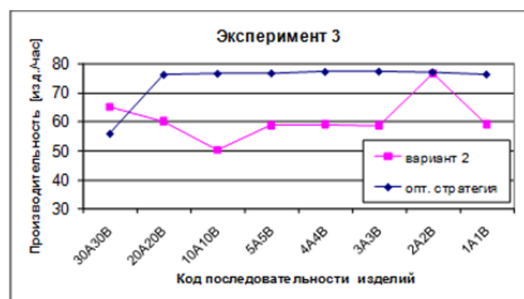


Рис. 4. Результаты эксперимента 3

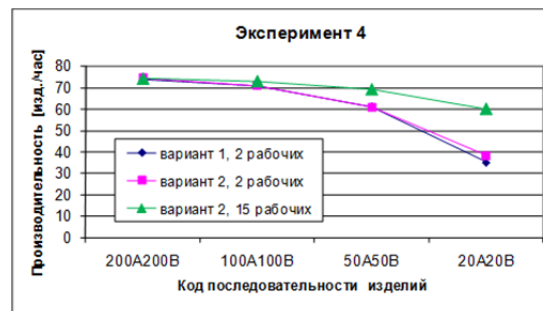


Рис. 5. Результаты эксперимента 4

Выводы. Успех деятельности предприятия, его конкурентоспособность в рыночных условиях, в значительной степени зависит от того, как решается вопрос управления затратами, имеющими место в процессе производства и реализации продукции. Особенно важно решение этого вопроса в случае многономенклатурного характера производства. Предлагаемое сокращение потерь за счет быстрой переналадки оборудования позволяет сократить размер оптимальной партии, как следствие – оперативно управлять запасами и в итоге сократить время исполнения заказа. Кроме того, чем меньше партия, тем проще выявлять отклонения по качеству и количеству. Таким образом, логистика становится фактором формирования ключевой компетенции и источником основных конкурентных преимуществ предприятий.

Л и т е р а т у р а

1. Быстрая переналадка для рабочих. Группа разработчиков издательства Productivity Press. М. Издательство ИКСИ, 2009, ISBN 978-5-903148-28-8
2. Детярев Ю.И. Исследование операций: учебник для вузов по специальности АСУ. М.: Высшая школа, 1986.
3. Сигео Синго. Изучение производственной системы Тойоты с точки зрения организации производства. - М: ИКСИ, 2006. ISBN 5-903148-03-4
4. Толуев Ю.И. Имитационное моделирование логистических сетей // Логистика и управление цепями поставок. 2008. 2/25. С. 53-63.
5. Толуев Ю.И., Иванов Д.А. Инженерные традиции в имитационном моделировании производственных и логистических систем // Имитационное моделирование. Теория и практика: Сб. трудов V всероссийской научно-практической конференции. СПб.: ФГУП ЦНИИ ТС, 2011, с. 75-82.

R e f e r e n c e s

1. Bystraja perenaladka dlja rabochih. Gruppa razrabotchikov izdatel'stva Productivity Press. M. Izdatel'stvo IKSII, 2009, ISBN 978-5-903148-28-8
2. Degtjarev Ju.I. Issledovanie operacij: uchebnik dlja vuzov po special'nosti ASU. M.: Vysshaja shkola, 1986.
3. Sigeo Singo. Izuchenie proizvodstvennoj sistemy Tojoty s točki zre-nija organizacii proizvodstva. - M: IKSII, 2006. ISBN 5-903148-03-4.
4. Toluev Ju.I. Imitacionnoe modelirovanie logisticheskikh setej // Lo-gistika i upravlenie cepjami postavok. 2008. 2/25. S. 53-63.
5. Toluev Ju.I., Ivanov D.A. Inzhenernye tradicii v imitacionnom mode-lirovanii proizvodstvennyh i logistich-

eskih sistem // Imitacionnoe modelirovanie. Teorija i praktika: Sb. trudov V vsrossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. SPb.: FGUP CNII TS, 2011, s. 75-82.

Павленко В.М, Руденко Н.В., Хлипіна М.В. Стратегія переналагодження обладнання на базі складної конвеєрної системи

Успіх діяльності підприємства, його конкурентоспроможність в ринкових умовах, в значній мірі залежить від того, як вирішується питання управління витратами, що мають місце в процесі виробництва і реалізації продукції. Особливо важливо рішення цього питання в разі багатомономенклатурного характеру виробництва.

Ключові слова: виробничий процес, імітаційне моделювання, конвеєрна система, завдання про переналагодження обладнання.

Pavlenko V.N., Rudenko N.V., Khlypina M.V. Strategy of readjustment of the equipment on the basis of difficult conveyor system

The success of activity of the enterprise, its competitiveness in market conditions, substantially depends on how the issue of management of the expenses taking place in process of production and product sales is resolved. The solution of

this question in case of multi-nomenclature nature of production is especially important.

Key words: production process, imitating modeling, conveyor system, a task about readjustment of the equipment.

Павленко В.Н. – д.т.н., професор, професор кафедри теоретичної механіки, машинознавства та роботомеханічних систем, Національний аерокосмічний університет ім. М.С. Жуковського «ХАІ», м. Харків, Україна, e-mail: pavlenko_vitaliy@mail.ru.

Руденко Н.В. – к.т.н., доцент, доцент кафедри теоретичної механіки, машинознавства та роботомеханічних систем, Національний аерокосмічний університет ім. М.С. Жуковського «ХАІ», м. Харків, Україна, e-mail: RudenkoNV@yandex.ru.

Хлипіна М.В. – магістрант, Національний аерокосмічний університет ім. М.С. Жуковського «ХАІ», м. Харків, Україна, e-mail: margaret7279@yandex.ua

Рецензент: **Соколов В.И.**, д.т.н., професор

Стаття подана 26.01.2015

УДК 159.91

БЕЗПЕКА УЧАСНИКІВ ДОРОЖНЬОГО РУХУ В ГЕОПАТОГЕННИХ ЗОНАХ**Степанов О. В.****SAFETY OF ROAD USERS IN GEOPATHIC AREAS****Stepanov O.**

Стаття присвячена феномену геофізичних аномалій – геопатогенним зонам, які впливають на психофізіологічний стан учасників дорожнього руху через різноманітний, прихований і шкідливий вплив на людський організм. Доведено, що на автошляхах проходить одна або кілька реактивних зон полів випромінювання, утворених геопатогенними зонами, здатними впливати на здоров'я людей і зокрема на їх психофізіологічний стан, що негативно позначається на безпеці учасників дорожнього руху. Автор доходить висновку, що у водіїв автотранспорту, які потрапляють під дію геопатогенних зон – фізичних полів навколишнього середовища, до яких можна віднести акустичні, електромагнітні, вібраційні, інфра звукові, теплові, світлові, радіаційні поля, підвищується ймовірність скоєння дорожньо-транспортних пригод.

Ключові слова: безпека, геопатогенні зони, учасники дорожнього руху.

Вступ. Численними дослідженнями доведено, що на нашій планеті існують різні геофізичні аномалії, які називають геопатогенними зонами (ГЗ), або аномальними зонами (АЗ). Магнітне поле Землі та зовнішнє магнітне поле найбільш інтенсивно проявляються в зонах глибинних розломів літосфери, особливо в місцях їх перетинів. Вони збуджуються сонячною активністю, космічним випромінюванням, внутріземними фізико-тектонічними процесами, рухом підземних вод, техногенними та іншими процесами. Магнітні бурі, що виникають при дії заряджених частинок, що випромінюються сонцем і потрапляють в навколоземний простір, перетворюються в електричні хвилі та індукують телуричні струми в земній корі.

Постановка проблеми. ГЗ впливають своїми електромагнітними, гравітаційними та біомагнітними полями на живі організми, рослини, в тому числі і на людину. Доведено, що певною мірою ГЗ впливають на психофізіологічний стан учасників дорожнього руху через різноманітний, прихований і шкідливий вплив на людський організм.

Аналіз публікацій. Наукові дослідження АЗ в Англії, США, Канаді, Німеччині, Австрії, Франції, Швейцарії [6, 7, 10, 11] повністю підтвердили існу-

вання своєрідних ГЗ на Землі. Було виявлено, що тривалий, багаторічний вплив на організм ГЗ призводить до поступового зниження імунного статусу людини, при цьому виникають незворотні патологічні процеси [8, 12-14].

Різномпланові праці вчених, таких як: Т. К. Брус, Ю. І. Шутов, А. В. Храмов, Е. М. Нейко, Б. С. Серпов, І. П. Ванджура, А. К. Григорьев, А. В. Еникеев, І. Г. Лукачук, С. В. Каракай, А. С. Касаткина, Л. Е. Копанев, В. А. Кудрина, А. Е. Левитин, Е. К. Мельников, В. В. Налимов, В. В. Никитин, Л. С. Онищенко, Л. Е. Панин, А. І. Перельман, В. А. Рудник, Л. Н. Сапожников, Е. А. Скрябин, Л. І. Сопильник, П. Г. Столярчук, А. А. Скаронец, Г. А. Усенко, Ю. А. Холодов, В. І. Черняков, І. І. Черниченко, А. Л. Чижевський, С. М. Чибисов, І. Т. Шатохин, Н. П. Шаповалов, А. В. Шакуля, Р. В. Щепетнов, І. В. Шумилов, С. М. Шугрин, В. Ю. Ястремский та ін., довели, що АС дійсно існують, а освіту ГЗ залежить від силового каркаса Землі - системи глобального розподілу тектонічного напруження в літосфері планети, що і чинить негативний вплив на біоритми людського організму.

Мета дослідження. Розглянути геофізичні аномалії, які називають геопатогенними зонами, їх вплив на безпеку учасників дорожнього руху.

Результати досліджень. Основними причинами, що впливають на дорожньо-транспортні пригоди (ДТП), є: умови експлуатації автотранспорту, його технічний стан, дисциплінованість учасників дорожнього руху, психологічний стан учасників дорожнього руху. Крім цього, встановлено багато факторів впливу навколишнього середовища на ДТП, серед яких - рівень магнітного поля Землі та інших електромагнітних полів, що впливають на реакцію водія автотранспорту. Аналіз наукової літератури показав, що зміни геомагнітного поля впливають на психофізіологію і водія автотранспорту [1, 12, 13].

Накопичений у світі фактичний матеріал про взаємодію людини з навколишнім середовищем, особливо в другій половині ХХ століття, істотно

змінив уявлення про вплив окремих компонентів навколишнього середовища на здоров'я людини [2, 3]. Стан довкілля людини визначається не тільки ступенем її техногенного забруднення, але і наявністю ряду факторів природного характеру, серед яких провідну роль відіграють такі неоднорідності земної кори як зони розривних тектонічних порушень і напруг, що визначаються як ГЗ. Не виключено, що різними типами геоструктур Землі в цілому відповідають певні регіональні комбінації ГЗ, що розрізняються лише за параметрами аномалій геофізичних, геохімічних та інших полів, при подібності механізму їх впливу на організм людини [3, 6, 9, 11].

За багаторічними спостереженнями вітчизняних і зарубіжних дослідників ГЗ служать чинниками ризику, істотно підвищують ймовірність виникнення системних захворювань, стресів і психічних розладів, зниження активності імунної системи організму людини [2, 4, 8, 14]. Магнітні бурі як аномальні прояви природного змінного магнітного поля Землі, впливаючи на магнітне поле людини, змінюють параметри його біомагнітного поля. У зв'язку з цим змінюються параметри електричних полів відповідних органів людини [2-4, 13-14]. Вплив ГЗ на електричні струми різних органів в кінцевому підсумку призводять до зміни психофізіологічного стану людини, що може становити загрозу для здоров'я учасників дорожнього руху та ймовірності скоєння ними ДТП [9, 12].

С допомогою останніх досягнень квантової фізики відомо, що живий організм, будучи нерівноважною відкритою середовищем, являє собою набір молекулярних утворень. Ці молекулярні освіти мають високу структурну впорядкованість і поведінка як єдине ціле в реакціях і поведінці в просторі та часі [5]. Тому будь-яке стороннє вплив на яку-небудь із молекулярних структур відразу позначається на стані молекулярної системи, органу і організму в цілому і веде до зміни їх стану. За структурну і функціональну узгодженість підсистем біологічного об'єкта, взаємодія між організмом і зовнішнім середовищем, роботу регуляторних та адаптивних механізмів (наприклад, імунної системи) і збереження життєздатності відповідає «енергетична система» організму. Порушення саме цієї системи біологічного об'єкта служить початком розвитку різних патологій людини [2, 5, 9, 10].

Медико-геологічні дослідження Санкт-Петербурзьких вчених Є. К. Мельникова, Ю. В. Мусійчук [7] та інших показали, що ГЗ - не міф, а реальність, з якою не можна не рахуватися. Результати роботи виявили статистично значимий зв'язок онкологічних захворювань, розсіяного склерозу, ішемічної хвороби серця з ГЗ. У таких зонах, навіть при їх невеликих лінійних розмірах, спостерігаються зміни психофізіології людей, а це призводить до підвищення травматизму та аварійності [2, 3, 12].

А. П. Дубров розглядає ГЗ як геофізичну аномалію і називає її реактивною зоною, в якій спостерігаються різного роду реакції людей при дії на них

земного випромінювання [5]. Він вважає, що особливо небезпечно наявність ГЗ на автомобільних дорогах. На його думку, навіть короточасне перебування в ній водія автотранспорту викликає у нього раптову втрату свідомості і орієнтування внаслідок своєрідного стресу. Наприклад, деякі ДТП відбувалися в гарну погоду, на рівній дорозі, де несподівано перед учасниками дорожнього руху з'являються то чорна стіна, то туман або біжать навперейми пішоходи, то мчаться назустріч вантажівки. Причому насправді нічого цього не було. Водії згадували про уповільнення реакції, дивних відчуттів, напівсонному розслабленому стані, ниючий біль у грудях [1, 7, 12].

В Україні цю «містику» під наукову базу вдалося підвести доктору технічних наук Л. І. Сопільник [12], який разом з науковими співробітниками Львівського політехнічного інституту досліджували місця ДТП різними приладами. Було визначено, що є ділянки доріг, де електромагнітне поле Землі в 200-650 разів перевищує допустиму норму, що і створює підвищену аварійність, оскільки навіть короточасне перебування водія в ГЗ викликає у нього раптову короточасну втрату свідомості і орієнтування в результаті своєрідного стресу. У зв'язку з цим, в одних і тих же місцях, з певною циклічністю, на сухій і рівній автодорозі постійно відбуваються ДТП. За результатами досліджень Л. І. Сопільник був запропонований метод вимірювання параметрів електромагнітних полів на автомобільних дорогах та врахування їх впливу на ДТП.

Таким чином, статистичні та експериментальні дані свідчать про те, що на автошляхах проходить одна або кілька реактивних зон полів випромінювання, утворених водоносними жилами або геологічними розломами, або ж зумовленими ними ґратчастими структурами - ГЗ, здатними впливати на здоров'я людей і зокрема на їх психофізіологічний стан, що негативно позначається на безпеці учасників дорожнього руху [4, 6]. Водій та інші учасники дорожнього руху постійно знаходяться в умовах дії фізичних полів навколишнього середовища, до яких можна віднести акустичні, електромагнітні, вібраційні, інфразвукові, теплові, світлові, радіаційні, що призводить до підвищення ймовірності ДТП.

Дослідники зафіксували існування й інших полів невідомого походження. На підставі отриманих результатів були складені електромагнітні карти основних доріг області - виміри робилися через кожні 25 метрів. Потім цю карту зіставили з місцями ДТП, обробили на комп'ютері і переконалися, що в 98% аварії припадають саме на місцях утворення ГЗ. При цьому всі ДТП відбуваються не щодня, а з циклом в 28 днів [12].

Свою гіпотезу, що відбувається запропонував фахівець з рідким кристалом, український вчений, доктор технічних наук, професор Зенон Готра. Людина - це рідка біологічне середовище. На мікрорівні структура біологічного середовища (за спрощеною схемою) - це клітина людського організму, що

складається з молекул, які, в свою чергу, представляють групу атомів, навколо ядер яких на відповідних рівнях переміщуються електрони. Людина, як біологічний і мислячий організм, володіє безліччю систем і функцій, в яких протікають хіміко-фізичні процеси, що створюють тонкі електричні імпульси і струми, і споживають енергію магнітних полів [9, 14]. Робота мозку людини будується на налагодженій та узгодженій сукупності надтонких електричних і магнітних полів, що охоплюють своїми полями і нервовими ланцюгами весь організм. Кожна мікрочастинка структури біологічного середовища людини має електричними та іншими видами полів, в сукупності званих «біополем» [8]. Взаємодія біополів цих мікрочастинок, складаючись між собою в єдине поле, утворює біополе людини. Будь-яке порушення взаємодії перерозподіляє структуру мікробіополей і біополя в цілому, послаблюючи захищеність людського організму. Як відомо, рогівка ока складається з рідких кристалів, і коли учасник дорожнього руху (особливо водій автомобіля) потрапляє в ГЗ, під впливом потужного магнітного поля Землі вони переорієнтуються, а в мозку на клітинному, білковому і молекулярному рівнях порушуються всі процеси.

До цього слід додати, що за структурну і функціональну узгодженість підсистем людини як біологічного об'єкта, взаємодія між організмом і зовнішнім середовищем, роботу регуляторних та адаптивних механізмів (наприклад, імунної системи) і збереження життєздатності відповідає «енергетична система» організму людини. Порушення саме цієї системи служить початком розвитку різних «енергетичних» захворювань людини. В даний час найбільш поширеною причиною таких захворювань є вплив на «енергетичну» систему організму зовнішніх паразитних електромагнітних і аномальних випромінювань - ГЗ.

Образно кажучи, водій автомобіля або інший учасник дорожнього руху отримує своєрідне «струс мозку» і протягом деякого часу не в змозі самостійно оцінити дорожню ситуацію. Реакція уповільнюється в десятки разів, а в очах стоїть так званий «попередній кадр» - порожня дорога, яка насправді була порожньою кілька секунд тому.

Вчені Інституту геологічних наук НАН України, вивчаючи планетарні розломи літосфери Землі, вивчали і ГЗ в деяких місцях ДТП [6, 8, 12]. Було встановлено, що природне випромінювання земної кори посилюється впливом ліній високовольтних електропередач, генераторів, різних ретрансляторів. Через них, потрапляючи в геопатогенну зону, у людини побачене сприймається мозком неадекватно, при цьому в учасників дорожнього руху може виникнути короткочасна втрата свідомості, що і призводить до ДТП. Аналіз факторів короткочасного впливу електромагнітних полів (ЕМП) на людину показує, що існуючий на автодорогах рівень ЕМП, його зміна у просторі та часі може в кілька разів збільшити ризик виникнення ДТП.

З аналізу науково-технічної інформації про вплив психофізіологічного стану водія автотранспорту на безпеку дорожнього руху випливає, що сьогодні немає оптимальних критеріїв для його оцінки, а тому фактор водія та інших учасників дорожнього руху в ГЗ і надалі залишається нерегульованим.

Висновки. На підставі проведеного дослідження можна зробити наступні висновки. ГЗ представляються як реальні геофізичні явища, виражені в зміні геофізичних параметрів навколишнього середовища - геомагнітного поля, електропровідності ґрунту, електричного потенціалу атмосфери, рівня радіоактивності та ін. У зв'язку з цим змінюються параметри електричних полів відповідних органів людини. Це порушує нормальне протікання електрхімічних процесів в органах людини, що призводить до порушення його психофізіологічного стану та функціональної діяльності.

Наявний досвід свідчить, що на місцевості (в тому числі і на автодорогах) практично через кожен квадратний метр площі проходить одна або кілька реактивних зон полів випромінювання, утворених водоносними жилами або геологічними розломами - ГЗ, здатними впливати на здоров'я людей. При цьому загальмованість, повільність, викликана геопатогенними випромінюваннями, збільшує ймовірність прийняття неправильних рішень, що негативно позначається і на безпеці учасників дорожнього руху.

Виявлено, що між трендами напруженості геомагнітного поля і ДТП існує досить тісний зв'язок, що дозволяє прогнозувати можливі ДТП в майбутньому за поточними результатами вимірювань значень напруженості геомагнітного поля. Для цього необхідні дослідження місць концентрації ДТП з розробкою спеціальних приладів, які зможуть реєструвати і сигналізувати про наближення до небезпечної для здоров'я людини ГЗ.

Аналіз сучасного стану теоретичних основ і моделювання організації дорожнього руху показує, що сьогодні немає комплексної теорії з безпеки дорожнього руху, за допомогою якої можна було б виявляти та усувати небезпечні (геопатогенні) місця доріг. Для вирішення цієї проблеми, в першу чергу, необхідно сформувати нормативно-правову та нормативно-технічну базу для безпечного функціонування автомобільного транспорту в ГЗ, розробити пакет державних і галузевих стандартів.

Л і т е р а т у р а

1. Буданов Ю. Чёрные пятна / Ю. Буданов // Автомобильные дороги. - 2000. - №1. - С. 22-24.
2. Власов В. В. Реакции организма на внешнее воздействие: общие закономерности и методические проблемы исследования / Власов В. В. - Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та. - 1994. - 344 с.
3. Гриценко Е. Г. Геопатогенные зоны, их повреждающее действие на организм человека / Е. Г. Гриценко, А. Г. Гриценко // Тезисы и доклады. IV Международная конференция «Теоретические и клинические аспекты применения биорезонансной и мультирезонансной терапии». Ч. I. - М.: ИМЕДИС, 1998. - С. 277-281.

4. Дубов А. П. Симметрия биоритмов и реактивности / Дубов А. П. – М.: «Медицина», 1987. – 175 с.
5. Дубров А. П. Биогеофизические аспекты традиционной медицины / А. П. Дубров, Н. Ф. Завитаева, В. Н. Луговенко // Традиционная медицина. – 2005. – №2. – С. 55–58.
6. Ланда В. Е. Биогеофизические аномалии как возможная причина геопатогенных зон / В. Е. Ланда, А. Л. Ковалевский // Вестник биолокации. – 1998. – № 10. – С. 15–21.
7. Мельников Е. К. Геопатогенные зоны – миф или реальность? / Мельников Е. К., Мусийчук Ю. И., Потифоров Л. И., Рудник В. А., Рымалев В. И. – Л.:ВНИИ океангеологии, 1993. – 49 с.
8. Павловец И. К. Биоэнергия и патогенные зоны в жизни человека / Павловец И. К. – Киев: Соборна Україна, 1994. – 128 с.
9. Рагульская М. В. Связь периодических процессов в организме человека, обусловленных ритмикой внешней среды, с вариациями магнитного поля Солнца / М. В. Рагульская // Биомед. техн. Ирадио-электр. – 2004. – № 1-2. – С. 3-7.
10. Рудаков М. Л. Электромагнитные поля и их воздействия на окружающую среду / М. Л. Рудаков // Инженерная экология и экологический менеджмент. М.: Логос, 2004. – 390 с.
11. Рудник В. А. Геокосмический фактор и среда обитания: роль геологического фактора / В. А. Рудник, Е. К. Мельников // Сознание и физическая реальность. – 1997. – № 3. – Т. 2. – С. 64–77.
12. Сопільник Л. І. Вимірювання параметрів електромагнітних полів на автомобільних шляхах та аналіз їх впливу на дорожньо-транспортні пригоди: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.11.05 «Прилади та методи вимірювання електричних та магнітних величин» / Л. І. Сопільник. – Львів, 1997. – 19 с.
13. Тамбиев А. Э. Влияние геомагнитных возмущений на функции внимания и памяти / А. Э. Тамбиев, С. Д. Медведев, Е. В. Егорова // Авиакосм. и экол. мед. – 1995. – Т. 29. – № 3. – С. 43–45.
14. Холодов Ю. А. Реакция нервной системы на электромагнитные поля / Ю. А. Холодов. – М.: Наука, 1975. – 206 с.
5. Dubrov A.P., Zavitaeva N.F., Lugovenko V.N. Biogeofizicheskie anomalii kak vozmozhnaja prichina geopatogennyh zon [Biogeophysical aspects of traditional medicine]. *Tradicionnaja medicina*, 2005, no. 2, pp. 55-58.
6. Landa V.E., Kovalevskij A.L. Biogeofizicheskie anomalii kak vozmozhnaja prichina geopatogennyh zon [Biogeophysical anomaly as a possible cause of geopathic zones]. *Vestnik biolokacii*, 1998, no. 10, pp. 15-21. (In Russian).
7. Mel'nikov E. K., Musijchuk Ju. I., Potiforov L. I., Rudnik V. A., Rymalev V. I. *Geopatogennye zony – mif ili real'nost'?* [Geopathic zones – Myth or Reality?], Lviv, *VNIi okeangeologii*, 1993, 49 p.
8. Pavlovec I.K. *Bioenergija i patogennye zony v zhizni cheloveka* [Bioenergy and pathogenic zones in human life], Kiev, Soborna Ukraine, 1994, 128 p.
9. Ragul'skaja M.V. Svjaz' periodicheskikh processov v organizme cheloveka, obuslovlennyh ritmikoj vneshnej sredy, s variacijami magnitnogo polja Solnca [Communication periodic processes in the human body caused by the rhythm of the external environment, with variations of the solar magnetic field]. *Biomed. tehn. Iradiojelekt.*, 2004, no. 1-2, pp. 3-7.
10. Rudakov M.L. *Jelektromagnitnye polja i ih vozdejstvija na okruzhajushhuju sredu* [Electromagnetic fields and their impact on the environment], Moscow, Logos, 2004, 390 p.
11. Rudnik V.A., Mel'nikov E.K. [Geocosmics and environment: the role of geological factors]. *Soznanie i fizicheskaja real'nost* [Consciousness and Physical Reality]. Moscow, 1997, vol. 2, no. 3, pp. 64–77. (In Russian).
12. Sopil'nyk L.I. *Vymiryuvannya parametriv elektromagnitnykh poliv na avtomobil'nykh shlyakhakh ta analiz yikh vplyvu na dorozhn'o-transportni pryhody*. Avtoref.diss., kand. tehn. nauk [The measurement of electromagnetic fields on highways and analysis of their impact on road accidents. Dr. tech. sci. aref.], Lviv, 1997, 19 p.
13. Tambov A.E., Medvedev S.D., Egorova E.V. [The impact of geomagnetic disturbances in the function of attention and memory]. *Aviakosm. i jekol. med.* [Aerosp. and Envir. Med.]. Moscow, 1995, vol. 29, no. 3, pp. 43–45. (In Russian).
14. Holodov Ju.A. *Reakcija nervnoj sistemy na jelektromagnitnye polja* [Reaction of the nervous system to the electromagnetic field], Moscow, Nauka, 1975, 206 p.

References

1. Budanov Ju. Chernye pjatna [Black spots]. *Avtomobil'nye dorogi*, 2008, no. 1, pp. 22-24.
2. Vlasov V.V. *Reakcii organizma na vneshnee vozdejstviya: obshhie zakonomernosti i metodicheskie problemy issledovaniya* [The reactions of the organism to external influences: the general laws and methodological problems of research], Irkutsk, Izd-vo Irkut. un-ta, 1994, 344 p.
3. Gricenko E.G., Gricenko A.G. [Geopathogenic zones, their damaging effect on the human body]. Tezisy i doklady. IV Mezhd. konf. *Geopatogennye zony, ih povrezhdajushhee dejstvie na organizm cheloveka*. – Teoreticheskie i klinicheskie aspekty primenenija biorezonansnoj i mul'tirezo-nansnoj terapii. [Abstracts and Papers. IV Intern. Conf. "Theoretical and clinical aspects of bioresonance therapy and multiresonance"]. Moscow, 1998, vol. I., pp. 277–281. (In Russian).
4. Dubov A.P. *Simmetrija bioritmov i reaktivnosti* [Symmetry biorhythms and reactivity], Moscow, Medicina, 1987, 175 p.

Степанов А. В. Безопасность участников дорожного движения в геопатогенных зонах.

Статья посвящена феномену геофизических аномалий – геопатогенным зонам, которые влияют на психофизиологическое состояние участников дорожного движения через разнообразное, скрытое и вредное воздействие на человеческий организм. Доказано, что на автодорогах проходит одна или несколько реактивных зон полей излучения, образованных геопатогенными зонами, способными влиять на здоровье людей и в частности на их психофизиологическое состояние, что негативно сказывается на безопасности участников дорожного движения. Автор приходит к выводу, что у водителей автотранспорта, которые попадают под действия геопатогенных зон – физических полей окружающей среды, к которым можно отнести акустические, электромагнитные, вибрационные, инфразвуковые, тепловые, световые, радиационные поля, повышается вероятность совершения дорожно-транспортных происшествий.

Ключевые слова: безопасность, геопатогенные зоны, участники дорожного движения.

Stepanov A. Safety of road users in geopathogenic zones.

The article is devoted to the phenomenon of geophysical anomalies - geopatogenic areas that affect on the psycho-physiological state of road users through a various, undetected and harmful influence on the human body. It is proved that on the roads appears one or more reactive zones of radiation fields formed by geopathogenic zones which may affect on the public health and in particular at their psychophysiological state, which adversely affects the safety of road users. The au-

thor concludes that the drivers of vehicles that fall within the scope of geopathic zones - physical fields of the environment, which include acoustic, electromagnetic, vibrational, infrasound, thermal, light, radiation fields, increases the probability of road traffic accidents.

Keywords: safety, geopathic zones, road users.

Степанов О. В. – к.т.н., доцент кафедри «Організації та безпеки дорожнього руху» ХНАДУ, e-mail: cc_7@bk.ru.

Рецензент: **Марченко Д.М.**, д.т.н., професор

Стаття подана 30.01.2015

УДК 656.225

АНАЛІЗ ЗАДАЧІ ОПЕРАТИВНОГО РОЗПОДІЛУ ПОРОЖНІМИ ВАГОНОПОТОКАМИ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Марченко Д.М., Черніков В.Д., Полякова Т.Ю., Мірошніченко Н.В.

ANALYSIS THE OPERATIONAL TASK OF DISTRIBUTION'S EMPTY TRAFFIC VOLUMES IN MODERN CONDITIONS

Marchenko D., Chernikov V., Polyakova T., Miroshnichenko N.

У статті здійснено теоретичний аналіз задачі оперативного розподілу порожніми вагонопотоками в сучасних умовах для раціонального використання вантажного вагонного парку. Відзначено, що виконання оперативних завдань з розподілу вагонів на деякі станції передбачає введення суворих переваг при вирішенні задачі планування, які не пов'язані з її основною структурою, системою економічних та технологічних характеристик. Авторами відзначено використання підходу, що складається в побудові моделі детермінованого еквівалента для подальшого дослідження.

Ключові слова: аналіз, вагон, інформація, організація, перевезення, транспорт.

Постановка проблеми. Технічний прогрес на залізничному транспорті України нерозривно пов'язаний з вирішенням проблем раціональної організації і підвищення ефективності використання вантажного вагонного парку. На жаль, питання вдосконалення управління вагонопотоками, не дивлячись на розвиток програмно-інформаційних комплексів, так і є невирішеними.

Завдання оперативного розподілу порожніх вагонів (ОРПВ) в сучасних умовах є одним з основних як на рівні полігону дирекції перевезень, так і на рівні станцій, при забезпеченні фронту вантаження. Разом з тим воно є достатньо складним для формалізації внаслідок системи суперечливих вимог, які необхідно враховувати при плануванні роботи підприємств залізничного транспорту [1], а також в силу невизначеностей, обумовлених стохастичними властивостями вагонопотоків, ситуацією, що склалася, можливостями отримати і оперативно обробити необхідну інформацію. На рівні станції суперечливими вимогами до завдання ОРПВ є: підвищення статичного навантаження, зниження витрат на підготовку і ремонт вагонів, зменшення непродуктивних простоїв [1, 2]. На рівні полігону дирекції перевезень до названих традиційних чинників додаються нові, що виражають вимоги оперативності і умови

протяжності, основним з яких є своєчасне виконання заявок на вантаження вагонів для всієї групи станцій, якщо кількість вагонів, що поступають по стиках, для цього не достатньо. Окрім перерахованих вимог повинні також враховуватися тип вагонів, категорія придатності вагонів, розташування фронтів вантаження та ін. Залежно від інформаційних можливостей системи розподілу вагонів можливий ряд постановок завдань ОРПВ, які відрізняються рядом ознак.

Слід зазначити, що представляє значний теоретичний і прикладний інтерес постановка завдання ОРПВ в сучасних умовах, в якому враховується накопичення відхилень від потреб у вагонах, що мають місце для деяких станцій. В цьому випадку має бути змінено уявлення про те, що розуміється під потребою станції на даний момент залежно від ступеня реалізації її заявок на вагони під навантаження за деякий встановлений період планування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У дослідженнях, що присвячені розподілу порожніх вагонів значна увага приділяється критерію оптимальності, при виборі варіантів регулювання вагонного парку, окрім витрат вагону-годин зазначається і експлуатаційний стан вагонів [3]. Раціональна система організації порожніх вагонопотоків забезпечує найбільш швидку доставку необхідних вагонів з місць розвантаження до місць навантаження, розподіл вантажної роботи поміж станціями з найбільш оптимальним завантаженням їх потужностей, вибір варіанту шляху прямування порожнього вагону на певному полігоні. Відомо, що регулювання вагонопотоків на рівні залізниці виконує диспетчер-вагонорозпорядник, який для прийняття найбільш ефективних рішень повинен обробляти значний потік інформації про стан транспортної системи та процес перевезень, розв'язувати багаторівневу завдання управління рухомими одиницями в умовах жорстких часових обмежень [4, 5]. Для отримання

достовірного результату необхідно здійснити чітке формулювання задачі оперативного регулювання вагонами з урахуванням основних факторів, що мають вплив на цей процес.

Матеріали і результати дослідження. Визначення завдання ОРПВ в сучасних умовах пов'язане з інформаційним базисом і об'ємом моделювання (рис.1).



Рис. 1. Схема визначення завдань оперативного розподілу порожніх вагонів

Розглянемо перераховані властивості визначення завдань ОРПВ в сучасних умовах. У сучасних умовах потреби вантажовідправників є головним чинником, який в значній мірі визначає роботу залізниць. Різні аспекти цих потреб відбиті в пунктах а), в), г) інформаційного базису моделі завдання. Потреби у вагонах, заявки станцій на деякий період, є основою планування, проте в умовах дефіциту вагонів деяких категорій може бути необхідним змінити потребу на етапі T_k залежно від того, як були виконані заявки на попередніх етапах. Пункти а) і г) припускають різні можливості введення в модель завдання інформації такого роду (невизначеність потреби пункту призначення). Облік вимог вантажовідправників може бути непрямим, на основі розгляду коефіцієнтів варіацій, що характеризують фактичну реалізацію потреби станцій у вагонах (пункт – а), або ж безпосереднім за рахунок обчислень “нев'язки” в реалізації потреб і їх використання при визначенні “накопиченого завдання” для станції на даний момент (пункт – г).

Цільова функція, яка загалом представленою в роботі випадку є векторною [6], і критерій оптимальності формалізують модель завдання ОРПВ (пункт – в). У більшості досліджень і систем планування розподілу вагонопотоків на полігоні критерієм є мінімум вагоно-кілометрів порожнього пробігу $F_m(X)$ [7, 8], що відображає вимоги залізниць, а не вантажовідправників. Цей критерій не суперечить вимогам вантажовідправників тільки в тих випадках, коли відсутній дефіцит у вагонах. У разі дефіциту вагонів мають бути розглянуті і інші показники ефективності планування, що дозволяють вирішити компроміс між вимогами різних станцій полігону

дирекції перевезень. Ці показники названі “компромісом станцій” [9] $F_{cm}(X)$. Визначення завдання ОРПВ, що враховують обидві складові ($F_m(X)$ $F_{cm}(X)$)

$$F_m(X) < F_{cm}(X) \quad (1)$$

де $<$ – знак строгого порядку, переваги показників [10].

Компроміс між показниками ($F_m(X)$ $F_{cm}(X)$) може бути сформульовано та вирішено і на основі методу обмежень [6, 11]. Обґрунтування того чи іншого підходів пов'язано з доступною інформацією, яка використовується при плануванні.

Ефективний облік стохастичних властивостей процесів надходження вагонів на полігон припускає включення в модель завдання ОРПВ процедур прогнозування вагонопотоків. З погляду найбільш поширеної постановки завдання оптимального розподілу у формі транспортного завдання стохастичні властивості вагонопотоків означають невизначеність ресурсів станцій відправлення. У цих умовах адекватнішим є стохастичне формулювання транспортного завдання (пункт – б), яке додатково може враховувати вимоги корегування плану розподілу (пункт – г). Відмітимо, що двохетапна постановка завдання ОРПВ в термінах моделі стохастичного програмування [12, 13] більш точно виражає можливість станцій в реалізації планів переробки порожніх вагонів, що фактично реалізуються. Тому використання цього формулювання більш повно і змістовно з погляду відображення цілей функціонування дирекції перевезень в цілому.

Виконання оперативних завдань по розподілу вагонів на деякі станції (пункт – д) припускає введення строгих переваг при рішенні задачі планування, які не пов'язані з її основною структурою, системою економічних і технологічних характеристик. Така пріоритетність може бути врахована за рахунок поетапного рішення – спочатку планування реалізації оперативних завдань, на наступному етапі формування рішень задачі ОРПВ при нових початкових даних, відповідних завданню після реалізації оперативних завдань. Умови оперативних завдань можуть діяти в деякий часовий період, що повинне враховуватися при реалізації послідовності планів розподілу вагонопотоку. Зокрема, тут може бути доцільним перехід до моделі накопичення “нев'язки” в реалізації потреб станцій.

Питання постановки задачі співвідноситься з основною моделлю транспортного завдання, яке найчастіше використовується при плануванні процесів розподілу вагонопотоків, і раніше було основним в інформаційних системах дирекції перевезень.

Різноманіття постановок ОРПВ можна охарактеризувати моделлю наступної структури [9]

$$T_3 = \{N, \Psi(F_N)T_X, P, G, C_P\} \quad (2)$$

де N – число цільових функцій;

$\Psi(F_N)$ – модель компромісу векторної цільової функції $F_N(F_k(X))$ для скалярного, одно критеріального завдання $\Psi(F_N) = F_\Sigma(X)$;

T_X – тип рішення (детермінований вектор, випадковий вектор рішень і відповідні оцінки достовірності);

P – використання процедур прогнозування вагонопотоку;

G – характеристика сторони, що оперує завданням (переважний облік інтересів залізниці або вантажовідправників);

C_P – параметр, що регулює коректування плану розподілу на основі завдання імовірнісних характеристик зовнішніх умов.

Формулювання (2) показують, що залежно від прийнятих допущень про властивості завдання, а також про використовувану інформацію отримують різні класи завдання ОРПВ, які вимагають адекватних методів реалізації.

Розглянемо детальніше нову постановку завдання ОРПВ – планування і розподіл вагонопотоку з накопиченням “нев’язки”. Основний зміст розподілу вагонопотоку з накопиченням “нев’язки” полягає в допущенні про можливість виконання сумарних заявок станцій на подачу порожніх вагонів заданого вигляду за деякий період, встановлений за договором з вантажовідправниками. В даний час на практиці рішення задачі ОРПВ ведеться щодоби, причому не встановлюються зв’язки між послідовними планами: кожен план розглядається незалежно від реалізації попередніх розподілів порожніх вагонів між станціями, від повноти виконання заявок. Новий період планування починається без урахування накопиченої “нев’язки” в подачі порожніх вагонів – різниці між вимогами і фактичній реалізації. Відношення між підприємствами залізниці і вантажовідправниками регулюються на основі систем штрафних санкцій. Слід зазначити, що фактично (на неформальному і ненормативному рівні) при рішенні задачі ОРПВ вимога подачі вагонів враховується.

Така практика розподілу вагонопотоку не виключає можливості багатодобових зривів подачі вагонів на деякі станції, які невідповідні ні вантажовідправникам, ні підприємствам залізниці. Разом з тим заявки на подачу вагонів є прогнозована характеристика, зазначені в них кількості вагонів лише наближено виражають потребу в перевезеннях на період $t, t+1, t+2, \dots$. В цих умовах може бути більш доцільним, з точки станцій навантаження, і з точки зору підприємств залізниці, встановити сумарні кількості вагонів, які повинні передаватися під завантаження за розрахунковий період T_P , і поставити, поряд з прийнятими в даний час добовими вимогами на подачу порожніх вагонів, також і нижні межі по-

дачі по станціях $\{b_{j\min}^{(t)}\}_n$, вихід за які штрафується.

Параметри $\{b_j^{(t)}\}_n$ встановлюють потреби n станцій на плановий період t . Тобто, завдання оперативного розподілу порожніх вагонів з накопиченням невідповідностей може бути сформульована наступним чином. Для заданих періоду T_P , оцінок добових потреб $\{b_j^{(t)}\}_n$, $\{b_{j\min}^{(t)}\}_n$ та сумарних оцінках $\{b_{j\sum T}^{(t)}\}_n$

за період T_P необхідно розробити таку послідовність планів розподілу вагонопотоку, при якій виконані вимоги подачі вагонів $\{b_{j\sum T}^{(t)}\}_n$, обмеження

$\{b_{j\min}^{(t)}\}_n$, а значення показника сумарного пробігу порожніх вагонів приймає мінімальне значення. Завдання оперативного розподілу порожніх вагонів з накопиченням невідповідностей стає окремою самостійною проблемою управління вагонопотоками, а виявлення технологічних, організаційних і математичних аспектів цього завдання виходить за рамки статті.

Основна модель задачі ОРПВ на поточний період планування t (добу), як стохастичної транспортної задачі з векторним показником ефективності, може бути побудована наступним чином. Припустимо, що є m стикових пунктів (пунктів відправлення) $A_{(m)} = \{A_1, \dots, A_m\}$ та n станцій, пунктів споживання порожніх вагонів: $B_{(n)} = \{B_1, \dots, B_n\}$. Відомі оцінки очікуваної кількості $A_{(m)} - \{\tilde{a}_i(t, \theta_A)\}_m$ порожніх вагонів у пунктах-джерелах, які залежать від певної сукупності випадкових факторів $A_{(m)}$, позначених через θ_A . Потреби вантажовідправників на плановий період t , які залежать від сукупності випадкових факторів θ_B , що оцінюються $B_{(n)} - \{\tilde{b}_j(t, \theta_B)\}_n$. Вважаються відомими питомі витрати $C_{m \times n} = (c_{ij})_{m \times n}$ на перевезення з A_i в B_j . Приймаємо, що рішення задачі планування є детермінованим вектором x_{ij} (тобто встановлює планові обсяги надходження порожніх вагонів з пунктів A_i до B_j отримання значень $\{\tilde{a}_i(t, \theta_A)\}_m$).

Завдання ОРПВ полягає в наступному. Потрібно знайти X^* та скласти цілочисельний план $X^* = \{x_{ij}^{*u}\}_{(m,n)}$ розподілу порожніх вагонів на станції навантаження таким чином, щоб задовольнити заявки всіх станцій і мінімізувати сумарні витрати на доставку вагонів $F_\Sigma(X^*)$, а також компромісно-оптимально задовольнити потреби всіх станцій, якщо буде дефіцит порожніх вагонів. У розглянутій постановці додатково до близькою до стандартної формулювання транспортної задачі [12], яка в нашому випадку все ж є стохастичною і відрізняється

врахуванням випадкових станів θ_A і θ_B , представлений також і вектор цільових функцій $\bar{F}_n(X) = (F_k(X))_n$. Зміст компонентів вектора $\bar{F}_n(X)$ визначається як невиконання заявки станції B_k на період t : $F_k(X, t) = \tilde{a}_k(t, \theta_A) - S_k(X, t)$. Під $S_k(X, t)$ розуміється сумарна кількість порожніх вагонів, які повинні бути спрямовані на станцію B_k . У разі виконання заявки станції B_k компонента векторної функції $F_k(X, t)$ дорівнює нулю.

Очевидно, що в нашому випадку, як правило, не виконується умова для закритій моделі транспортного завдання [13, 14, 15]

$$\Delta_{A,B} = \sum_k \tilde{a}_k(t, \theta_A) - \sum_j \tilde{b}_j(t, \theta_B) \neq 0, \quad (3)$$

і це приводить до необхідності введення фіктивного пункту відправки, вартість перевезення з якого дорівнює нулю, якщо $\Delta_{A,B} < 0$. За умови $\Delta_{A,B} > 0$ потрібне введення в модель завдання фіктивної станції призначення порожніх вагонів, вартість перевезення в яку дорівнює нулю.

Формалізуємо модель поставленого завдання ОРПВ таким чином:

$$F_\Sigma(X^*) \Rightarrow \min_{X \in D_X} F_\Sigma(X) = \sum_{i=1}^{m+1} \sum_{j=1}^{n+1} c_{ij} x_{ij}, \quad (4)$$

$$\bar{F}_n(X) = (F_k(X))_n \Rightarrow \text{opt}, \quad (5)$$

$$D_X = \{g_i(X) = \sum_{j=1}^n x_{ij} = \tilde{a}_i(t, \theta_A); \quad (6)$$

$$i = 1, 2, \dots, m+1;$$

У разі однокритеріальних постановок модель компромісу $\Psi(F_N)$ (5) відсутня. Зважаючи на входження в (6) випадкових складових ці нерівності при розрахунку фактичних параметрів вагонопотоку в період t як правило, не будуть виконані. Таким чином, ОРПВ представляє багатокритерійне транспортне завдання стохастичного програмування з цілочисельними змінними $X = \{x_{ij}\}_{(m,n)}$ і обмеженнями $\{\tilde{a}_i(t, \theta_A)\}_m$ $\{\tilde{b}_j(t, \theta_B)\}_n$.

В більшості випадків для вирішення стохастичних завдань оптимізації вагонопотоків використовують підхід, що полягає в побудові детермінованого еквівалента моделі початкового завдання [12]. При цьому невизначені або випадкові параметри моделі завдання замінюють на деякі усереднені або ж прогнозовані в тій або іншій ситуації значення. Вважається, що вирішення таких еквівалентних детермінованих завдань з певною надійністю представляють вирішення початкових завдань, заданих у формі стохастичного програмування. Не дивлячись

на різноманітність можливих постановок завдань стохастичного програмування можна сформулювати деяку достатньо загальну постановку, до якої зводяться останні. Як така постановка може розглядатися завдання вигляду [13].

$$\hat{F}_0(X) = M[F_0(X, \theta)] = \int F_0(X, \theta) P(d\theta) \quad (7)$$

$$k = 1, \dots, m_g, \quad X \in D$$

$$\hat{g}_k(X) = M[g_k(X, \theta)] = \int g_k(X, \theta) P(d\theta) \leq 0, \quad (8)$$

де $M[*]$ – знак математичного очікування

$P(*)$ – деякі задані закони розподілу випадкових величин;

$g_k(X) \leq 0$ – система обмежень стохастичної моделі завдання.

Далі розглядаються наступні підходи до рішення задачі (4) – (7). Значення $\{\tilde{a}_i(t, \theta_A)\}_m$ замінюються результатами прогнозів параметрів вагонопотока, а величини потреб станцій в порожніх вагонах $\{\tilde{b}_j(t, \theta_B)\}_n$ вважаються заздалегідь за відомих, фіксованих, або ж отриманими за процедурою накопичення “нев’язки” при реалізації заявок за деякий період. Отримані детерміновані еквіваленти транспортного завдання вирішуються стандартно методом потенціалів [13]. Дані моделі завдання ОРПВ в сучасних умовах і відповідні методи пошуку їх рішень, які враховують необхідність коректування плану, двохетапність завдань планування і реалізації та ін.

Висновки. Для подальшого пошуку рішень задачі оперативного розподілу порожніх вагонів в сучасних умовах необхідна розробка сукупності математико-технологічних моделей з урахуванням аналізу матеріалів, направлених на вдосконалення теоретичної бази по даному напрямку дослідження, і відповідних методів їх реалізації, що забезпечують оптимальне оперативне управління для підвищення ефективності управління вагонопотоками в цілому.

Література

1. Тулупов Л.П., Жуковский Е.М., Гусятинер А.М.. Автоматизированные системы управления перевозочными процессами на железных дорогах. – М.: Транспорт, 1991. – 208 с.
2. Тулупов Л.П., Смирнова М.Е. Нормативы для суточного планирования погрузки по критерию наименьших затрат на подготовку вагонов // “Вестник ВНИИЖТ”, Транспорт, 1986. – №6.
3. Запара В. М. Удосконалення технології регулювання рухомого складу для перевезення сезонних вантажів / В. М. Запара, Д. І. Мкртичян, А. О. Ковальов, О. М. Костенніков, М. В. Кузьменко // Зб. наук. праць. — Харків: УкрДАЗТ, 2010. — Вип. 112. — С. 123 – 128.
4. Каньовська Д. В. Оперативне планування місцевої роботи на залізничному полігоні // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2011 — Вип. 1 / 4 (49) — С. 20 – 21.

5. Чеклов В. Ф. Автоматизована система розподілу порожніх вагонів / В. Ф. Чеклов, В. М. Чеклова, О. І. Шеховцов // Вісник ДІАТ.— 2008.— № 2.— С. 13 – 18.
6. Михалевич В.С., Волкович В.Л. Вычислительные методы исследования и проектирования сложных систем. – М.: Наука, 1983. – 286 с.
7. Акулиничев В.М. Организация вагонопотоков. – М.: Транспорт, 1979. – 222с.
8. Регулирование грузовых перевозок на железных дорогах. / Балч В.И., Казовский И.Г., Кудрявцев В.А., Гречанюк В.Ф./ Под ред. В.А.Кудрявцева – М.; Транспорт, 1984.-248с.
9. Кириченко А.И. оперативное распределение потоков порожних вагонов на полигоне дирекции перевозок: дис. к. тех. наук.: 08.00.03 – экономика и управление национальным хозяйством / Кириченко А.И. – Днепропетровск, 2002.
10. Подиновский В. В., Гаврилов В. Н. Оптимизация по последовательно применяемым критериям. – М.: Сов. радио, 1975. – 120 с.
11. Подиновский В. В., Ногин В. Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. – М. Наука, 1982. –258 с.
12. Ермольев Ю.М. Методы стохастического программирования. – М.: Наука, 1976. – 238 с.
13. Ермольев Ю.М., Ляшко И.И., Михалевич В.С., Тюття В.И. Математические методы исследования операций. – Киев: Вища школа, 1979. – 312 с.
14. Многокритериальная оптимизация / В кн. Методы оптимизации в экономико - математическом моделировании / Ред. Гольдштейн Е.Г. - М.: Наука, 1991. С. 283 – 349.
9. Kirichenko A.I. Operativnoe raspredelenie potokov porozhnihih vagonov na poligone direkcii perevozok: dis. k. teh. nauk.: 08.00.03 – Ekonomika i upravlenie nacional'nom hazhajstvom / Kirichenko A.I. – Dnepropetrovsk, 2002.
10. Podinovskij V. V., Gavrilov V. N. Optimizacija po posledovatel'no primenjaemym kriterijam. – M.: Sov. padio, 1975. – 120 s.
11. Podinovskij V.V., Negin V.D. Paretooptimal'nye reshenija mnogokriterial'nyh zadach. – M. Nauka, 1982. –258 s.
12. Ermol'ev Ju.M. Metody stohasticheskogo programmirovaniya. – M.: Nauka, 1976. – 238 s.
13. Ermol'ev Ju.M., Ljashko I.I., Mihalevich V.S., Tjuptja V.I. Matematicheskie metody issledovaniya operacij. – Kiev: Vishha shkola, 1979. – 312 s.
14. Mnogokriterial'naja optimizacija / V kn. Metody optimizacii v ekonomiko - matematicheskom modelirovanii / Red. Gol'dshtejn E.G. - M.: Nauka, 1991. S. 283 – 349.

Марченко Д.Н., Черников В.Д., Полякова Т.Ю., Мирошніченко Н.В. Аналіз задач оперативного розподілення порожніми вагонопотоками в сучасних умовах.

Статья содержит теоретический анализ задачи оперативного распределения порожними вагонопотоками в современных условиях для рационального использования грузового вагонного парка. Учитывая сложность постановки и влияние системы противоречивых требований, которые необходимо учитывать при планировании работы предприятий железнодорожного транспорта, поставленная задача отделена как самостоятельная проблема управления вагонопотоками. Формулировка задачи должна учитывать ряд факторов, краткое описание которых приведено в работе. Отмечено, что выполнение оперативных заданий по распределению вагонов на некоторые станции предполагает введение строгих предпочтений при решении задачи планирования, которые не связаны с ее основной структурой, системой экономических и технологических характеристик. Авторами отмечено использование подхода, состоящем в построении детерминированного эквивалента модели для дальнейшего исследования.

Ключевые слова: анализ, вагон, информация, организация, перевозка, транспорт.

Marchenko D., Chernikov V., Polyakova T., Miroshnichenko N. Analysis the operational task of distribution's empty traffic volumes in modern conditions.

The article contain the theoretical analysis operational objectives a distribution of empty traffic volumes in modern conditions for the rational use the freight car fleet. Given the complexity settings and the impact conflicting requirements that must be considered when planning the work of the railway companies, the task is separated as an independent problem of managing the traffic. Formulation problems must take into account a number of factors, a brief description, which is given in the work. It is noted that execution an operational tasks for the distribution of cars on some stations involves the introduction of strict preferences when solving the planning problem that are not related to its main structure, the system of economic and technological characteristics. Authors noted that the approach consisting in the construction of the deterministic equivalent model for future research.

Keywords: analysis, cargo, carriage, information, organization, transport.

References

1. Tulupov L.P., Zhukovskij E.M., Gusjatiner A.M. Avtomatizirovannye sistemy upravleniya perevozochnymi proces-sami na zheleznyh dorogah. –M.: Transport, 1991. – 208 s.
2. Tulupov L.P., Smirnova M.E. Normativy dlja sutochnogo planirovaniya pogruzki po kriteriju naimeishih zatrat na podgotovku vagonov // "Vestnik VNIIZhT", Transport, 1986. – №6.
3. Zapara V. M. Udoshkonalennja tehnologii reguljuvannja ruhomogo skladu dlja perevezennja sezonnih vantazhiv / V. M. Zapara, D. I. Mkrtych'jan, A. O. Koval'ov, O. M. Kostennikov, M. V. Kuz'menko // Zb. nauk. prac'.— Harkiv: UkrDAZT, 2010.— Vip. 112.— S. 123 – 128.
4. Kan'ov'skaD. V. Operativne planuvannja miscevoi ro-boti na zalizничному poligoni // Vostochno- Evropejskij zhurnalпередовyh tehnologij.— 2011 — Vip. 1 / 4 (49) — S. 20 – 21.
5. Cheklov V. F. Avtomatizovana sistema rozpodilu porozhnihih vagoniv / V. F. Cheklov, V. M. Cheklova, O. I. She-hovcov // Visnik DIAT.— 2008.— № 2.— S. 13 – 18.
6. Mihalevich V.S., Volkovich V.L. Vychislitel'nye me-tody issledovaniya i proektirovaniya slozhnyh sistem. – M.: Nauka, 1983. – 286 s.
7. Akulinichev V.M. Organizacija vagonopotokov. – M.: Transport, 1979. – 222s.
8. Regulirovanie gruzovyh perevozok na zheleznyh dorogah. / Balch V.I., Kazovskij I.G., Kudrjavcev V.A., Grechanjuk V.F./ Pod red. V.A.Kudrjavceva – M.; Transport, 1984.-248s.

Марченко Д.М. – д.т.н., професор, завідувач кафедри кібернетики та комп'ютерних систем, перший проректор СНУ ім.В.Даля

Черніков В.Д. – старший викладач кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті» СНУ ім. В. Даля.

Полякова Т.Ю. – старший викладач кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті» СНУ ім. В. Даля.

Мірошніченко Н.В. – студент групи ТЛЗ-241м кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті» СНУ ім. В. Даля.

Рецензент: **Чернецька-Білецька Н.Б.**, д.т.н., професор

Стаття подана 28.03.2015

УДК 332

РОЗВИТОК ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ ХАРКІВСЬКОГО РЕГІОНУ: СТРАТЕГІЧНИЙ АСПЕКТ

Хрошилова І.О.

DEVELOPMENT OF TRANSPORT SYSTEM KHARKOV REGION: STRATEGIC ASPECT

Hroshilova I.O.

У статті проведено аналіз розвитку транспортної системи Харківського регіону. В якості стратегічного аспекту визначено формування транспортно-торговельно-логістичного кластеру. Доведено, що стратегічним пріоритетом розвитку транспортної системи Харківського регіону має стати оптимізація використання інфраструктурних та транзитних можливостей для покращення локальної доступності.

Ключові слова: транспортна система регіону, розвиток, стратегічні аспекти

Поставника проблеми. Транспортна система бере участь у створенні продукції та доставці її споживачам, здійснює зв'язок між виробництвом та споживанням, між різними галузями господарства, між країнами та регіонами. Він впливає на розвиток господарства і як споживач металу, енергії, деревини, гуми, інших продуктів. На неї припадає значна частина основних виробничих фондів та промислово-виробничого персоналу. У світі в системі транспорту працює понад 100 млн чол. Транспортна система — це комплекс, що складається з окремих видів: залізничного, морського, річкового, автомобільного, трубопровідного та повітряного. Вони взаємодіють між собою і становлять транспортну систему, що розвивається під впливом господарства у цілому та окремих його галузей. Найбільший вплив на транспортну систему справляє промисловість, бо вона формує основні вантажопотоки. Транспортна система є одною з вирішальних при розміщенні промислових підприємств у регіоні, тому потребує глибокого дослідження та визначення стратегічних аспектів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розвитку транспортної системи регіонів досліджуються такими вченими, як Б.Анікін, А.Гаджинський, Є.Голіков, А.Кальченко, Д.Клос, Є.Крикавський, Л.Міротін, Ю.Неруш, В. Ніколайчук, М.Окландер, Ю.Пономарьова, В.Сергеев, І.Смирнов, В.Стаханов, И.Ташбаєв, Д. Тіскє, В.Українцев, Н.Чухрай та ін. Логістичним аспектам транспортного забезпечення присвячені наукові праці Є.Бузовського, В. Гобермана, Л.Зайончика, В.Ема, Л.Кормакова,

В.Котелянца, М.Пугачова та ін. Разом з тим необхідність підвищення рівня ефективності функціонування транспортної системи регіону зумовлює потребу в визначенні стратегічних аспектів її розвитку.

Метою статті визначення стратегічних аспектів розвитку транспортної системи регіону на прикладі Харківської області.

Результати досліджень. Харківська область — одна адміністративних областей України. Її протяжність з півночі на південь складає 210 км, зі сходу на захід — 225 км. Площа Харківської області — 31,4 тис. кв. км (5,2% території України). За цим показником регіон посідає 4-е місце в країні, поступаючись лише Одеській, Дніпропетровській та Чернігівській областям. Всіма видами транспорту в Харківській області перевезено (відправлено) 34,9 млн т вантажів, 617,3 млн пасажирів. В останні роки призупинено падіння обсягів вантажних і пасажирських перевезень, але ці обсяги ще значно нижче рівня 1990 р. (по вантажних перевезеннях — майже у п'ять разів, по пасажирських — у два рази). Порівняно з попереднім роком відправлення вантажів залізничним транспортом по регіону скоротилось на 8,8%, пасажирів — на 4,9%. На автомобільному транспорті протягом останніх років спостерігалось поступове зростання вантажних і пасажирських перевезень. За 2014 рік підприємствами Харківської області усіх форм господарювання (з урахуванням обсягів перевезень, виконаних підприємцями — фізичними особами) перевезено 10,5 млн т вантажів (менше на 16,9%), 160,5 млн пасажирів (менше на 4,3%), таблиця 1.

Останнім часом збільшується кількість підприємств — фізичних осіб, які отримали ліцензію на виконання вантажних і пасажирських перевезень. Порівняно з попереднім роком кількість підприємств, які отримали ліцензію на виконання внутрішніх вантажних перевезень, зросла на 6% і дорівнювала 3243 особам, міжнародних — скоротилася на 2,1% (648 осіб). Перевізники малого бізнесу виконують усі види пасажирських перевезень: внутрішньоміські, приміські, міжміські, міжнародні, їх частка в загальному обсязі сягає біля 40%.

Т а б л и ц я 1

Пасажирські перевезення за 2014 рік по Харківському регіону [1]

	Перевезено (відправлено) пасажирів		Пасажирооборот	
	тис.	у % до 2013 р.	млн.пас.км	у % до 2013 р.
Всіма видами транспорту	629775,9	100,2	9446,6	82,8
у тому числі				
залізничним	63408,4	97,2	4542,0	71,5
автомобільним	128235,4	99,8	1516,5	95,1
водним	—	—	—	—
авіаційним	105,1	66,7	340,1	75,4
тролейбусним	123746,3	110,0	965,2	110,0
трамвайним	99734,3	109,6	688,2	109,6
метрополітенним	214546,4	92,8	1394,6	92,8

Т а б л и ц я 2

Відправлення (перевезення) пасажирів за видами транспорту загального користування (тис. пас) [1]

	Залізничний	Автомобільний (автобуси)	Авіаційний	Трамвайний	Тролейбусний	Метрополітенний
2010	66540,2	146944,2	—	75463,1	88068,0	247126,2
2011	66397,3	126187,4	—	83413,3	94029,0	250091,6
2012	65601,4	137187,5	—	97925,3	98511,2	239275,1
2013	65246,7	129603,2	157,5	91009,4	112593,8	231108,3
2014	63426,6	128428,9	105,1	99734,3	123746,3	214546,4

Відправлення (перевезення) пасажирів за видами транспорту загального користування наведено у таблиці 2.

З метою поліпшення транспортної інфраструктури та надання послуг громадського транспорту в м. Харків продовжується оновлення трамвайного, тролейбусного та автобусного парків, здійснюється реконструкція трамвайних колій і тролейбусних ліній, будівництво автовокзалу для перевезення авіапасажирів, капітальне будівництво метрополітену. Проводиться реконструкція міжнародного аеропорту м. Харкова.

Згідно з загальною характеристикою Харківської області можна виділити що поряд з такими особливостями як: сільське господарство; переробка сільхозпродукції та виробництво продуктів харчування; видобуток та переробка вуглеводнів (нафтогазоконденсатних); будівництво та виробництво будівельних матеріалів; виготовлення скляної та оптичної продукції; регіон має промисловий комплекс, який залишається одним із найбільших в Україні, особливо в таких галузях як: машинобудування, фармацевтика, проте периферійність місцезнаходження регіон має вигідне географічне розташування, що сприяє розвитку зовнішньої та внутрішньої торгівлі і транспортно-логістичних послуг.

Регіон має достатньо розвинений освітній і науковий потенціал, що забезпечує можливість розвитку, сфери освітніх послуг та створення технопарків і технополісу в м. Харкові. Все це дозволило використати кластерний підхід до формування економіки регіону. За галузевою спрямованістю у Харківській області ідентифіковано за масштабністю дев'ять основних кластерних структур, які мають потенціал до розвитку:

видобуток газу й нафти та їх переробка; виробництво, переробка сільськогосподарської продукції та випуск продуктів харчування; легка промисловість; будівництво та випуск будівельних матеріалів; високотехнологічні виробництва; науково-освітній; охорони здоров'я; житлово-комунального господарства; транспортно-торговельно-логістичний.

Тому у Стратегії розвитку Харківської області до 2020 року передбачено формування транспортно-торговельно-логістичного кластеру який має підтримуючу модель розвитку, трансграничну масштабність, діяльність цього кластеру спрямована за внутрішні та зовнішні ринки і модель побудов та функціонування – Італійська. Проте проведені дослідження дозволили довести, що транспортна система Харківського регіону не зовсім готова активно розвивати транспортно-торговельно-логістичний кластер, оскільки автомобільні дороги Харківського регіону входять у десятку найгірших, рис.

Проте Всесвітній банк підтвердив наміри інвестувати 800 млн долл. в реконструкцію автодороги М-03 Київ – Харків – Должанській на відрізок Полтава – Харків. Реконструкція ділянки Полтава - Харків буде одним з найбільших інвестиційних проєктів Всесвітнього банку в Україні. Автотранспортний коридор від Києва до Харкова, який має стратегічне значення для України, буде повністю оновлений. Передбачається, що сам проєкт складатиметься з двох частин. Перша з них - поліпшення дорожньої інфраструктури на ділянці в 130 км.

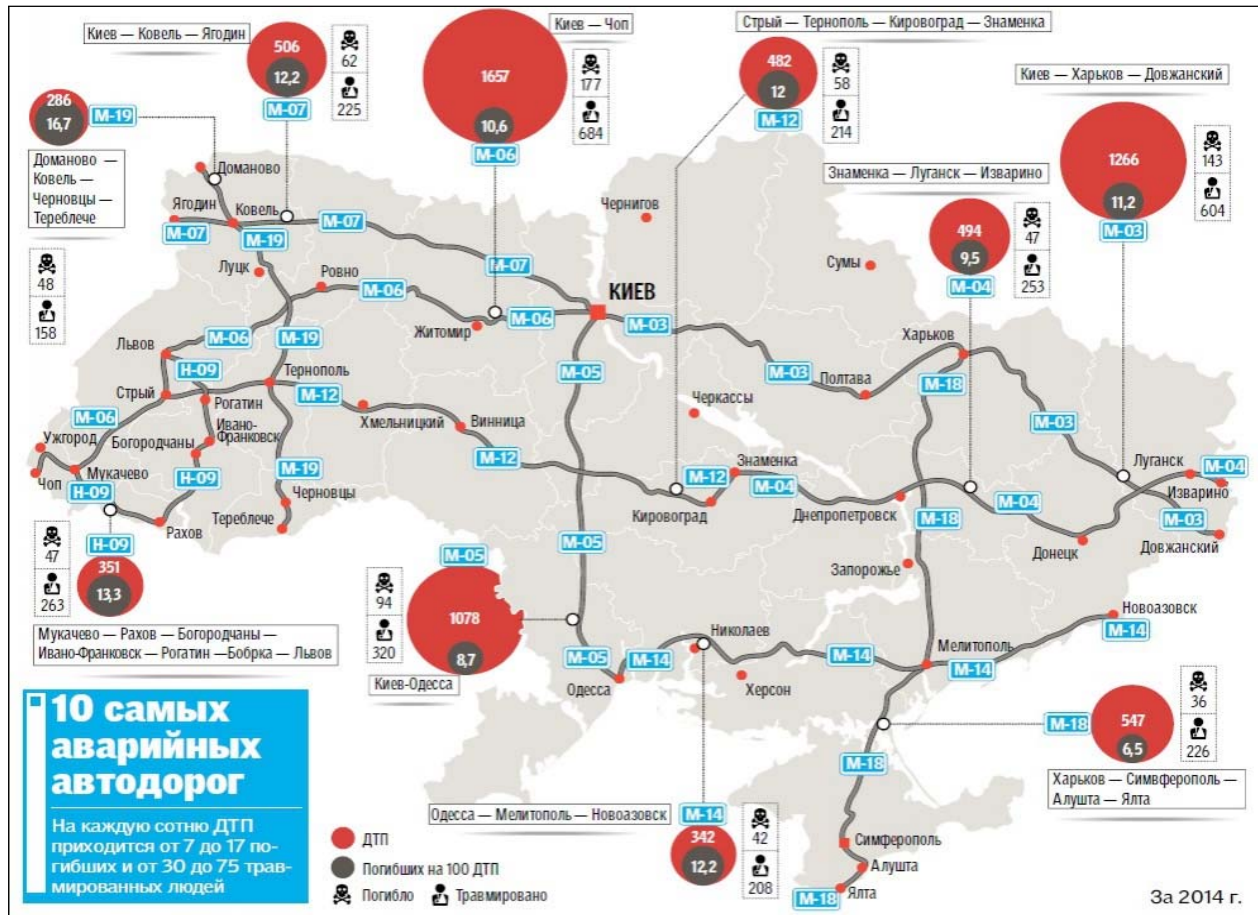


Рис. Карта-схема найгірших автодоріг України [2]

Друга - це власне організація заходів, направлених на підвищення рівня безпеки руху, підтримку експлуатаційного стану дороги, упровадження системи комплексів зважування. Всесвітній банк в Україні фінансує вже два проекти по поліпшенню автодороги М-03 Київ - Харків - Должанський. Перший проект - ремонтні роботи на ділянці від Борисполя до Лубен - вже завершені. Реалізація другого проекту - на ділянці від Лубен до Полтави - продовжується.

Стратегічним пріоритетом розвитку транспортної системи Харківського регіону має стати оптимізація використання інфраструктурних та транзитних можливостей для покращення локальної доступності. Це потребує стимулювання будівництва та реконструкції автомобільних шляхів, використання потенціалу спеціальних економічних зон і територій пріоритетного розвитку, стимулювання розвитку інтермодальних перевезень. Для оптимізації процедури переміщення вантажів доречно використання електрифікації залізничних ділянок, яка надає можливість зменшити терміни перевезень та відкрити прямий вихід залізничного транспорту до портів.

Проте у цілому Україні необхідно зосередити увагу на виконанні Плану заходів, передбачених Угодою про асоціацію між Україною та ЄС. Напрями співробітництва України та ЄС у сфері

транспорту фокусують увагу на нових розробках та ефективності вибору видів транспорту при перевезеннях, мультимодальності, поліпшенні роботи пунктів пропуску на митному кордоні, і, в більш широкому сенсі, включають всі компоненти інтегрованих транспортних мереж, зокрема передбачають: поєднання Транс'європейської транспортної мережі з інфраструктурою України за допомогою реалізації пріоритетних транспортних проектів; участь України у програмах Єдине європейське небо та Спільний авіаційний простір; імплементацію директив ЄС, спрямованих на послаблення регуляторного тиску, впровадження принципів недискримінації, спрощення ведення судноплавного бізнесу та виконання норм з безпеки на морському транспорті; більш ефективне використання потенціалу вантажних перевезень залізничним транспортом за рахунок поступового відкриття ринків та зменшення технічних бар'єрів; забезпечення розподілу між управлінням інфраструктурою та транспортними операціями та надання рівних умов доступу до залізничної інфраструктури всім суб'єктам господарської діяльності; покращення безпеки на дорогах, забезпечення сучасних технічних, екологічних та соціальних стандартів в роботі автотранспорту; сприяння використанню інтелектуальних транспортних систем та інформаційних технологій при управлінні і використанні всіх видів транспорту, співробітництво у ви-

користанні космічних систем і впровадженні комерційних рішень, що полегшують транспортні перевезення; усунення чинних бар'єрів для транскордонного руху товарів і пасажирів; спрощення реалізації регіонального транспортного співробітництва тощо [3].

Для розвитку на території України маршрутів транс'європейської транспортної мережі, міжнародних транспортних коридорів та нових транснаціональних транспортних осей та в умовах обмеженості фінансових ресурсів для розвитку високовартісних об'єктів транспортної інфраструктури Україні необхідно максимально реалізувати можливості, що надає співробітництво з ЄС у рамках політики сусідства, а в найближчій перспективі – асоціації з ЄС. Мо- ва йде про реалізацію проектів із залученням фінансових інструментів ЄС та коштів фінансових установ ЄС (ЄІБ, ЄБРР). Актуальною є участь України в регіональних проектах, зокрема щодо реалізації власних інтересів в рамках виконання Стратегії ЄС.

Висновки. Проведений аналіз пасажирських перевезень по Харківському регіону, відправлення (перевезення) пасажирів за видами транспорту загального користування довів, що розвиток транспортної системи Харківського регіону має відбуватися за умов використання кластерного підходу, а саме через створення транспортно-торговельно-логістичного кластеру. Це визначено у Стратегії розвитку Харківської області до 2020 року. Проте проведені дослідження довели, що транспортна система Харківського регіону не зовсім готова активно розвивати транспортно-торговельно-логістичний кластер, оскільки автомобільні дороги Харківського регіону входять у десятку найгірших. Стратегічним пріоритетом розвитку транспортної системи Харківського регіону має стати оптимізація використання інфраструктурних та транзитних можливостей для покращення локальної доступності. А у цілому Україні необхідно зосередити увагу на виконанні Плану заходів, передбачених Угодою про асоціацію між Україною та ЄС.

Л і т е р а т у р а

1. Статистична інформація Головного управління статистики у Харківській області [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://gortransport.kharkov.ua>
2. ГАИ назвала ТОП-10 аварийных дорог Украины [Електронний ресурс]. – Режим доступу: NEWSru.ua /

3. Аналітична записка "Щодо оптимізації транспортної інфраструктури та транзитних можливостей Сходу України." [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.niss.gov.ua/>

References

1. Statistichna informacija Golovnogogo upravlinnja statistiki u Harkivs'kij oblasti [Elektronnij resurs]. – Rezhim dostupu: <http://gortransport.kharkov.ua>
2. ГАИ назвала TOP-10 аварийных дорог Украины [Elektronnij resurs]. – Rezhim dostupu: NEWSru.ua /
3. Analitichna zapiska "Shhodo optimizacii transportnoj infrastrukturi ta tranzitnih mozhlivostej Shodu Ukraïni." [Elektronnij resurs]. – Rezhim dostupu: <http://www.niss.gov.ua/>

Хорошилова И.О. Развитие транспортной системы Харьковского региона: стратегический аспект.

В статье проведен анализ развития транспортной системы харьковского региона. В качестве стратегического аспекта определено формирование транспортно-торгово-логистического кластера. Установлено, что стратегическим приоритетом развития транспортной системы харьковского региона должен стать оптимизация использования инфраструктурных и транзитных возможностей для улучшения локальной доступности.

Ключевые слова: транспортная система региона, развитие, стратегические аспекты

Horoshilova I.O. Development of transport system Kharkov region: strategic aspect.

The article analyzes the development of the transport system of Kharkiv D region. As a strategic aspect of the formation of defined transport-no-trade and logistics cluster. It is established that strategic Prior-that the development of transport system of Kharkiv region should be opti-tion use of infrastructure and transit opportunities for seizing-sheniya local availability.

Keywords: transport system of region, development, strategic aspects

Хорошилова И.А. - асистент Харківського національного автомобільно-дорожнього університету (м. Харків). hia23@mail.ru

Рецензент: **Заблодська І.В.** – д.е.н., проф., директор Луганської філії Інституту економіко-правових досліджень НАН України.

Стаття подана 20.01.2015.

УДК 332

ФУНКЦІОНУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ РЕГІОНУ В КОНТЕКСТІ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОНОМІКИ ПІДПРИЄМСТВА

Серебряк К.І.

FUNCTIONING OF THE INFORMATION SYSTEM REGION IN THE CONTEXT OF INFORMATION SUPPORT BUSINESS ECONOMICS

Serebryac C.I.

У статті проведено аналіз показників функціонування інформаційної системи регіону в контексті інформаційного забезпечення економіки підприємства. Проведено ранжування регіонів за апаратним забезпеченням інформаційної системи регіонів України, проаналізовано доходи від реалізації послуг з надання доступу до мережі Інтернет та встановлено, що якість функціонування інформаційної системи регіону безпосереднє впливає на економіку підприємств регіону.

Ключові слова: інформаційна система регіону, показники, підприємства.

Поставника проблеми. Впровадження сучасних інформаційних систем у регіонах України є важливою складовою у реалізації державної політики інформатизації країни взагалі та інформаційної системи підприємства конкретно. Створення та функціонування таких систем за умови інтенсивного розвитку ринкових відносин є одним із важливих елементів ефективного розвитку.

На теперішній час у регіонах країни сформувалися та успішно функціонують різноманітні інформаційні системи у багатьох сферах їхнього соціально-економічного розвитку, наприклад, таких, як: інформаційна система управління регіоном; інформаційна система управління розвитку виробничих підприємств регіону; освітня інформаційна система; система регіонального бізнесу; регіональна довідкова система; система моніторингу економічного стану регіону; інформаційно-аналітична система ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів; інформаційно-аналітична система функціонування регіональної системи охорони здоров'я; інформаційна система супроводження та адміністрування платників податків тощо. А останнім часом за ініціативою регіональних органів державної влади створюються тематичні регіональні інформаційні системи: Інформаційний ресурс для громадян – переселенців (Львівська обласна державна адміністра-

ція), Інформаційний центр допомоги учасникам АТО, Центр допомоги переселенцям (Дніпропетровська обласна державна адміністрація), Інформаційно-координаційний центр, Центр допомоги учасникам АТО (Житомирська обласна державна адміністрація) і т.п. Це свідчить про актуальність та важливість функціонування інформаційної системи регіонів України не тільки на регіональному рівні, але і на рівні підприємств задля створення їхнього інформаційного забезпечення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останні роки були непростими для України, що обумовило створення Міністерства інформаційної політики, проте проблеми функціонування інформаційної системи регіонів та підприємств залишаються та будуть залишатися і зараз актуальними. Такі твердження були наведені у наукових роботах вчених як: Левин М.Д., Макаровский С.П., Маклаков С.В., Твердохліб М.Г., Крініцин В.В., Швиденко М.З., Пономаренко В.С., Попов В.Б. та ін. [1-5]. Однак проблеми аналізу функціонування інформаційної системи регіону потребують подальшої уваги як з боку науковців так і практиків.

Метою статті є проведення аналізу показників функціонування інформаційних систем регіонів в контексті інформаційного забезпечення економіки підприємств.

Результати досліджень. Ефективність функціонування інформаційної системи регіонів України обумовлюється багатьма факторами, але головним з них є можливості інформаційної системи кожного підприємства інтегруватися до єдиної інформаційної системи регіону в якості органічної складової підсистеми. Функціонування інформаційних систем регіону можна схарактеризувати за допомогою відповідних показників, а аналіз показників функціонування інформаційних систем у регіонах дозволяє оцінити рівень розвитку інформаційної сфери, рівень доступу до глобальних інформаційних мереж, застосу-

вання сучасних систем та засобів телекомунікації й зв'язку з точки зору можливостей розвитку інформаційного забезпечення економіки підприємств регіону. Проте, здійснити таку оцінку можливо лише опосередковано, тому що, по-перше, у державному статистичному спостереженні відсутні такі показники, а по-друге, у регіонах існують різні інформаційні системи за різними напрямками функціонування для яких не встановлено уніфіковану методику статистичного спостереження. Проте показники аналізу інформаційної системи регіону можна згрупувати за функціональною ознакою: показники апаратного забезпечення, показники цільового забезпечення та результативні показники функціонування інформаційної системи регіону.

Апаратне забезпечення інформаційної системи регіону включає наявність та використання комп'ютерів настільних, портативних, ноутбуків, персональних цифрових апаратів, міні комп'ютерів, універсальних OEM, устаткування, модемів, мобільних телефонів, телевізорів, відеоапаратури, електронних машин, які контролюються комп'ютером, устаткування мережевого зв'язку тощо.

Технологічне забезпечення інформаційної системи регіону включає наявність та використання технологій використання широкосмугових, цифрових та бездротових технологій, таких як комутований доступ (Dial-Up), вузького смугового зв'язку (ISDN), широкосмугового зв'язку (DSL, xDSL, ADSL, SDSL), технологій Frame-Relay, технологій зв'язку лініями електропередачі PLC, технологій мобільного зв'язку (GSM, GPRS, UMTS, EDGE, CDMA 2000 1xEVDO), технологій Wi-fi та Bluetooth, технологій використання радіочастот, інфрачервоних променів, електромагнітних хвиль, мікрохвиль або акустичних хвиль для тривалого зв'язку між пристроями користувачів, магістральні лінії LAN тощо.

Показники цільового забезпечення інформаційної системи регіону групуються за цілями використання інформаційних технологій, які сприяють здійсненню автоматизованого обміну даними, надсиланню замовлень постачальникам, отриманню електронних рахунків, отриманню замовлень від клієнтів, відправленню електронних рахунків-фактур, відправленню або отриманню інформації про продукцію (каталоги, прейскуранти), відправленню або отриманню транспортної документації, наданню платіжних доручень фінансовим установам, отриманню або відправленню даних для/від державних установ.

Результативні показники забезпечення інформаційної системи регіону характеризують кінцевий результат функціонування інформаційної системи регіону. Проте, на кінцевий результат впливають багато факторів, тому виокремити суто результативні показники функціонування інформаційної системи регіону не виявляється можливим, але узагальнюючим показником ефективності функціонування інформаційної системи регіону є валовий регіональ-

ний продукт. Також одним із результативних показників є обсяг реалізованої продукції (робіт, послуг), що дає можливість опосередковано оцінити вплив функціонування інформаційної системи регіону на зростання обсягу реалізованої продукції підприємствами регіону.

Серед показників, що характеризують апаратне забезпечення інформаційної системи регіону є кількість персональних комп'ютерів, які працюють на підприємствах регіону.

За даними статистичного спостереження у 2013 році найкраща ситуація із наявністю комп'ютерів була у м. Києві, Донецькій, Дніпропетровській, Харківській та Одеській областях, що обумовлює кращі можливості цих регіонів до використання інформаційних технологій та систем задля розвитку партнерських відносин, пошуку необхідної інформації, сприяння співробітництву у багатьох напрямках суспільного життя на базі використання ІКТ. Розширення можливостей функціонування інформаційних систем регіонів обумовлює більш сприятливі умови до зростання обсягів реалізації продукції, робіт та послуг підприємствами. Ранжування регіонів України за показниками апаратного забезпечення інформаційної системи регіону наведено у табл.1.

В процесі аналізу з'ясовано, що найкращу позицію за кількістю підприємств, які мали доступ до мережі Інтернет мали підприємства у м. Київ (1 місце); Донецька (2 місце); Дніпропетровська (3); Харківська (4); Одеська (5) області.

Розвиток інформатизації у регіонах України характеризується станом розвитку телекомунікаційної інфраструктури, станом забезпечення обчислювальною технікою та розвитком регіональної мережі Інтернет [8]. Аналіз кількості абонентів мережі Інтернет у регіонах України показав, що у 2010 році їх найбільша кількість була у м. Київ, на другому місці – Одеська область, на третьому – Дніпропетровська. У 2014 році кількість абонентів мережі Інтернет зросла у порівнянні з 2010 роком на 60,9%. При чому, у м. Київ зростання за цей період склало 62,1%, у Одеській області 182,2% (рис.1), у Дніпропетровській – лише на 26,8% (рис. 2).

Аналіз динаміки розвитку інфраструктури мобільного зв'язку свідчить, що за період з 2010 р. до 2014 р. кількість абонентів зросла на 13,4%. Найвищий розвиток мобільного зв'язку у м. Києві, Дніпропетровській, Харківській, Одеській областях, найнижчий рівень у Кіровоградській та Тернопільській областях (рис.3). Аналіз динаміки розвитку кабельного телебачення за 2010-2014 роки свідчить про негативну тенденцію, кількість абонентів за цей період зменшилась з 3455,8 до 2940,1 або на 14,9%

Однією з важливих характеристик функціонування інформаційних систем регіонів є показник отримання доходу від надання інформаційних послуг. Ефективність інформаційної системи визначається порівнянням одержаних результатів від функціонування цієї системи і витрат усіх видів ресурсів, необхідних для її створення, впровадження та розвитку.

Т а б л и ц я 1

Ранжування регіонів за апаратним забезпечення
інформаційної системи регіонів України у 2013 р. [6]

Регіони	Показники апаратного забезпечення						
	Використовували внутрішню комп'ютерну мережу	Використовували бездротовий доступ до комп'ютерної мережі	Мали функціонуючу домашню сторінку у мережі Інтернет	Кількість персональних комп'ютерів на підприємствах, одиниць	Середня кількість працівників, що використовували комп'ютери, осіб	Кількість підприємств, які мали доступ до Інтернет	Рейтинг регіону за кількістю підприємств, які мали доступ до Інтернет
Україна	44468	28002	10422	1166906	1251614	42464	
АР Крим	1685	1077	355	24830	26833	1617	9
Вінницька	1110	690	187	14980	15778	1044	12
Волинська	833	528	163	13054	17737	803	21
Дніпропетровська	3365	2098	739	109464	125545	3199	3
Донецька	3829	2386	900	127066	134951	3631	2
Житомирська	1020	568	164	11563	13744	936	13
Закарпатська	747	418	138	10506	13687	686	23
Запорізька	1810	1173	386	51581	52189	1751	7
Івано-Франківська	908	532	188	10403	11937	846	19
Київська	1836	1102	453	36660	45023	1731	8
Кіровоградська	618	382	125	7873	8707	592	25
Луганська	1400	827	251	28781	30050	1304	10
Львівська	2305	1485	541	50923	55206	2200	6
Миколаївська	931	599	179	20242	19849	873	15
Одеська	2612	1619	614	67341	68831	2500	5
Полтавська	1209	807	273	27188	29277	1150	11
Рівненська	892	555	171	10367	13080	835	20
Сумська	946	518	142	15854	17558	854	16
Тернопільська	699	426	128	8314	9994	655	24
Харківська	3060	2023	668	88361	93204	2899	4
Херсонська	725	440	129	9874	11161	688	22
Хмельницька	916	513	172	10777	11443	852	17
Черкаська	885	531	155	13414	15011	848	18
Чернівецька	592	298	87	5501	6364	544	26
Чернігівська	966	547	145	11524	12840	876	14
м. Київ	8263	5568	2872	372895	383524	8090	1
м. Севастополь	486	292	97	7570	8091	460	27

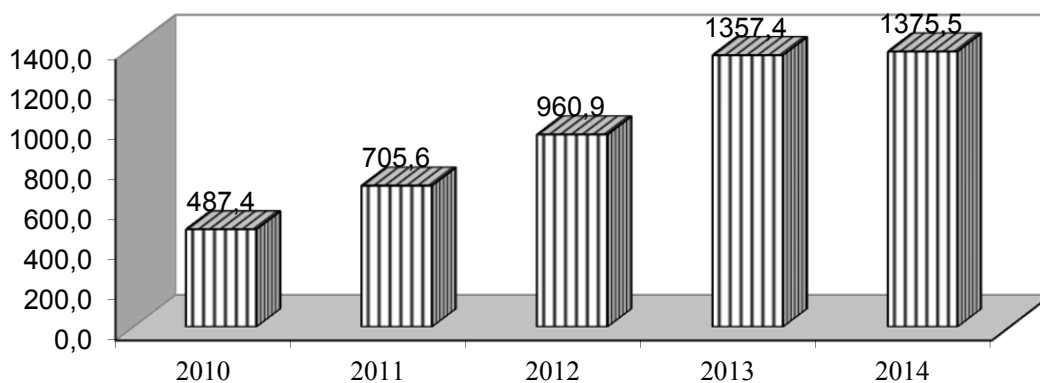


Рис.1. Динаміки зростання кількості абонентів Інтернет в Одеській області [6]

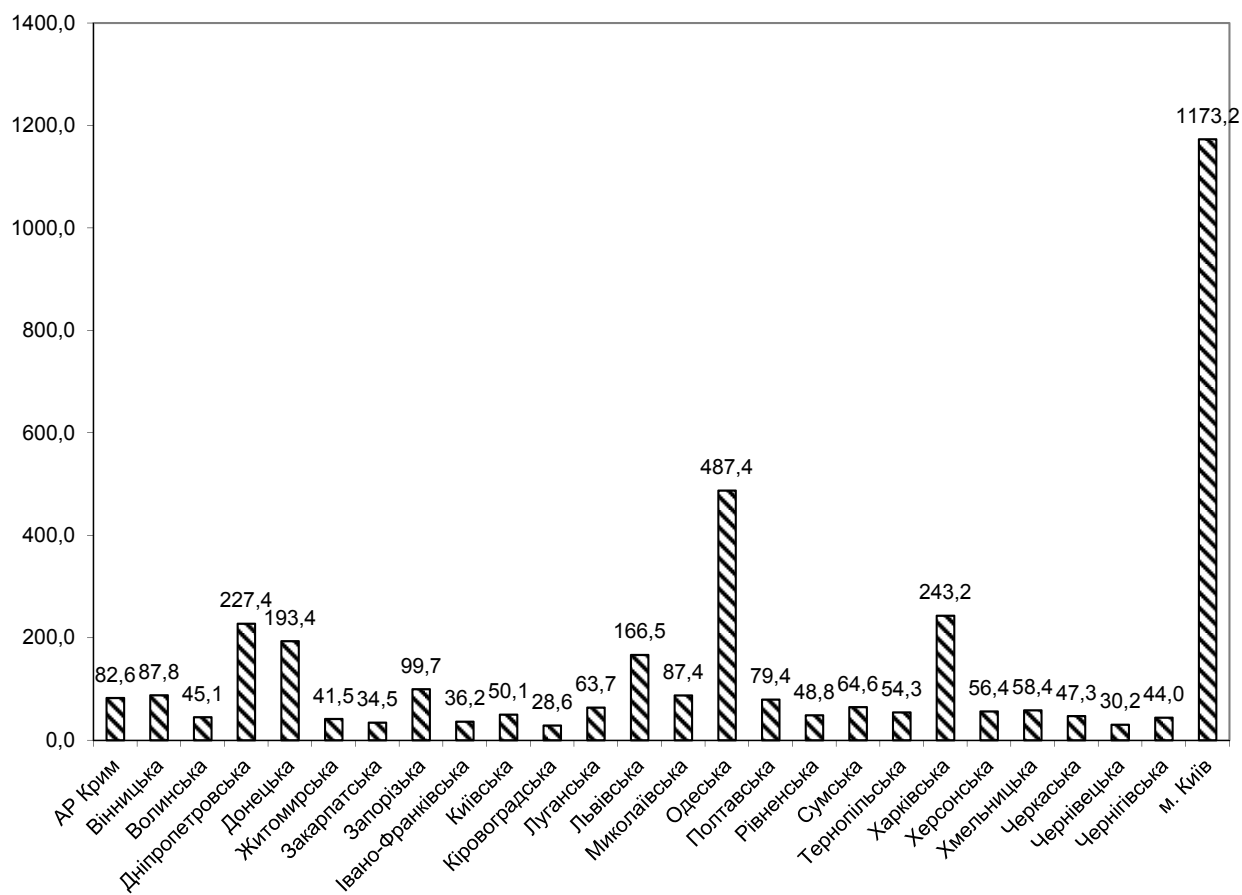


Рис. 2. Кількість абонентів мережі Інтернет у регіонах України у 2010 р. [6]

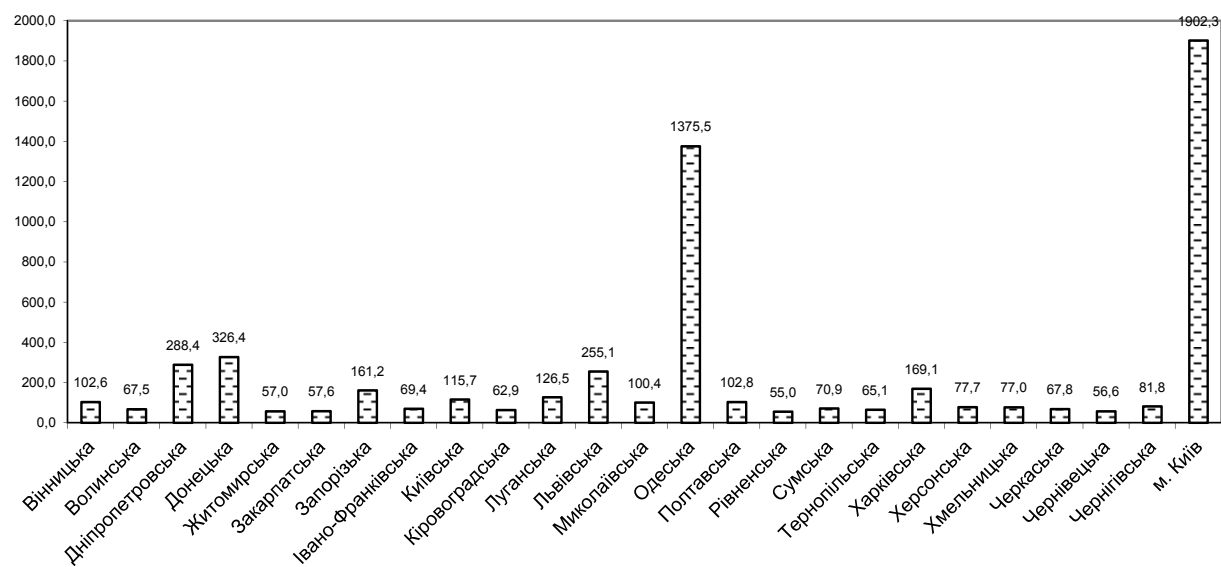


Рис. 3. Кількості абонентів мережі Інтернет у регіонах України у 2014 р. [6]

Аналіз доходів від реалізації послуг з надання доступу до мережі Інтернет у регіонах України у 2014 р. свідчить про наявні відмінності у розвитку (рис. 4).

Позитивно відрізняються м. Київ, Одеська область, Донецька, Дніпропетровська та Львівська об-

ласті. Найнижчий рівень доходів відмічено у Житомирській, Рівненській, Кіровоградській областях. Аналіз динаміки отримання доходів від реалізації послуг з надання доступу до мережі Інтернет у регіонах України за період з 2010 по 2014 роки наведено у табл.2.

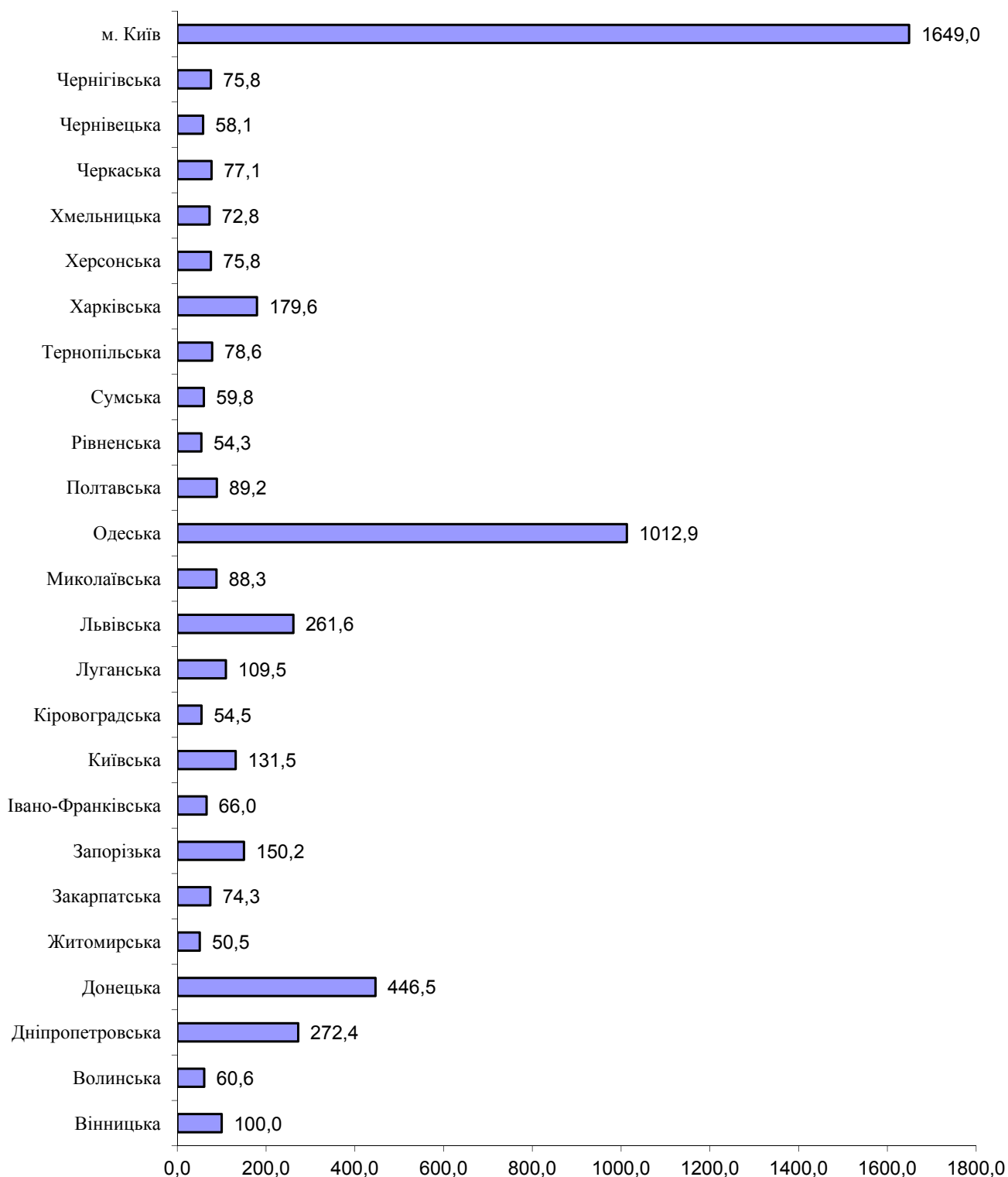
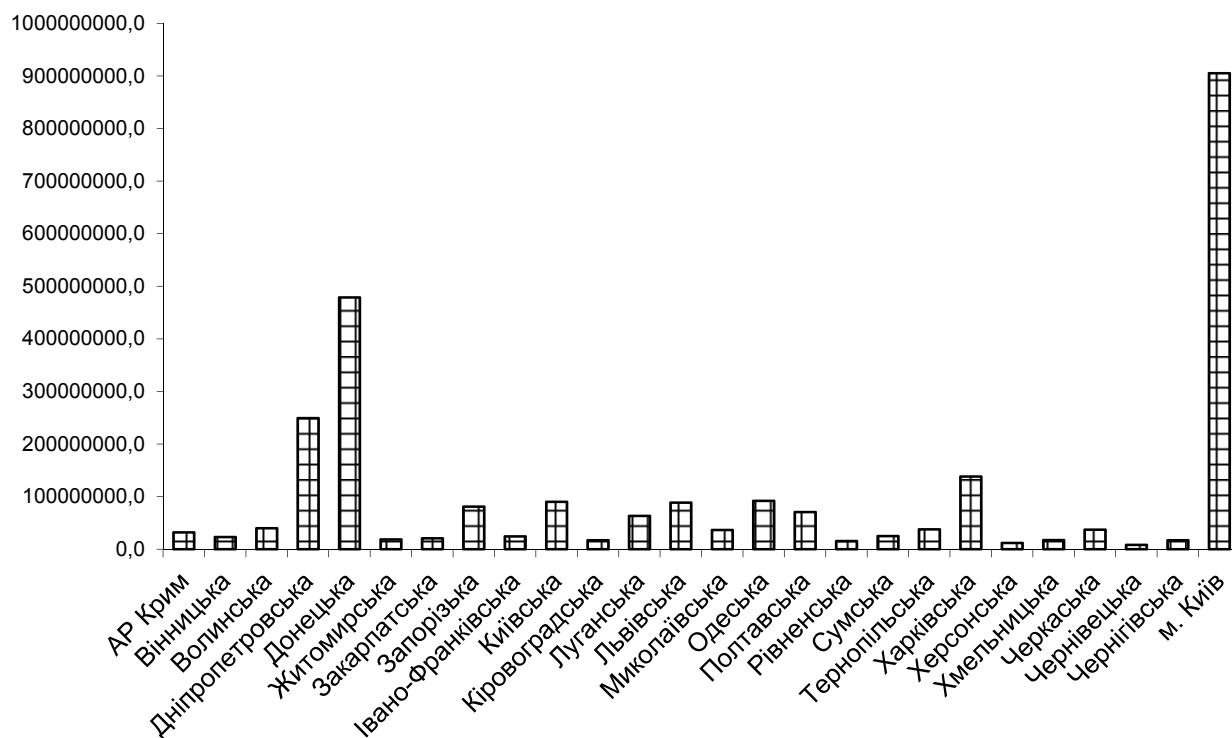


Рис. 4. Доход від реалізації послуг з надання доступу до мережі Інтернет у 2014 році (млн. грн) [6]

Таблиця 2

Доходи від реалізації послуг з надання доступу
до мережі Інтернет за 2010-2014 рр., млн. грн. [6]

Регіони	Роки					Ранг 2014
	2010	2011	2012	2013	2014	
Україна	3805,1	4261,0	4673,1	4908,5	5348,9	
АР Крим	95,6	113,4	126,6	140,9	н/д	
Вінницька	77,2	94,9	108,3	87,9	100,0	10
Волинська	36,0	40,4	45,9	51,4	60,6	20
Дніпропетровська	230,4	227,9	244,2	255,1	272,4	4
Донецька	276,2	343,2	411,1	497,1	446,5	3
Житомирська	35,5	40,7	45,2	47,4	50,5	25
Закарпатська	39,0	48,2	61,5	66,8	74,3	17
Запорізька	118,5	135,3	135,6	137,7	150,2	7
Івано-Франківська	38,5	46,9	49,3	53,0	66,0	19
Київська	56,8	69,8	84,5	102,2	131,5	8
Кіровоградська	31,1	35,1	39,1	45,5	54,5	23
Луганська	64,1	81,5	98,0	110,5	109,5	9
Львівська	189,2	217,1	243,2	248,8	261,6	5
Миколаївська	46,4	52,3	61,8	74,3	88,3	12
Одеська	314,7	419,9	522,5	659,8	1012,9	2
Полтавська	71,8	82,6	81,6	82,1	89,2	11
Рівненська	41,6	46,7	47,4	46,2	54,3	24
Сумська	47,2	53,1	55,0	53,9	59,8	21
Тернопільська	49,7	58,2	62,4	72,1	78,6	13
Харківська	206,2	240,9	242,2	179,6	179,6	6
Херсонська	52,3	62,3	60,8	62,7	75,8	15
Хмельницька	52,3	63,0	63,7	62,9	72,8	18
Черкаська	40,7	45,2	74,1	68,5	77,1	14
Чернівецька	36,2	43,5	53,3	54,3	58,1	22
Чернігівська	37,7	47,7	63,9	71,5	75,8	15
м. Київ	1496,1	1525,0	1569,1	1557,5	1649,0	1

Рис. 5. Обсяги реалізації продукції, робіт та послуг у 2013 р.
підприємствами регіонів України (грн.) [6]

Найбільше зростання доходів відбулося у Одеській області, що можна пояснити наявністю та ефективністю реалізації Регіональної програми інформатизації Одеської області на 2011-2013 роки. За абсолютним значенням показника перше місце залишається за м. Києвом (1649,0 млн. грн.)

Аналіз показників обсягу реалізованої продукції, робіт, послуг у регіонах країни у 2013 р. як результативного показника, довів, що у тих регіонах, де найкраща ситуація із апаратно-технічним забезпеченням інформаційної складової, обсяги реалізації також мали кращі абсолютні значення. Обсяги реалізованої продукції, робіт, послуг у 2013 р. у регіонах України наведено на рис.5.

Висновки. Функціонування інформаційної системи регіону сьогодні відбувається в контексті інформаційного забезпечення економіки підприємства характеризується відповідними показниками які групують за функціональною ознакою: показники апаратного забезпечення, показники технологічного забезпечення, показники цільового забезпечення та результативні показники функціонування інформаційної системи регіону. Проведений аналіз цих показників довів, що у тих регіонах, де найкраща ситуація із апаратно-технічним забезпеченням інформаційної складової, обсяги реалізації продукції. Це доводить про прямий вплив інформаційної системи регіону на економіку підприємств регіону.

Л і т е р а т у р а

1. Левин М.Д. Методы поиска информации в Интернет. - М.: Солон-Пресс, 2010. - 224 с.
2. Макаровский С.П. Информационные системы и структуры данных. - М.: Финансы и статистика, 2009. - 186 с.
3. Маклаков С.В. Создание информационных систем. - М.: МИФИ, 2003. - 432 с.
4. Пономаренко В.С. Інформаційні системи і технології у зовнішньоекономічній діяльності. Навчальний посібник / В.С. Пономаренко, І.В. Журавльова. - Харків: Вид. ХДЕУ, 2012. - 328 с.
5. Попов В.Б. Практикум по Интернет-технологиям: Учебный курс. - СПб: Изд. "Питер", 2008. - 480 с.
6. Статистичний збірник. - Державний комітет статистики. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: - <http://www.ukrstat.gov.ua>

References

1. Levin M.D. Metody poiska informacii v Internet.- M.: Solon-Press, 2010. - 224 s.
2. Makarovskij S.P. Informacionnye sistemy i struktury dannjah. - M.: Finansy i statistika, 2009. - 186 s.
3. Maklakov S.V. Sozdanie informacionnyh sistem. - M.: MIFI, 2003. - 432 s.
4. Ponomarenko V.S. Informacijni sistemi i tehnologii u zovnishn'oekonomi-chnij dijal'nosti. Navchal'nij posibnik / V.S. Ponomarenko, I.V. Zhuravl'ova. - Harkiv: Vid. HDEU, 2012. - 328 s.
5. Popov V.B. Praktikum po Internet-tehnologijam: Uchebnyj kurs. - SPb: Izd. "Piter", 2008. - 480 s.
6. Statistichnij zbirk. - Derzhavnij komitet statistiki. - [Elektronnij resurs] - Rezhim dostupu: - <http://www.ukrstat.gov.ua>

Серебряк К.И. Функционирование информационной системы региона в контексте информационного обеспечения экономики предприятия.

В статье проведен анализ показателей функционирования информационной системы региона в контексте информационного обеспечения экономики предприятия. Проведено ранжирование регионов за аппаратным обеспечением информационной системы регионов Украины, проанализированы доходы от реализации услуг по предоставлению доступа к сети Интернет и установлены, что качество функционирования информационной системы региона непосредственное влияет на экономику предприятий региона.

Ключевые слова: информационная система региона, показатели, предприятия.

Serebryakov K.I functioning of the information system region in the context of information support business economics.

The article analyzes the performance of information system in the region in the context of information support of business economics. A ranking of regions for hardware information system of Ukraine's regions, analyzed the income from the sale of services to provide access to the Internet and installed that the quality of the information system.

Keywords: informative system of region, indexes, enterprises.

Серебряк К.І., к.е.н., доцент кафедри економіки підприємства Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля (м. Северодонецьк) eseniya.999@mail.ru

Рецензент: **Заблудська І.В.** - д.е.н., проф., директор Луганської філії Інституту економіко-правових досліджень НАН України.

Стаття подана 12.02.2015

**ВІСНИК
СХІДНОУКРАЇНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ
№ 2 (219) 2015**

Науковий журнал

Відповідальний за випуск

Кічка О.І.

Оригінал-макет

Кузьменко С.В.

Статті надруковано в авторській редакції

Підписано до друку 16.02.2015 р.
Формат 60 x 84 1/8. Папір офсетний. Гарнітура Times.
Друк офсетний. Умов. друк. арк. 21,1. Обл.-вид. арк. 22,9.
Наклад 300 прим. Вид. № 3025. Ціна вільна.

Видавництво
Східноукраїнського національного університету
імені Володимира Даля

Свідоцтво про реєстрацію: серія ДК № 1620 від 18.12.03 р.

Адреса університета: просп. Радянський 59-А
м. Сєверодонецьк, 93400, Україна
E-mail: vidavnictvoSNU.ua@gmail.com

Надруковано у ПП «Поліграф-Сервіс»
Свідоцтво про реєстрацію серія АОО №049269
93406, м. Сєверодонецьк, проспект Гвардійський, 30
тел.: (0645) 70-14-41, (095) 850-61-53
e-mail: poligrafSDLK@ukr.net