

УДК 330.46;
JEL R30, C51

DOI: <http://dx.doi.org/10.30970/ves.2020.58.0.5807>

МОДЕЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ ВИРОБНИЧОГО КОМПЛЕКСУ НА РЕГІОНАЛЬНОМУ РІВНІ

Володимир-Богдан Вовк, Сергій Квасній

*Львівський національний університет імені Івана Франка
79008 м. Львів, проспект Свободи, 18
e-mail: vbm.vovk@gmail.com, volodymyr-bohdan.vovk@lnu.edu.ua,
sergiykvassniy@gmail.com*

Анотація. *Будь-яка виробнича діяльність передбачає розміщення необхідних виробничих потужностей. Успішність вирішення цього завдання залежить від багатьох чинників, а вплив буде проявлятися на досить значному відрізку часу. Наприклад, для прогнозування розвитку виробничого комплексу на регіональному рівні значну увагу приділяють проблемі створення модельного базису системи раннього інформування та попередження випадків неефективних економічних рішень. Такі рішення призводять до посилення дисбалансу потенціалу територій, обумовлюють різницю у швидкості та рівню їх розвитку.*

Метою статті є дослідження специфіки моделювання розміщення та функціонування виробничого комплексу та побудова економіко-математичної моделі розвитку комплексу з виробництва та модифікації продукції на територіальному рівні.

У дослідженні використано методи модельного експерименту, методи економічного аналізу, економіко-математичного моделювання.

У статті запропоновано підходи до удосконалення розвитку виробничого комплексу на регіональному рівні за допомогою проведення модельного експерименту.

Ключові слова: *модельний експеримент, пункт модифікації продукції, пункт розміщення виробництва, ресурсні точки, собівартість, транспортні витрати.*

Постановка проблеми. Серед першочергових завдань у здійсненні будь-якої виробничої діяльності є розміщення необхідних для цього виробничих потужностей. Успішність їх вирішення залежить від багатьох факторів, вплив яких буде проявлятися на досить значному відрізку часу [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемі розташування виробничих потужностей присвячено увагу у багатьох працях Гур'янової Л. С. [2-3], зокрема авторка розглядає моделі оцінки, аналізу та прогнозування соціально-економічних систем, оцінки нерівномірності та циклічної динаміки розвитку регіонів. Вітлінський В. В. розглядає розміщення виробничих потужностей і доступність ресурсів (зокрема в ході аналізу виробничих функцій [1, с.170]) як важливий фактор здійснення виробничої діяльності.

Постановка завдання. Ціллю статті є побудова економіко-математичної моделі розміщення виробничих потужностей комплексу, що займається виготовленням, модернізацією та доставкою до споживачів певного виду однорідної продукції, та аналіз виробничих взаємозв'язків між його елементами.

Виклад основного матеріалу дослідження. Регіональний рівень задачі розміщення виробництва будемо трактувати як розміщення виробництва у певному адміністративному районі чи, наприклад, як тепер є актуальним, на території об'єднаної територіальної громади (ОТГ). Проілюструємо дану задачу у вигляді економічної ситуації розміщення виробничого комплексу у регіоні для виробництва продукції двох груп. До першої групи належить продукція тільки одного виду. Можливі точки розміщення виробництва продукції заздалегідь вибрані в регіоні експертним чином і позначені індексом j ($j=1,2,\dots,n$). Обсяг випуску продукції в кожній можливій точці розміщення виробництва позначено через x_j , очевидно, на даному етапі розв'язування задачі ці величини є невизначеними. Відповідно, собівартість випуску одиниці продукції в цих точках визначена величиною $C_j^{(4)}$.

Ця виготовлена продукція перед доставкою до кінцевих її споживачів може бути направлена на додаткову модернізацію, переробку, фасування, сортування чи складування і т.д. Цю дороблену чи перероблену продукцією першої групи будемо вважати продукцією другої групи і їх може бути H видів, ($\eta=1,2,\dots,H$). Розміщення таких підприємств модифікації продукції здійснюється у відповідних пунктах, котрі можуть співпадати з пунктами можливого розміщення виробництва. Ці пункти модернізації продукції, як і пункти розміщення виробництва, вибираються експертним чином і в моделі позначаються індексом l ($l=1,2,\dots,L$).

Для простоти опису ситуації будемо розглядати випадок задоволення потреби K ($k=1,2,\dots,K$) споживачів. Потреба у продукції η -го виду модифікації (враховуючи немодифіковану) для кожного споживача визначена величиною $B_{k\eta}$.

У виробничому процесі використовується R видів виробничих ресурсів (сировинні, матеріальні, трудові, енергетичні, природні і т.д.), кожного з яких у кожній i -ій ресурсній точці знаходиться A_{ir} , де $r=1,2,\dots,R$, $i=1,2,\dots,m$.

Очевидно, продукція, що проходить модернізацію, додатково використовує ресурси, але збільшується і вартість продукції.

Зауважимо, що продукція першого гатунку (немодернізована) може проходити через один вид доробки (модернізації).

Додатково зауважимо, що маркетингові служби визначають обсяги потреби продукції як споживачами регіону, так і споживачами поза його межами. Ціни на кінцеву продукцію встановлюються ринком і також прогнозуються відповідними службами, а виробничий комплекс буде дотримуватися мети мінімізації сумарних витрат на виготовлення, модернізацію та транспортування продукції кінцевому споживачеві [6].

Наведену вище ситуацію подамо у вигляді економіко-математичної задачі. За допомогою її математичної моделі та проведення модельного експерименту покажемо запропонований нами спосіб пошуку ефективного варіанту розв'язку названої задачі.

Задача розвитку виробничого комплексу на регіональному рівні з метою досягнення максимальної ефективності (тобто мінімізації затрат), критерієм визначення якої є величина сумарних витрат виробничого комплексу, в нашому випадку буде подана у вигляді наступної економіко-математичної моделі, у якій використані наступні позначення:

1. A_{ri} – обсяг виробничого ресурсу r -го виду ($r = 1, 2, \dots, R$, R – загальна кількість видів ресурсів) у i -ій ресурсній точці ($i \in M_r^1$), де M_r^1 – множина ресурсних точок із запасами ресурсу r -го виду;
2. x_j – обсяг випуску продукції у j -ій точці можливого розміщення виробництва модифікації $\eta=1$;
3. $y_{l\eta}$ – обсяг виробництва продукції другої групи η -го виду модифікації ($\eta=1, 2, \dots, H$) в точці l , що належить множині точок модифікації виду η ($l \in M_\eta^2$);
4. $B_{k\eta}$ – обсяг потреби продукції модифікації η в точці k , в тому числі продукції першої групи (модифікації $\eta=1$). Забезпечення потреби споживачів в продукції першої і другої груп ресурсами будь-якого виду не допускається;
5. $x_{ijr}^{(1)}$ – обсяг r -го ресурсу, що постачається з i -ої ресурсної точки до j -го виробника продукції першої групи;
6. $t_{ijr}^{(1)}$ – транспортні витрати на перевезення одиниці r -го ресурсу i -го постачальника до j -го виробника продукції першої групи;
7. $C_{ijr}^{(1)}$ – витрати на придбання в i -ій ресурсній точці одиниці r -го ресурсу для j -го виробника продукції першої групи;
8. $y_{ilr\eta}^{(1)}$ – обсяг r -го ресурсу, що постачається з i -ої ресурсної точки до l -го виробника продукції другої групи для модифікації η ;
9. $t_{ilr}^{(1)}$ – транспортні витрати на перевезення одиниці r -го ресурсу від i -ої ресурсної точки до l -ої точки модифікації;
10. $C_{ilr\eta}^{(2)}$ – витрати на придбання в i -ій ресурсній точці одиниці r -го ресурсу для l -го виробника модифікованої продукції виду η другої групи;
11. $C_{ikr}^{(3)} = M$ – достатньо велике число, використання якого забезпечує блокування можливості задоволення потреб споживачів за допомогою ресурсів;
12. z_{ikr} – обсяг r -го ресурсу, що постачається k -му споживачу з i -ої ресурсної точки для задоволення потреби в продукції (змінна введена для заборони такого постачання);
13. $C_{j'j''}^{(4)} = M$ – для $j'=j''$ з метою блокування перевезення між виробниками однакового виду продукції;
14. $x_{j'j''}$ – обсяг продукції першої групи, що перевозиться від виробника j' до виробника j'' (допоміжна змінна для блокування таких перевезень).
15. $C_j^{(4)}$ – витрати на виготовлення одиниці продукції першої групи в j -ій точці можливого розміщення виробництва;
16. $C_{jl}^{(5)}$ – витрати на придбання продукції першої групи у j -го виробника на модифікацію виду η в точці l ;
17. $t_{jl}^{(5)}$ – транспортні витрати на доставку одиниці продукції першої групи від j -го виробника до l -го пункту модифікації продукції;
18. $y_{jl}^{(5)}$ – обсяг поставки продукції першої групи від j -го виробника до l -го пункту модифікації продукції;
19. $C_{jk}^{(6)}$ – витрати k -им споживачем на придбання одиниці продукції першої групи, виготовленої j -им виробником;

20. $t_{jk}^{(6)}$ – витрати на перевезення одиниці продукції першої групи від j -го виробника до k -го споживача;
21. $z_{jk}^{(6)}$ – обсяг продукції першої групи (модифікації $\eta=1$), виготовленої в j -ій точці розміщення виробництва, що переводиться до k -го споживача;
22. $C_{ij}^{(7)} = M$ – вибір параметра з метою блокування зворотного перевезення між виробниками однакового виду продукції;
23. $C_{l'l''}^{(8)} = M$ – вибір параметра для $l'=l''$ з метою блокування перевезення між виробниками продукції однакового виду однієї і тієї ж модифікації;
24. $y_{l'l''}$ – обсяг продукції другої групи однієї і тієї ж модифікації, що перевозиться від виробника l' до виробника l'' (допоміжна змінна для блокування таких перевезень).
25. $C_{l\eta k}^{(9)}$ – витрати на придбання одиниці продукції другої групи η -ої модифікації, виготовленої в l -ій точці модифікації, k -им споживачем;
26. $t_{l\eta k}^{(9)}$ – витрати на доставку одиниці продукції другої групи модифікації η , виготовленої в l -ій точці модифікації, до k -го споживача;
27. $z_{l\eta k}^{(9)}$ – обсяг продукції другої групи модифікації η , виготовленої в l -ій точці модифікації, що перевозиться до k -го споживача;
28. l -ій точці модифікації, що перевозиться до k -го споживача;
29. $a_{ijr}^{(1)}$ – норма витрати r -го ресурсу з i -ої ресурсної точки для виробництва одиниці продукції j -им виробником;
30. $a_{il\eta r}^{(2)}$ – норма витрати r -го ресурсу з i -ої ресурсної точки для модифікації виду η одиниці продукції в l -ій точці модифікації продукції;
31. $a_{l\eta}^{(3)}$ – норма витрати продукції першої групи на модифікацію одиниці продукції виду η в l -ій точці модифікації.

Обмеження задачі:

1. Обмеження на можливість постачання r -го ресурсу з i -ої точки постачання до кожної j -ої точки виробництва:

$$\sum_{j=1}^n x_{ijr}^{(1)} + \sum_{\eta=1}^H \sum_{l=1}^L y_{il\eta r} \leq A_{ir}, \quad i \in M_r^1, i = \overline{1, m}, r = \overline{1, R}$$

2. Обмеження на потребу r -го ресурсу в кожній точці можливого розміщення виробництва продукції відповідно першої та другої групи:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ijr}^{(1)} + \sum_{l=1}^L \sum_{i=1}^m \sum_{\eta=1}^H y_{il\eta r} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ijr}^{(1)} x_j + \sum_{l=1}^L \sum_{i=1}^m \sum_{\eta=1}^H a_{il\eta r}^{(2)} y_{l\eta}, \quad r = \overline{1, R}$$

3. Обмеження на можливість виробництва і постачання продукції j -го виробника всім споживачам цієї продукції:

$$\sum_{j=1}^n x_j = \sum_{j''=1}^n x_{j'j''} + \sum_{l=1}^L \sum_{j=1}^n y_{jk}^{(5)} + \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^n z_{jk}^{(6)}$$

4. Постачання продукції j' -го постачальника до іншого виробника цього виду продукції (j'' -го виробника) заборонено. Це забезпечується встановленням витрат на перевезення продукції від виробника j' до виробника j'' на рівні значно завищеної величини M . Надлишок виробленої продукції кожним виробником залишається у самого виробника, у такому випадку встановлюється вартість перевезення $C_{j'j''} = 0$

випадку $j'=j$ ". Реальне постачання продукції з j -го пункту виробництва до l -го пункту модифікації визначається наступною умовою:

$$\sum_{j=1}^n a_{l\eta}^{(3)} y_{jl}^{(5)} = y_{l\eta}, \quad l = \overline{1, L}, \quad \eta = \overline{1, H}$$

5. Реальні обсяги постачання ресурсів до кожного j -го виробника продукції та l -ої точки її модифікації, окрім обмеження (2) задаються наступними умовами:

$$\sum_{i=1}^m x_{ijr}^{(1)} = \sum_{i=1}^m a_{ijr}^{(1)} x_j, \quad j = \overline{1, n}, \quad r = \overline{1, R}$$

$$\sum_{i=1}^m y_{il\eta r}^{(1)} = \sum_{i=1}^m a_{il\eta r}^{(2)} y_{l\eta}, \quad l = \overline{1, L}, \quad r = \overline{1, R}, \quad \eta = \overline{1, H}$$

6. Можливість постачання модифікованої продукції виду η до кожного споживача забезпечується наступною умовою:

$$\sum_{l=1}^L y_{l\eta} = \sum_{k=1}^K B_{k\eta}, \quad \eta = \overline{1, H}$$

7. Необхідність повного задоволення потреб споживачів забезпечується наступним обмеженням:

$$\sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^n z_{jk}^{(6)} + \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^L z_{l\eta k}^{(9)} = \sum_{k=1}^K B_{k\eta}, \quad \eta = \overline{1, H}$$

Сумарні витрати на забезпечення виробництва продукції обох груп і забезпечення ними всіх споживачів у повній мірі становитимуть:

$$F = (C_{ijr}^{(1)} + t_{ijr}^{(1)})x_{ijr}^{(1)} + (C_{ilr}^{(2)} + t_{ilr}^{(1)})y_{il\eta r}^{(1)} + C_{ikr}^{(3)}z_{ikr}^{(3)} + C_j^{(4)}x_j + C_{j'j''}^{(4)} \cdot x_{j'j''} +$$

$$+ (C_{jl}^{(5)} + t_{jl}^{(5)})y_{jl}^{(5)} + (C_{jk}^{(6)} + t_{jk}^{(6)})z_{jk}^{(6)} + C_{ij}^{(7)}x_{ij} + C_{l'l''}^{(8)} \cdot y_{l'l''} + (C_{l\eta k}^{(9)} + t_{l\eta k}^{(9)})z_{l\eta k}^{(9)}$$

Мета проведення модельного експерименту полягає в тому, щоби розмістити виробничий комплекс у обраному регіоні таким чином, щоби забезпечити споживачів необхідною продукцією з мінімальними сумарними витратами на: виробничі ресурси, реалізацію виробничих технологій та на перевезення готової продукції необхідної модифікації і необхідної кількості до споживачів [1].

Вважаємо, що задача по відношенню до наявності необхідних обсягів ресурсів поставлена коректно. Виробнича схема взаємозв'язків структурних елементів виробничого комплексу подана на рис. 1.

		Виробники 1 групи продукції				Виробники 2 групи продукції				Споживачі продукції 1 та 2 груп			
	XI	Xj	Xn	x_n	YI	Yj	Yn	y_n	BI	Bj	Bn	b_n	BEI
Ресурси	AI	N_1				N_2			N_3				
	Aj		$C_{ijr}^{(1)} + \epsilon_{ijr}^{(1)}$				$C_{ijr}^{(2)} + \epsilon_{ijr}^{(2)}$			$C_{ikr}^{(3)} + \epsilon_{ikr}^{(3)} = M$			
	Ak			$x_{ijr}^{(1)}$				$y_{ijr}^{(1)}$			$z_{ikr}^{(3)}$		
	A_{km}												
Виробники 1 групи продукції	XI	N_4				N_5			N_6				
	Ix		$C_j^{(4)}, C_{j'j''}^{(4)} = M$ при $j' = j''$, $C_{j'j''}^{(4)} = 0$ при $j' \neq j''$				$C_{jl}^{(5)} + \epsilon_{jl}^{(5)}$			$C_{jk}^{(6)} + \epsilon_{jk}^{(6)}, (\eta = 1)$			
	Iy			$x_{j'j''}$				$y_{jl}^{(2)}$			$z_{jk}^{(6)}$		
	Iz												
Виробники 2 групи продукції	YI	N_7				N_8			N_9				
	Iu		$C_{ij}^{(7)}, C_{ij}^{(7)} = M$				$C_l^{(8)}, C_{l'l''}^{(8)} = M$ при $l' \neq l''$, $C_{l'l''}^{(8)} = 0$ при $l' = l''$			$C_{lnk}^{(9)} + \epsilon_{lnk}^{(9)}$			
	Iv			x_{ij}				$y_{l'l''}$			$z_{lnk}^{(9)}$		
	Iz												

Рис. 1. Виробнича схема взаємозв'язків елементів виробничого комплексу

Висновки та перспективи подальших досліджень. У статті змодельовано типову ситуацію розміщення виробничих потужностей підприємства на територіальному рівні, наведено концептуальну виробничу схему взаємозв'язків структурних елементів виробничого комплексу. З огляду на постійну актуальність розглянутої у статті проблеми, моделювання розміщення виробництва можна розглядати з різних позицій, в залежності від конкретних галузей, специфіки функціонування окремих підприємств тощо, а отже існує можливість розгляду широкого спектру економіко-математичних моделей розміщення виробництва та розвитку даного напрямку досліджень в майбутньому з поглибленням виробничих взаємозв'язків та розгляду більш складних моделей.

Список використаних джерел

1. Вітлінський В. В. Моделювання економіки: Навч. посібник. Київ: нац. екон. ун-т. Київ: КНЕУ, 2003. 408 с.
2. Гур'янова Л. С., Клебанова Т. С., Сергієнко Є. А., Гончаренко Г. С. Модель аналізу асиметрії регіонального розвитку. *Проблеми економіки*. 2012. №2. С. 27-33.
3. Гур'янова Л. С. Моделі фінансового регулювання в системах регіонального управління. *Стадії розвитку економіки. Всеукраїнський науково-виробничий журнал*. 2012. №7 (17). С. 141-148.
4. Лук'яненко І. Г. Системне моделювання показників бюджетної системи України. Принципи та інструменти. Київ: ВД «Кисво-Могилянська академія». 2004. 541 с.
5. Мащенко Е. В. Прогнозування економічних криз в умовах сучасних світогосподарських відносин: Автореф. дис. канд. екон. наук: 08.05.01 [Електронний ресурс]. НАН України. Ін-т світ. економіки і міжнар. відносин. 2002. 18 с.
6. Joseph S. Martinich, Arthur P. Hurter Jr. Price uncertainty and the optimal production-location decision. *Regional Science and Urban Economics*. Vol. 12 (4). 1982. P. 509-528

References

1. Vitlinsky V. V. (2003) Modelyuvannya ekonomiky: Navch. posibnyk. [Modeling of the economy: Textbook. manual.], Kyiv: KNEU. 408 p. [in Ukrainian]
2. Guryanova L. S. (2012) Model analizu asymetriyi rehionalnoho rozvytku [Model of analysis of asymmetry of regional development] / Guryanova L. S., Klebanova T. S., Sergienko E. A., Goncharenko G. S. *Problems of economy*, 2, 27-33.
3. Guryanova L. S. (2012) Modeli finansovoho rehulyuvannya v systemax rehionalnoho upravlinnya [Models of financial regulation in regional management systems], *Stages of economic development. All-Ukrainian scientific and production journal*, 7 (17), 141-148.
4. Lukyanenko I. G. (2004) Systemne modelyuvannya pokaznykiv byudzhetnoyi systemy Ukrainy. Prynцыpy ta instrumenty [System modeling of indicators of the budget system of Ukraine. Principles and tools], Kyiv: PH "Kyiv-Mohyla Academy", 541.
5. Mashchenko E. V. (2002) Prohnozuvannya ekonomichnykh kryz v umovax suchasnykh svitohospodarskykh vidnosyn [Forecasting of economic crises in modern world economic relations: Abstract. dis. Cand. econ. Sciences]: 08.05.01 [Electronic resource], NAS of Ukraine. Inst. of world economics and international relations. Kyiv. 18.
6. Joseph S. Martinich, Arthur P. Hurter Jr. Price (1982) Uncertainty and the optimal production-location decision. *Regional Science and Urban Economics*. 12 (4), 509-528.

MODELING THE DEVELOPMENT OF THE PRODUCTION COMPLEX AT THE REGIONAL LEVEL

Volodymyr-Bohdan Vovk, Serhiy Kvasniy

*Ivan Franko National University of Lviv Prospect Svobody 18, UA – 79008, Lviv, Ukraine
e-mail: vbm.vovk@gmail.com, volodymyr-bohdan.vovk@lnu.edu.ua, ²e-mail:
sergiykvasniy@gmail.com*

Abstract. The placement of the necessary production capacity is one of the priority tasks in the implementation of any production activity. The success of solution of this problem depends on many factors, the impact of which will be manifested over a fairly long period of time. For example, to forecast the development of the industrial complex at the regional level, much attention is paid to the problem of creating a model basis for the system of early information and prevention of inefficiencies of economic decisions. In particular, miscalculations in making this decisions can lead to an increase in imbalances in the regional development of the potential of the territories and causes a difference in the speed and level of their development.

The regional level of the task of production locating is interpreted as production locating in a certain administrative district or, for example, as it is now relevant, in the territory of the united territorial community.

In the article this problem is illustrated in the form of the economic situation of the location of the production complex for the production of two groups. The first group includes products of only one type. Possible locations of production are pre-selected in the region by experts. These manufactured products before delivery to its final consumers can be sent for additional modernization, processing, packaging, sorting or warehousing, etc. This finished or processed products of the first group are considers the products of the second group and can be of different species. The location of such production modification enterprises is carried out in the relevant points, which may coincide with the points of possible location of production. The article considers a case of satisfaction the needs of several groups of consumers. The production itself as well as products undergoing modernization use resources delivered from the resource points.

Prices for final products are set by the market and the production complex will adhere to the goal of minimizing the total cost of manufacturing, modernization and transportation of products to the final consumer.

The purpose of the article is to make an economic and mathematical model of development of the production complex at the territorial level.

The research uses methods of model experiment, methods of economic analysis, economic and mathematical modeling.

The article proposes approaches to improve the development of the production complex at the regional level through a model experiment.

Keywords: model experiment, product modification point, production location point, resource points, cost price, transportation costs.

Стаття надійшла до редколегії 16.04.2020

Прийнята до друку 03.07.2020