

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

УДК 330.46

Лобода О.М.,
кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри прикладної математики та економічної кібернетики,
Херсонський державний аграрний університет

Loboda Olena,
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Senior Lecturer at Department
of Applied Mathematics and Economic Cybernetics,
Kherson State Agrarian University

ВИКОРИСТАННЯ ВИРОБНИЧИХ ФУНКЦІЙ ДЛЯ ЕКОНОМІЧНОГО АНАЛІЗУ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА З ФІКСОВАНОЮ КІЛЬКІСТЮ ЗЕМЛІ

Лобода О.М. Використання виробничих функцій для економічного аналізу діяльності підприємства з фіксованою кількістю землі. У статті доведено необхідність використання виробничої функції як основної характеристики результатів діяльності галузей господарств. На основі зібраних матеріалів та їх аналізу щодо діяльності аграрних підприємств встановлено типи виробничих функцій по галузях рослинництва й тваринництва, а також запропоновано методику знаходження виробничих функцій. Побудовано й проаналізовано виробничі функції, які виводяться в результаті вибіркового обстеження, де розмір підприємства фіксований, та характеризують діяльність підприємства з фіксованою кількістю землі, за допомогою яких можна визначити ефективність функціонування підприємства. Побудовані моделі та виконаний аналіз дали змогу намітити замикання моделі, що вимагає, своєю чергою, розглянути задачі поведінки споживача в різних умовах.

Ключові слова: модель, система управління, ідентифікація системи, виробничі функції, оптимізація управління.

Лобода Е.Н. Использование производственных функций для экономического анализа деятельности предприятия с фиксированным количеством земли. В статье показана необходимость использования производственной функции как основной характеристики результатов деятельности отраслей хозяйств. На основе собранных материалов и анализа деятельности аграрных предприятий установлены типы производственных функций по отраслям растениеводства и животноводства, а также предложена методика нахождения производственных функций. Построены и проанализированы производственные функции, полученные в результате выборочных исследований, где размер предприятия фиксирован, которые характеризуют деятельность предприятия с фиксированным количеством земли, с помощью которых можно определить эффективность функционирования предприятия. Построенные модели и выполненный анализ позволяют наметить замыкание модели, что требует, в свою очередь, рассматривать задачи поведения потребителя в различных условиях.

Ключевые слова: модель, система управления, идентификация системы, производственные функции, оптимизация управления.

Loboda Olena. Use of production functions for economic analysis of activities of the enterprise with a fixed amount of land. In modern conditions, the requirements for the functioning of an agrarian enterprise do not correspond to the possibilities of traditional management. The theme of the work, focused on the creation of information methods and models, implemented in agricultural enterprises, allows solving the problems of choosing management decisions in individual areas, as well as in the economy as a whole, on the basis of comparative analysis of production functions. The task is especially relevant in a market economy and an attempt to solve this problem in a competitive environment, of course, can be used by the head of the economy. In a difficult market economy, one of the main directions is to increase the efficiency of the operation of agrarian enterprises, implemented through the construction of automated control systems and the use of modern information technology. The solution to the issue of optimal management of the economy in these conditions leads to the solution of the issue of management in the form of distribution of resources between sectors of the economy. Finding optimal managements that determine the greatest efficiency involves the construction of models of objects of management, as well as solving the multi-year problem of finding optimal managements under a given functionality of the efficiency. The subject of the paper is based on

the construction of models of objects that allow automating the management of agrarian enterprises and producing managerial decisions at every stage. The article outlines the necessity of using the production function as the main characteristic of the operating results of the economies. Based on the collected materials and their analysis according to the activities of agrarian enterprises, types of production functions in the fields of plant growing and animal breeding are determined, as well as the methodology for finding production functions is proposed. Production functions are constructed and analysed, which are derived as a result of sample surveys where the size of the enterprise is fixed, and characterize the activities of enterprises with a fixed amount of land, due to which one can determine the enterprise performance. It is shown that the constructed models and the performed analysis allowed identifying the closure of the model, which in turn requires considering consumer behaviour tasks in different conditions.

Key words: model, management system, system identification, production functions, management optimization.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Під час економіко-математичного моделювання взаємозв'язок між чинниками виробництва та його результатами зазвичай відображають за допомогою виробничих функцій. Під час використання виробничих функцій не можна застосовувати єдиний вид рівнянь для характеристики аграрного виробництва в різних умовах [1, с. 35]. Вид алгебраїчної функції та її величини буде варіювати залежно від ґрунту, клімату, типу і розмаїтості сільськогосподарських культур і тварин, змін у ресурсах, рівня механізації, величини інших витрат, фіксованих за величиною, та ін. Тому встає проблема вибору виду функцій, що очевидно або відповідно до наявних зведень сумісна з перерахуваннями явищами. Розрахунок функції накладає визначені обмеження або допущення щодо зв'язків і оптимальних величин ресурсів, які будуть визначені.

Огляд (аналіз) останніх досліджень і публікацій з цієї проблеми, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор. Дослідники протягом тривалого часу одержували нові відомості про властивості сільськогосподарських виробничих функцій. Однак історично ці дослідження планувалися та проводилися осторонь від формалізованих у виді рівнянь регресії виробничих функцій [2, с. 126]. Також проведення досліджень планувалося на основі явища дискретності, тобто застосовувалися два або кілька технологічних способів виробництва для визначення точкових оцінок виходу сільськогосподарських культур і продуктів тваринництва залежно від рівня витрат факторів виробництва [3, с. 234]. У деяких випадках, хоча це й був побічний результат, отриманих даних було достатньо для висновку простих рівнянь регресії або кривих, що показують залежність випуску від витрат. Найчастіше експерименти і статистичні методи давали змогу лише одержати вказівки про те, чи існує математично значима різниця між рівнями врожаю або виходу продукції, що відповідають двом або трьом технологіям чи рівням витрат. Виходячи із цих розходжень, може бути розрахована відносна прибутковість декількох технологічних способів або видів витрат. Однак було неможливо застосувати точні економічні принципи для визначення найбільш прибуткового рівня витрат та випуску або для визначення найбільш вигідної комбінації витрат для одержання обумовленої кількості продукції.

Формулювання завдання дослідження. Мета статті – розробити методику аналізу результатів діяльності аграрного підприємства з фіксованою кількістю землі на основі використання виробничих функцій для оцінки ефективності його функціонування.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Для виробничих функцій, що характеризують діяльність аграрного підприємства, укрупнення різних видів ресурсів повинне мати набагато більш широкий характер. Отримані коефіцієнти варто застосовувати до таких самих широких категорій витрат. Показники виробничих функцій, установлених для аграрних підприємств, будуть використані для розроблення конкретних рекомендацій. Останнє має місце під час застосування біологічних виробничих функцій, а також аналізу кошторисів витрат або лінійного програмування [4, с. 130]. Переважно виробничі функції застосовуються для складання більш загальних прогнозів. Обчислені по них коефіцієнти дають змогу винести широке судження про співвідношення віддачі на вкладений капітал і працю з ринковою вартістю останніх, а також які особливості існують між різними районами у відношенні продуктивності капіталу.

У даній роботі основна увага приділяється розрахунку виробничих функцій двох типів: а) біологічних функцій, отриманих у результаті експерименту на підприємстві з фіксованою кількістю худоби або посівної площі; б) виробничих функцій для підприємства, які виводяться в результаті вибіркового обстеження, де розмір підприємства, обмірюваний за яким-небудь одним фактором виробництва, фіксований або варіює. Можливо, використання біологічних функцій для управління під час прийняття фермером індивідуальних рішень, є найбільш прийнятним [5, с. 64]. Однак ті ж самі дані можуть виявитися надзвичайно корисними під час розроблення програм економічного розвитку. Якщо ставиться мета максимізувати виробництво продовольчих продуктів за обмежених ресурсів добрив, виробничі функції та відповідні граничні коефіцієнти, виведені для основних районів і культур, можуть послужити основою управління підприємством. Подібно цьому інформація того ж самого виду може бути використана під час будь-якого іншого критичного періоду, коли існує нестача продуктів. З іншого боку, розглянуті в даній роботі виробничі функції для підприємства, можливо, краще послужать для діагностичних цілей. У цій ролі вони можуть бути основою для фермерів під час прийняття ними рішень, формулювання кредитної політики, для реорганізації сільськогосподарських районів.

Зростаюча кількість фермерів знайомиться з принципами максимізації прибутків і бажає застосовувати добрива, корму та інші ресурси так, щоб одержати кількісно обґрунтований економічний оптимум. Зростає не тільки частка фермерів, знайомих із цими методами,

подібні економічні принципи та агротехнічні дані відшукуються та використовуються управлінським персоналом у досить високоспеціалізованих овочевих, зернових господарствах, а також на великій і змішаній тваринницькій та птахівницькій фермах.

Необхідність одержання даних у формі, що давала б змогу вносити виправлення або оцінювати економічні рекомендації, й донині є достатньою для того, щоб велика кількість біологічних досліджень могла б ґрунтуватися на категоріях виробничої функції або її моделей. У багатьох, можливо, в абсолютній більшості експериментів застосовується програма дослідження для того, щоб мати можливість розрахувати виробничі функції або безперервні потоки міжгалузевих витрат. Часто додаткові витрати зводяться до нуля. Звідси, як тільки в якій-небудь формі експеримент проводиться, він може бути легко здійснений так, щоб одержати відповідні дані про необхідні агротехнічні взаємозв'язки, що, своєю чергою, дасть змогу застосувати відповідні економічні принципи. Ціль деяких досліджень полягає у визначенні варіації всередині одного технологічного способу виробництва. Але коли у цьому немає необхідності, додаткова вартість для обчислення регресії (функціонального зв'язку витрат і випуску продукції) може рівнятися нулю.

Коли проведення експерименту у формі, зручної для аналізу виробничої функції, призводить до незначного підвищення загальних витрат, вартість одиниці отриманої наукової інформації загалом буде нижче. Установлені у вигляді кількісних відносин виробничі функції дають змогу застосувати диференціювання для визначення граничної продуктивності, знаходження максимуму або мінімуму, розрахунку ізоквант, ізокліни, граничних норм заміщення й інших кількісних показників, які не можуть бути обчислені на підставі експериментів з установленими у вигляді кількісних відносин дискретними даними, призначеними для одержання тільки точкових оцінок. Із цього погляду аналіз виробничої функції має як наукове, так і практичне значення.

Численні дослідження в галузі сільського господарства містять виробничі функції з одним ресурсом або технологією виробництва, що застосовуються на різних рівнях, наприклад розходження в кількості застосовуваних азотних добрив або інсектицидів для рослин. Ми скористаємося подібного роду виробничими функціями як перший крок у напрямі до більш загального аналізу функціональних форм. Рівняння з однією змінною, що характеризує витрати, може використовуватися для виявлення деяких властивостей виробничих функцій та відповідних додаткових продуктів. Ті ж самі властивості зазвичай мають місце і за n -змінних. Відповідно, виробничу функцію варто представити як:

$$Y=f(X_1, X_2, \dots, X_n),$$

де Y – випуск, X_i – витрати ресурсу.

Узагалі за наявності виробничої функції можна визначити такі величини, які мають безпосереднє значення для економіки:

$\frac{\delta Y}{\delta X_i} = f'_{xi}(X_1, X_2, \dots, X_n)$ – рівняння додаткового продукту в натуральному вираженні для i -го ресурсу; $\frac{\delta X_i}{\delta X_j} = -\frac{f'_{xj}(X_1, X_2, \dots, X_n)}{f'_{xi}(X_1, X_2, \dots, X_n)}$ – рівняння граничних норм заміщення i -го й j -го ресурсів;

$X_i = f''(Y, X_1, \dots, X_n)$ – рівняння ізоквант; $\frac{\delta X_i}{\delta X_j} = -k$ – рівняння ізокліни; $\frac{\delta X_i}{\delta X_j} = 0$ – рівняння граничних ліній.

Наведені вираження, що базуються на виробничій функції, дають змогу одержати дані, необхідні для економічного аналізу. Бажано одержати зазначені характеристики для різних видів функцій. Маючи це у виді, спочатку займемося обчисленням виробничої функції, що містить один змінний ресурс.

Звичайно, можна прийняти, що певні види витрат залишаються постійними, тоді як інші змінюються. Однак певні ресурси або категорії витрат є екзогенними в тому розумінні, що «вони є результатом дії зовнішніх сил» і не піддаються контролю з боку особи, що приймає рішення, або з боку дослідника. Тому, коли можна контролювати величину лише ресурсів X_1, X_2, \dots, X_g , тоді випадковий вплив асоціюється зі змінними $X_{g+1}, X_{g+2}, \dots, X_n$. Виражаючи цей випадковий вплив через ϵ , можна представити виробничу функцію, що враховує відсутність контролю над деякими факторами, у вигляді $Y = g(X_1, X_2, \dots, X_g) + \epsilon$. Подібну умовність можна поширити й на функцію з двома та більше змінними факторами.

Дані вибірок і функції, отримані в дослідженні, дають змогу переходити від інтенсивної системи виробництва зернових на аграрних підприємствах, де витрати по відношенню до посівів невеликі, до інтенсивної системи виробництва грубих кормів на фермах із високими витратами; вони дають змогу переходити від господарств із невеликою кількістю молочної худоби і птахів до свинарських ферм, потім до господарств, що займаються відгодівлею свиней і великої рогатої худоби, і, нарешті, до ферм, що спеціалізуються тільки на відгодівлі худоби як самостійної галузі виробництва. Розрахункова продуктивність не зв'язана з функцією для якогось одного продукту – вона відбиває характерне переміщення капіталовкладень у зв'язку з тим, що у цьому районі інтенсифікувалося виробництво зерна і збільшувалося поголів'я худоби на фермах із площею земельних угідь у 5000 га. Підприємства, які мають незначний капітал, найчастіше займаються рослинництвом, що мають трохи більший капітал, заводять невелике молочне або птахівницьке господарство. Підприємства, що володіють більш значними коштами, паралельно з виробництвом зернових культур на ринок займаються свинарством; більш багаті підприємства збільшують виробництво грубих кормів і розводять худобу на відгодівлю. У результаті застосованого процесу стратифікації витрати і випуск виявилися трохи великими, ніж на всіх підприємствах району. Однак одержані результати характерні для підприємств, що використовують різні кількості ресурсів.

Виробничі функції визначалися окремо для рослинництва і для тваринництва. У них увійшли такі змінні: Y_c – величина врожаю, відповідає залежній змінній або випуску продукції рослинництва; Y_l – величина продукції тваринництва, включаючи зміни в чисельності поголів'я, відповідає залежній змінній або випуску продукції тваринництва; L – витрати робочої сили (грн) в рослинництві або тваринництві; C – витрати капіталу в рослинництві (грн), що включають посівний фонд, інсектициди та інші матеріали, безпосередньо зв'язані

з виробництвом продукції рослинництва; M – витрати на технічне обслуговування (пальне, мастило, ремонт, амортизацію й оплату змісту машини в гаражі; використовуються у функції, що характеризує рослинництво); F – витрати на мінеральні й органічні добрива, а також вартість машин; G – витрати на корми для худоби, у тому числі концентрати, білкові добавки, сіно, пасовища й різні мінерали, які використовуються у функції, що характеризує тваринництво; S – витрати капіталу у тваринництві (грн) для функції, що характеризує тваринництво. Вони включають такі щорічні витрати у тваринництві: для курчат, відгодовуваних свиней і худоби на відгодівлі, – їхню початкову вартість; для дійних корів, свиноматок і курок-квочок визначається зниження їхньої ціни, що і належить до витрат. Кінцева вартість вирощуваної і відгодовуваної худоби вважається випуском продукції, а початкова вартість – витратами. У витрати входять також вартість усіх зернових кормів, сіна, пасовищ і додаткових кормів, а також приміщень, устаткування і витрати за користування машинами у тваринництві. Тут же враховуються амортизація, ремонт та інші щорічні витрати, а не вартість самих основних засобів. У функції, що характеризує рослинництво, витрати на приміщення не враховуються у зв'язку з припущенням про те, що складування продукції не відноситься до процесу її виробництва.

Під час дослідження функції, що характеризує тваринництво, виявилось, що витрати на придбання худоби, годівлю і приміщення значною мірою взаємозалежні. Мається тенденція, зумовлена технічними причинами, до дотримання відомих пропорцій між ними, тому значення цих величин зростають спільно. Більшість фермерів приймає рішення саме в такий спосіб, тому під час обчислень три зазначені категорії витрат були об'єднані в одну. Витрати праці залишилися самостійним видом витрат, оскільки вони не в такому ступені тісно зв'язані з іншими категоріями витрат.

За випадковим збігом сума коефіцієнтів еластичності в обох функціях становить 0,935. Коефіцієнти еластичності як середні величини, отримані для кожного окремого ресурсу, мають значення менше 1, що вказує на зниження граничної продуктивності.

Сума показників ступеня 0,935 для рослинництва і тваринництва означає, що якщо в середньому збільшити на 1% усі ресурси, використовувані для одержання кожного із цих двох продуктів, то величина випуску збільшиться лише на 0,935 і зберігається умова зменшення віддачі; у середньому кожне наступне збільшення ресурсів на одиницю збільшить випуск продукції або віддачу на меншу величину порівняно з попередньою одиницею. Жодна із сум коефіцієнтів еластичності істотно не відрізняється від 1,0. Для підприємства з площею земельних угідь 5000 га можна чекати зниження ефективності ресурсів під час виробництва продукції рослинництва в міру вкладення великих засобів у ту саму ділянку землі. Віддача, як і раніше, збільшується за вкрай малої кількості використовуваних ресурсів, але підприємства, охоплені вибіркою, як правило, використовували більш значні ресурси за повного використання землі. Невеликий діапазон віддач, що збільшуються, можливий також у тваринництві (під час відгодівлі худоби). Однак не виключено, що підприємства затратили на тваринництво набагато більше засобів, аніж охоплює цей діапазон.

Функція (1), що характеризує рослинництво, отримана на основі вибірки, що охоплює два підприємства:

$$Y_c = 17,9X_1^{0,540}X_2^{0,390}X_3^{0,165}X_4^{0,012}X_5^{0,073},$$

де Y_c – вартість очікуваного валового доходу від урожаю, виражена в гривнях;

X_1 – кількість землі (га), зайнятої посівами і використаної для одержання врожаю в поточному році. Не враховуються постійні пасовища, ліси;

X_2 – витрати праці на одержання врожаю в поточному році. За одиницю виміру прийнятий 10-годинний робочий день, фактично витрачений;

X_3 – витрати на технічне обслуговування за рік (грн), сюди входять амортизація і ремонт машин, експлуатаційні витрати і витрати на прокат машин;

X_4 – вартість добрив за рік (грн);

X_5 – інші витрати, пов'язані з виробництвом продукції рослинництва (грн). Сюди відносяться витрати на насіння та їх обробку, інсектициди, електроенергію.

Коефіцієнт множинної детермінації становив 0,90. Він показує, що 90% варіації в доходах від рослинництва були зв'язані зі змінами кількості витрат. Сума коефіцієнтів еластичності в рівнянні (1) становила 1,18, що відповідає віддачі, що збільшується, на витрати в рослинництві, якщо всі категорії витрат збільшувалися досить повно. Усі коефіцієнти еластичності були істотно більше нуля за ймовірності 0,05.

Функція (2), що характеризує тваринництво, також була отримана на основі вибірки, що охоплює два аграрних підприємства:

$$Y_1 = 1,79Z_1^{0,190}Z_2^{0,326}Z_3^{0,009}Z_4^{0,602},$$

де Y_1 – валовий дохід від тваринництва (грн). Ураховуються вартість тварин, наявних на кінець року, вартість тварин, а також вартість усіх продуктів тваринництва, проданих або спожитих на підприємстві;

Z_1 – вартість усіх кормів (грн). Ураховуються корми як власного виробництва, так і покупні;

Z_2 – витрати праці на одержання продукції тваринництва. Як і у функції, що характеризує рослинництво, одиницею виміру є 10-годинний робочий день;

Z_3 – площа (кв. м) приміщень, використовуваних під час виробництва продукції тваринництва;

Z_4 – інші витрати капіталу у тваринництві (грн). Ураховуються вартість тварин на початок року або закуплених у поточному році, амортизація, ремонт і експлуатаційні витрати на машини, витрати на різні матеріали і на ветеринарне обслуговування, комісійні витрати, плата за електроенергію.

Коефіцієнт множинної детермінації становив 0,89, тобто варіація в доході від тваринництва на 90% зумовлюється змінами величини витрат, що враховуються функцією, яка характеризує тваринництво. Сума коефіцієнтів еластичності становила 1,16, тобто не істотно відрізнялася від 1,0. Усі коефіцієнти еластичності, крім коефіцієнта для витрат на зміст приміщень, були значно більше нуля. Однак існує проблема мультиколінеарності, оскільки коефіцієнт кореляції між витратами кормів і капіталу на виробництво поголів'я худоби дорівнює 0,91, отже, мається емпіричний базис для укрупнення витрат на виробництво продукції тваринництва. Коли корми і витрати на виробництво поголів'я з рівняння (2) минулого укрупнені в єдину категорію витрат, причому величина

продукції тваринництва виражалась у виді функції витрат праці і цієї об'єднаної категорії, коефіцієнт множинної кореляції став дорівнювати 0,89. Обидва коефіцієнти еластичності були істотні за ймовірності 0,01. Середня гранична продуктивність праці прийняла значення 8,34 грн у розрахунку на один день, а середня гранична продуктивність укрупнених витрат прийняла значення 4,13 грн.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку. Проведений економічний аналіз показав, що середня гранична продуктивність капіталу, витраченого в рослинництві, була істотно вище, ніж у тваринництві. Якби підприємство знало це заздалегідь, воно б вклало велику частину своїх обмежених коштів у землеробство

і меншу – у тваринництво. Щоправда, багато підприємств, обмежених у коштах, охоче займаються землеробством, ніж тваринництвом, тому що при цьому їм не доводиться вкладати стільки коштів у розрахунку на 1 грн річних витрат або випуску, як під час виробництва м'яса. За розрахованими економічними показниками продуктивності, ймовірно, не можна точно визначити параметри для генеральної сукупності, але спрямованість продуктивності і перераховані висновки відповідають структурі виробництва. Можливо, що в рослинництві капітал у виді сільськогосподарських машин, що полегшують важку працю і приносять відомі зручності, вкладався в більшому ступені, ніж це було необхідно для врівноваження очікуваних і врахованих граничних витрат і віддач.

Список використаних джерел:

1. Марасанов В.В., Пляшкевич О.М. Основи теорії проектування і оптимізації макроекономічних систем. Херсон, 2002. 190 с.
2. Стеценко І.В. Моделювання систем. Черкаси, 2010. 399 с.
3. Вітлінський В.В. Моделювання економіки. Київ, 2003. 408 с.
4. Лобода О.М., Кириченко Н.В. Актуальні проблеми ідентифікації та моделювання структури управління підприємством. *Наука й економіка*. 2015. № 3. С.130-134.
5. Лобода О.М. Вирішення задачі ідентифікації структури управління підприємства. *Сучасна спеціальна техніка*. 2012. № 3. С. 64-68.
6. Лобода О.М. Побудова моделі динаміки розвитку аграрного підприємства в вигляді магістралі росту. *Економіка та суспільство*. 2018. Вип. 13. С. 1494-1500.