

*Наведена математична модель оптимально-го резерву провізних можливостей парку рухомого складу по критерію мінімуму приведених логістичних витрат на доставку споживчих товарів. Визначені залежності параметрів перевізного процесу в умовах міських перевезень вантажів в торговельні точки «дрібних» форматів на приведені логістичні витрати. Визначено найбільш значущі показники, які дозволять знизити приведені логістичні витрати*

**Ключові слова:** провізні можливості, резерв, попит на перевезення, додатковий рухомий склад

*Приведена математическая модель оптимально-го резерва провозных возможностей парка подвижного состава по критерию минимум приведенных логистических затрат на доставку потребительских товаров. Определены зависимости параметров перевозочного процесса в условиях городских перевозок грузов в торговые точки «мелких» форматов на приведенные логистические затраты. Определены наиболее значимые показатели, которые позволят снизить приведенные логистические затраты*

**Ключевые слова:** провозные возможности, резерв, спрос на перевозки, дополнительный подвижной состав

# РЕЗЕРВУВАННЯ ПРОВІЗНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ПАРКУ АВТОМОБІЛІВ ЗА РАХУНОК КІЛЬКІСНОГО ЗБІЛЬШЕННЯ

**К. Г. Ковцур**

Асистент

Кафедра транспортних систем і логістики  
Харківський національний  
автомобільно-дорожній університет  
вул. Петровського, 25, Харків, Україна, 61002  
E-mail: kovtsyr@mail.ru

## 1. Вступ

На сьогоднішній день в умовах змінного попиту на споживчі товари в процесі виробництва і первинного розподілу у ланцюзі постачань існують певні проблеми, що одразу позначається на рівні ціни, якості та доступності товару у роздрібній торговельній мережі. З метою більш швидкого реагування на потреби кінцевих споживачів і забезпечення доставки в потрібне місце, в потрібний час, в необхідній кількості та асортименті, необхідно вдосконалити організацію процесу доставки в ланцюзі постачань так, щоб провізні можливості (ПМ) парку автомобілів відповідали потребам у них. Тому все вказує на те, що однією з особливо значущих завдань на підприємстві є скорочення сумарних витрат у ланцюзі постачань, що пов'язані з доставкою та неповним задоволенням попиту. На сьогоднішній день відсутні конкретні методики і рекомендації щодо оптимізації системи доставки товарів у роздрібну торговельну мережу з урахуванням витрат на доставку і втрат від недовиконання замовлення і неповного використання вантажності автомобіля.

Отже, існує необхідність розробки такої методики за рахунок резерву ПМ парку рухомого складу (РС) при збільшенні кількості одиниць РС.

## 2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

В даний час вивченню питанню резервування ПМ у вирішенні завдань, пов'язаних з доставкою продукції в роздрібну торговельну мережу в умовах змінного попиту, приділяється увага в наукових працях як вітчизняних [1], так і зарубіжних вчених [2].

Усі існуючі моделі резервування ПМ можна розділити на дві групи: детерміновані моделі [3] й ті, що враховують ймовірнісно-статистичний характер величини розміру партії вантажу [4]. Більшість авторів розглядають першу постановку задачі. Друга постановка задачі є більш доцільна та реалістична, тому що в складних системах, в яких вихідні дані не повністю визначаються поточним станом моделі і вхідними даними, які залежать також від коливань випадкового характеру.

Слід виділити дві основні постановки задачі резервування: резервування вантажності РС [4, 5] та резервування ПМ за рахунок додаткової кількості РС [2, 3]. В багатьох роботах відмова в обслуговуванні розглядається як випадкова величина. Так, за основу в роботі [6] покладено невизначеність розподілу числа відмов на перевезення. Такий підхід поширює коло застосування цієї методики, однак покладене в основу цієї методики припущення щодо гамма-розподілу кількості відмов на перевезення доцільне тільки для автомобільного парку дорожньо-будівельної компанії і не застосовується для роздрібної торгівлі. А в роботі [7] щільність розподілення випадкової величини відмови в перевезенні пропонується описувати вже законом розподілу Вейбулла, і не враховано, що характер відмов у торгових точках різних форматів різних.

Отже, в умовах змінного попиту гнучкість роботи транспорту є жорстким критерієм для успішної роботи виконавців. Відсутність чітких ефективних алгоритмів проектування роботи транспорту веде до втрати прибутку [1]. Знаходження меж використання власного чи найманого транспорту, необхідність резервування ПМ – ті завдання, які залишаються невирішеними і потребують більш ретельного вивчення, як для теоретиків, так і практиків.

**3. Мета та завдання дослідження**

Метою даної роботи є створення моделі, яка за рахунок резервування ПМ парку РС, а саме кількісного збільшення парку РС, дозволить знайти компроміс між витратами на перевезення і втратами, пов'язаними з недозавезенням товарів у роздрібну торговельну мережу. Критерієм вибору моделі є мінімум приведених логістичних витрат на доставку вантажу.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- отримати математичні моделі приведених логістичних витрат на доставку СТ;
- експериментальним шляхом визначити закономірності впливу основних показників логістичного ланцюга постачань та факторів зовнішнього середовища на параметри роботи транспорту в заданих умовах.

В якості припущень при вирішенні задачі прийнято, що:

- відкладений попит відсутній;
- район обслуговування має форму кола;
- торгові точки рівномірно розподілені в районі перевезень.

**4. Матеріали та методи досліджень впливу умов доставки і характеристик попиту на приведені логістичні витрати на доставку СТ**

**4. 1. Фізична модель**

Планування маршрутів доставки продукції здійснюється попередньо, і у випадку коливань попиту зміна маршруту заборонена, а завезення товарів від постачальника повинне відбуватися за графіком, який складається попередньо. Одним із способів компенсації коливань попиту за рахунок технологічних рішень є кількісне збільшення одиниць РС. Приймається, що постачальник обслуговує весь район обслуговування. Кількість пунктів заїзду на всіх маршрутах однакова. Після того, як ПМ основного парку РС вичерпані і залишилися торгові точки, які не були обслужені, де втрати від недопостачання перевищують витрати на транспортування резервним транспортом, то стає раціональним використання резервного парку РС.

Вантажність резервних одиниць парку РС така ж, як і основного через можливість ротації автомобілів на маршрутах. Виходячи з цього, перепроектування маршрутів резервного парку РС недоцільна, а кількість пунктів заїзду на маршруті така ж, як і у основного.

Якщо приймається, що торгові точки розподілені рівномірно в районі перевезень, то приймається, що й торгові точки, які не обслуговувалися основним парком РС, теж розподілені рівномірно в районі перевезень. Через зменшення значення щільності дислокації торговельних точок, які мають бути обслужені резервним парком РС, порівняно з основним, відстань між суміжними пунктами заїзду, відповідно, збільшиться. Однак характеристики маршруту резервного парку РС будуть відрізнятися від основного, так довжина і час обертів на маршруті резервного парку РС буде більше ніж на маршруті основного, але з урахуванням обмеження по часу обертів. При резервуванні ПМ парку РС за рахунок кількісного збільшення парку РС, варіант створення запасу за вантажності не розглядається. Однак в умо-

вах змінного попиту для компенсації коливань попиту, доцільним стає створення певного запасу резервних одиниць парку РС, тобто при розрахунку частки резервних транспортних одиниць до основних необхідно врахувати коефіцієнт запасу ПМ резервного парку РС.

Коефіцієнт запасу ПМ резервного парку РС та кількість пунктів заїзду на маршруті є оптимізаційними параметрами роботи резервного парку РС, знаходження яких дозволить визначити обсяги робіт для резервного парку РС та застосування даного способу компенсації коливань попиту з оптимальними значеннями параметрів роботи дозволять зменшити витрати на доставку.

Цільова функція являє собою приведені логістичні витрати ( $S_d^{up}$ , грн./т) на доставку, має наступний вид

$$S_d^{up}(n_3, \delta_{3p}) = \frac{B_p(n_3, \delta_{3p}) + B_{ш}(n_3, \delta_{3p}) + B_{тр}(n_3)}{Q_o(n_3, \delta_{3p})} \rightarrow \min, (1)$$

де  $n_3$  – кількість пунктів заїзду на маршруті, од;  $\delta_{3p}$  – коефіцієнт запасу ПМ резервних автомобілів;  $B_p$  – витрати на транспортування вантажу резервним парком РС, грн.;  $B_{ш}$  – втрати від обслуговування клієнтів не в повному обсязі, грн.;  $B_{тр}$  – витрати на транспортування вантажу в торговельні точки, грн.;  $Q_o$  – обсяг вантажу, завезений в торгові точки постачальником, т.

В умовах змінного попиту на перевезення, знаходження оптимальних значень коефіцієнту запасу ПМ резервних автомобілів та кількості пунктів заїзду на маршруті дозволить забезпечити ефективну роботу парку РС за умови резервування ПМ парку РС за рахунок компенсації коливань попиту. За умов мінімізації приведених логістичних витрат при такому підході частина торгових точок може залишитись повністю або частково не обслуговуваною. У цьому випадку, постачальник недоотримає частину можливого доходу, зокрема несе втрати від недопостачання товарів не в явному вигляді.

**4. 2. Математична постановка задачі**

Ймовірність недопостачання вантажу, яка дорівнює ймовірності того, що попит на перевезення виявиться більшим за фактичну вантажність автомобіля, можна визначити за формулою

$$P_{недоз} = \int_{q_n \cdot \gamma}^{G_{max}} f(x) dx, (2)$$

де  $G_{max}$  – максимальний попит на маршруті, т;  $q_n$  – номінальна вантажність автомобіля;  $\gamma$  – коефіцієнт статичного використання вантажності;  $f(x)$  – щільність розподілу сумарного попиту.

Враховуючи, що випадкову величину розмір замовлення в торгових точках «дрібних» форматів можливо описати рівномірним законом розподілу, обсяг недозавезення вантажу на маршруті складає

$$Q_{недоз} = \frac{g \cdot \sqrt{n_3} \cdot \left( 2 \cdot \sqrt{n_3} + \sqrt{3} \cdot k_{vg} \right)}{4}, (3)$$

де  $k_{vg}$  – коефіцієнт варіації попиту в торговій точці.

Витрати на перевезення вантажу основним парком РС при доставці в торгові точки «дрібних» форматів, виходячи з припущення про рівномірне розташування торгових точок в районі обслуговування та відомих методик визначення техніко-експлуатаційних показників роботи транспорту, складуть

$$B_{tp} = \left[ 2 \cdot l_1 + 0,76 \cdot \sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot (n_3 - 1) \right] \times \left( A_{зм} + \frac{B_{зм} \cdot g \cdot n_3}{\gamma} \right) + \left( A_{пост} + \frac{B_{пост} \cdot g \cdot n_3}{\gamma} \right) \times \left[ 2 \cdot t_d + \frac{2 \cdot l_1 + 0,76 \cdot \sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot (n - 1)}{V_t} + (n_3 - 1) \cdot t_d + 2 \cdot g \cdot n_3 \cdot \tau_{н-р} \right], \quad (4)$$

де  $l_1$  – початково-кінцевий пробіг автомобіля на розвізному маршруті, км;  $\lambda$  – щільність дислокації торгових точок, од/км<sup>2</sup>;  $A_{зм}$ ,  $B_{зм}$ ,  $A_{пост}$ ,  $B_{пост}$  – коефіцієнти регресійної моделі залежності собівартості автомобільних перевезень від вантажопідйомності автомобіля, грн/км, грн/год, грн/т·км та грн/т·год відповідно;  $g$  – середній розмір замовлення, т;  $t_d$  – додатковий час на заїзд у пункт навантаження, год;  $V_t$  – технічна швидкість автомобіля, км/год;  $\tau_{н-р}$  – норма часу на навантаження і розвантаження, год/т.

Для визначення витрат на перевезення вантажу резервним транспортом необхідно визначити частку транспортних засобів резервних по відношенню до основних яку можна представити як

$$\delta_p = \delta_{об}^p \cdot \delta_{зр} \cdot P_{недоз}, \quad (5)$$

де  $\delta_{зр}$  – коефіцієнт запасу ПМ резервного парку РС;  $\delta_{об}^p$  – коефіцієнт кратності часу обертв резервного парку РС до основного.

Загальні витрати на перевезення вантажу резервним парком РС складуть

$$B_p = C_{зм} \cdot l_{об_p} \cdot \delta_{об}^p \cdot P_{недоз} + C_{пост} \cdot t_{об_p} \cdot \delta_p, \quad (6)$$

де  $l_{об_p}$ ,  $t_{об_p}$  – довжина та час обертв резервного транспорту відповідно;  $C_{зм}$ ,  $C_{пост}$  – змінна та постійна складова собівартості перевезень відповідно.

$$B_p = \frac{\delta_p \cdot \left( A_{пост} + \frac{B_{пост} \cdot g \cdot n_3}{\gamma} \right) \cdot \left[ 2 \cdot t_d + \frac{2 \cdot l_1 + 0,76 \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot (n_3 - 1)}{V_t} + (n_3 - 1) \cdot t_d + 2 \cdot g \cdot n_3 \cdot \tau_{н-р} \right]^2}{4 \cdot l_1 + 1,52 \cdot \sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot (n_3 - 1) + 2 \cdot t_d + \frac{2 \cdot l_1 + 0,76 \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot (n_3 - 1)}{V_t} + 2 \cdot (n_3 - 1) \cdot t_d + 4 \cdot g \cdot n_3 \cdot \tau_{н-р}} + \frac{\left[ 2 \cdot l_1 + 0,76 \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot (n_3 - 1) \right] \cdot \left( A_{зм} + \frac{B_{зм} \cdot g \cdot n_3}{\gamma} \right) \cdot \left[ 2 \cdot t_d + \frac{2 \cdot l_1 + 0,76 \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot (n_3 - 1)}{V_t} + (n_3 - 1) \cdot t_d + 2 \cdot g \cdot n_3 \cdot \tau_{н-р} \right]}{4 \cdot l_1 + 1,52 \cdot \sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot (n_3 - 1) + 2 \cdot t_d + \frac{2 \cdot l_1 + 0,76 \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot (n_3 - 1)}{V_t} + 2 \cdot (n_3 - 1) \cdot t_d + 4 \cdot g \cdot n_3 \cdot \tau_{н-р}}. \quad (13)$$

Загальні витрати, викликані штрафами за недопоставку товарів основним і резервним парком РС ( $B_{ш}^{o-p}$ , грн.) складуть

$$B_{ш}^{o-p} = C_{ш} \cdot Q_{недоз}^{o-p}, \quad (7)$$

де  $C_{ш}$  – штраф за недопоставання одиниці вантажу, грн./т;  $Q_{недоз}^{o-p}$  – загальний обсяг недопоставки товарів у роздрібну торговельну мережу після роботи основного і резервного парку РС, які складуть

$$Q_{недоз}^{o-p} = Q_{зам} \cdot (1 - \omega_{1-2}), \quad (8)$$

де  $Q_{зам}$  – обсяг замовлення, т;  $\omega_{1-2}$  – частка обсягу вантажу, яка перевозиться основним і резервним парком РС у цілому, яка складе

$$\omega_{1-2} = \omega_1 + (1 - \omega_1) \cdot \omega_2. \quad (9)$$

де  $\omega_1$  – частка обсягу вантажу, що перевозиться основним парком РС;  $\omega_2$  – частка обсягу вантажу, що перевозиться резервним парком РС.

Виходячи з цього, фактично перевезений обсяг вантажу основним і резервним парком РС складе

$$Q_o^{o-p} = Q_{зам} \cdot \omega_{1-2}, \quad (10)$$

розписавши яке, маємо

$$Q_o^{o-p} = \frac{g \cdot \left( 40 \cdot n_3 - \frac{3\sqrt{3} \cdot k_{vg}^3}{\sqrt{n_3}} - 6 \cdot k_{vg}^2 - 12\sqrt{3} \cdot k_{vg} \cdot \sqrt{n_3} \right)}{64}, \quad (11)$$

Штрафи за недопоставку товарів при доставці товарів в торгові точки «дрібних» форматів складуть

$$B_{ш}^{o-p} = \frac{3 \cdot C_{ш} \cdot g \cdot \left( 2 \cdot \sqrt{n_3} + \sqrt{3} \cdot k_{vg} \right) \cdot \left( k_{vg}^2 + 4 \cdot n_3 \right)}{64 \cdot \sqrt{n_3}}, \quad (12)$$

Витрати на перевезення вантажу резервним парком РС при доставці в торгові точки «дрібних» форматів визначається за 6) і складуть

Підставивши (4) і (11)–(13) у (1), отримаємо сумарні приведені логістичні витрати на доставку при резервуванні ПМ парку РС, за рахунок кількісного збільшення парку РС. Для знаходження оптимуму за кількістю пунктів заїзду та коефіцієнта запасу ПМ резервного парку РС, необхідно знайти окремі похідні математичної моделі і вирішити систему рівнянь. Похідні отриманої математичної моделі визначення приведених логістичних витрат на доставку продукції є ірраціональними рівняннями. Тому отримання аналітичного рішення при використанні моделі в даному вигляді неможливо. Необхідно використовувати чисельні методи рішення.

**4. 3. Чисельний експеримент**

Для використання чисельних методів рішення необхідно визначити всі фактори, що впливають на досліджуваний процес [8]. Аналіз впливу факторів та показників схем доставки залежно від формату торгових точок на оптимізаційні параметри роботи парку РС та приведені логістичні витрати дозволив виявити значущі фактори та, спираючись на дані статистичних досліджень, визначено діапазони їх варіювання (табл. 1).

Таблица 1

Рівні варіювання факторів, що впливають на приведені логістичні витрати

Назва факторів	$x_i$	Мінімальне значення	Максимальне значення
Щільність дислокації торгових точок, $\lambda$ , од/км <sup>2</sup> [9]	$x_1$	1,948	25,398
Середня відстань доставки продукції, $l_i$ , км	$x_2$	3	30
Обсяг постачань продукції, що завозиться кожному одержувачу, $g$ , т [9]	$x_3$	0,1	6,0
Штрафи за недопостачання вантажу, $C_{ш}$ , грн/т	$x_4$	500	10000
Коефіцієнт варіації попиту в торговій точці, $k_v$	$x_5$	0,1	0,577
Коефіцієнт використання вантажності, $\gamma$	$x_6$	0,4	1,0

Враховуючи кількість факторів, що впливає на кінцевий результат, і рекомендації щодо вимог до планів експерименту, доцільно використовувати план повного факторного експерименту. Методом січних знайдені рішення ( $n_3, \delta_{сп}$ ) при мінімізації цільової функції ( $S_{д}^{np}$ ). Необхідно зазначити, що характер впливу цих факторів на приведені логістичні витрати нелінійний. А отже для апроксимації залежності приведених логістичних витрат від обраних факторів використано показникову та ступеневу функції [10].

У зв'язку з тим, що залежності нелінійні, доцільне перетворення отриманих чисельним методом значень оптимізаційних параметрів роботи парку РС шляхом логарифмування. Рівняння регресії показникової та ступеневої функції після логарифмування виглядають наступним чином відповідно

$$\ln(Y) = \ln(a_0') + \ln(a_1') \cdot x_1 + \ln(a_2') \cdot x_2 + \dots + \ln(a_6') \cdot x_6, (14)$$

$$\ln(Y) = \ln(a_0'') + \ln(x_1') \cdot a_1 + \ln(x_2') \cdot a_2 + \dots + \ln(x_6') \cdot a_6, (15)$$

де  $Y'$  – результуючий признак у натуральному вигляді;  $a_i'$  – коефіцієнт регресійної моделі  $i$ -го фактору до логарифмування.

Рівняння перетвореної ступеневої функції є лінійним відносно результуючого признаку і факторів  $\ln(x_1), \ln(x_2), \dots, \ln(x_n)$ . Рівняння перетвореної показникової моделі є лінійним відносно  $\ln(Y)$  і незалежних змінних  $x_1, x_2, \dots, x_n$ . Розрахувавши коефіцієнти лінійної регресії для перетворених нелінійних моделей, шляхом зворотних перетворень знаходяться шукані дійсні коефіцієнти регресії. Переходячи до реальних значень коефіцієнтів у рівнянні виду ступеневої та показникової функцій від змінних в лінійаризованому рівнянні маємо відповідно:

$$a_0 = e^{a_0'}, a_0 = e^{1,955}; a_1 = a_1', a_1 = 0,0197, \\ a_6 = a_6', a_6 = -0,0552, (16)$$

$$a_0 = e^{a_0'}, a_3 = e^{a_3'}, a_3 = e^{0,553}; a_5 = e^{1,554} a_6 = e^{0,927}. (17)$$

**5. Результати досліджень впливу факторів та показників схем доставки на оптимізаційні параметри роботи парку РС та їх обговорення**

При резервуванні ПМ парку РС за рахунок кількісного збільшення парку РС, апроксимуючі моделі оптимальних параметрів роботи парку РС під час доставки товарів у торговельну мережу «дрібних» форматів будуть мати вигляд:

$$\begin{cases} n_3 = 7,065 \cdot \lambda^{0,0197} \cdot l_i^{0,023} \cdot g^{-0,9466} \cdot C_{ш}^{0,0177} \cdot \gamma^{-0,0552}, \\ \delta_{сп} = g^{1,7386} \cdot k_v^{1,554} \cdot \gamma^{2,5272}. \end{cases} (18)$$

Всі коефіцієнти регресійних моделей, що мають значення менше за величину довірчого напівінтервалу прирівнювалися нулю і виключалися з моделі, а також визначено точність значення коефіцієнту (мінімальна кількість знаків після коми). Квантіль розподілу Стьюдента визначається в залежності від кількості ступенів свободи експерименту і рівня значущості, який приймається рівним 0,05. Для визначення значущості коефіцієнтів регресії використовують двохсторонній інтервал. Для одностороннього інтервалу розкиду значень коефіцієнту і за умови значущості всіх факторів  $t_{\alpha/2} = 2,3$ . Отже отримані апроксимуючі

і моделі раціональних параметрів роботи парку РС, коефіцієнти яких є уточнені та значущі.

За результатами чисельного експерименту визначено, що рівень значущості апроксимуючих моделей технологічних параметрів та резерву ПМ не перевищив 0,05. У свою чергу, розрахункове значення критерію Фішера [10] для всіх моделей більше табличного, що дозволяє вважати, що інформаційна здатність апроксимуючих моделей висока (табл. 2).

Найбільш значущими показниками, що роблять вплив на приведені логістичні витрати є штраф за недозавезення, середній розмір замовлення і коефіцієнт варіації замовлення. Приведені логістичні витрати прямопропорційні зміні штрафів за недозавезення продукції в торгові точки, середнього

розміру замовлення, коефіцієнта варіації замовлення. Ступінь впливу на приведені логістичні витрати на доставку товарів таких факторів як щільність дислокації торгової точки, середня відстань доставки, коефіцієнта використання вантажності значно менше.

Таблиця 2

## Перевірка адекватності моделей

Показник	Параметри роботи парку РС	
	Кількість пунктів заїзду на маршруті	Коефіцієнт запасу ПМ резервного транспорту
F- критерій розрахунковий	98,96	22,12
F- критерій табличний	2,37	2,76
Факторна дисперсія	20309,58	220,72
Залишкова дисперсія	205,24	9,98

## 6. Висновки

Компенсація коливань попиту можлива за рахунок реалізації технологічних і організаційних рішень, а саме за рахунок резервування ПМ парку РС за рахунок кількісного збільшення парку РС. Оптимізаційними параметрами схем резервування є кількість пунктів заїзду на маршруті основного парку РС та коефіцієнт запасу ПМ резервного парку РС.

Значущими параметрами, що обумовлюють зміну приведених витрат на доставку споживчих товарів є середній розмір замовлення, щільність дислокації торговельних точок, середня відстань доставки вантажу, розмір штрафу за недопоставку одиниці товару, коефіцієнт використання вантажності і варіювання розміру замовлення. Отримані оптимізаційні моделі впливу умов доставки, параметрів технологічного процесу доставки та способу резервування ПМ парку РС дозволяють визначити вплив раціональних параметрів схем резервування на приведені логістичні витрати. Перевірка інформаційної здатності моделей параметрів роботи парку РС при доставці СТ в торгові точки «дрібних» форматів показала, що всі отримані моделі при рівні значущості 0,05 мають інформаційну цінність.

## Література

1. Миротин, Л. Б. Транспортная логистика [Текст] / Л. Б. Миротин. – М.: Издательство “Экзамен”, 2003. – 512 с.
2. Baublys, A. Modelling freight flows at transport terminal and vehicle fleet of optimal carrying capacity [Text] / Baublys A. // Transport and Logistic: Computer Modelling and New Technologies Transport and Telecommunication Institute, Riga, Latvia. – 2006. – Vol. 10, Issue 1. – P. 40–47.
3. Спирин, И. В. Резервирование в управлении хозяйственными системами (на примере транспорта) [Текст] / И. В. Спирин. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. – 199 с.
4. Шептура, А. Н. Повышение эффективности автомобильных перевозок партионных грузов при переменном спросе на перевозки [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / А. Н. Шептура. – X, 2004. – 162 с.
5. Сигитова, М. А. Управление провозными способностями предприятий грузового автомобильного транспорта [Текст]: дис. ... канд. экон. наук / М. А. Сигитова. – Хабаровск, 2006. – 165 с.
6. Papi, V. I. Vehicle fleet management: a Bayesian approach [Text] / V. I. Papi, J. Popovi // Yugoslav Journal of Operations Research. – 2011. – Vol. 1, Issue 1. – P. 77–91.
7. Cherry, C. R. Development of Duration Models to Determine Rolling Stock Fleet Size [Text] / C. R. Cherry // Journal of Public Transportation. – 2005. – Vol. 8, Issue 3. – P. 57–70.
8. Wu, C. F. J. Experiments: Planning, Analysis, and Optimization [Text] / C. F. J. Wu, M. S. Hamada. – Wiley, 2009. – 743 p.
9. Nefedov, N. The analysis in solving the problem of forecasting of the conditions of consumer good transportation [Text] / N. Nefedov, K. Kovtsur // Transport Problems Quarterly. – 2010. – Vol. 5, Issue 3 – P. 27–31.
10. Draper, N. R. Applied Regression Analysis [Text] / N. R. Draper, H. Smith. – 3rd Edition, 1998. – 736 p. doi: 10.1002/9781118625590