

## ЕКОНОМІКО – МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ І МОДЕЛІ

УДК 65.012.32

### МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ ЇХ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ

DOI 10.30838/ P.ES.2224.261218.214.340

Степанов Д. С.

*Міжнародний університет бізнесу і права, м. Херсон*

Метою статті став пошук шляхів удосконалення системи моделювання процесу формування економічної безпеки підприємств в умовах їх інноваційного розвитку. Для удосконалення діагностики та прогнозування економічної безпеки сільськогосподарських підприємств, у цій статті викладені три загальноприйнятні моделі формування двоїстих моделей при вивченні технологій виробництва з кількома вхідними величинами, що складаються з декількох вихідних величин. Автором сформовані виробничі проблеми мінімізації витрат, максимізації доходів та максимізації прибутку. Двоїсті функції вартості, доходу або прибутку, що представляють ці проблеми оптимізації, визначені у своїх загальних формах як функції цін та / або кількості ресурсів. Описано набір теоретичних умов регулярності та їх економічну інтерпретацію для кожної з трьох двоїстих цільових функцій. Запропоновані оптимізовані функції попиту та пропозиції, що отримані шляхом застосування лемми Шепарда, Самуельсона-Макфаддена та Готелінга. Похідні вхідні величини обмежені вихідними величинами у випадку проблеми мінімізації витрат, а отримані вихідні величини обмежені вхідними даними у випадку проблеми максимізації доходу. Це дослідження охоплює теоретичні основи двоїстого підходу в економіці виробництва. В задачу оптимізації введені припущення про екзогенні та ендогенні змінні, включені в оціночну модель. Для кожного з трьох модельних утворень також представлені кількісні показники економічного інтересу, такі як еластичність цін, еластичність заміщення вхідних даних та перетворення вихідних даних.

**Ключові слова:** економічна безпека підприємства; модель; лемма; сільськогосподарське підприємство

UDC 65.012.32

### MODELING PROCESS OF ECONOMIC SECURITY FORMATION OF ENTERPRISES IN TERMS OF THEIR INNOVATION DEVELOPMENT

DOI 10.30838/ P.ES.2224.261218.214.340

Stepanov D.

*International University of Business and Law, Kherson*

The aim of the article was the finding of ways to improve the modeling system for the

formation of economic security of enterprises in the context of their innovation development. In order to improve the diagnosis and forecasting of economic security of agricultural enterprises, this paper presents three commonly used models for the formation of binary models in the study of production technologies with several input quantities, which consist of several output quantities. The author created the production problems of minimizing costs, maximizing income and maximizing profits. Dual functions of cost, revenue or profit representing these optimization problems are defined in their common forms as a function of prices and / or quantity of resources. A set of theoretical regularities and their economic interpretation for each of the three dual target functions is described. The proposed optimized demand and supply functions obtained by applying the Shepard lemma, Samuelson-McFadden lemma and Hotelling lemma. Derivative input quantities are limited by output quantities in the case of the problem of cost minimization, and the resulting output quantities are limited by input data in the case of a problem of maximizing income. This study covers the theoretical foundations of a dual approach in the production economy. In the optimization problem, assumptions about exogenous and endogenous variables included in the estimation model are introduced. For each of three model entities, quantitative indicators of economic interest are also presented, such as price elasticity, elasticity of substituting incoming data and converting output data.

**Keywords:** economic security of enterprise; model; lemma; agricultural enterprise

**Постановка проблеми в загальному вигляді.** Сьогодні продуктивність інновацій є визначальним чинником конкурентоспроможності підприємства та національного прогресу країни. Крім того, інноваційний розвиток підприємств допомагає процесу формування економічної безпеки та сприяє сталому розвитку. Але незважаючи на важливість інновацій, багато підприємств стикаються з труднощами у зміцненні їх економічної безпеки, незважаючи на нові можливості запропоновані глобалізацією та новими технологіями, особливо інформаційними та комунікаційними технологіями. Економічна безпека підприємства відіграє особливу роль у діяльності підприємства в довгостроковому періоді. Вимагають особливої уваги вивчення та аналіз фінансово-економічної діяльності підприємств, розширення сфери виробничої діяльності, пошук засобів для їх ефективної діяльності, а також знаходження джерел її фінансування.

Це підкреслює важливість управління економічною безпекою підприємств та фінансування інвестицій в науку та дослідження, а також підтримка інноваційної діяльності. Зважаючи на зміну середовища для інновацій, також необхідно розглянути чи продовжує діюча система правил та практики інтелектуальної власності стимулювати інновації,

одночасно надаючи доступ до знань. У певних випадках зловживання контролем, яким наділені власниками прав інтелектуальної власності, може перешкоджати конкуренції, справедливості використання та поширення технологій. Однак, необхідні значні зусилля для підтримання належного фінансового стану підприємств для забезпечення їх економічної безпеки.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Теоретичним та практичним аспектам формування механізму забезпечення економічної безпеки присвячені праці багатьох зарубіжних та вітчизняних вчених.

Так, Nataliia Zachosova, Nataliia Babina (2018) пишуть, що рівень національного розвитку фінансового ринку, стабільний і рентабельний. Робота його професійних учасників є обов'язковою умовою для забезпечення фінансової безпеки держави. Фінансові посередників, які прагнуть продовжити свою роботу в період післякризового відновлення вітчизняної фінансової системи, усвідомили необхідність збереження достатнього рівня власної економічної безпеки і важливість побудови її інтегрованої системи. Вже можна спостерігати розвиток окремих функціональних складових системи економічної безпеки - кадрова, інформаційна, фінансова. Однак для деяких типів установ, збереження економічної безпеки залишається, у кращому випадку, стратегічними цілями, які не мають тактичного прояву та ресурсної підтримки. На практиці механізм управління економічною безпекою, навіть якщо її система формується в спільній системі управління господарюючих суб'єктів, відсутній. Її завдання виконуються в рамках управління ризиками або кризи управління. Причиною цього є, ймовірно, фінансова невідповідність керівників установ.

Anna Kozachenko, Victoriya Bukolova пишуть, що дослідження економічної безпеки будуються на принципах ієрархії, останній побудований навколо ядра - сутність економічної безпеки держави (регіону, сектора, підприємства). Ядро також включає принципи і засоби, що використовуються для забезпечення економічної безпеки та оцінки, інші елементи ядра включають: побудова системи, функціонування та об'єктивація системи економічної безпеки на різних його рівнях, процеси та механізми забезпечення, заходи профілактики на всіх соціально-економічних рівнях (державна, регіон, підприємство).

Ivanova, M., Varyanichenko, O., Sannikova, S., & Faizova, S. Вичають конкуренцію, яка є унікальним явищем сучасності, що розкриває специфічні компетенції суб'єктів господарювання та дозволяє їм

реалізувати свій потенціал. Однак підприємствам необхідна методика оцінки рівня їх конкурентоспроможності, яка дозволить ідентифікувати «вузькі місця» своєї економічної діяльності і пов'язані з конкретними галузями економіки.

Незважаючи на підвищену увагу до питань підвищення рівня економічної безпеки підприємств та формування ефективного механізму її забезпечення, економічна та суспільна криза спричинили новий стан, що потребує посиленого вивчення питань забезпечення економічної безпеки в умовах інноваційного розвитку.

**Метою статті** є пошук шляхів удосконалення системи моделювання процесу формування економічної безпеки підприємств в умовах їх інноваційного розвитку.

**Виклад основного матеріалу.** У цій статті дослідження економічної безпеки сільськогосподарських підприємств продовжується через специфікацію та оцінку обмежених функцій надходжень від виробництва декількох видів продукції. Передбачається, що сільськогосподарські підприємства беруть рівень вхідних даних як заданий і регулюють рівень випуску, щоб максимізувати загальний дохід від виробництва, враховуючи, що ціни на продукцію визначаються екзогенно. Згідно з цим припущенням, визначається двоїста функція доходу і отримують та оцінюють рівняння попиту при максимізації доходу.

Максимізація доходів рідко приймається в емпіричних дослідженнях двоїстості, на відміну від популярності максимізації прибутку і мінімізації витрат. Припускається, що фіксація всіх виробничих ресурсів є занадто обмежувальною, щоб бути реалістичною. Однак існує кілька причин для припущення щодо максимізації доходів для дослідження економічної безпеки підприємств сільського господарства. По-перше, сільськогосподарські підприємства діють в умовах обмеженості природних, фінансових та управлінських ресурсів. Сільськогосподарські товаровиробники мають обмежену гнучкість у регулюванні цих ресурсів у короткостроковій перспективі. Незважаючи на те, що сільськогосподарські підприємства мають певну гнучкість у переході між виробництвом різних видів продукції протягом року.

Інтервал обмеження ресурсів може не дозволити їм максимізувати прибуток виробництва в короткостроковій перспективі, оскільки це вимагає коригування вхідних рівнів витрат.

Другою причиною прогнозування максимізації доходу в сільськогосподарському виробництві є складний, поетапний процес прийняття рішень, необхідний для технічної та економічної ефективності при максимізації прибутку. Щоб максимізувати прибуток, сільськогосподарські підприємства повинні коригувати та розподіляти обсяги як вхідних, так і вихідних даних у відповідь на відносні зміни цін. З численними вхідними та вихідними даними, максимізація прибутку є математично складною проблемою оптимізації, яка може бути вирішена тільки за допомогою комп'ютерної техніки, і є непрактичною для нормального ведення сільського господарства з обмеженими природними, фінансовими та управлінськими ресурсами. Натомість дохід від виробництва - це ефективний показник, який спрямовує виробничі рішення для забезпечення фінансового виживання, економічної безпеки та отримання прибутку.

Третя причина, що підтримує специфікацію двоїстої функції доходу для сільськогосподарських підприємств, стосується інформації, отриманої про основні технології виробництва. Визначення функції доходу показує відповіді на питання щодо ціни-кількості та можливості трансформації між результатами, коли рівень вхідних даних фіксований. Еластичність цих наявних (або умовних чи компенсованих вхідних даних або постійно введених) даних не охоплює коригування вхідних величин, спричинених ціновими змінами.

З урахуванням вищезгаданих мотивацій у сільського господарства широкомасштабного використання дістали вказані функції обмеженого доходу від декількох видів продукції. Ці функції матимуть однакові чотири сукупні результати, п'ять сукупних вхідних змінних, дві сукупних фіксованих вхідних змінних, п'ять фіктивних змінних, змінну кількість опадів та тенденції часу, як у функціях витрат.

Стаття містить опис традиційної виробничої функції із загальними вимірами економічного та технічного інтересу, що закладає основу для формул двоїстості. Розглянуто специфікацію двоїстої функції витрат, включаючи теоретичні умови регулярності, які ця функція задовольняє, та еластичність економічних і технічних зв'язків між виробничими витратами. Дослідження стосуються функцій двоїстості доходу та прибутку. Стаття розглядає специфікацію обмежених цільових функцій двоїстості у вирішенні питання щодо фіксації деяких виробничих ресурсів у короткостроковій перспективі, які часто зустрічаються в емпіричних дослідженнях.

Вихідна виробнича функція. Виробнича функція більш легко визначається для випадку однієї вихідної змінної, оскільки вихідна величина може бути представлена скаляром. У цьому випадку технологія виробництва може бути математично охарактеризована як  $y = f(X)$ , де  $y$  - вихідний рівень змінної, а  $X$  - вектор з  $n$  вхідних величин. Ця функція представляє максимальний вихід для заданого вхідного вектора. Для представлення реальних економічних проблем  $f(X)$  має задовольняти безліч обмежень, які часто називаються умовами регулярності. Загальноприйнятими обмеженнями є:

Умова 1:  $f(X)$  монотонна для всіх  $X > 0$ ;

Умова 2: Вхідна вимога, що задається набором значень (визначена як  $V(y) = \{X : f(X) \geq y\}$ ) є замкнутою, непорожньою і опуклою множиною для  $y > 0$ ;

Умова 3:  $f(0) = 0$  (слабка сутність);

Умова 4:  $f(x_1, x_2, \dots, 0, x_{n-1}, x_n) = 0$  (сувора сутність);

Умова 5:  $f(X)$  скінченна, невід'ємна, реальна і однозначна для всіх невід'ємних і кінцевих  $X$ ;

Умова 6:  $f(X)$  всюди безперервно диференційовані.

Кожна з цих теоретичних умов має економічну інтерпретацію. Наприклад, перша умова передбачає, що якщо рівень будь-якого вхідного показника зростає, рівень вихідного показника ніколи не зменшується. Технічно, можливо, що коли інші показники залишаються фіксованими, до певного рівня будь-яке подальше збільшення вхідного показника може викликати зменшення вихідного показника. Наприклад, надмірний посів даної ділянки землі може знизити врожайність. Такий випадок, однак, ніколи не буде спостерігатися, якщо підприємство економічно раціональне. Тим часом, друга умова передбачає зменшення граничної норми технічної заміни, яка лежить в основі майже кожної економічної проблеми. Шоста умова вводиться більше для математичної зручності, ніж для економічної необхідності. Ця умова дозволяє диференціювати виробничу функцію для досягнення ряду технологічних заходів: головне, еластичності заміщення між вхідними показниками. Інші умови є простими з точки зору відображення виробничих проблем у реальності.

Функція виробництва з декількома вихідними змінними. У випадку виробництва з кількома вхідними змінними та кількома вихідними змінними, представлення виробничої функції більш загально визначається як набір технічно ефективних комбінацій вхідних та

вихідних даних, що визначають виробничі можливості. Технологія множинних вихідних величин може бути представлена як:  $h(X, Y) = 0$ , де  $X = [x_1, x_2, \dots, x_n]$  та  $Y = [y_1, y_2, \dots, y_m]$  відповідно вхідних і вихідних наборів. Оскільки технологія виробництва більше не представлена як функція, де ліва сторона є скалярною, неможливо виразити умови регулярності так само, як у випадку з однією вихідною величиною вище. Технологія виробництва та пов'язані з нею умови регулярності зазвичай описуються та обговорюються з точки зору встановлених понять, які складаються з наборів виробничих можливостей, наборів вхідних вимог та набору виробничих вихідних величин. Альтернативно, технологія може бути представлена як  $-x_i = L(X_{-i}, Y)$  де  $x_i$  довільно обрана вхідна величина та  $X_{-i}$  вектор всіх інших вхідних величин, крім  $x_i$ . У цьому поданні, подібно до випадку з однією вихідною величиною,  $L$  вважається кінцевим, непозитивним, реальним значенням, обмеженим, безперервним, гладким, монотонним, опуклим у вхідних та вихідних величинах і двічі диференційованим значенням.

Двоїсті моделі з використанням функцій витрат. Розглянемо проблему оптимізації багатопродуктових технологій виробництва. Якщо, залежно від рівня випуску, передбачається, що виробники реагують на зміну ринкової ціни на вході, регулюючи всі рівні введення для мінімізації виробничих витрат, функцію двоїстості витрат можна визначити для базової технології виробництва, навіть у випадку декількох вихідних величин. Розглянемо технологію множинних вихідних величин  $h(X, Y) = 0$ . Визначимо  $W = [w_1, w_2, \dots, w_n]$  як вхідний вектор ціни та  $V(Y)$  як набір вхідних вимог, що відповідають цій технології виробництва. Функція витрат, двоїста для цієї технології, тоді визначається як  $C(W, Y) = \min_x \{W'X : X \in V(Y)\}$ . Ця функція витрат задовольняє наступним умовам:

Умова 1:  $C(W, Y)$  невід'ємна для  $W > 0$  та  $Y > 0$ ;

Умова 2:  $C(W, Y)$  не зменшується в  $W$ ;

Умова 3:  $C(W, Y)$  є безперервною та увігнутою у  $W$ ;

Умова 4:  $C(W, Y)$  є позитивно лінійно однорідною в  $W$ , тобто

$C(tW, Y) = tC(W, Y)$  для всіх  $t > 0$ ;

Умова 5:  $C(W, Y)$  не зменшується в  $Y$ ;

Умова 6:  $C(W, 0) = 0$ , тобто не існує постійних витрат;

Умова 7:  $C(W, Y)$  безперервно диференціюється в  $W$ , тому можна застосувати для отримання мінімальних витрат як перших похідних функції вартості відносно вхідних цін.

Ці умови гарантують, що функція витрат, що представляє мінімізацію витрат, здатна зображувати звичайну технологію і зазвичай називається умовами регулярності. Умова 1 означає, що функція витрат має бути невід'ємною в діапазоні позитивних вхідних цін і не може бути нульовою для позитивних вихідних даних. Умова 2 означає, що збільшення ціни на будь-який ресурс не зменшує рівня собівартості даного випуску, а інші ресурси фіксовані. Умова 3 визначає, що існують можливості для заміщення між вхідними даними, щоб, якщо ціна вхідних ресурсів зростає, собівартість виробництва зростає на меншу або рівну частку. Наступна умова лінійної однорідності в цінах на виробництво означає, що мінімальна величина витрат не змінюється, коли ціни на продукцію змінюються в межах однієї пропорції. Вимоги, що не зменшується величина випуску продукції та нульові фіксовані витрати (умова 5 та 6), означають, що виробництво більшої кількості продукції коштує дорожче, і нічого не варто виробляти. Нарешті, умова 7 має більшу емпіричну імплікацію, ніж теоретичний висновок, оскільки ця умова дозволяє систематично виводити вхідні вимоги, які успадковують властивості, що впливають з функції витрат.

Заходи економічного та технічного інтересу. В економіці виробництва дослідники переважно зацікавлені в економічних і технічних відносинах між вхідними та вихідними даними. Загальні безризикові заходи цих технічних зв'язків можуть бути отримані з другої похідної двоїстої функції вартості. Ця операція вимагає подальшого припущення, що двоїста функція вартості є двічі безперервно диференційованою за цінами на виробництво. У специфікації двоїстої функції вартості, еластичність ціни (умовна або вихідна "компенсація" або константа випуску) для вхідного попиту визначається як:

$$\eta_{ij} = (\partial x_i(W, Y) / \partial w_j) (w_j / x_i(W, Y)), \quad (1)$$

що задовольняє  $\sum_{j=1}^n \eta_{ij} = 0$  та  $\eta_{ij} = C_j / C_i \eta_{ji}$  де  
 $C_i = (x_i(W, Y) W_i) / C(W, Y)$  та  $C_j = (x_j(W, Y) W_j) / C(W, Y)$   
 відповідно частки вхідних витрат  $i$  та вихідних витрат  $j$ .

Застосовуючи визначення часткової еластичності Аллена в первісному випадку виробничої функції до функції витрат, чиста



(«компенсована») вихідна часткова еластичність заміщення може бути виражена наступною формулою:

$$\begin{aligned}\sigma_{ij} &= C(W, Y) / ((\partial C(W, Y) / \partial w_j)(\partial C(W, Y) / \partial w_i)) * (\partial^2 C(W, Y) / \partial w_i \partial w_j) = \\ &= (C(W, Y) / (x_j(W, Y) x_i(W, Y))) * (\partial^2 C(W, Y) / \partial w_i \partial w_j)\end{aligned}\quad (2)$$

При припущенні подвійної диференційованості функції витрат, чиста часткова еластичність Аллена симетрична, тобто  $\sigma_{ij} = \sigma_{ji}$ .

З виразів чистої цінової еластичності, чистої часткової еластичності Аллена заміщення та чистої еластичності Морішіма заміщення, це просто встановимо, що  $\sigma_{ij} = \eta_{ij} / C_j$  та  $\sigma_{ij}^M = \eta_{ij} - \eta_{jj}$ . Ці дві рівності можна використовувати, щоб продемонструвати відносну значущість еластичності Аллена і Морішіма ( $\sigma_{ij}$  та  $\sigma_{ij}^M$ ) у мульти-вхідних виробництвах. З виразу  $\sigma_{ij} = \eta_{ij} / C_j$  випливає, що один раз цінова еластичність між двома вхідними величинами відома, часткова еластичність Аллена не дає додаткової корисної інформації про заміненість або комплементарність пари, оскільки  $c_j$  є позитивною. Симетрія парних еластичностей заміщення навряд чи буде «натуральною властивістю» у виробництві з багатьма вхідними величинами, що передбачає, що часткова міра Аллена з її властивістю симетрії, може бути непридатною для технологій з декількома вхідними величинами.

На відміну від часткової еластичності Аллена, чиста еластичність Морішіма між двома вхідними величинами залежить від того, яка з двох цін вхідних даних змінюється. Відносини можуть бути замінюваними в одному напрямку, але взаємодоповнюючими в іншому напрямку, а ефекти заміщення залежать від того, яка ціна змінюється. Оскільки  $\eta_{ij}$  and  $\eta_{jj}$  у виразі  $\sigma_{ij}^M = \eta_{ij} - \eta_{jj}$  це цінові еластичності по відношенню до однієї вхідної величини  $j$ ,  $\sigma_{ij}^M$  вимірює різницю у відсотковій зміні вхідних значень  $i$  та відсотковій зміні вхідних значень  $j$  по відношенню до зміни ціни вхідного  $j$ . Аналогічним чином,  $\sigma_{ji}^M = \eta_{ji} - \eta_{ii}$  – це різниця між процентною зміною вхідних даних  $j$  та відсотковою зміною вхідних даних  $i$  у відповідь на зміну ціни на вхідні значення  $i$ .  $\sigma_{ij}^M$  та  $\sigma_{ji}^M$  не рівні між собою, за винятком випадків дво-вхідних і CES-Cobb-Douglas мульти-вхідних технологій виробництва. Більш того, у випадку множинного входу,  $\sigma_{ij}^M$  та  $\sigma_{ji}^M$  можуть мати протилежні знаки, що означає, що напрямок відносин Морішіма між два вхідними величинами залежить від того, яка з двох вхідних цін змінюється. Ця асиметрія робить еластичність Морішіма більш інтуїтивною.

Двоїсті моделі з використанням функцій доходу. Проблема оптимізації багатопродуктових технологій виробництва. Коли передбачається, що виробники коригують вихідні дані, щоб максимізувати дохід від виробництва для даної сукупності ресурсів, функція доходу є двоїстою для основної виробничої функції. Для багаторазового виходу технологія представлена  $h(X, Y) = 0$ , двоїста функція доходу визначається як  $R(P, X) = \max \{P'Y : Y \in U(X)\}$ , де  $P$  – вектор  $Y$  вихідних цін, а  $U(X)$  – вихідні виробничі можливості. Функція доходу повинна задовольняти набір умов регулярності:

Умова 1:  $R(P, X)$  є невід'ємним для  $P > 0$ ;

Умова 2:  $R(P, X)$  не зменшується в  $P$ ;

Умова 3:  $R(P, X)$  безперервна і опукла в  $P$ ;

Умова 4:  $R(P, X)$  позитивно лінійно однорідна в  $P$ ;

Умова 5:  $R(P, X)$  не зменшується в  $X$ ;

Умова 6:  $R(P, X)$  диференційована в  $P$ , тому вихідні запаси, що максимізують дохід, можуть бути отримані шляхом застосування лемми Самуельсона-МакФаддена (Samuelson-McFadden).

Економічна інтерпретація цих умов аналогічна тій, що стосується функції витрат, за винятком того, що вони інтерпретуються з урахуванням ціни випуску продукції, а не вхідних цін. Крім того, функція доходу опукла в цінах на виробництво, що залежить від рівня цін вхідних ресурсів, а функція витрат – увігнута у цінах на виробництво (залежно від рівня випуску). Знову ж таки, остання умова (умова 6) не є необхідною для функції доходу, але її використовують для математичної та емпіричної зручності.

Двоїсті моделі з використанням функцій прибутку. Розглянемо проблему оптимізації багатопродуктових технологій виробництва. Нехай  $\Omega$  – виробничі можливості, встановлені для технології виходу багатьох видів продукції, представлені функцією  $h(X, Y) = 0$  з вхідними та вихідними ціновими векторами  $W$  і  $P$ . Функція прибутку, двоїста для цієї виробничої функції, визначається як:

$$\pi(W, P) = \max_{X, Y} \{P'Y - W'X : (Y, X) \in \Omega; W, P > 0\} \quad (3)$$

Сукупність умов регулярності, що задовольняє цю функцію прибутку, складається з:

Умова 1:  $\pi(W, P)$  є невід'ємним для  $W > 0$  та  $P > 0$ ;

Умова 2:  $\pi(W, P)$  не збільшується в  $W$ ;

Умова 3:  $\pi(W, P)$  не зменшується в  $P$ ;

Умова 4:  $\pi(W, P)$  є опуклою і суцільною у всіх її аргументах;

Умова 5:  $\pi(W, P)$  позитивно лінійно однорідна в  $W$  і  $P$ .

На додаток до цих умов,  $\pi(W, P)$  зазвичай вважається безперервно диференційованою у  $W$  та  $P$ , так що можна застосувати лему Готелінга (Hotelling's lemma) для отримання прибутків, що максимізують вихідні поставки та потреби, а еластичність ціни та заміщення може бути вилучене з похідної вихідних поставок та вхідних потреб.

Заходи економічного та технічного інтересу. Виведення валової цінової еластичності аналогічне випадкам двоїстої функції вартості та доходу. Еластичність попиту на вхідні показники  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) відносно ціни вхідних показників  $j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) становить:

$$\xi_{ij} = (-\partial x_i(W, P) / \partial w_j) * (w_j / x_i(W, P)) \quad (4)$$

Еластичність пропозиції вихідних величин  $k$  ( $k = 1, 2, \dots, m$ ) відносно ціни випуску  $l$  ( $l = 1, 2, \dots, m$ ) становить:

$$\xi_{kl} = (\partial y_k(W, P) / \partial p_l) * (p_l / y_k(W, P)) \quad (5)$$

Нарешті, еластичність попиту на перехресні ціни вхідних величин  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) відносно ціни вихідних величин  $k$  ( $k = 1, 2, \dots, m$ ) є:

$$\xi_{ik} = (-\partial x_i(W, P) / \partial p_k) * (p_k / x_i(W, P)) \quad (6)$$

Економічні інтерпретації цінової еластичності тут, однак, відрізняються від чистої еластичності, яка походить від функцій витрат і доходів. Ці еластичності являють собою грубі ефекти, тобто вони включають як ефекти заміщення, так і ефекти розширення, оскільки кількості обох вхідних і вихідних величин можуть змінюватися у відповідь на зміни цін. Ці еластичності не залежать від обсягу виробництва чи кількості вхідних ресурсів, як у випадку функцій витрат і доходів, коли вихідні дані є екзогенними в першому випадку, а вхідні дані є екзогенними в останніх випадках.

Коли оцінюється функція прибутку, ефекти заміщення і розширення у відповідях на вхідні та вихідні показники можуть бути розділені. Виведення компенсованої цінової еластичності пропозиції вхідних показників попиту та пропозиції, які в порівнянні з чистою еластичністю, отримано від функцій витрат і доходів, використовуючи лише оцінки функції прибутку. Термін "компенсований" використовується тут для розмежування чистої еластичності, опосередковано отриманої з функції прибутку, та порівнянних чистих еластичностей, отриманих від функцій витрат і доходів. При обчисленні компенсованої цінової еластичності попиту на вхідні ресурси всі вихідні

величини вважаються фіксованими при зміні ціни вхідних даних. Таким чином, вони є заходами змінюваності без коригування обсягів виробництва. Аналогічно, при розрахунку компенсованої цінової еластичності пропозиції вихідних даних, всі вхідні дані вважаються фіксованими при зміні ціни випуску. Вони є показниками перетворюваності вихідних величин, які є чистими від ефекту вхідних величин. Саме в цьому сенсі компенсаційна еластичність є чистою і порівнянна з чистою еластичністю, отриманою від функцій витрат і доходів.

Нехай  $A_1 = [\partial y(W, P) / \partial p_l]_{m \times m}$  матриця відповідей вихідних поставок на зміну вихідної ціни,

$A_2 = [\partial y_k(W, P) / \partial w_i]_{m \times n}$  матриця відповідей вихідних поставок на зміну вхідної ціни,

$A_3 = [-\partial x(W, P) / \partial p_k]_{n \times m}$  матриця відповідей вимог вхідних величин до зміни вихідної ціни. Потім, компенсовані цінові відповіді на попит на вхідні ресурси та відповіді на валові ціни попиту мають наступне співвідношення:

$$[(\partial^2 C(W, Y)) / (\partial w_i \partial w_j)]_{n \times n} = -A_4 + A^T_2 \times A^{-1}_1 \times A_2 \quad (7)$$

Аналогічно, компенсовані цінові відповіді вихідної пропозиції відносяться до відповіді на валові ціни постачання, як у такій рівності:

$$[(\partial^2 R(P, X)) / (\partial p_k \partial m_l)]_{m \times m} = A_1 - A^T_3 \times A^{-1}_4 \times A_3 \quad (8)$$

Ці компенсовані рівні відповідних рівнів цін можуть бути виражені в термінах одиничних вільних еластичностей, використовуючи визначення

$$\eta_{ij} = (\partial x_i(W, Y) / \partial w_j) (w_j / x_i(W, Y)). \quad (9)$$

Валова часткова еластичність Аллена заміщення/перетворення між вхідними величинами  $i$  та  $j$  ( $i, j = 1, 2, \dots, n$ ), між вхідними величинами  $k$  та вхідними величинами  $l$  ( $k, l = 1, 2, \dots, m$ ), між вхідними величинами  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) та вхідними величинами  $k$  ( $k = 1, 2, \dots, m$ ) відповідно, задаються як:

$$\kappa_{ij}^I = ((-\pi(W, P) / (x_i(W, P) x_j(W, P))) * ((\partial^2 \pi(W, P)) / (\partial w_i \partial w_j))) \quad (10)$$

$$\kappa_{kl}^O = ((\pi(W, P) / (y_k(W, P) y_l(W, P))) * ((\partial^2 \pi(W, P)) / (\partial p_k \partial p_l))) \quad (11)$$

$$\kappa_{ik}^{IO} = ((-\pi(W, P) / (x_i(W, P) y_k(W, P))) * ((\partial^2 \pi(W, P)) / (\partial w_i \partial p_k))) \quad (12)$$

Валова еластичність Морішіма виражається аналогічно її чистим показникам, як:

$$\kappa_{ij}^{M, I} = \xi_{ji} - \xi_{ii}, \text{ де } i, j = 1, 2, \dots, n; \kappa_{kl}^{M, O} = \xi_{lk} - \xi_{kk}, \text{ де } k, l = 1, 2, \dots, m; \quad (13)$$

$$\kappa_{ik}^{M, IO} = \xi_{ki} - \xi_{ii}, \text{ де } i = 1, 2, \dots, n \text{ та } k = 1, 2, \dots, m \quad (14)$$

Важливо відзначити відмінності еластичності заміщення і перетворення, отримані з різних цільових функцій двоїстості вище. Еластичність, отримана з функції витрат, називається чистою еластичністю для того, щоб явно вказати, що вона являє собою можливості заміщення, не враховуючи вихідний ефект. Хоча еластичність Морішіми була спочатку виведена для функції витрат, ця назва використовується для функції прибутку тут, у поєднанні з «чистим» і «брутто», для розмежування функцій витрат, доходів і прибутку, для зручності опису. Аналогічно, еластичність трансформації, що генерується з функцій доходу, є чистою від вхідного ефекту. Навпаки, еластичність заміщення / трансформації, отримана в оцінці функції прибутку, є грубою або некомпенсованою еластичністю, оскільки вона представляє комбінований ефект коригувань як вхідних, так і вихідних даних. Однак, подібно до компенсованої цінової еластичності, компенсована еластичність Аллена і Морішіми може бути обчислена після оцінки функції прибутку.

Виробничі операції зазвичай включають різні вхідні дані, які мають різні часові рамки регулювання. Багато з цих ресурсів, як правило, капітальні або довговічні, можуть бути скориговані тільки протягом певних періодів часу, які є більшими, ніж звичайні виробничі цикли, завдяки їхній природі та великим інвестиційним потребам. Через ці обмеження виробники не можуть миттєво коригувати кількість вхідних ресурсів у відповідь на зміну ринкових цін. Коли дані про виробництво повідомляються в часових інтервалах, коротшим або рівним виробничим циклом, ці витрати стають фіксованими або квазіфіксованими за своєю природою.

Для врахування фіксації деяких виробничих ресурсів, двоїсті цільові функції іноді вказуються в їх обмежених (або змінних) формах. Двоїсті функції обмежені у розглянутий термін через відсутність коригувань у фіксованих (і квазі-фіксованих) вхідних величинах, незважаючи на зміни їх цін. Двоїсті обмежені функції являють собою проблеми короткострокової оптимізації, на відміну від довгострокових проблем, де всі фіксовані вхідні ресурси оптимально відрегульовані. Відповідно до цих специфікацій, виробники регулюють рівні змінних вхідних та вихідних величин залежно від заданих рівнів фіксованих вхідних величин. Фіксовані вхідні величини вважаються екзогенними в таких специфікаціях. Таким чином, на відміну від обробки змінних вхідних величин, кількості фіксованих вхідних величин, а не їхні ціни

відображаються на правій стороні як пояснювальні змінні в двоїстих обмежених функціях витрат і прибутку. Отримані вхідні вимоги та вихідні поставки, отримані з цих двох функцій, є умовними за рівнями фіксованих входів.

Нехай  $Z$  - вектор фіксованих вхідних величин. Загальні уявлення про двоїсту функцію обмеженої вартості і про двоїсту функцію обмеженого прибутку стають

$$C(W, Y, Z) = \min_x \{W'X : X \in V(Y, Z)\} \quad (15)$$

$$\pi(W, P, Z) = \max_{x,y} \{P'Y - W'X : (Y, X) \in \Omega ; W, P > 0\} \quad (16)$$

де  $X$  являє собою тільки вхідні змінні. Хоча загальне уявлення про двоїсту функцію подвійного обмеженого доходу стає таким:

$$R(P, X, Z) = \max_y \{P'Y : Y \in U(X, Z)\},$$

по суті, не існує диференціації між змінними і фіксованими вхідними величинами, оскільки рівні наданих вихідних величин є умовними для змінних вхідних величин, а також для фіксованих вхідних величин. Введене значення інкрементної одиниці фіксованої вхідної величини, що зазвичай називається "тіньовою ціною" цієї вхідної величини, може бути отримано як перша похідна двоїстої обмеженої цільової функції щодо кількості цих вхідних величин. Умови регулярності для кожної з двоїстих обмежених функцій аналогічні описаним для двоїстих необмежених функцій.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** З метою удосконалення діагностики та прогнозування економічної безпеки сільськогосподарських підприємств, у цій статті викладені три загальноприйняті моделі формування двоїстих моделей при вивченні технологій виробництва з кількома вхідними величинами, що складаються з декількох вихідних величин. Формуються виробничі проблеми мінімізації витрат, максимізації доходів та максимізації прибутку. Двоїсті функції вартості, доходу або прибутку, що представляють ці проблеми оптимізації, визначаються у своїх загальних формах як функції цін та / або кількості ресурсів. Описано набір теоретичних умов регулярності та їх економічну інтерпретацію для кожної з трьох двоїстих цільових функцій. Потім оптимізують функції попиту та пропозиції отримані шляхом застосування лемми Шепарда, Самуельсона-Макфаддена та Готелінга. Похідні вхідні величини обмежені вихідними величинами у випадку проблеми мінімізації витрат, а отримані вихідні поставки обмежені вхідними даними у випадку проблеми максимізації доходу.

Еластичність цін і попиту, а також еластичність заміщення та трансформації між вхідними та вихідними величинами визначаються для кожної з трьох формулювань моделі, що базуються на двоїстості. У двоїстому аналізі витрат, ці еластичності є чистими заходами, оскільки вони не мають коригувань рівня випуску. Аналогічним чином, еластичність, визначена для двоїстої функції доходу, є вираженою від коригувань на рівні вхідних величин. Еластичність, визначена у випадку двоїстої функції прибутку, - це валові заходи, що показують комбіновані наслідки коригувань як вхідних, так і вихідних даних. Нарешті, для випадків, коли деякі виробничі фактори зафіксовані під час звичайних виробничих циклів, визначаються обмежені двоїсті цільові функції.

Результати оцінки, отримані з нормованих функцій квадратичного доходу для українських сільськогосподарських підприємств, відкривають деякі важливі уявлення про емпіричну застосовність підходу двоїстості. По-перше, сильна статистична значущість результатів для обох функціональних форм свідчить про те, що в короткостроковій перспективі сільськогосподарські підприємства пропонують максимум доходів від виробництва для даних виробничих ресурсів. Важливим є те, що умова регулярності опуклості задовольняється оціненою системою постачання, що впливає з нормованої квадратичної функції доходу. Оцінена система розподілу доходів відображає відсутність відповідності між статистичною придатністю та економічною значимістю. Звідси впливає, що хороша статистична придатність в економетричній оцінці не обов'язково означає, що розрахункова модель свідомо зображує раціональну економічну поведінку. Орієнтовна система частки доходів початково виглядає дуже привабливою, що свідчить про високий відсоток значних коефіцієнтів системи, високу статистичну значущість майже всіх змінних цін і наявність позитивних коефіцієнтів власних цін. Проте розрахункова модель не задовольняє опуклості та умови монотонності на значній частині вибірки даних. Більш того, оцінки власних цін на еластичність є негативними для всіх поставок продукції. Цей результат передбачає, що криві пропозиції широкомасштабних продуктів є низхідними, а не висхідними, як це передбачено економічною теорією. Невеликі частки доходу за значну кількість спостережень, що є результатом мікро характеру даних, що використовуються для оцінки, сприяють цьому результату, але основною причиною цього є величини позитивних оцінок власного цінового коефіцієнта.

Оцінки цінової еластичності, часткові еластичності перетворення Аллена та еластичності трансформації Морішіми, що генеруються з нормованої квадратичної функції доходу, узгоджуються між собою. Оцінки всіх перехресних цінових, часткових еластичностей Аллена є негативними, що свідчить про те, що широкомасштабні продукти, як правило, конкурують один з одним за виробничі ресурси. Всі три з цих наборів еластичностей мають високу частку статистично незначних еластичностей, що свідчить про те, що в короткостроковій перспективі існує мало можливостей для трансформації між результатами досліджуваних сільськогосподарських підприємств.

Висновки в цій статті, що стосуються еластичності цін і трансформації, мають важливі наслідки для вітчизняних сільськогосподарських підприємств для розробки політики та управління економічною безпекою сільськогосподарських підприємств. Мала величина власних та перехресних цінових еластичностей поставок продукції та незначність більшості еластичності цін та трансформацій означають, що існує невелика можливість впливати на постачання продукції в короткостроковій перспективі через цінові інтервенції. Це означає, що сільськогосподарські товаровиробники, як правило, не можуть скористатися сприятливими ціновими рухами або пом'якшити втрати, спричинені несприятливими цінами в короткостроковій перспективі. Волатильність цін на продукцію, особливо внаслідок коливань обмінних курсів, може мати суттєвий вплив на щорічне виживання (економічну безпеку) та / або прибутковість фінансово-господарських операцій сільськогосподарських підприємств. Таким чином, управління ризиками, спричиненими курсами валют або коливаннями ринкових цін через такі стратегії, як хеджування та форвардне контрагування, є важливим для поліпшення життєздатності сільськогосподарського виробництва в Україні та забезпечення економічної безпеки вітчизняних сільськогосподарських підприємств.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Abuzyarova M. I. Methodological approaches to ensure the competitiveness of organizations / M.I. Abuzyarova. //Journal of Business and Retail Management Research (JBRMR), 11(2), 2017. pp. 125-132. Retrieved from <https://ssrn.com/abstract=3027939>
2. Altman N. Social Security Works: Why Social Security Isn't Going Broke and How Expanding It Will Help Us All. // N. Altman, E. Kingson, NY, New York: The New Press, 2015. 208 p.



3. Bernal-Conesa J.A. CSR Strategy in Technology Companies: its Influence on Performance, Competitiveness and Sustainability. / J.A. Bernal-Conesa, C. de Nieves-Nieto, A.J. Briones-Penalver, //Corporate social responsibility and environmental management, 24(2), 2017. pp. 96-107. doi: <https://doi.org/10.1002/csr.1393>
4. Bernal-Conesa J. A. Impacts of the CSR strategies of technology companies on performance and competitiveness. / J. A. Bernal-Conesa, A. J. Briones-Penalver, C. de Nieves-Nieto, //Tourism & Management Studies, 13(4), 2017. pp. 73-81. Retrieved from [https://tmstudies.net/index.php/ectms/article/viewFile/1043/pdf\\_72](https://tmstudies.net/index.php/ectms/article/viewFile/1043/pdf_72)
5. Grodzka D. Competitiveness of Polish regions in comparison to other EU member states. /D. Grodzka //Studia Biura Analiz Sejmowych Kancelarii Sejmu (Studies of the Sejm Analysis Office of the Sejm Office), 49(1), 2017. pp. 169-202. Retrieved from [http://orka.sejm.gov.pl/WydBAS.nsf/0/1EB58F3E2E7098E6C1258132004166AD/\\$file/Studia\\_BAS\\_49.pdf](http://orka.sejm.gov.pl/WydBAS.nsf/0/1EB58F3E2E7098E6C1258132004166AD/$file/Studia_BAS_49.pdf) (in Polish)
6. Ivanova M. Assessment of the competitiveness of enterprises / M. Ivanova, O. Varyanichenko, S.Sannikova, S. Faizova, // Economic Annals-XXI, 173(9-10), 2018. pp. 26-31.
7. Kozachenko A. Socioeconomic security of a region as an object in economic security studies at the mesolevel / A. Kozachenko, V. Bukolova //Baltic Journal of Economic Studies, Vol. 3, No. 5, 2017. pp. 188-195. DOI: <http://dx.doi.org/10.30525/2256-0742/2017-3-5-188-195>
8. Matthews J. Social Security, Medicare and Government Pensions: Get the Most Out of Your Retirement and Medical Benefits (Social Security, Medicare & Government Pensions). California, Berkeley: NOLO, 2017. 496 p.
9. Miller B. International and Regional Security: The Causes of War and Peace. Abingdon: Routledge, 2016. 308 p.
10. Nowacki R. Diagnosis of the level of competitiveness of enterprises in Poland based on evaluation carried out by their managers. Handel Wewnętrzny (Internal Trade), 358(5), 2015. pp 446-462. Retrieved from <http://cejsh.icm.edu.pl/cejsh/element/bwmeta1.element.desklight-cf332edf-8993-4a07-b805-18844aaa89ab> (in Polish)
11. Wu Ch. Evaluating competitiveness using fuzzy analytic hierarchy process - A case study of Chinese airlines. / Ch. Wu, X. Zhang, I. Yeh, F. Chen, J. Bender, T. Wang //Journal of Advanced Transportation, 47(7), 2013. pp. 619-634. doi: <https://doi.org/10.1002/atr.183>
12. Zachosova N. Diagnostics by financial regulators of financial institutions preparedness to the implementation of economic security management /N.Zachosova, N.Babina //Baltic Journal of Economic Studies Vol. 4, No. 4. – 2018. pp. 106-115. DOI: <https://doi.org/10.30525/2256-0742/2018-4-4-106-115>

## REFERENCES:

1. Abuzyarova, M. I. (2017). Methodological approaches to ensure the competitiveness of organizations. *Journal of Business and Retail Management Research (JBRMR)*, 11(2), 125-132. Retrieved from <https://ssrn.com/abstract=3027939>
2. Altman, N. & Kingson, E. (2015). *Social Security Works: Why Social Security Isn't Going Broke and How Expanding It Will Help Us All*. NY, New York: The New Press, 208 p.
3. Bernal-Conesa, J. A., de Nieves-Nieto, C., & Briones-Penalver, A. J. (2017). CSR Strategy in Technology Companies: its Influence on Performance, Competitiveness and Sustainability. *Corporate social responsibility and environmental management*, 24(2), 96-107. doi: <https://doi.org/10.1002/csr.1393>
4. Bernal-Conesa, J. A., Briones-Penalver, A. J., & de Nieves-Nieto, C. (2017). Impacts of the CSR strategies of technology companies on performance and competitiveness. *Tourism & Management Studies*, 13(4), 73-81. Retrieved from [https://tmstudies.net/index.php/ectms/article/viewFile/1043/pdf\\_72](https://tmstudies.net/index.php/ectms/article/viewFile/1043/pdf_72)
5. Grodzka, D. (2017). Competitiveness of Polish regions in comparison to other EU member states. *Studia Biura Analiz Sejmowych Kancelarii Sejmu (Studies of the Sejm Analysis Office of the Sejm Office)*, 49(1), 169-202. Retrieved from [http://orka.sejm.gov.pl/WydBAS.nsf/0/1EB58F3E2E7098E6C1258132004166AD/\\$file/Studia\\_BAS\\_49.pdf](http://orka.sejm.gov.pl/WydBAS.nsf/0/1EB58F3E2E7098E6C1258132004166AD/$file/Studia_BAS_49.pdf) (in Polish)
6. Ivanova, M., Varyanichenko, O., Sannikova, S., & Faizova, S. Assessment of the competitiveness of enterprises / *Economic Annals-XXI* (2018), 173(9-10), 26-31
7. Kozachenko A., Bukolova V. Socioeconomic security of a region as an object in economic security studies at the mesolevel // *Baltic Journal of Economic Studies*, Vol. 3, No. 5, 2017. 188-195. DOI: <http://dx.doi.org/10.30525/2256-0742/2017-3-5-188-195>
8. Matthews, J. (2017). *Social Security, Medicare and Government Pensions: Get the Most Out of Your Retirement and Medical Benefits (Social Security, Medicare & Government Pensions)*. California, Berkeley: NOLO, 496 p.
9. Miller, B. (2016). *International and Regional Security: The Causes of War and Peace*. Abingdon: Routledge, 308 p.
10. Nowacki, R. (2015). Diagnosis of the level of competitiveness of enterprises in Poland based on evaluation carried out by their managers. *Handel Wewnętrzny (Internal Trade)*, 358(5), 446-462. Retrieved from <http://cejsh.icm.edu.pl/cejsh/element/bwmeta1.element.desklight-cf332edf-8993-4a07-b805-18844aaa89ab> (in Polish)
11. Wu, Ch., Zhang, X., Yeh, I., Chen, F., Bender, J., & Wang, T. (2013). Evaluating competitiveness using fuzzy analytic hierarchy process - A case study of Chinese airlines. *Journal of Advanced Transportation*, 47(7), 619-634. doi: <https://doi.org/10.1002/atr.183>
12. Zachosova N., Babina N. (2018). Diagnostics by financial regulators of financial institutions preparedness to the implementation of economic security management // *Baltic Journal of Economic Studies* Vol. 4, No. 4. – 106-115. DOI: <https://doi.org/10.30525/2256-0742/2018-4-4-106-115>