

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ БІЗНЕСОВИХ ПРОЦЕСІВ

УДК 519.86:658.7

JEL Classification: M39, O21

DOI: 10.20535/2307-5651.20.2021.252852

Постан М. Я.доктор економічних наук, професор
ORCID ID: 0000-0003-4891-3063**Куруджи Ю. В.**кандидат економічних наук
ORCID ID: 0000-0002-0939-593X

Одеський національний морський університет

Postan Mykhaylo, Kurudzhy Yulia

Odesa National Maritime University

МОДЕЛЮВАННЯ ЛАНЦЮГА ПОСТАВОК З УРАХУВАННЯМ ІННОВАЦІЙНОЇ ТА МАРКЕТИНГОВОЇ АКТИВНОСТІ ВИРОБНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВ

MODELING OF SUPPLY CHAIN TAKING INTO ACCOUNT THE INNOVATIVE AND MARKETING ACTIVITY OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

Мета статті полягає у вивченні одночасного впливу інноваційної та маркетингової політики виробничих підприємств на оптимізацію роботи ланцюга поставок. Досягнення поставленої у статті мети здійснено за допомогою таких методів дослідження, як методи логічного узагальнення та наукової абстракції, економіко-математичного моделювання, комп'ютерного моделювання та графічного аналізу. Запропоновано економіко-математичну модель планів виробництва та доставки продукції промислового підприємства кінцевим споживачам з урахуванням інноваційної та маркетингової активності виробничих підприємств – ланок ланцюга поставок. Передбачено, що витрати на виробництво продукції залежать від обсягів інвестицій у інноваційну активність. Маркетингова активність підприємства – виробника готової продукції врахована у припущенні, що попит на продукцію є деякою зростаючою функцією від розміру витрат на рекламу. Використання на практиці запропонованого підходу дасть змогу за рахунок узгодження виробничих планів промислових підприємств, планів перевезень для транспортних підприємств, а також маркетингових та інноваційних планів удосконалити взаємодію підприємств у рамках ланцюга поставок.

Ключові слова: ланцюг поставок, оптимізація планів виробництва та перевезень, інноваційна діяльність, промислове підприємство, маркетингова активність підприємства.

At present, it is very actual the development and analysis of optimization models of supply chains which are accounting simultaneously influence of innovative and marketing activity of industrial enterprises and the logistics conception. In the article, on the basis of classical model of multi-nomenclature products optimal planning by an enterprise side by side the optimal planning of finished product transportation to consumers the static economic-mathematical model has been developed and analyzed taking into account the innovative and marketing activity of enterprise. The model proposed is realization of one of the models of the logistic systems within the framework of well-known VAT-classification. It is supposed that there are several plants-suppliers for manufacturing of complete set for a single plant which manufactures the finished products. It is supposed that all enterprises-suppliers produce different complete sets. All produced in factories supplying complete sets are purchased by the manufacturer, which produces the final product of several items. Manufactured products arrive at the warehouse, and from them products must be delivered to destinations through the several points of transshipment. Innovation activity of industrial enterprises implies that enterprises invest part of their profit into improvement of the technological process, and, in this case, production expenses of enterprises are the assigned the decreasing functions of the investments indicated. It is supposed that demand for finished products is some increasing function of advertising costs. The concrete form of such dependence may be found in result of corresponding market's analyses for previous period. In more simple case it may be the linear dependence. It is supposed also that expected demand without cost for advertising is known in result of previous market analyses. This optimization model allows us to find out the optimal joint production and transportation plans and optimal advertising costs and innovative solutions maximizing the total profit of enterprise. The experimental calculations show that interaction of innovation, marketing and logistics conceptions allows to increase the effectiveness of supply chain functioning. In the future research, it is possible to perform different generalizations of results, given in the present article, for example, for investigation of more general optimization models and to study oligopolies for static and dynamic models of optimization of production plans and innovative and marketing activity of enterprises-manufacturers.

Keywords: supply chain, optimization of the production and transportation plans, innovative activity, industrial enterprise, marketing activity.

Постановка проблеми. Актуальною проблемою сучасної економічної науки є необхідність дослідження та обґрунтування умов застосування логістичних методів управління. Сучасна концепція управління ланцюгами поставок є розвитком інтегрованого підходу до логістики і являє собою сукупність управлінських рішень щодо забезпечення поставок матеріальних ресурсів, виготовлення комплектуючих і готової продукції та доставки її кінцевим споживачам. Представляє теоретичний та практичний інтерес моделювання та аналіз ланцюгів поставок для підприємств різних сфер економіки задля зниження сукупних логістичних витрат, досягнення максимального прибутку або мінімальних витрат як окремих ланок, так і всього ланцюга поставок. Водночас нині актуальними є побудова та аналіз таких оптимізаційних моделей, які б одночасно враховували вплив на функціонування ланцюгів поставок інноваційної діяльності виробничих підприємств, їх маркетингової політики, а також використовували логістичну концепцію.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Зазначеній проблемі взаємодії логістичної, інноваційної та маркетингової стратегій підприємств присвячена значна кількість публікацій [1–5]. Проблема оптимізації інноваційної стратегії окремих підприємств з урахуванням виробничої діяльності та транспортування продукції до пунктів споживання розглянута в роботі [6]. В дослідженні [7] розроблено і проаналізовано економіко-математичну модель дуополії промислових підприємств – виробників продукції з урахуванням інноваційної діяльності в умовах реальної асиметрії підприємств. Серед робіт із дослідження впливу маркетингової політики на оптимізацію планування роботи ланцюгів постачання можна зазначити статті [8–9]. Робота [10] присвячена дослідженню впливу маркетингової активності підприємства, яке випускає багатонаменклатурну продукцію, на оптимізацію виробничих планів підприємств – ланок ланцюга поставок. Водночас недоліком цитованих робіт є те, що попит під час моделювання передбачався або необмеженим, або випадковим із заданими ймовірнісними розподілами, тоді як практично на величину попиту на готову продукцію впливає як маркетингова активність підприємств, так і їх інноваційна стратегія. Зазначимо, що досліджень у галузі одночасного впливу на функціонування ланцюгів поставок інноваційної та маркетингової активності підприємств – ланок ланцюга поставок, на наш погляд, поки що проводиться недостатньо.

Таким чином, представляє теоретичний та практичний інтерес аналіз спільного впливу інноваційної політики підприємств та їх маркетингової активності на ефективне функціонування ланцюгів поставок.

Формулювання цілей статті. Метою роботи є розроблення та аналіз економіко-математичної моделі планів виробництва та доставки продукції промисловим підприємством кінцевим споживачам з урахуванням інноваційної та маркетингової активності виробничих підприємств – ланок ланцюга поставок.

Теоретичну і методичну основу проведеного дослідження складають наукові праці вітчизняних і зарубіжних учених у галузі логістики, економіко-математичне моделювання, методи комп'ютерного моделювання та графічного аналізу задля наочної ілюстрації одержаних результатів.

Виклад основного матеріалу. Розглянемо найпростішу модель ланцюга поставок типу А, яка включає лише два рівні, побудовану в джерелі [11]. Вона базується на статичній моделі оптимізації плану випуску комплектуючих, готової продукції та доставки виробленої продукції зі складу підприємства до пунктів призначення [12].

Припустимо, що є S підприємств-постачальників, кожне з яких випускає L_s ($s=1, 2, \dots, S$) видів комплектуючих для виробництва кінцевої продукції, підприємство-постачальник із номером s виготовляє комплектуючі з R_s видів ресурсів (сировини), причому ресурс r -го виду ($r=1, 2, \dots, R$) на s -му підприємстві-постачальнику є в кількості b_{sr} . Вироблені комплектуючі закуповуються єдиним підприємством-виробником, яке випускає кінцеву продукцію K видів, $k=1, 2, \dots, K$. Вважається, що відомі витрати сировини на виробництво одиниці комплектуючих $a_{slr}^{(1)}$ та витрати комплектуючих на виробництво одиниці продукції $a_{slk}^{(2)}$, $l=1, 2, \dots, L_s$. Вироблена продукція надходить на склади N перевалочних пунктів P_1, P_2, \dots, P_N (вважаються відомими значення пропускових спроможностей цих пунктів w_n , $n=1, 2, \dots, N$), звідки вона повинна бути доставлена в M пунктів призначення D_1, D_2, \dots, D_M (рис. 1).

Для врахування інноваційної активності підприємств – виробників комплектуючих та кінцевої продукції введемо в розгляд величини v_{1sl} , які відображатимуть обсяги інвестицій у технологічні новації на s -му заводі для виробництва комплектуючих виду l , та величини v_{2k} – обсяги інвестицій на підприємстві для виробництва продукції k -го виду. Зазначимо, що як інноваційні проекти підприємства можуть розглядатися, наприклад, впровадження нових виробничих технологій, більш економічних двигунів на транспортних засобах, заміна транспортних засобів на нові.

В роботі [6] було зроблено припущення, що витрати на виробництво є спадними функціями від обсягу інвестицій у реалізацію інноваційного проекту. Будемо вважати, що витрати на виробництво одиниці комплектуючих виду l на s -му підприємстві складають $s_{1sl}(v_{1sl}) = \frac{s_{1sl}^{(0)}}{1 + \gamma_{1sl} v_{1sl}}$, де $s_{1sl}^{(0)}$ – значення витрат для застарілої технології, γ_{1sl} – коефіцієнт, що характеризує ступінь ефективності інновацій; $s_{2k}(v_{2k}) = \frac{s_{2k}^{(0)}}{1 + \gamma_{2k} v_{2k}}$ – витрати на виробництво одиниці продукції k -го виду, де $s_{2k}^{(0)}$ та γ_{2k} – значення витрат для застарілої технології та коефіцієнт, що характеризує ступінь ефективності інновацій.

Виходячи з припущення, що в результаті маркетингових досліджень відомий очікуваний попит на продукцію в кожному пункті призначення без додаткових маркетингових витрат ($d_{km}^{(0)}$), визначимо попит на продукцію з урахуванням витрат (u_k) підприємства-виробника на рекламу продукції k -го виду: $d_{km}(u_k) = d_{km}^{(0)}(1 + \alpha_k u_k)$, де коефіцієнт α_k характеризує ефективність реклами [10].

Введемо в розгляд множини $B_k = \{m | d_{km} > 0, m=1, 2, \dots, M\}$, а також такі параметри управління для описаної задачі: x_{sl} – кількість комплектуючих виду l , запланованих до випуску s -м підприємством-пос-
та-

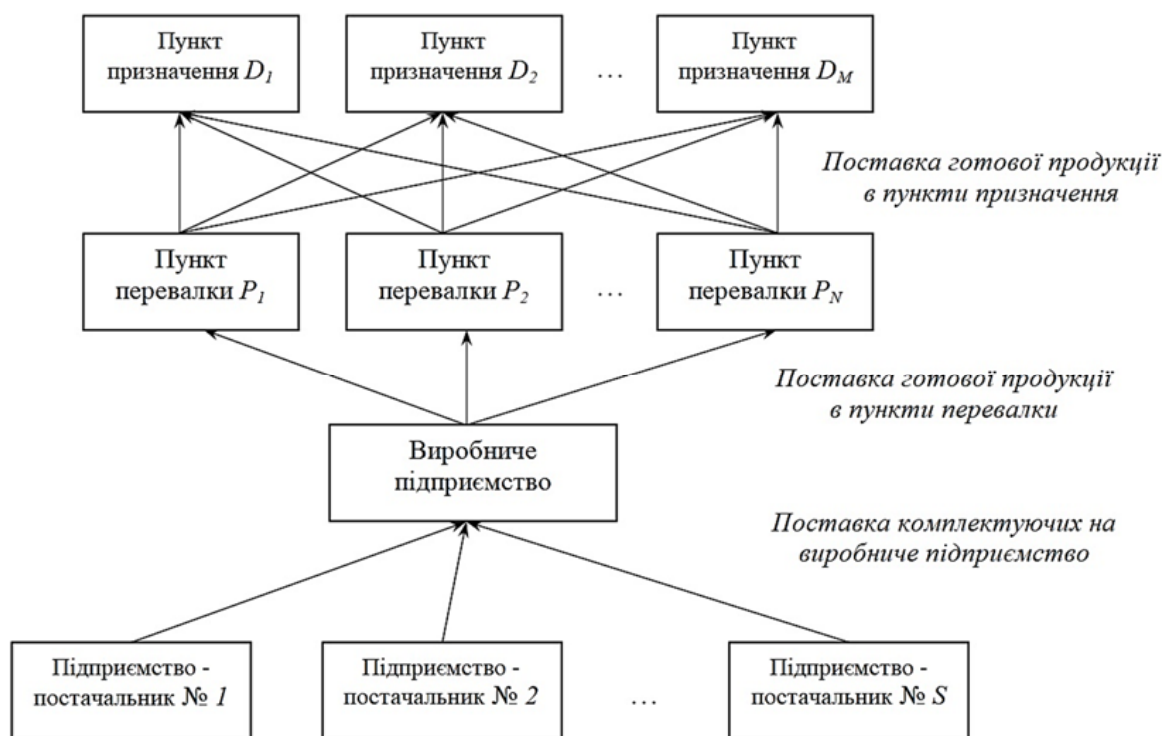


Рисунок 1 – Схема ланцюга поставок

Джерело: розроблено авторами

чальником; y_k – кількість готової продукції k -го виду, запланована для випуску підприємством-виробником; z_{kn} – кількість готової продукції k -го виду, яка планується для доставки в пункт перевалки P_n ; z_{knm} – кількість готової продукції k -го виду, яка планується для доставки в пункт призначення D_m .

Прибуток від реалізації продукції по всьому ланцюгу поставок з урахуванням сумарних витрат, пов'язаних з виробництвом комплектуючих, виробництвом та доставкою готової продукції, а також з інноваційними вкладеннями та рекламною діяльністю, буде таким:

$$\begin{aligned} \Pi = & \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M p_{km} z_{knm} - \sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^{L_s} s_{1sl} (v_{1sl}) \cdot x_{sl} - \\ & - \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^N s_{2kn} (v_{2kn}) \cdot y_k - \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^N c_{1kn} z_{kn} - \\ & - \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^N \sum_{m \in B_m} c_{2knm} z_{knm} - \sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^{L_s} v_{1sl} - \sum_{k=1}^K (v_{2k} + u_k) \rightarrow \max. \end{aligned} \quad (1)$$

де p_{km} – продажна ціна одиниці готової продукції k -го виду в пункт призначення D_m ; c_{1kn} – витрати на перевезення одиниці готової продукції k -го виду в пункт P_n ; c_{2knm} – витрати на перевезення одиниці готової продукції k -го виду в пункт D_m .

Обмеження, що накладаються на параметри управління, матимуть такий вигляд:

– обмеження на виробничі ресурси для підприємств-постачальників:

$$\sum_{l=1}^{L_s} a_{slr}^{(1)} x_{sl} \leq b_{sr}, \quad r = 1, 2, \dots, R_s, \quad s = 1, 2, \dots, S, \quad (2)$$

– обмеження на комплектуючі на підприємстві-виробнику:

$$\sum_{k=1}^K a_{slk}^{(2)} y_k \leq x_{sl}, \quad l = 1, 2, \dots, L_s, \quad s = 1, 2, \dots, S, \quad (3)$$

– вся продукція повинна бути вивезена зі складу виробничого підприємства в перевалочні пункти:

$$y_k = \sum_{n=1}^N z_{kn}, \quad k = 1, 2, \dots, K, \quad (4)$$

– обмеження на пропускні спроможності пунктів перевалки:

$$\sum_{k=1}^K z_{kn} \leq w_n, \quad k = 1, 2, \dots, K, \quad (5)$$

– вся продукція повинна бути вивезена з перевалочних пунктів в пункти призначення:

$$z_{kn} = \sum_{m \in B_m} z_{knm}, \quad k = 1, 2, \dots, K, \quad n = 1, 2, \dots, N, \quad (6)$$

– потреби всіх пунктів призначення мають бути задоволені:

$$\sum_{n=1}^N z_{knm} = d_{km}(u_k), \quad k = 1, 2, \dots, K, \quad m \in B_m, \quad (7)$$

– умова невід'ємності параметрів управління:

$$\begin{aligned} x_{sl}, y_k, z_{kn}, z_{knm}, v_{1sl}, v_{2k}, u_k \geq \\ \geq 0, \quad \forall s, l, k, n, m. \end{aligned} \quad (8)$$

Отже, ми отримали таку модель виробничо-транспортної задачі: знайти виробничі плани підприємств – виробників комплектуючих $\{x_{sl}\}$, підприємства – виробника готової продукції $\{y_k\}$, плани перевезень для транспортних підприємств $\{z_{kn}\}$ і $\{z_{knm}\}$, а також інвестиційні плани впровадження на підприємствах технологічних новацій $\{v_{1sl}\}$ і $\{v_{2k}\}$ та розміри витрат на рекламу $\{u_k\}$, що максимізують функцію (1) за обмежень (2)–(8). Зазначимо, що з формул (5)–(7) випливають такі необхідні умови розв'язання сформульованої задачі оптимізації:

$$\sum_{k=1}^K \sum_{m \in B_m} d_{km} \leq \sum_{n=1}^N w_n.$$

Проведемо обчислення для знаходження оптимальних планів перевезення та інвестицій для найпростішого випадку виробництва двох видів готової продукції ($K=2$), для якої використовується два види комплектуючих ($L_1=L_2=1$) та чотири види сировини ($R_1=R_2=2$). Продукція доставляється в три пункти призначення ($M=3$) через два пункти перевалки ($N=2$). Вихідними для задачі будуть розміри запасів ресурсів для виробництва (b_{sr}), виробничі коефіцієнти ($a_{str}^{(1)}$ та $a_{str}^{(2)}$), пропускні спроможності перевалочних пунктів (w_n), розміри очікуваного попиту на продукцію без ураху-

вання додаткових витрат на рекламу ($d_{km}^{(0)}$), коефіцієнти, що характеризують ступінь ефективності реклами (α_k), значення виробничих витрати для застарілих технологій ($s_{1sl}^{(0)}$ і $s_{2k}^{(0)}$), коефіцієнти, що характеризують ступінь ефективності технологічних новацій (γ_{1sl} і γ_{2k}), продажні ціни одиниці готової продукції (p_{km}), вартість перевезення готової продукції до пунктів перевалки (c_{1kn}) та до пунктів призначення (c_{2kmn}). Схема матеріальних потоків для описаного ланцюга поставок представлена на рис. 2.

Табл. 1 містить необхідні для розрахунків значення. У табл. 2, 3 наведено результати розрахунків, виконаних за допомогою програми Excel.

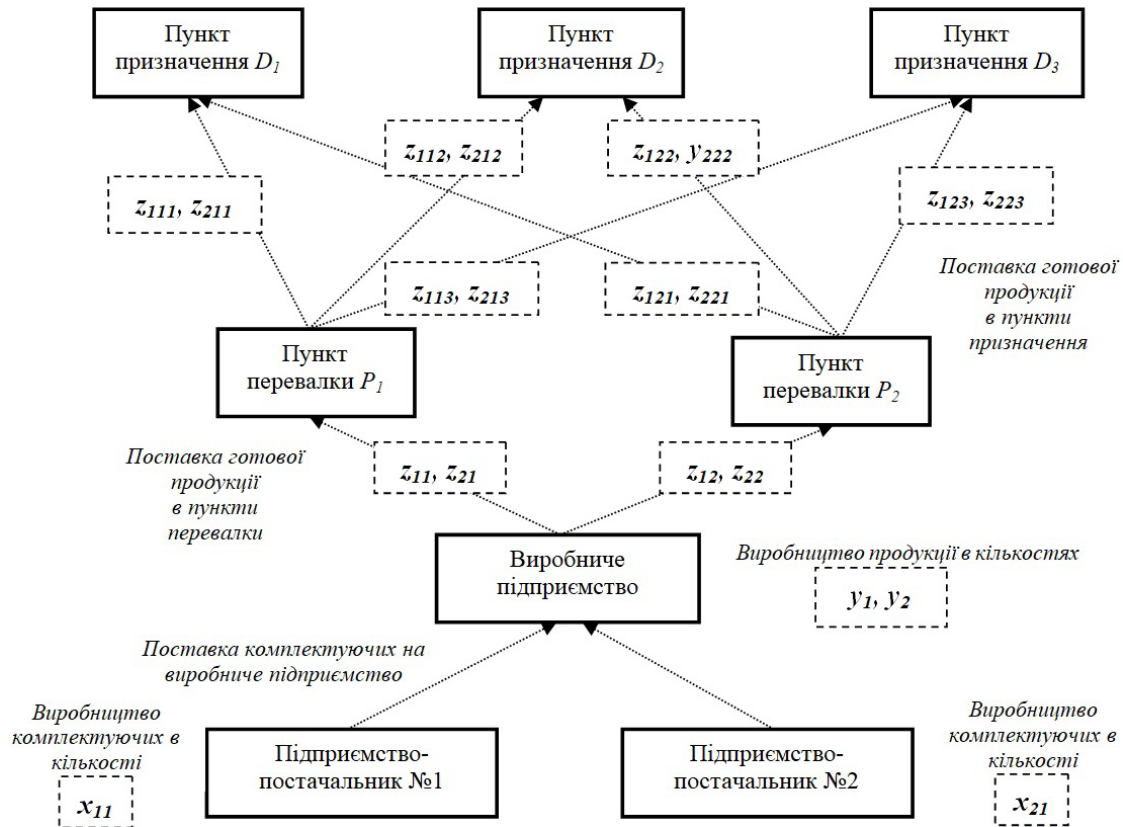


Рисунок 2 – Схема матеріальних потоків у ланцюзі поставок

Джерело: розроблено авторами

Таблиця 1 – Вихідні дані для розрахунків

Умовні позначення	Значення параметрів	Умовні позначення	Значення параметрів	Умовні позначення	Значення параметрів	Умовні позначення	Значення параметрів	Умовні позначення	Значення параметрів
b_{11}	50	$a_{212}^{(2)}$	0,5	$s_{111}^{(0)}$	1,3	p_{13}	13	c_{2113}	2,8
b_{12}	30	w_1	95	$s_{121}^{(0)}$	1,2	p_{21}	14	c_{2121}	2,1
b_{21}	30	w_2	90	$s_{21}^{(0)}$	1,4	p_{22}	12	c_{2122}	2,4
b_{22}	40	$d_{11}^{(0)}$	20	$s_{22}^{(0)}$	1,2	p_{23}	13	c_{2122}	3,1
$a_{111}^{(1)}$	0,5	$d_{12}^{(0)}$	25	γ_{111}	0,02	c_{111}	3,2	c_{2211}	2,4
$a_{112}^{(1)}$	0,3	$d_{13}^{(0)}$	21	γ_{121}	0,03	c_{112}	3,4	c_{2212}	3,1
$a_{211}^{(1)}$	0,4	$d_{21}^{(0)}$	30	γ_{21}	0,035	c_{121}	2,5	c_{2213}	2,7
$a_{212}^{(1)}$	0,5	$d_{22}^{(0)}$	25	γ_{22}	0,03	c_{122}	2,7	c_{2221}	2,5
$a_{111}^{(2)}$	0,5	$d_{23}^{(0)}$	28	p_{11}	15	c_{2111}	2,5	c_{2222}	3,1
$a_{112}^{(2)}$	0,4	a_1	0,02	p_{12}	13	c_{2112}	2,7	c_{2223}	2,8
$a_{211}^{(2)}$	0,3	a_1	0,03	—	—	—	—	—	—

Джерело: побудовано авторами

Таблиця 2 – Результати розрахунку параметрів управління

Умовні позначення	Значення параметрів	Умовні позначення	Значення параметрів	Умовні позначення	Значення параметрів	Умовні позначення	Значення параметрів	Умовні позначення	Значення параметрів
x_{11}	82,75	z_{21}	67,16	z_{121}	26,52	z_{213}	31,92	u_2	5,8
x_{21}	75,00	z_{22}	30,34	z_{122}	33,14	z_{221}	0	v_{111}	23,3
y_1	87,50	z_{111}	0	z_{122}	0	z_{222}	29,37	v_{121}	21,4
y_2	97,50	z_{112}	0	z_{211}	35,24	z_{223}	0,97	v_{21}	30,6
z_{11}	27,84	z_{113}	27,84	z_{212}	0	u_1	16,3	v_{22}	29,1
z_{12}	59,66	–	–	–	–	–	–	–	–

Джерело: побудовано авторами за розрахунками

Таблиця 3 – Результати розрахунку прибутку

Умовні позначення	Чисельне значення
Витрати на рекламу, гр. од.	22,11
Прибуток з урахуванням витрат на рекламу, гр. од.	985,26
Витрати на технологічні новації, гр. од.	78,88
Прибуток з урахуванням витрат на технологічні новації, гр. од.	863,61
Витрати на рекламу та технологічні новації, гр. од.	126,3
Прибуток з урахуванням витрат на рекламу та технологічні новації, гр. од.	1 068,13

Джерело: побудовано авторами за розрахунками

Розраховані оптимальні виробничі плани підприємств – виробників комплектуючих та готової продукції, плани перевезень для транспортних підприємств, інвестиційні плани технологічних новацій та розміри витрат на рекламу дають змогу одержати максимальне значення прибутку по всьому ланцюгу поставок у 1 068,13 грошових одиниць.

Показовими є також порівняння прибутку з урахуванням витрат на рекламу, вдосконалення виробничих технологій без урахування, наведене в табл. 3. За сумісного планування рекламних та інноваційних витрат сумарне значення цих витрат перевищує суму витрат під час впровадження тільки нових технологій або тільки маркетингових витрат на рекламу продукції, але при цьому значення прибутку за такого ж планування дає змогу збільшити прибуток від реалізації продукції по всьому ланцюгу поставок.

Висновки. Розроблена економіко-математична модель ланцюга поставок дає змогу представити науково обґрунтоване узгодження виробничого плану підприємства-виробника, плану перевезень для транспортних підприємств, а також маркетингових та інноваційних планів, які максимізують сумарний прибуток підприємств – ланок ланцюга поставок від продажу продукції з урахуванням витрат, пов'язаних із виробництвом та доставкою готової продукції до пунктів призначення, включаючи витрати на рекламу та інвестиції у інноваційну активність. В подальших дослідженнях за цією проблематикою представляють інтерес побудова та аналіз динамічних моделей, у яких виробничий і перевізний процеси розглядаються на заданому горизонті планування, а також аналіз олігополії ланцюгів поставок з урахуванням маркетингової та інноваційної активності підприємств – виробників продукції [7].

Література:

- Brandimarte P., Zotteri G. Introduction to Distribution Logistics. NY : J. Wiley & Sons, Inc., 2007. 579 p.
- Christopher M., Peck H. Marketing Logistics. 2nd ed. Oxford : Elsevier Butterworth-Heinemann, 2003. 168 p.
- Dovhun O., Krykavskyy Y. Integration and implementation of marketing and logistics solutions of the enterprises. *Przedsiębiorczość i Zarządzanie*. 2019. T. 20. Z. 4. Cz. 1. S. 103–116.
- Крикавський Є.В. Інтеграція маркетингу і логістики в системі менеджменту. *Вісник Державного університету «Львівська політехніка»*. 2000. № 416. С. 52–62.
- Чухрай Н.І., Гірна О.Б. Формування ланцюга поставок: питання теорії і практики. Львів : Інтелект-Захід, 2007. 232 с.
- Постан М.Я., Москвиченко І.М. Исследование методов оптимизации планов производств и перевозки продукции с учетом инновационной деятельности предприятий. *Технологический аудит и резервы производства*. 2014. № 5/2 (19). С. 26–30.
- Kurudzhi Yu., Moskvichenko I., Postan M. Method of finding equilibrium solutions for duopoly of supply chains taking into account the innovative activity of enterprises. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. № 3/4 (87). P. 25–30.
- Крикавський Є.В., Якимшин Л.Я. Компліментарність стратегій маркетингу та логістики в ланцюгу поставок товарів повсякденного попиту. *Маркетинг і цифрові технології*. 2018. Т. 2. № 1. С. 21–32.
- Ковальчук С.В., Семенов К.Л. Маркетинг-логістичне забезпечення у ланцюгах поставок товарів споживчого попиту. *Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки*. 2017. № 3 (1). С. 155–162.
- Постан М.Я., Куруджи Ю.В. Модель оптимального планування виробництва и доставки продукции потребителям с учетом затрат предприятия на маркетинговые исследования. *Розвиток методів управління та господарювання на транспорті*. 2021. № 2 (75). С. 66–76.
- Куруджи Ю.В. Об одной статической модели оптимизации плана выпуска и доставки продукции в цепи поставок. *Розвиток методів управління та господарювання на транспорті*. 2013. № 2 (43). С. 150–163.
- Постан М.Я., Малиновский Д.А. Модель оптимального планирования производства и доставки продукции предприятия по распределительным каналам. *Методи та засоби управління розвитком транспортних систем*. 2009. № 15. С. 19–28.

References:

1. Brandimarte, P., & Zotteri, G. (2007). Introduction to Distribution Logistics. NY: J. Wiley & Sons, Inc., 579.
2. Christopher M., & Peck H. (2003). Marketing Logistics. Second Edition. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann, 168.
3. Dovhun, O., & Krykavskyy, Y. (2019). Integration and implementation of marketing and logistics solutions of the enterprises. *Przedsiębiorczość i Zarządzanie* [Entrepreneurship and Management], 20 (4/1), 103–116.
4. Krykavskiy, Ye.V. (2000). Intehratsiia marketynhu i lohistyky v systemi menedzhmentu [Integration of marketing and logistics in the management system]. *Visnyk Derzhavnoho universytetu "Lvivska politekhnika"* [Bulletin of the State University "Lviv Polytechnic"], 416, 52–62 [in Ukrainian].
5. Chukhrai, N.I., & Hirna, O.B (2007). Formuvannya lantsiuha postavok: pytannia teorii i praktyky [Formation of the supply chain: questions of theory and practice]. Lviv: Intelkt-Zakhid, 232 [in Ukrainian].
6. Postan, M.Ya., & Moskvichenko, I.M. (2014). Issledovanie metodov optimizatsii planov proizvodstv i perevozki produktsii s uchetom innovatsionnoy deyatelnosti predpriyatij [Research of methods of optimization of production plans and transportation of products taking into account the innovative activities of enterprises]. *Tekhnologicheskij audit i rezervy proizvodstva*, 5/2 (19), 26–30 [in Russian].
7. Kurudzhi, Yu., Moskvichenko, I., & Postan, M. (2017). Method of finding equilibrium solutions for duopoly of supply chains taking into account the innovation activity of enterprises. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3/4 (87), 25–30.
8. Krykavskiy, Ye.V., & Yakymyshyn, L.Ia. (2018). Komplimentarnist stratehii marketynhu ta lohistyky v lantsiuhu postavok tovariv povsiakdennoho popytu [Complementarity of marketing and logistics strategies in the supply chain of everyday demand]. *Marketynh i tsyfrovii tekhnologii* [Marketing and digital technologies], 2 (1), 21–32 [in Ukrainian].
9. Kovalchuk, S.V., Semenov, K.L. (2017). Marketynh-lohistrychne zabezpechennia u lantsiuhakh postavok tovariv spozhyvchoho popytu [Marketing and logistics in supply chains of consumer demand]. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Ekonomichni nauky* [Bulletin of Khmelnytsky National University. Economic sciences], 3 (1), 155–162 [in Ukrainian].
10. Postan, M.Ya., & Kurudzhy, Yu.V. (2021). Model' optimal'nogo planirovaniya proizvodstva i dostavki produktsii potrebitelyam s uchetom zatrat predpriyatiya na marketingovye issledovaniya [Model of optimal planning of manufacturing and delivering of final products to consumers taking into account the marketing activities of a plant]. *Rozvytok metodiv upravlinnia ta hospodariuvannia na transporti*, 2 (75), 66–76 [in Russian].
11. Kurudzhy, Yu.V. (2013). Ob odnoj staticheskoy modeli optimizatsii plana vypuska i dostavki produktsii v cepi postavok [On one static model for optimizing the release and delivery plan of products in the supply chain]. *Rozvytok metodiv upravlinnia ta hospodariuvannia na transporti*, 2 (43), 150–163 [in Russian].
12. Postan, M.Ya., & Malinovskiy, D.A. (2009). Model optimal'nogo planirovaniya proizvodstva i dostavki produktsii predpriatia po raspredelitel'nym kanalams [Model of optimal planning of production and delivery of product by distributive channels]. *Metody ta zasoby upravlinnia rozvytkom transportnyh sistem*, 15, 19–28 [in Russian].