

DOI: <https://doi.org/10.35774/econa2023.03.064>

JEL classification: C02, D43, R41

UDC: 658.286:519.286

Михайло ПОСТАН

доктор економічних наук, професор,
професор,
кафедра «Менеджмент і маркетинг»,
Одеський національний морський університет, Україна
E-mail: postan@ukr.net
ORCID: 0000-0002-26279163

Ірина МОСКВІЧЕНКО

кандидат економічних наук, доцент,
доцент,
кафедра «Менеджмент і маркетинг»,
Одеський національний морський університет, Україна
E-mail: moskvira@gmail.com
ORCID: 0000-0001-5223-1212

Вікторія СТАДНІК

кандидат економічних наук, доцент,
доцент,
кафедра «Менеджмент і маркетинг»,
Одеський національний морський університет, Україна
E-mail: vcst88@gmail.com
ORCID: 0000-0003-2930-6532

Микола КОВАЛЕНКО

кандидат економічних наук, доцент,
доцент,
кафедра «Менеджмент і маркетинг»,
Одеський національний морський університет, Україна
E-mail: kovalnik53@gmail.com
ORCID: 0000-0003-2421-257X

МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ ДУОПОЛІЇ У КОНКУРЕНТНОМУ СЕРЕДОВИЩІ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ

АНОТАЦІЯ

У статті побудовані статичні економіко-математичні моделі поведінки системи «промислові підприємства – дистрибутивна мережа» у конкурентному середовищі типу олігополії. Моделюється дуополія для промислових підприємств, знаходження рівноважного рішення якої зведено до пари задач квадратичного програмування транспортного типу. При вирішенні завдань, пов'язаних з оптимізацією управління матеріальними потоками в

© Михайло Постан, Ірина Москвіченко, Вікторія Стаднік, Микола Коваленко, 2023

Отримано: 25.09.2023 р.

Рекомендовано до друку: 04.10.2023 р.

Опубліковано: 25.10.2023 р.



Ця стаття розповсюджується на умовах ліцензії Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0, яка дозволяє необмежене повторне використання, розповсюдження та відтворення на будь-якому носії, за умови правильного цитування оригінальної роботи.

Як цитувати: Постан М., Москвіченко І., Стаднік В., Коваленко М. Моделювання та аналіз дуополії у конкурентному середовищі транспортно-логістичних систем. *Економічний аналіз*. 2023. Том 33. № 3. С. 64-70. DOI: <https://doi.org/10.35774/econa2023.03.064>

логістичних або розподільних мережах, взято до уваги не тільки фактори компенсації і ризику, а й конкуренцію між виробниками, постачальниками, транспортними компаніями, експедиторськими компаніями і т.д., що забезпечують фізичне переміщення матеріальних потоків. Важливою особливістю конкуренції між кількома компаніями є те, що всі конкуренти можуть впливати на ціни на продукцію та сировину. Як результат, прибуток кожної фірми залежить від політики інших фірм-конкурентів. Але що стосується логістики, то відомі методи аналізу конкурентного середовища потребують деяких модифікацій. Для окремого випадку знайдено рівноважні за Курно та за Стекельбергом рішення дуополії. Мета статті є розробка економіко-математичних моделей для аналізу дуополії "промислове підприємство-розподільні мережі" для визначення рівноважних рішень та аналізу впливу конкурентного середовища на оптимальний розподіл матеріальних потоків, що переміщуються з промислових підприємств до місць їх кінцевого споживання. Розглянуто моделі руху матеріальних потоків в інтегрованих логістичних системах та оптимального керування їх рухом в інтегрованих логістичних системах, побудовані на основі статичних моделей багатоіндексних моделей нелінійного програмування транспортного типу. Такі моделі можуть бути ефективно використані для опису, аналізу та оптимізації поведінки підприємств у конкурентному середовищі. В даний час для стратегічного планування більш ефективними можуть бути моделі динамічної оптимізації, засновані на результатах теорії управління запасами. Моделі такого роду можуть бути застосовані для моделювання олігополії та олігопсонії одночасно. Вирішення цієї проблеми є перспективним напрямком подальших досліджень в області теоретичної логістики та її додатків.

Ключові слова: промислове підприємство; транспортно-логістична система; розподільча мережа; сумісне планування виробництва та розподілу продукції; конкурентне середовище; дуополія; рівноважне рішення за Курно та Стекельбергом.

Вступ

При вирішенні завдань, що пов'язані з оптимізацією управління матеріальними потоками у логістичних або дистрибутивних мережах, необхідно приймати до уваги не тільки фактори невизначеності та ризику, але також й можливу конкуренцію між виробниками продукції, постачальниками, транспортними підприємствами, експедиторами та ін. організаціями, які забезпечують фізичний рух матеріального потоку. Ринковий механізм, коли діє невелика кількість учасників, має назву конкуренції серед небагатьох: випадок, коли діє декілька продавців продукції зветься олігополією, а коли декілька покупців визначеного виду ресурсів (сировини, напівфабрикатів), зветься олігопсонією [1]. Важливою особливістю конкуренції серед декількох є те, що всі конкуруючі фірми можуть впливати на ціни продукції або виробничих ресурсів. Це призводить до того, що прибуток кожної фірми залежить від політики усіх інших конкуруючих фірм. Однак стосовно до логістики відомі методи аналізу конкурентного середовища потребують деякої модифікації.

Методологічний апарат для дослідження конкурентної боротьби між підприємствами існує у мікроекономіці (теорія фірми [1]) та у дослідженні операцій (моделі конкурентного середовища [2]). Використанню вказаної методології до пошуку рівноважних рішень для олігополій у статичці, включаючи конкуренцію між логістичними системами, присвячені, наприклад, роботи [3-6]. У той же час бажано при аналізі конкурентного середовища враховувати, хоча б у простішому огляді, особливості виробничого та технологічного процесу конкуруючих підприємств, так же як й транспортних підприємств.

У роботі [7] було запропоновано економіко-математичну модель для сумісної оптимізації планів виробництва багатонаменклатурної продукції промисловим підприємством та доставки готової продукції заданій множині споживачів. На її підставі можна ставити та вирішувати завдання аналізу олігополій, наприклад, у конкурентному середовищі з декількох промислових підприємств.

Мета та завдання статті

Метою роботи є розробка економіко-математичних моделей для аналізу дуополії систем типу «промислове підприємство – дистрибутивна мережа» для знаходження рівноважних рішень та вивчення впливу конкурентного середовища на оптимальний розподіл матеріальних потоків, які рухаються від конкуруючих підприємств-виробників продукції до місця її невиробничого споживання.

Виклад основного матеріалу дослідження

Для викладання основного матеріалу статті нам буде потрібна наступна модель оптимізації плану виробництва та доставки багатомономенклатурної продукції, аналогічна тій, яка вивчалася у роботі [7]. Розглянемо промислове підприємство, яке виробляє продукцію K найменувань. Виробничі витрати з випуску одиниці продукції k – го найменування складають s_k (включаючи витрати на закупівлю, доставку та зберігання сировини). Для випуску продукції використовуються R видів сировини, напівфабрикатів та інших виробничих ресурсів, причому на виробництво одиниці продукції k –го виду необхідно витратити a_{kr} сировини r –го виду, а ресурс виду r є у кількості b_r .

Продукція, яка вироблена, поступає на склад підприємства, звідкіля вона має бути доставленою транспортом у M пунктів призначення D_1, D_2, D_M . Позначимо через $d_{km} > 0$ максимально можливий рівень споживання продукції k -го виду у пункті призначення D_m .

Параметри управління мають наступний сенс:

x_k - кількість готової продукції k -го виду, яка запланована для випуску підприємством;

x_{km} – кількість готової продукції k -го виду, яка планується для доставки в пункт призначення з номером m .

Будемо вважати, що функція попиту на продукцію k –го виду у m -му пункті призначення має наступний огляд, який часто використовується у мікроекономічних дослідженнях [1, 3-6]:

$$p_{km}(y_{km}) = p_{km} - g_{km}y_{km}, m = 1, 2, \dots, M; k = 1, 2, \dots, K,$$

де p_{km} - максимально можлива ціна продукції k –го виду у m -му пункті споживання ($p_{km} > s_k$); $g_{km} > 0$ - параметр, який визначає еластичність попиту на продукцію k –го виду, яка продана у m -й пункт споживання (тобто він показує зниження ціни при збільшенні обсягу проданої продукції на одиницю).

Оскільки функція попиту не може бути негативною, то необхідно виконання умов

$$y_{km} \leq p_{km}/g_{km}, m = 1, 2, \dots, M; k = 1, 2, \dots, K.$$

Тому природно прийняти, що $d_{km} = p_{km}/g_{km}$.

Будемо також вважати, що доставка готової продукції у пункти призначення здійснюється за рахунок її покупця. Тоді відповідна модель, яка дозволяє знайти оптимальний план виробництва й доставки продукції заводу, має огляд:

$$\Pi = \sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^K (p_{km} - g_{km}y_{km})y_{km} - \sum_{k=1}^K s_k x_k \rightarrow \max \quad (1)$$

$$\sum_{k=1}^K a_{kr} x_k \leq b_r, r = 1, 2, \dots, R; \quad (2)$$

$$y_{km} \leq d_{km}, m = 1, 2, \dots, M; k = 1, 2, \dots, K; \quad (3)$$

$$\sum_{m=1}^M y_{km} = x_k, k = 1, 2, \dots, K; \quad (4)$$

$$x_k, y_{km} \geq 0, \forall k, m. \quad (5)$$

В моделі оптимізації (1)-(5) критерій оптимальності – максимум прибутку підприємства-виробника. За допомогою умов (4) ми зможемо виключити змінні $x_k, k = 1, 2, \dots, K$, з моделі (1)-(5), після чого прийдемо до наступної більш простішої моделі:

$$\Pi = \sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^K (p_{km} - g_{km}y_{km})y_{km} - \sum_{k=1}^K s_k \sum_{m=1}^M y_{km} \rightarrow \max \quad (6)$$

$$\sum_{k=1}^K a_{kr} \sum_{m=1}^M y_{km} \leq b_r, r = 1, 2, \dots, R; \quad (7)$$

$$0 \leq y_{km} \leq d_{km}, m = 1, 2, \dots, M; k = 1, 2, \dots, K. \quad (8)$$

Очевидно, що за умов

$$\frac{1}{2} \sum_{k=1}^K a_{kr} \sum_{m=1}^M \frac{p_{km} - s_k}{g_{km}} \leq b_r, r = 1, 2, \dots, R, \quad (9)$$

оптимальним рішенням задачі (6)-(8) буде таке

$$y_{km} = \frac{p_{km} - s_k}{2g_{km}}, k = 1, 2, \dots, K; m = 1, 2, \dots, M.$$

Якщо хоча б одне з умов (9) буде порушено, то завдання квадратичного програмування (6)-(8) треба вирішувати за допомогою відомих алгоритмів оптимізації [8].

Тепер за допомогою моделі (1)-(5) розглянемо можливість конкуренції між декількома підприємствами, які виробляють з одного й того ж набору видів ресурсів одну й ту ж номенклатуру продукції, яка доставляється від заводів у одну й ту ж множину з M пунктів споживання.

Для ілюстрації можливості такого дослідження конкурентного середовища для спрощення обмежимося аналізом дуополії, тобто будемо вважати, що на ринку діють два заводи, які виробляють однаковий перелік

готової продукції та використовують однаковий набір видів сировини.

Запишемо спочатку обмеження для моделей оптимізації стосовно до дуополії на основі моделі (1)-(5), зберігаючи всі прийняті в неї позначення та додав до деяких параметрів та змінних верхній індекс – номер заводу:

$$\sum_{k=1}^K a_{kr}^{(j)} x_k^{(j)} \leq b_r^{(j)}, r = 1, 2, \dots, R; j = 1, 2; \quad (10)$$

$$y_{km}^{(1)} + y_{km}^{(2)} \leq d_{km}, m = 1, 2, \dots, M; k = 1, 2, \dots, K; \quad (11)$$

$$x_k^{(j)} = \sum_{m=1}^M y_{km}^{(j)}, j = 1, 2; k = 1, 2, \dots, K; \quad (12)$$

$$x_k^{(1)}, x_k^{(2)}, y_{km}^{(1)}, y_{km}^{(2)} \geq 0, \forall k, n, m. \quad (13)$$

У мікроекономіці при моделюванні конкуренції між фірмами використовують припущення, що ціни на продукцію будь-якої з конкуруючих фірм, які виробляють одну й ту ж номенклатуру продукції, залежать від обсягу продукції, яка продається усіма фірмами-конкурентами, більш точно, убивають, наприклад, за лінійним законом із зростанням кількості продукції, яка поступає на ринок [1,3-6]. Іншими словами, приймемо, що функція попиту на продукцію k -го виду у m -м пункті споживання дорівнює

$$p_{km}(y_{km}^{(1)}, y_{km}^{(2)}) = p_{km} - g_{km}(y_{km}^{(1)} + y_{km}^{(2)}). \quad (14)$$

Будемо вважати, що

$$d_{km} = p_{km}/g_{km}, m = 1, 2, \dots, M; k = 1, 2, \dots, K,$$

є верхня границя загального попиту на продукцію k -го виду обох заводів в m -му пункті споживання.

Функції витрат будемо вважати також лінійними

$$s_k(x) = s_k x + c_k, \quad (15)$$

де s_k та c_k - відповідно постійні граничні та фіксовані витрати виробництва продукції k -го виду на будь-якому заводі.

З урахуванням (14), (15) завод 1 буде отримувати прибуток (як й раніше, вважаємо, що витрати з доставки продукції в пункти споживання сплачує покупець продукції)

$$\Pi^{(1)} = \sum_{k=1}^K \sum_{m=1}^M [(p_{km} - g_{km}(y_{km}^{(1)} + y_{km}^{(2)})) y_{km}^{(1)} - (s_k x_k^{(1)} + c_k)], \quad (16)$$

яку він прагне максимізувати. Таким чином, необхідно вирішувати завдання максимізації квадратичної функції (16) за змінними $x_k^{(1)}, y_{km}^{(1)}$ при обмеженнях (11)-(14).

Аналогічно, завод 2 буде прагнути максимізувати за змінними $x_k^{(2)}, y_{km}^{(2)}$ свій прибуток, тобто функцію

$$\Pi^{(2)} = \sum_{k=1}^K \sum_{m=1}^M [(p_{km} - g_{km}(y_{km}^{(1)} + y_{km}^{(2)})) y_{km}^{(2)} - (s_k x_k^{(2)} + c_k)], \quad (17)$$

за тими ж обмеженнями.

В силу наявності конкуренції між двома заводами може існувати деяка залежність між змінними $x_k^{(1)}, y_{km}^{(1)}$ і $x_k^{(2)}, y_{km}^{(2)}$. Це треба слід враховувати при запису необхідних умов екстремуму кожної з функцій (16) та (17) при обмеженнях (11)-(14). У простішому випадку таку залежність можна не враховувати й тоді результатом вирішення задач на умовний екстремум функцій (16) і (17) буде рівновага за Курно у дуополії, що розглядається.

Виключивши змінні $x_k^{(j)}, k = 1, 2, \dots, K$, за допомогою рівностей (12), ми прийдемо до наступних двох завдань оптимізації:

$$\Pi^{(1)} = \max_{\{y_{km}^{(1)}\}} \sum_{k=1}^K \sum_{m=1}^M [(p_{km} - g_{km}(y_{km}^{(1)} + y_{km}^{(2)}))y_{km}^{(1)} - (s_k \sum_{m=1}^M y_{km}^{(1)} + c_k)], \quad (18) \quad \Pi^{(2)} =$$

$$\max_{\{y_{km}^{(2)}\}} \sum_{k=1}^K \sum_{m=1}^M [(p_{km} - g_{km}(y_{km}^{(1)} + y_{km}^{(2)}))y_{km}^{(2)} - (s_k \sum_{m=1}^M y_{km}^{(2)} + c_k)], \quad (19)$$

$$\sum_{k=1}^K a_{kr}^{(j)} \sum_{m=1}^M y_{km}^{(j)} \leq b_r^{(j)}, r = 1, 2, \dots, R; j = 1, 2; \quad (20)$$

$$y_{km}^{(1)} + y_{km}^{(2)} \leq d_{km}, m = 1, 2, \dots, M; k = 1, 2, \dots, K;$$

$$y_{km}^{(1)}, y_{km}^{(2)} \geq 0, \forall k, m.$$

Зокрема, якщо виконані умови

$$\frac{1}{3} \sum_{k=1}^K a_{kr}^{(j)} \sum_{m=1}^M \frac{p_{km} - s_k}{g_{km}} \leq b_r^{(j)}, r = 1, 2, \dots, R; j = 1, 2, \quad (21)$$

то рівноважне за Курно рішення дуополії визначається формулами

$$y_{km}^{(j)} = \frac{p_{km} - s_k}{3g_{km}}, k = 1, 2, \dots, K; m = 1, 2, \dots, M; j = 1, 2.$$

При порушенні умов (21) для знаходження рівноважного рішення двох задач квадратичного програмування (18), (20) та (19), (20) слід використовувати відомі алгоритми [8] з урахуванням того, що

$$\frac{\partial y_{km}^{(j)}}{\partial y_{km}^{(l)}} = 0, j \neq l; j, l = 1, 2$$

(умови Курно для віртуальних варіацій).

Більш складний аналіз конкуренції передбачає наявність реакції конкурента при визначенні оптимального плану випуску й доставки продукції. Наприклад, в рамках запропонованого підходу можна визначити рівноважне за Стэкельбергом рішення, коли один або обидва заводи вважають, що конкурент буде вести себе як дуополіст Курно.

Продемонструємо це для простішого випадку, коли наступні умови є виконаними:

$$\frac{1}{2} \sum_{k=1}^K a_{kr}^{(1)} \sum_{m=1}^M \frac{p_{km} - s_k}{g_{km}} \leq b_r^{(1)},$$

$$\frac{1}{3} \sum_{k=1}^K a_{kr}^{(2)} \sum_{m=1}^M \frac{p_{km} - s_k}{g_{km}} \leq b_r^{(2)}, r = 1, 2, \dots, R; \quad (22)$$

Припустимо, що завод 1 вважає, що завод 2 буде реагувати відповідно прямої реакції Курно, тобто

$$y_{km}^{(2)} = \frac{p_{km} - s_k - g_{km} y_{km}^{(1)}}{2g_{km}}. \quad (23)$$

Тоді ймовірна варіація

$$\frac{\partial y_{km}^{(2)}}{\partial y_{km}^{(1)}} = -\frac{1}{2}.$$

З урахуванням цього маємо

$$\frac{\partial \Pi^{(1)}}{\partial y_{km}^{(1)}} = p_{km} - g_{km}(y_{km}^{(1)} + y_{km}^{(2)}) - g_{km}y_{km}^{(1)} - s_k + \frac{1}{2}g_{km}y_{km}^{(1)} = 0,$$

й тому рівняння прямої реакції заводу 1 буде таким:

$$y_{km}^{(1)} = 2 \frac{p_{km} - s_k - g_{km}y_{km}^{(2)}}{3g_{km}}.$$

Таким чином, результати для обох заводів будуть залежати від поведінки заводу 2.

Якщо завод 1 вважає, що завод 2 використовує реакцію Курно (23), то рішенням дуополії буде рівновага за Стэкельбергом для заводу 1

$$y_{km}^{(1)} = \frac{p_{km} - s_k}{2g_{km}}, \quad y_{km}^{(2)} = \frac{p_{km} - s_k}{4g_{km}}. \quad (24)$$

В силу (22) ці рішення задовільняють обмеженням (20). Для рішення (24) завод 1 отримує більший прибуток, а завод 2 – менший, ніж при рівновазі за Курно.

До інших можливих рішень дуополії відноситься угода між двома підприємствами про максимізацію їх спільного прибутку, тобто функції

$$\begin{aligned} \Pi = \Pi^{(1)} + \Pi^{(2)} = \sum_{k=1}^K \sum_{m=1}^M [(s_k^{(1)} \sum_{m=1}^M y_{km}^{(1)} + c_k^{(1)})] + \\ + \sum_{k=1}^K \sum_{m=1}^M [p_{km} - g_{km}(y_{km}^{(1)} + y_{km}^{(2)})] y_{km}^{(2)} - (s_k^{(2)} \sum_{m=1}^M y_{km}^{(2)} + c_k^{(2)}), \end{aligned}$$

за умов (20). Тут потрібно вирішити одну задачу квадратичного програмування.

Розглянути моделі можуть бути узагальненими на випадок довільного числа конкуруючих між собою підприємств. Однак, як було показано вище, аналіз такої моделі олігополії пов'язано із значними обчислювальними труднощами. Їх можна також використовувати для аналізу конкуренції між двома видами транспорту, який перевозить готову продукцію від одного або декількох заводів до місця її споживання.

Висновки та перспективи подальших розвідок

Моделі оптимізації матеріальних потоків в інтегрованих логістичних системах, які побудовані за допомогою статичних моделей багатоіндексних задач нелінійного програмування транспортного типу, в принципі можуть стати теоретичною основою для визначення оптимальної поведінки підприємств у конкурентному середовищі типу олігополії. Однак для цілей стратегічного планування більш привабливими є динамічні моделі оптимізації, наприклад, такого типу, як модель, що вивчалася в роботах [9,10] та заснована на методах теорії управління запасами. Такого роду моделі дозволяють моделювати одночасно олігополію та олігопсонію. Вирішення цієї проблеми є перспективним напрямком подальших досліджень у теорії логістики та її використанні на практиці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Интрилигатор М. Математические методы оптимизации и экономическая теория. Пер. с англ. Москва: Мысль, 1975. 606 с.
2. Смехов А. А. Маркетинговые модели транспортного рынка. Москва: Транспорт, 1998. 120 с.
3. Холоденко А.М. Моделирование ценовой конкуренции транспортных предприятий в логистической системе. Экономика транспортного процесса: 36. наук. праць. Харків: ХНАДУ. 2002. Вип. 5, 37-41.
4. Холоденко А. М., Кобець В. М. Конкуренція та інтеграція логістичних ланцюжків в умовах інформаційної асиметрії. *Методи та засоби управління розвитком транспортних систем*: 36. наук. праць. Одеса: ОНМУ. 2004. Вип. 8. С. 32-56.
5. Кобець В. М. Економіко-математичне моделювання виробничо-транспортних систем в умовах інформаційної симетрії та асиметрії: дис... канд. екон. наук. Одеса, 2008. 218 с.
6. Мельников С. В. Економіко-математичне моделювання діяльності транспортного підприємства у ринковому середовищі: дис....канд. екон. наук. Одеса, 2010. 179 с.

7. Малиновский Д. А., Постан М. Я. Модель оптимального планирования производства и доставки продукции предприятия по распределительным каналам. *Методи та засоби управління розвитком транспортних систем*: 36. наук. праць. Одеса: ОНМУ, 2009. Вип.15. С. 19-28.
8. Ермолев Ю. М., Ляшко В. С., Михалевич В. С., Тюття В. И. Математические методы исследования операций: [навчальний посібник]. Київ: Вища школа, 1979. 312 с.
9. Малиновский Д. А. Динамическая модель оптимального планирования закупки сырья, выпуска продукции и ее доставки. Развитие методов управления та господарювання на транспорті: 36. наук. праць. Одеса: ОНМУ, 2011. Вип. 33. С. 207-215.
10. Постан М. Я. Динамическая модель оптимального управления запасами товаров и их доставкой в деятельности логистической фирмы. *Логистика: проблемы и решения*. 2009. № 2. С. 54-58.

REFERENCES

1. Yntrylyhator, M. (1975). *Mathematical optimization methods and economic theory*. Moscow: Progress [in Russian].
2. Smekhov, A. A. (1998). *Marketing models of the transport market*. Moscow: Transport [in Russian].
3. Kholodenko, A. M. (2002). Modelling of price competition of transport enterprises in the logistics system. *Ekonomika transportnoho protsesu*, 5, 37-41[in Ukrainian].
4. Kholodenko, A. M., and Kobets, V. M. (2004). Competition and integration of logistics chains in the context of information asymmetry. *Metody ta zasoby upravlinnia rozvytkom transportnykh system*, 8, 32-56 [in Ukrainian].
5. Kobets, V. M. (2008). Economic and mathematical modelling of production and transport systems in conditions of information symmetry and asymmetry. Doctor's thesis. Odessa [in Ukrainian].
6. Melnykov, S. V. (2010). *Economic and mathematical modelling of transport enterprise activity in the market environment*. Doctor's thesis. Odessa [in Ukrainian].
7. Malynovskyi, D. A., and Postan, M. Ya. (2009). The model of optimal planning of production and delivery of the company's products through distribution channels. *Metody ta zasoby upravlinnia rozvytkom transportnykh system*, 15, 19-28 [in Russian].
8. Ermolev, Yu. M., and Liashko, V. S., Mykhalevych, V. S., and Tiuptia, V. Y. (1979). *Mathematical methods of operations research*. Kyiv: Vyshcha shkola.
9. Malynovskyi, D. A. (2011). Dynamic model of optimal planning of raw material purchase, production and delivery. Development of Transport Management and management methods. *Rozvytok metodiv upravlinnia ta hospodariuvannia na transporti*, 33, 207-215 [in Russian].
10. Postan, M. Ya. (2009). Dynamic model of optimal inventory management of goods and their delivery activities of a logistics company. *Lohystyka: problemy i resheniya*, 2, 54-58 [in Russian].

Mykhailo Postan, DSc. Professor of the Department of management and marketing, Odessa National Maritime University

Irina Moskvichenko, PhD, Associate Professor of the Department of management and marketing, Odessa National Maritime University

Victoria Stadnik, PhD, Associate Professor of the Department of management and marketing, Odessa National Maritime University

Mykola Kovalenko, PhD, Associate Professor of the Department of management and marketing, Odessa National Maritime University

DUOPOLY MODELING AND ANALYSIS IN THE COMPETITIVE ENVIRONMENT OF TRANSPORT AND LOGISTICS SYSTEMS

Abstract

The article presents static economic and mathematical models of behavior of the system "industrial enterprises –distribution network" in a competitive environment of the oligopoly type. A duopoly for industrial enterprises is modeled, the finding of an equilibrium solution of which is reduced to a pair of quadratic programming problems of the transport type. When solving problems related to optimizing the management of material flows in logistics or distribution networks, not only compensation and risk factors are taken into account, but also competition between manufacturers, suppliers, transport companies, forwarding companies, etc., which ensure the physical movement of material flows. An important feature of competition between several companies is that all competitors can influence the prices of products and raw materials. As a result, each firm's profits depend on the policies of other competing firms. But as for logistics, the known methods of analyzing the competitive environment require some modifications. For a special case, Solutions of the duopoly that are equilibrium according to Cournot and Stelkelberg are found. The purpose of the article is to develop economic and mathematical models for the analysis of the duopoly "industrial enterprise-distribution networks" to determine equilibrium solutions and analyze the influence of the competitive environment on the optimal distribution of material flows moved from industrial enterprises to their final consumption sites. Models of movement of material flows in integrated logistics systems and optimal control of their movement in integrated logistics systems, built on the basis of static models of Multi-Index models of nonlinear programming of the transport type, are considered. Such models can be effectively used to describe, analyze, and optimize enterprise behavior in a competitive environment. Currently, dynamic optimization models based on the results of inventory management theory can be more effective for Strategic Planning. Models of this kind can be used to model oligopoly and oligopsony simultaneously. Solving this problem is a promising area for further research in the field of theoretical logistics and its applications.

Keywords: industrial enterprise; transport and logistics system; distribution network; joint production and distribution planning; competitive environment; duopoly; equilibrium solution according to Cournot and Stackelberg.

Cite as: Postan, M., Moskvichenko, I., Stadnik, V., and Kovalenko, M. (2023). Duopoly modeling and analysis in the competitive environment of transport and logistics systems. *Economic analysis*, 33 (3), 64-70.
DOI: <https://doi.org/10.35774/econa2023.03.064>