

Електронне наукове фахове видання "Ефективна економіка" включено до переліку наукових фахових видань України з питань економіки (Категорія «Б», Наказ Міністерства освіти і науки України від 11.07.2019 № 975) [www. economy.nayka.com.ua](http://www.economy.nayka.com.ua) | № 4, 2021 | 29.04.2021 р.

DOI: [10.32702/2307-2105-2021.4.71](https://doi.org/10.32702/2307-2105-2021.4.71)

УДК 338.432

*О. М. Лобода,
к. т. н., доцент, доцент кафедри менеджменту та інформаційних технологій,
Херсонський державний аграрно-економічний університет
ORCID ID: 0000-0001-9826-9443*

МОДЕЛЮВАННЯ ОБ'ЄМІВ ВИРОБНИЦТВА СТРУКТУРНО-СИСТЕМНОГО КОМПЛЕКСУ ПІДПРИЄМНИЦЬКИХ СТРУКТУР

*O. Loboda
PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Management and Information Technology, Kherson State Agrarian and Economic University*

MODELING PRODUCTION VOLUMES THE STRUCTURAL-SYSTEM COMPLEX OF BUSINESS STRUCTURES

В статті розглянуті виробничі функції для сукупності підприємницьких структур, зокрема для малих та середніх підприємств, індивідуальних підприємців. У процесі дослідження була показана можливість опису залежності між ресурсами та об'ємом підприємницьких структур з використанням виробничих функцій. Доведена необхідність застосування та наведений розрахунок степеневих виробничих функцій, які описують залежність обороту цих структур від основних виробничих фондів та інвестицій. На прикладі різноманітних об'єктів показано, що підприємницький сектор економіки може бути описаний за допомогою виробничих функцій з високими значеннями коефіцієнтів детермінації. Проведена оцінка розрахунків, що проводились по просторовим даним, які характеризують діяльність сукупностей підприємницьких структур в суб'єктах країни, а також розглядалися статистичні данні за конкретний період, при чому на суму показників при факторах не накладалися ніякі обмеження, тобто віддача від масштабу могла бути різноманітною.

In the course of study, the possibility of describing the relationship between resources and volume of entrepreneurial structures using production functions was shown. According to exults of calculations carried out with the use of statistical data, the necessity of using a power-law production function in modeling volume production of entrepreneurial structures is shown. The necessity of application is proved and calculation of power-law production functions describing the dependence of turnover of these structures on fixed assets and investments is given. Using the example of various objects, it is shown that entrepreneurial sector of economy can be described using production functions with high values the coefficients of determination. Fixed production assets and investments in fixed assets were used as factors reflecting capital expenditures. Labor costs were described by such a complex factor as employee salaries. The features of production functions were assessed: the calculations were carried out using spatial data characterizing the activity of sets of business structures in constituent entities of country: statistical data were considered for a specific period, no restrictions were imposed on sum of indicators for factors, that is, the return on scale could be varied. Analysis of quality all

production functions showed their adequacy, namely, that they approximate well input statistical data over the entire interval of change in values of each the factors. The proposed methodological approach is universal, since it can be widely used to assess production functions based on aggregate of entrepreneurial structures of various economic entities. In the future, it is planned to conduct research related to use of production functions and dependences obtained on their basis, in particular, the optimal trajectories of expansion, which reflect the best proportions of factors for solving a wide range of problems monitoring the level achieved by entrepreneurial structures in each of subjects the country, substantiation of proposals for improvement entrepreneurship, identification of resource requirements for the development this sector of economy and the development of forecasts and programs.

Ключові слова: модель; система управління; ідентифікація системи; виробничі функції; оптимізація управління; підприємницькі структури; об'єм виробництва.

Keywords: model; control system; system identification; production functions; management optimization; entrepreneurial structures; production volume.

Постановка проблеми. В наш час актуальною задачею є підготовка наукових рекомендацій для подальшого розвитку підприємництва в країні, підвищення її ролі в національній економіці. Одним з істотних аспектів при цьому виступає ресурсне забезпечення. Обґрунтування об'ємів ресурсів, необхідних для ефективного функціонування малого та середнього підприємництва, може ґрунтуватись на таких інструментах, як економіко-математичне моделювання, зокрема виробничих функцій. Тому доцільно проводити дослідження над трьома типами господарських суб'єктів: малі підприємства, середні підприємства та індивідуальні підприємці, які розглядались в якості єдиного структурно-системного комплексу, що називається підприємницькими структурами. При цьому враховувалось, що для всіх типів підприємницьких структур характерні однакові основні види економічної діяльності, ці підприємства та підприємці конкурують на одних й тих же ринках, мають в багато чому аналогічну технологію виробництва, ведуть ризикову діяльність. При змінні інституціональних та економічних умов функціонування може проходити перехід вказаних структур від одного типу до іншого. В наш час роль підприємницьких структур в країні істотно зросла. Виробничі функції лежать в основі моделювання діяльності самих різноманітних виробничих структур та систем, від окремих підприємств та організацій до регіонів, галузей та економіки країни в цілому [1, с.123-145]. Виробнича функція є економіко-математичною моделлю процесу виробництва продукції та кількісно виражає стійкість, закономірну залежність між ресурсами та об'ємом виробництва. Вона є одним із самих ефективних методів вирішення задач планування та прогнозування діяльності різноманітних підприємств та суб'єктів країни. Досвід показує можливість широкого застосування виробничих функцій в економічному аналізі та управлінні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Виробничі функції розглядались в роботах Р. Лукаса [2, с.3-42] та Г.Б. Клейнеда [3, с.51-83]. Значний вклад в розвиток теорії виробничих функцій внесли роботи К. Кобба та П. Дугласа [4, с.139-165], вони представляли алгоритм та етапи побудови таких функцій. На їх судження, побудова виробничих функцій має багато загального з побудовою регресійних моделей. Одне із класичних визначень виробничої функції приведене в дослідженнях Р.С. Піндайка та Д.Л. Рубинфельда [5, с.124-148]. Вони вказували, що виробнича функція відображає об'єм випуску продукції, яка може бути розрахована при кожному конкретному сполученні факторів виробництва (ресурсів) та відмічали, що в процесі дослідження доцільно розглядати виробничі функції з невеликим числом параметрів, зручним способом для проведення розрахунків та інтерпретації.

Формування цілей статті. Метою статті є створення методичного підходу вибору та розрахунку виробничої функції з використанням статистичних даних в моделюванні об'ємів виробництва підприємницьких структур, а також на прикладі різноманітних об'єктів проаналізувати функціонування підприємницького сектору економіки за допомогою виробничих функцій з високими значеннями коефіцієнтів детермінації.

Виклад основного матеріалу дослідження. При розгляданні двофакторних виробничих функцій об'єм виробництва (y) продукції описує функцію, що залежить від двох основних факторів - капітал (x_k) та праця (x_n) [6, с.81-83]. Нижче приведена двофакторна виробнича функція Кобба-Дугласа, модифікований варіант якої використаний нами:

$$Y(x_k, x_n) = A x_k^{a_1} x_n^{a_2} \quad (1)$$

В формулі (1) показники ступенів при факторах є константами та відображають, відповідно, коефіцієнт еластичності об'єму виробництва капіталу (a_1) та праці (a_2). Відмітимо, що в своїх дослідженнях К. Кобб та П. Дуглас полягали, що сума цих коефіцієнтів повинна обов'язково дорівнювати одиниці, тобто має місце постійна віддача від масштабу.

В формулі (1) коефіцієнт функції, що відображає залежність об'ємів виробництва від сумарного ефекту всіх інших (неврахованих) факторів, які оказують вплив на діяльність об'єктів, що розглядаються, та не відносяться до основних факторів виробничої функції, а саме капіталу (x_k) та праці (x_n). Відмітимо, що різні автори давали різноманітне пояснення істотності цього коефіцієнту. Г.Б. Клейнер вказував, що цей коефіцієнт відображає рівень продуктивності праці та представляє собою параметр, який характеризує рівень розвитку технологій, хоча на справді він може залежити від інших факторів [3, с.184-189].

В статті приведені результати, проведених автором, досліджень, які пов'язані з оцінкою виробничих функцій, що характеризують випуск (об'єм виробництва) підприємницьких структур. В процесі дослідження були вирішені наступні задачі: вибір та обґрунтування факторів виробничих функцій; визначення оптимальних видів виробничих функцій [6, с.112-118]; збір статистичних даних та їх первинна обробка; формування необхідної інформаційної бази; визначення можливих методів побудови функцій та відповідних програмних засобів; проведення обчислювальних експериментів [7, с.130-134]; аналіз якості здобутих функцій; формування висновків, пропозицій та рекомендацій. Враховуючи прийнятий в вітчизняній статистиці підхід, обсяг продукції, який виробляється малими та середніми підприємствами, а також індивідуальними підприємцями, прийнято характеризувати сумарним оборотом, який складається з вартості товарів власного виробництва, виконаних власними силами робіт та послуг, а також виручки від продажу залучених на стороні товарів.

Проведений аналіз показав, що найбільший вплив на оборот підприємницьких структур оказують такі фактори, як основні виробничі фонди, інвестиції в основний капітал, чисельність робітників та їх заробітна плата. При цьому перші два фактори можуть бути віднесені до традиційно визначеному в класичній економічній теорії, узагальненому поняттю «капітал», а два інших фактори пов'язані з таким поняттям як «праця». Аналіз структури основних виробничих фондів підприємницьких структур показує, що їх основними елементами є будівлі та їх частини, приміщення, різноманітні споруди, машини та обладнання, транспортні засоби. На ці елементи приходиться більше 90% всіх основних виробничих фондів підприємницьких структур. Наряду з основними фондами в якості одного із факторів виробничої функції можуть використовуватись інвестиції в основний капітал.

В якості іншого фактору виробничих функцій, як показує проведений аналіз, більш доцільно використовувати такий показник, як заробітна плата всіх співробітників підприємницьких структур. Цей показник є комплексним і більш точно, в порівнянні з показником загальної чисельності співробітників підприємницької структури, відображає особливості, які склалися в наш час в конкретних областях (рівень цін, ступінь зайнятості населення та інші соціально-економічні аспекти). Крім цього, доцільне використання заробітної плати робітників в якості фактору, що забезпечують однакову розмірність всіх показників виробничої функції.

Як уже відмічалось, кожна підприємницька структура, виступає як самостійний господарський суб'єкт, сама визначає свою мету та задачі виходячи із конкретної ситуації та веде ризикову економічну діяльність. Підприємницькі структури є активними учасниками соціально-економічних процесів. Очевидно, що оцінка виробничих функцій для окремих підприємницьких структур з наступним їх об'єднанням є складним та трудомістким процесом, тому при моделюванні розглядалися сукупності підприємницьких структур по всім суб'єктам країни [8, с.272-277].

В якості вхідних даних при побудові виробничих функцій в вітчизняних та зарубіжних роботах найчастіше розглядалися тимчасові ряди даних, що характеризують об'єми ресурсів та випуску продукції за тривалий проміжок часу. В виробничих функціях, які описують діяльність крупних галузей, регіонів та національних економік, вхідні дані виражаються, найчастіше, в вартісній формі. Це підтверджує доцільність розгляду якості фактору праці, заробітної плати співробітника в підприємницьких структур, а не їх чисельності. Істотне значення при моделюванні має кількість використаних спостережень.

Запропонований автором методичний підхід, який оснований на оцінці виробничих функцій по просторовим даним, що характеризують показники діяльності сукупності підприємницьких структур, передбачає використання статистики по всім суб'єктам. Використання просторових даних також має ще одну перевагу - при побудові виробничих функцій на основі тимчасових рядів не завжди коефіцієнт функції в формулі (1) є константою та еластичність капіталу також змінюється в часі.

Просторові дані описують параметри виробничої функції за конкретний період та, відповідно, позбавлені цих недоліків. Використання просторових даних в порівнянні з тимчасовими рядами володіє також наступними перевагами: не потребує обліку інфляційних процесів, відхилення ціноутворення, витрат факторів виробництва, інституційних особливостей.

В процесі дослідження були розглянуті декілька видів виробничої функції: лінійна, Кобба-Дугласа, постійної еластичності заміщення. Оцінка лінійної функції свідчить про те, що вона недостатньо адекватно описує вхідні дані. Порівняння трьох степеневих виробничих функцій показало, що всі вони достатньо добре апроксимують вхідні дані на всьому діапазоні значень факторів, що розглядаються. Проте по всім критеріям функція Кобба-Дугласа трохи перевершує дві інші функції. Таким чином, подальше дослідження проводилось на основі оцінки вказаної степеневі виробничої функції. Відзначимо, що в вітчизняній та зарубіжній практиці розглядаються виробничі функції Кобба-Дугласа тільки з постійною віддачею, тобто передбачається рівність суми показників степенів в формулі (1) одиниці ($a_1+a_2=1$). Разом з тим, можлива також побудова функцій, які відображають зростаючу віддачу від масштабу ($a_1+a_2>1$) та спадаючу віддачу від масштабу ($a_1+a_2<1$). Таким чином в процесі дослідження була проведена оцінка виробничих функцій для опису випуску сукупності

підприємницьких структур, які поєднані по просторовому принципу, за один календарний рік. В якості функції розглядалися модифіковані двофакторні виробничі функції Кобба-Дугласа.

Особливістю спостереження є те, що на відмінність від щорічних вибірових досліджень, які проводяться статистичними органами, збиралась та опрацьовувалась інформація по всім малим підприємствам, середнім підприємствам та індивідуальним підприємцями, що ведуть свою діяльність на території нашої країни та підсумки спостереження відображають генеральну сукупність. Первинна обробка вхідних даних та формування масивів інформації базувалась на використанні підсумків суцільного статистичного спостереження. Визначення параметрів виробничих функцій проводилась з використанням методології регресійного аналізу. Оцінку якості здобутих функцій проводили з використанням прийнятих критеріїв, а саме коефіцієнтів кореляції та детермінації, критеріїв Дарбіна-Уостона, Фішера-Снедекора та Стьюдента.

Виробнича функція по сукупності всіх підприємницьких структур в суб'єктах країни має наступний вигляд:

$$Y_{ПС}(x_1, x_2) = 8,243 * x_1^{0,135} * x_2^{0,855} \quad (2)$$

де $Y_{ПС}(x_1, x_2)$ – оборот підприємницьких структур по суб'єктах країни; x_1 - основні виробничі фонди підприємницьких структур в суб'єктах; x_2 - заробітна плата робітників підприємницьких структур.

Всі представлені надалі в статті функції та таблиці здобути автором й підсумки оцінки якості всіх функцій зведені в табл.1. Крім цього була проведена оцінка двох виробничих функцій. Перша з них описує діяльність сукупності малих і середніх підприємств в суб'єктах країни, а інша - сукупності індивідуальних підприємців. Перша з вказаних функцій має вид:

$$Y_{СМСП}(x_3, x_4) = 7,983 * x_3^{0,432} * x_4^{0,724} \quad (3)$$

де $Y_{СМСП}(x_3, x_4)$ – оборот сукупності малих та середніх підприємств по суб'єктами країни; x_3 – основні виробничі фонди сукупності малих та середніх підприємств в суб'єктах; x_4 – заробітна плата робітників малих та середніх підприємств.

Виробнича функція по сукупності індивідуальних підприємців має вигляд:

$$Y_{СП}(x_5, x_6) = 4,863 * x_5^{0,192} * x_6^{0,832} \quad (4)$$

де $Y_{СП}(x_5, x_6)$ - виручка сукупності індивідуальних підприємців по суб'єктами країни; x_5 - основні виробничі фонди сукупності індивідуальних підприємців в суб'єктах; x_6 - заробітна плата індивідуальних підприємців та їх найманих робітників.

На основі виробничих функцій (2)-(4) були здобуті залежності, які відображають взаємозв'язок факторів (ізокошти та ізокванти). Аналіз виробничих функцій та залежності, які здобуті з їх використанням, дозволив встановити ряд закономірностей та тенденцій, що характерні для сектору підприємництва в економіці України.

Значення степенів для обох факторах в функціях позитивні, і тобто, при зростанні значень кожного з двох факторів оборот підприємницьких структур збільшується. При цьому на діапазоні, що розглядається, значень факторів, функції не досягають свого максимуму. Це підтверджується тим, що значення граничної віддачі за обома факторами для всіх функцій позитивні на діапазонах зміння значень факторів. Тобто можна зробити висновок, що економіка має певні резерви для подальшого розвитку.

Оскільки на суми показників при факторах виробничих функцій не накладне обмеження, в процесі аналізу ці зіставлялося з одиницею. Сума значень цих показників по функціям (2)-(4) більше одиниці, що свідчить про зростаючу віддачу від масштабу. Тобто при одночасному збільшенні факторів зросту обороту йде швидше, чим зростання факторів. Наприклад, при зростанні обох факторів в функції (2) на 1%, оборот зросте на 1,7%. Відповідно для функції (3) зростання складає 1,2%, для функції (4) – 1,8%. Збільшення обороту підприємницьких структур при одночасному зрості факторів має важливе економічне та соціальне значення.

Перехресні похідні виробничих функцій по кожному з двох факторів позитивні для любых значень діапазону зміння факторів, тому збільшення одного із факторів поліпшує умови використання іншого фактору. Тобто зріст заробітної плати співробітників поліпшує віддачу від основних виробничих фондів, і навпаки, збільшення основних фондів підвищує рівень використання заробітної плати. Еластичність обороту по основним виробничим фондам менше еластичності обороту по заробітній платі, що свідчить про те, що для виробничих функцій, які розглянуті, характерне зростання обороту збереження фондів. Другі похідні всіх ізоквант позитивні, тобто опуклі до початку координат. При цьому рівень їх опуклості зменшується при зростанні обороту сукупності підприємницьких структур, що свідчить о збільшенні еластичності заміщення факторів: з зростом обороту підприємницьких структур зростають можливості заміщення одного фактору іншим.

Фактор заробітної плати співробітників в функціях (2)-(4) впливає на оборот підприємницьких структур в більшому ступені, чим фактор основних виробничих фондів. Це є логічним, оскільки для підприємницьких структур характерні відносно невеликі основні фонди. Як показує порівняння функцій (3) та (4) у індивідуальних підприємців, вплив другого фактору на об'єм виробництва вище в порівнянні з малими та середніми підприємствами. Це на наш погляд обумовлено тим, що більшість індивідуальних підприємців спеціалізується на такому виді економічної діяльності, як торгівля. Середня чисельність найманих робітників у одного індивідуального підприємця не привішує двох чоловік, тобто маються на увазі невеликі торгівельні точки. Тому основні фонди у цих індивідуальних підприємців малі.

Виробничі функції, що відображають залежність випуску сукупностей підприємницьких структур від інвестицій в основний капітал та заробітної плати співробітників в суб'єктах країни приведений нижче.

Виробнича функція по сукупності всіх підприємницьких структур в суб'єктах країни має наступний вигляд:

$$Y_{ПС}(x_7, x_8) = 6,587 * x_7^{0,311} * x_8^{0,869} \quad (5)$$

де $Y_{ПС}(x_7, x_8)$ - оборот підприємницьких структур по суб'єктах країни; x_7 - інвестиції в основний капітал підприємницьких структур; x_8 - заробітна плата співробітників підприємницьких структур.

Виробнича функція, що описує діяльність сукупності малих і середніх підприємств в суб'єктах країни має вигляд:

$$Y_{СМСП}(x_9, x_{10}) = 9,121 * x_9^{0,298} * x_{10}^{0,798} \quad (6)$$

де $Y_{СМСП}(x_9, x_{10})$ - оборот сукупності малих та середніх підприємств по суб'єктах країни; x_9 - інвестицій в основний капітал малих та середніх підприємств; x_{10} - заробітна плата співробітників малих та середніх підприємств.

Виробнича функція по сукупності індивідуальних підприємців має вигляд:

$$Y_{СП}(x_{11}, x_{12}) = 6,021 * x_{11}^{0,123} * x_{12}^{0,796} \quad (7)$$

де $Y_{СП}(x_{11}, x_{12})$ - виручка сукупності індивідуальних підприємців по суб'єктах країни; x_{11} - інвестиції в основний капітал; x_{12} - заробітна плата індивідуальних підприємців та їх найманих співробітників.

Аналіз виробничих функцій (5)-(7) показує, що для них, також, як для функцій (2)-(4) характерний більший вплив фактору заробітної плати в порівнянні з інвестиціями, функції не досягають максимуму на інтервалі, що розглядається, значень факторів, має місце зростаючий ефект масштабу, збільшення одного із факторів поліпшує умови використання іншого фактору, відмічається зріст фондів обороту підприємницьких структур, які зберігаються, при зрості обороту підприємницьких структур зростають можливості заміщення одного фактору іншим.

Порівняння функцій (6) та (7) показує збереження відміченої вище закономірності, яка складається в тому, що у індивідуальних підприємців вплив другого фактору на об'єм виробництва вище в порівнянні з малим та середнім підприємствами. Це обумовлено аналогічними причинами: оскільки основні фонди у індивідуальних підприємців малі, тобто й потік інвестицій також невеликий.

Представлений в статті методичний підхід до оцінки виробничих функцій є універсальним, який показує принципи моделювання об'ємів виробництва сукупностей підприємницьких структур по деяким іншим об'єктам. Виробнича функція, що відображає залежність об'єму виробництва сукупностей підприємницьких структур від інвестицій в основний капітал та заробітної плати співробітників п'яти країн Європейського союзу має наступний вигляд:

$$Y_{ПСЕС}(x_{13}, x_{14}) = 19,289 * x_{13}^{0,256} * x_{14}^{0,712} \quad (8)$$

де $Y_{ПСЕС}(x_{13}, x_{14})$ - оборот підприємницьких структур п'яти країн; x_{13} - інвестиції в основний капітал підприємницьких структур; x_{14} - заробітна плата співробітників підприємницьких структур.

Порівняння функції (8) з аналогічною функцією (6) по країні в цілому показало, що показники ступенів при заробітній платі в цих функціях більше ніж при інвестиціях, тобто вплив заробітної плати на оборот підприємницьких структур більше. Разом з тим, що сума ступенів в функції (7) менше одиниці, тобто відсутній зростаючий ефект масштабу. Ця тенденція може бути обумовлена тим, що в країнах ЄС підприємництво досягло свого насичення та відсутнє зростаюче зростання об'ємів його виробництва при одночасному збільшенні обох факторів. Порівняння коефіцієнтів показує, що коефіцієнт в функції (8) майже у два рази більше ніж у функції (6), що визначає низьку продуктивність праці в нашій країні, яка потребує істотне збільшення. В табл.1 та 2 представлені значення статистик за критеріями якості для всіх приведених в статті виробничих функцій.

Таблиця 1.

Підсумки аналізу за статистичними критеріями та коефіцієнтами

Функція	Коефіцієнт детермінації	Коефіцієнт кореляції	Розрахункове значення критерію Дарбіна-Уотсона	Розрахункове значення критерію Фішера – Стьюдента
(2)	0,968	0,987	1,862	952,200
(3)	0,961	0,978	2,236	772,254
(4)	0,888	0,939	1,921	297,834
(5)	0,968	0,987	1,986	1092,865
(6)	0,972	0,989	1,912	1215,235
(7)	0,862	0,932	1,904	192,325
(8)	0,983	0,993	2,312	633,912

Таблиця 2.

Підсумки аналізу за критерієм Стьюдента та значення стандартних помилок

Функція	Розрахункове значення критерію Стьюдента			Стандартна помилка		
	Коефіцієнт	Фактор 1	Фактор 2	Коефіцієнт	Фактор 1	Фактор 2
(2)	17,421	1,623	12,123	0,142	0,092	0,079
(3)	14,312	3,869	6,623	0,152	0,132	0,098
(4)	14,566	2,752	11,862	0,123	0,072	0,082
(5)	17,423	4,842	14,562	0,112	0,062	0,062
(6)	25,852	5,462	15,635	0,086	0,056	0,051
(7)	16,486	4,615	7,325	0,286	0,031	0,156
(8)	10,356	4,072	9,165	0,296	0,082	0,086

Порівняння приведених в табл. 1 та 2 розрахункових значень з величиною критеріїв, які представлені в літературі, показало, що більшість виробничих функцій володіє високою якістю. Так коефіцієнти детермінації та кореляції за всіма функціями близькі до одиниці. Розрахункові значення статистик по всім функціям набагато більше табличної величини критерію Фішера-Снедекора, яка дорівнює 1,55. Перевірка показала, що по функціям (3)-(7) розрахункові значення критерію Стьюдента при рівні значимості, що дорівнює 0,05, більше прийнятого значення 1,99, а по функції (8) – більше значення 2,10. Разом з тим по функції (2) розрахункові значення для коефіцієнтів функції й другого фактору більше значення 1,99, а для першого фактору – менше. Тобто з п'яти виробничих функцій за даними, які характеризують основні фонди, для двох функцій при рівні значущості не виконується критерій Стьюдента. Враховуючи, що за всіма даними виробничих функцій, які характеризують інвестиції в основний капітал, розрахункові значення більше табличної величини критерію Стьюдента, використання саме цих виробничих функцій є доцільним. Розрахункові значення за критерієм Драбина – Уотсона для функції знаходяться в діапазоні від 1,69 до 2,41, оскільки відсутня автокореляція. Коефіцієнт детермінації характеризує рівень адекватності та відповідно, якість рівняння регресії. Чим ближче коефіцієнт детермінації до одиниці, тим ближче до функціональної залежності, яка здобута на основі статистичних даних між об'ємом виробництва та факторів, що розглядаються. Логічний аналіз виробничих функцій (2)-(8) показав, що вони адекватно описують закономірності діяльності сукупностей підприємницьких структур в суб'єктах країни на всьому діапазоні змінювання значення факторів.

Висновки з проведеного дослідження. У процесі дослідження була показана можливість опису залежності між ресурсами та об'ємом підприємницьких структур з використанням виробничих функцій та створення методичного підходу вибору та розрахунку виробничої функції з використанням статистичних даних в моделюванні об'ємів виробництва підприємницьких структур. За результатом розрахунків проведених з використанням статистичних даних, показана необхідність застосування двофакторної функції Кобба-Дугласа в моделюванні об'ємів виробництва підприємницьких структур. На прикладі різноманітних об'єктів показано, що підприємницький сектор економіки може бути описаний за допомогою виробничих функцій з високими значеннями коефіцієнтів детермінації. В якості факторів, що відображають витрати капіталу, використовувались основні виробничі фонди та інвестиції в основний капітал. До особливості побудованих виробничих функцій, які оцінювались відносяться: розрахунки проводилися по просторовим даним, що характеризують діяльність сукупностей підприємницьких структур в суб'єктах країни: розглядалися статистичні данні за конкретний період; на суму показників при факторах не накладалися ніякі обмеження, тобто віддача від масштабу могла бути різноманітною. Аналіз якості всіх виробничих функцій показав їх адекватність, а саме те, що вони добре апроксимують вхідні статистичні дані на всьому інтервалі змінення значень кожного із факторів. Вплив факторів, що входять в виробничі функції більш ніж 85%, тобто моделі не переважані другорядними факторами. Враховуючи те, що в подальших дослідженнях представляється доцільним оцінка виробничих функцій за даними, що характеризують інвестиції в основний капітал. Запропонований методичний підхід є універсальним, оскільки може бути широко застосовуваним для оцінки виробничих функцій по сукупностям підприємницьких структур різноманітних економічних об'єктів. В подальшому припускається проведення досліджень, що пов'язані з використанням виробничих функцій та здобутих на їх основі залежності, зокрема, оптимальних траєкторій розширення, які відображають найкращі пропорції факторів для рішення широкого кола задач моніторингу рівня досягнутого підприємницькими структурами в кожному із суб'єктів країни, обґрунтування пропозицій по вдосконаленню підприємництва, визначення потреб в ресурсах для розвитку цього сектору економіки та розробка прогнозів і програм.

Список літератури.

1. Вітлінський В.В. Моделювання економіки. Київ, 2003. 408 с.
2. Lucas R. On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*. 1988. № 22. Р. 3–42.
3. Клейнер Г.Б. Производственные функции: Теория, методы, применение. М.: Финансы и статистика, 1986. 239 с.
4. Cobb C.W., Douglas P.H. Theory of Production. *American Economic Review, Supplement*, 1928. Р. 139-165.
5. Пиндайк Р.С., Рубинфельд Д.Л. Микроэкономика. М.: ДЕЛЮ, 2001. 808с.

6. Марасанов В.В., Пляшкевич О.М. Основи теорії проектування і оптимізації макроекономічних систем. Херсон: Айлант, 2002.190с.

7. Лобода О.М., Кириченко Н.В. Актуальні проблеми ідентифікації та моделювання структури управління підприємством. *Наука й економіка*, 2015. №3. С.130-134.

8. Лобода О.М., Кухаренко С.В. Вирішення задачі синтезу організаційної структури. *Таврійський науковий вісник ХДАУ*. Херсон, 2010. Вип.71. С.272-277.

References.

1. Vitlins'kyj, V.V. (2003), *Modeliuvannia ekonomiky* [Modeling of economy], Naukova dumka, Kyiv, Ukraine.
2. Lucas, R. (2011), "On the mechanics of economic development", *Journal of Monetary Economics*, vol. 22, pp. 3–42.
3. Klejner, G.B. (1986), *Proizvodstvennye funktsii: Teoriya, metody, primeneniye* [Production functions: Theory, methods, application], Finansy i statistika, Moscow, Russia.
4. Cobb, C. and Douglas, P. (1928), "Theory of Production", *American Economic Review, Supplement*, vol.1, pp. 139-165.
5. Pindajk, R.S. and Rubinfel'd, D.L. (2001), *Mikroekonomika* [Microeconomics], Moscow, Russia.
6. Marasanov, V.V. and Pliashkevych, O.M. (2002), *Osnovy teorii proektuvannia i optymizatsii makroekonomichnykh system* [Foundations the theory design and optimization of macroeconomic systems], Kherson, Ukraine.
7. Loboda, O.M. and Kyrychenko, N.V. (2015), "Current problems of identification and modeling of enterprise management structure", *Nauka y ekonomika*, vol. 3, pp.130-134.
8. Loboda, O.M. and Kukharenko, S.V. (2010), "Solving the problem of synthesizing the organizational structure", *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. vol. 71, pp. 272-277.

Стаття надійшла до редакції 26.03.2021 р.