

УДК 656.615:658.8.03

А.М. Холоденко, К.А. Кондельчук

### ОПТИМІЗАЦІЯ МЕХАНІЗМУ НАДАННЯ ЗНИЖОК З ПОРТОВИХ ТАРИФІВ

*Побудована модель оптимізації механізму надання знижок з тарифу на перевантаження. Охарактеризовані умови, за яких надання знижок є вигідним для порту, наведена порівняльна таблиця прибутку зі знижкою та без неї.*

**Ключові слова:** оптимізація, тариф, собівартість, вантажопотік, прибуток, коефіцієнт знижки, еластичність.

*Построена модель оптимизации механизма предоставления скидок с тарифа на перегрузку. Охарактеризованы условия, при которых предоставление скидок выгодно порту, приведена сравнительная таблица прибыли со скидкой и без нее.*

**Ключевые слова:** оптимизация, тариф, себестоимость, грузопоток, прибыль, коэффициент скидки, эластичность.

*A model for the optimization of the mechanism of tariff discount on overloading is constructed. The conditions under which this discount is advantageous for port are determined. A comparative table of profit at a discount and without it is presented.*

*Optimization of marketing activities of sea ports gets a great importance at the present stage of economic development. So, the question is how to optimize the size of the discounts at set port tariffs - according to the cost of cargo-loading operations. From our point of view, the interest is not specific optimization of the value of fixed discount rate, but the mechanism of providing such discounts - depending on the volume of services ordered by this client of port (by cargo owner).*

*Such formulation of problems are reviewed - on condition that certain characteristics of the market, where the products over*

*loaded in the port are supplied. However, in reality the port rarely has this information, it can only track the addiction of obtained freight traffic from their own rate. So, the research of such more real situation is interesting.*

*Dependence of the freight traffic from the rate at overload accepted as linear, and shows the dependence of (also for simplicity and clarity - linear) discount from basic rate on the value of freight traffic. The optimum value of the coefficient of discount from rate of seaport at different ratios is identified from the analysis of such economic and mathematical model.*

*It was found that the provision of discounts advantageous if the freight traffic in the base rate is less than half of freight traffic at the rate that would be equal to the cost; if more than half (that is, the elasticity of freight traffic at the rate is not too high) - discounts providing are disadvantageous.*

*It was established that the optimal rate of discount increases with increasing of base rate (higher base rate - more possibilities of discount) and decreases with increasing of maximum possible freight traffic (when freight traffic is great - the discount is less relevant), grows with increase of freight traffic elasticity in rate (discount has become more influential on the freight traffic) and decrease of cost overload (that extends the possibility of discounts).*

*Comparative calculations of profit with discount and without it conducted according to overload of oil at Odessa port production and transshipment complex show that for different possible values of the cost an optimal discount is 10-20 % of the basic rate, while freight traffic is increasing by 40-95 % and the total profit is increasing by 10-25 %, i.e. the proposed discounts mechanism is efficient and very effective.*

*Thus optimum values of the coefficient of discounts in depending on the system settings and conditions when discount is pro-fitable or not are determined.*

**Keywords:** optimization, tariff, cost, freight, revenue, discount rate, elasticity.

**Постановка проблеми.** Перехід до ринкових відносин в економіці країни актуалізував проблематику конкурентної боротьби підприємств. Її особлива важливість для морських портів обумовлена втратою (з розривом сформованих господарських зв'язків) колишніх вантажопотоків, перевищенням виробничими потужностями портів попиту на портові послуги. Тож оптимізація маркетингової діяльності морських портів набуває великого значення на сучасному етапі економічного розвитку.

**Огляд останніх досліджень і публікацій.** Проблемам управління діяльністю портів у конкурентному середовищі присвячений цілий ряд публікацій [1-5]. Однак всі вони зосереджені переважно на узагальненні практичного досвіду, методом з'ясування теоретичних питань часто виступає анкетування фахівців морської галузі, виклад ведеться на описовому (найчастіше декларативному) рівні.

На нашу думку, за змістовним освоєнням даної проблематики має слідувати побудова і аналіз відповідних математичних моделей якісного характеру з метою отримання науково обґрунтованих висновків про закономірності функціонування морського порту в конкурентному середовищі. Серед перших спроб побудови таких поведінкових моделей транспортного ринку відзначимо роботу [6].

У [7] доведені переваги вертикальної інтеграції ланцюжка послідовних учасників транспортного процесу – причому як з точки зору прибутку кожного з них, так і з точки зору обсягу продукції логістичної системи в цілому.

При паралельному ж розташуванні транспортних вузлів (коли морські порти виступають не в якості послідовних учасників одного логістичного ланцюжка, а як альтернативні кандидати на включення в той чи інший ланцюжок) оптимізація поведінки (встановлення тарифів) даного конкретного порту при певних фіксованих тарифах інших портів (конкурентів даного) розглядалась у [8]. У [9] поставлено питання про оптимізацію розміру знижки з установлених портових тарифів – відповідно до собівартості вантажно-розвантажувальних робіт.

**Завдання дослідження.** З нашої точки зору, становить інтерес оптимізація не конкретної величини знижки з встановленого тарифу, а самого механізму надання такої знижки – в залежності від обсягу послуг, що замовляються даним клієнтом порту (вантажовласником).

У [10-12] розглядалися такі постановки задач – за умови, що відомі характеристики ринку, на який поставляється продукція, що перевантажується у порту. Проте насправді порт рідко володіє такою інформацією, він може лише відслідковувати залежність отриманого вантажопотоку від власного тарифу. Тож становить інтерес дослідження саме такої – більш реальної – ситуації.

Таким чином, метою цієї статті є знаходження оптимальних значень коефіцієнта знижки при різних співвідношеннях параметрів системи, а також з'ясування умов, за яких надання знижки є вигідним для порту.

#### **Основний матеріал дослідження.**

Уведемо такі умовні позначення:

$Q$  – вантажопотік;

$b$  – максимально можливий вантажопотік;

$a$  – показник еластичності вантажопотоку за тарифом;

$P$  – тариф на перевантаження;

$d$  – базовий тариф на перевантаження;

$c$  – знижка з тарифу із одиничним збільшенням вантажопотоку;

$Z$  – собівартість перевантаження.

Прийmemo найпростішу (лінійну) залежність вантажопотоку від тарифу на перевантаження

$$Q = b - a \cdot P > 0.$$

Пропонується, у свою чергу, увести залежність (також – для простоти та наочності – лінійну) знижки з базового тарифу від величини вантажопотоку (рис.1)

$$P = d - c \cdot Q > z.$$

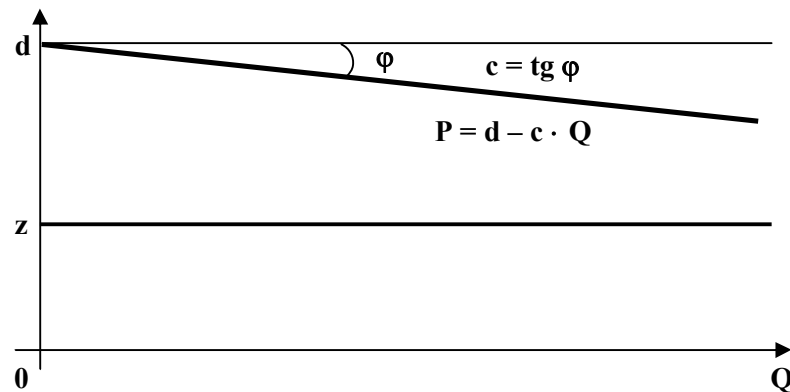


Рис. 1. Залежність тарифу та розміру знижки від величини вантажопотіку

Тоді  $Q = b - aP = b - a(d - cQ) = b - ad + acQ$ ,  
звідси

$$Q = \frac{b-ad}{1-ac}$$

Отримуємо

$$P = d - cQ = d - c \frac{b-ad}{1-ac} = \frac{d-acd-bc+acd}{1-ac} = \frac{d-bc}{1-ac}$$

Тоді прибуток

$$F = (P - z) \cdot Q = \left( \frac{d-bc}{1-ac} - z \right) \cdot \frac{b-ad}{1-ac} = \frac{(b-ad)(d-bc-z+acz)}{(1-ac)^2} \rightarrow \max_c$$

Прирівнюємо до нуля першу похідну від функції прибутку за нашим параметром управління – коефіцієнтом знижки  $c$

$$F'_c = \frac{b-ad}{(1-ac)^3} (-b - abc - az + a^2cz + 2ad) = 0,$$

звідси оптимальний коефіцієнт знижки

$$c^* = \frac{2ad - b - az}{ab - a^2z} = \frac{a(d-z) - (b-ad)}{a(b-az)}$$

Зазначимо, що  $c^* > 0$  при  $a(d-z) > b-ad$ , тобто коли максимальне можливе збільшення вантажопотіку за рахунок знижки  $a(d-z)$  перевищує вантажопотік при базовому тарифі  $Q_0 = b-ad$  (у протилежному випадку  $c^* = 0$ , тобто знижки не надаються).

Іншими словами, надання знижки вигідне, якщо вантажопотік при базовому тарифі  $d$  становить менше половини від вантажопотіку при тарифі, що дорівнював би собівартості  $z$ ; якщо ж становить більше половини (тобто еластичність вантажопотіку за тарифом не дуже висока) – надання знижки вже невигідне (рис. 2).

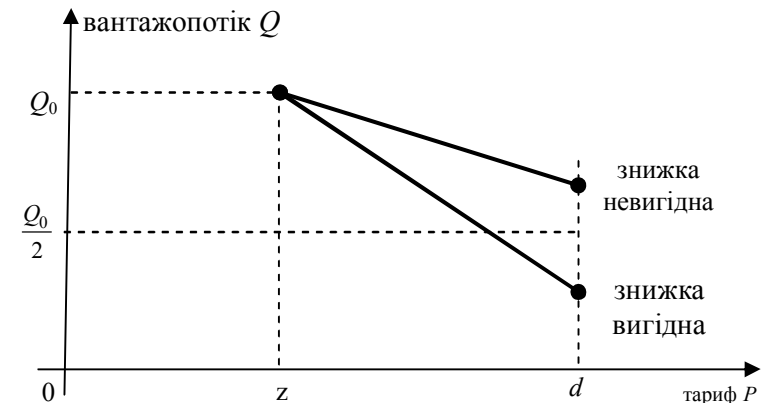


Рис. 2. Співвідношення параметрів системи, за яких надання знижки з тарифу вигідне чи невигідне

Покажемо, що знаменники у  $Q = \frac{b-ad}{1-ac}$  та  $P = \frac{d-bc}{1-ac}$  додатні при  $c^*$ .

$$ac^* = \frac{a(d-z)-(b-ad)}{b-az} < 1$$

при  $ad - az - b + ad < b - az$ ,  $b - ad > 0$ , тобто якщо вантажопотік при базовому тарифі додатній, то дійсно  $ac^* < 1$ , і за даного  $a$  оптимальна знижка  $c^*$  обирається у діапазоні  $[0; \frac{1}{a})$ .

З формули оптимального коефіцієнту знижки

$$c^* = \frac{2ad - b - az}{ab - a^2z} = \frac{a(d-z) - (b-ad)}{a(b-az)}$$

відразу видно, що він збільшується із зростанням базового тарифу  $d$  (більше базовий тариф – більше можливостей надання знижки) та скорочується із зростанням максимально можливого вантажопотоку  $b$  (коли вантажопотік і так великий – знижка менш актуальна).

Для з'ясування відразу неочевидних залежностей  $c^*$  від  $z$  та  $a$ , знайдемо відповідні похідні

$$(c^*)'_z = -\frac{2(b-ad)}{(b-ad)^2} < 0,$$

$$(c^*)'_a = \frac{2z(d-z)}{(b-az)^2} + \frac{1}{a^2} > 0,$$

тобто оптимальний коефіцієнт знижки підвищується із зростанням показника еластичності вантажопотоку по тарифу (знижка стає більш впливовою на вантажопотік) і зниженням собівартості перевантаження (що розширює можливість надання знижки).

У випадку рівномірного розподілу вантажопотоку між  $k$  клієнтами оптимальний коефіцієнт знижки збільшується у  $k$  разів.

Якщо ж питома вага клієнта  $i$  у загальному вантажопотоці складає  $\alpha_i$  – оптимальний коефіцієнт знижки для нього становитиме  $\frac{c^*}{\alpha_i}$ .

Результати розрахунків оптимальних знижок з тарифу на перевантаження олеїну на Одеському портовому виробничо-перевалочному комплексі за різних можливих значень собівартостей наведені в таблиці 1.

Більш наочно розмір прибутку та вантажопотоку, який отримує це підприємство з наданням знижки та без неї, можна спостерігати на рис. 3 та 4.

Бачимо, що за різних можливих значень собівартості оптимальний розмір знижки складає 10-20 % від базового тарифу, при цьому вантажопотік зростає на 40-95 %, а сумарний прибуток збільшується на 10-25 %, тобто запропонований механізм надання знижок є дієвим та вельми ефективним.

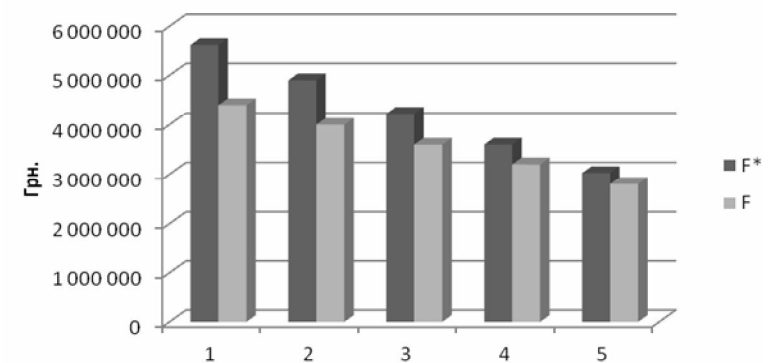


Рис. 3. Прибуток з наданням знижки та без неї

Таблиця 1

Результатами розрахунків оптимальних знижок з тарифу

Варіанти	1		2		3		4		5	
	без знижки	зі знижкою	без знижки	зі знижкою	без знижки	зі знижкою	без знижки	зі знижкою	без знижки	зі знижкою
а	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210
б	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
в	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170
г	0	0,00047	0	0,00043	0	0,00038	0	0,00033	0	0,00027
д	60	60	70	70	80	80	90	90	100	100
е	170	136	170	140	170	145	170	150	170	155
ж	40	75	40	70	40	65	40	60	40	55
з	110	75	90	70	85	65	80	60	75	55
и	4 400	5 625	4 000	4 900	3 600	4 225	3 200	3 600	2 800	3 025
к	1 225		900		625		400		225	
л										

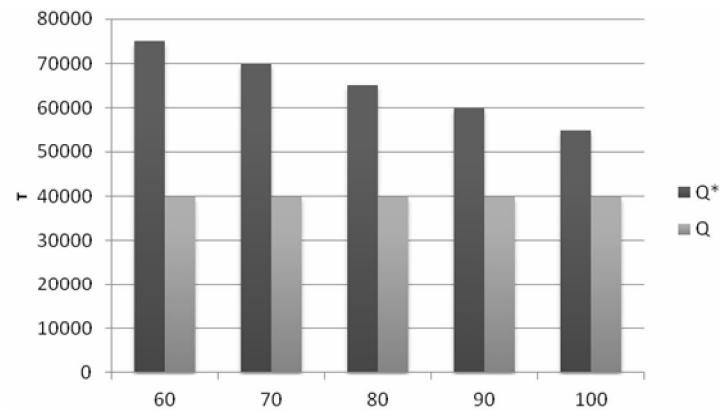


Рис. 4. Вантажопотік з наданням знижки та без неї

**Висновки.** Таким чином, встановлені оптимальні значення коефіцієнту знижок в залежності від параметрів системи, а також умови, коли надання знижки є вигідним чи ні. Знижки мають бути не дуже великими, щоб порт не почав отримувати збитки, і не зовсім малими, щоб не втратити зацікавленість клієнтів до пропонованих портових послуг. Тож знаходимо певну «золоту середину», за якої порт, зменшуючи питомий прибуток на кожній перевантаженій тонні, збільшує сумарний прибуток за рахунок випереджаючого зростання вантажопотіку.

**СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Развитие и совершенствование портов. Современные принципы управления и организации в области портов // Доклад секретариата ЮНКТАД. – Женева, 1992. – (Препринт ЮНКТАД ТД/В/С.4/АС.7/13). – 85 с.
2. Портовый маркетинг и задача создания портов третьего поколения // Доклад секретариата ЮНКТАД. – Женева, 1992. – (Препринт ЮНКТАД ТД/В/С.4/АС.7/14). – 78 с.

3. Чекаловець В.І. Формування стратегії розвитку морських торговельних портів у конкурентному середовищі / В.І. Чекаловець, О.В. Меркт // Стратегія економічного розвитку України. – К.: КНЕУ, 2001. – № 4. – С.134-140.
4. Совершенствование управления морскими торговыми портами / В.И. Чекаловец, А.Л. Колодин, Г.П. Столяров и др. – Одесса: ОНМУ, 2002. – 142 с.
5. Кибик О.Н. Направления формирования оптимальной стратегии ценообразования морских портов / О.Н. Кибик // Развитие методів управління та господарювання на транспорті: Зб. наук. праць. – Одесса: ОНМУ, 2004. – Вып.19. – С.80-91.
6. Смехов А.А. Маркетинговые модели транспортного рынка. – М.: Транспорт, 1998. – 120 с.
7. Холоденко А.М. Вертикальная интеграция в логистической цепочке поставок / А.М. Холоденко, В.А. Сударев // Методи та засоби управління розвитком транспортних систем: Зб. наук. праць. – Одесса: ОНМУ, 2004. – Вып.7. – С.208-221.
8. Холоденко А.М. Оптимізація портівих тарифів / А.М. Холоденко // Развитие методів управління та господарювання на транспорті: Зб. наук. праць. – Одесса: ОНМУ, 2001. – Вып.11. – С.96-110.
9. Лесник А.С. Использование ценового фактора в конкурентной борьбе портов / А.С. Лесник // Проблемы системного подхода в экономике. – К.: КМУГА, 1999. – С.200-207.
10. Сударев В.А. Оптимизация системы скидок с портовых тарифов / В.А. Сударев // Методи та засоби управління розвитком транспортних систем: Зб. наук. праць. – Одесса: ОНМУ, 2005. – Вып.10. – С.162-170.

11. Горб А.С. Оптимизация системы скидок транспортных компаний на контейнерные перевозки / А.С. Горб // Методи та засоби управління розвитком транспортних систем: Зб. наук. праць. – Одесса: ОНМУ. – 2010. – № 16. – С. 90-111.
12. Горб А.С. Оптимизация тарифа и скидки наземного перевозчика на контейнерные перевозки / А.С. Горб // Эффективна економіка: ел. наукове фах. видання Ради по вивченню продуктивних сил України НАН України. – 2009. – № 3. – Режим доступу: <http://www.economy.nauka.com.ua/index.php?operation=1&iid=30>

#### REFERENCES

1. Razvitie i sovershenstvovanie portov. Sovremennye principy upravleniya i organizacii v oblasti portov [Development and improvement of ports. Modern principles of management and organization in the port area] // Doklad sekretariata YUNKTAD. – ZHeneva, 1992. – (Preprint YUNKTAD TD/V/S.4/AS.7/13). – 85 p. [in Russian].
2. Portovyy marketing i zadacha sozdaniya portov tret'ego pokoleniya [Port marketing and the challenge of creating the third generation ports] // Doklad sekretariata YUNKTAD. – ZHeneva, 1992. – (Preprint YUNKTAD TD/V/S.4/AS.7/14). – 78 p. [in Russian].
3. Chekalovec' V.I., Merkt O.V. Formuvannia stratehii rozvytku mors'kykh torhovel'nykh portiv u konkurentnomu seredovyschi [The formation of the development strategy of sea trading ports in a competitive environment] // Stratehiia ekonomichnoho rozvytku Ukrainy - Ukraine's economic development strategy. – K.: KNEU, 2001. – № 4. – P.134-140 [in Ukrainian].

4. *Sovershenstvovanie upravleniya morskimi torgovymi portami [Improving the management of sea trading ports] / Chekalovec V.I., Kolodin A.L., Stolyarov G.P. i dr. – Odessa: ONMU, 2002. – 142 p. [in Russian].*
5. *Kibik O.N. Napravleniya formirovaniya optimal'noj strategii cenoobrazovaniya morskikh portov [Destinations of the optimal pricing strategies of seaports] // Rozvytok metodiv upravlinnia ta hospodariuvannia na transporti - Development management and management of transport: Zb.nauk.prats'. – Odesa: ONMU, 2004. – Vyp.19. – P.80-91 [in Russian].*
6. *Smekhov A.A. Marketingovye modeli transportnogo rynku [Marketing model of the transport market]. – M.: Transport, 1998. – 120 p. [in Russian].*
7. *Holodenko A.M., Sudarev V.A. Vertikal'naya integraciya v logisticheskoy cepochke postavok [Vertical integration in the logistics supply chain] // Metody ta zasoby upravlinnia rozvytkom transportnykh system - Methods and the development of transport systems management tools: Zb.nauk.prats'. – Odesa: ONMU, 2004. – Vyp.7. – P.208-221[in Russian].*
8. *Holodenko A.M. Optyimizatsiia portovykh taryfiv [Optimization of port tariffs] // Rozvytok metodiv upravlinnia ta hospodariuvannia na transporti - Development management and management of transport: Zb.nauk.prats'. – Odesa: ODMU, 2001. – Vyp.11. – P.96-110 [in Ukrainian].*
9. *Lesnik A.S. Ispol'zovanie cenovogo faktora v konkurentnoj bor'be portov [Using the price factor in the competition of ports] // Problemy sistemnogo podhoda v ehkonomie - Problems of system approach in economy. – Kiev: KMUGA, 1999. – P. 200-207 [in Russian].*

10. *Sudarev V.A. Optimizaciya sistemy skidok s portovykh tarifov [Optimization of the system of discounts to the port tariffs] // Metody ta zasoby upravlinnia rozvytkom transportnykh system - Methods and tools for managing the development of transport systems: Zb.nauk.prats'. – Odesa: ONMU, 2005. – Vyp.10. – P.162-170 [in Russian].*
11. *Gorb A.S. Optimizaciya sistemy skidok transportnykh kompanij na kontejnerye perevozki [Optimization of transport companies discount system for container transportation] / A.S. Gorb // Metody ta zasoby upravlinnia rozvytkom transportnykh system Methods and tools for managing the development of transport systems: zb.nauk.prats'. – Odesa: ONMU, 2010. – № 16. – P. 90-111 [in Russian].*
12. *Gorb A.S. Optimizaciya tarifa i skidki nazemnogo perezochika na kontejnerye perevozki [Rate optimization and discounts of ground carrier for container transportation] / A.S. Gorb // Efektyvna ekonomika [efficient economy]: el. naukove fakh. vydannia Rady po vyvchenniu produktyvnykh syl Ukrainy NAN Ukrainy. – 2009. – № 3. – <http://www.economy.nayka.com.ua/index.php?operation=1&iid=30> [in Russian].*

#### Рецензенти:

доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри «Економічна теорія і кібернетика» Одеського національного морського університету **Г.С.Махуренко**

доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри «Економічна кібернетика та інформаційні технології» Одеського національного політехнічного університету **З.М. Соколовська**