

Gustera Oleg
Yarmolenko Rostislav
National Aviation University

USE OF IOT PROJECTS TO IMPROVE COMPETITIVENESS OF FARMING

Summary

The article explores the main directions of development and the current state of Ukrainian farms in the context of changes in the legislative framework and the use of IoT in the context of the digitalization of the economy and the constant growth in the number of external factors. The concept of IoT is considered in the context of one of the main factors of increasing the competitiveness of farms, which are currently the most vulnerable to changes in the environment. The use of IoT devices provides an increase in business efficiency by automating processes in the production cycle: irrigation, fertilizing or plant protection. It is the increase in production efficiency that directly affects the profitability of the organization and its adaptability to changes in the environment and the economy. Better control of production and support of higher quality standards and crop growth through automation allows modern agricultural enterprises to enter other markets, expand their target audience and switch to manufacturing finished products, in contrast to the supply of raw materials to foreign enterprises. Work done by a person, such as an agronomist, translate into automated information systems. However, several such systems can simultaneously analyze multiple territories, which speeds up work and increases the efficiency and effectiveness of decision making. The Internet of Things devices will allow certain commands, such as adjusting, switching on and off certain elements, at the same time as receiving data from sensors. In addition, robots or drones can monitor the status of plants automatically at a certain frequency without human involvement, regardless of the time of day. Exceeding a certain critical value of the number of diseases or insect pests allows timely signaling of the need for the use of safety measures, such as treatment of plants with herbicides. Controlling the internal processes of an agricultural enterprise ensures a reduction in production risks. The ability to predict product volume allows you to plan for better product distribution. If you know exactly how much the crop will be harvested, you can provide the necessary conditions for processing, storage or sale of the products in advance.

Keywords: farming, IoT device, precision farming, meteorological monitoring, satellite monitoring, soil analysis.

УДК 338.4:330:634.7

DOI: <https://doi.org/10.32782/2304-0920/2-81-29>

Колокольчикова І. В.
Полтавська державна аграрна академія

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РИНКУ ПЛОДОВО-ЯГІДНОЇ ПРОДУКЦІЇ ПІВДНЯ УКРАЇНИ: ПРОГНОЗ ДІЇ СИСТЕМИ

Визначено важливість застосування методів математичного моделювання під час прогнозування розвитку економічних явищ та систем. Розглянуто результати сформованої моделі системи «ринку плодово-ягідної продукції Півдня України». Встановлено цільові фактори та важелі, що спричиняють зміни. У загальному вигляді складено рівняння криволінійної залежності системи. На підставі критерію Фішера оцінено та підтверджено доцільність врахування факторів та їхньої сили зв'язку під час застосування у сценарному аналізі. За умов фіксованих значень факторів побудовано поверхні найбільш сприятливих сценаріїв розвитку ринку продукції як економічної системи. Визначено сукупність важелів, які найбільш позитивно спід часяють розвитку. Окреслено подальші напрями функціонування ринку продукції як системи за умов врахування дії виділених важелів.

Ключові слова: економіко-математична модель, прогноз, сценарій, ринок, цільові фактори.

Постановка проблеми. Ринок плодово-ягідної продукції є складною економічною системою. Дія її складників знаходиться під впливом змінних факторів, які мають безпосередній вплив. під прийняття економічних та управлінських рішень щодо формування ефективних взаємозв'язків всіх операторів ринку ускладнюється наявністю великої кількості абсолютних та відносних показників. За рахунок економіко-математичного моделювання під час дослідження розвитку ринку плодово-ягідної продукції Півдня України є можливість прогнозування сили впливу кожного з цільових факторів та важелів на систему з метою управління цими процесами. Таким чином виникає об'єктивна необхідність побудови економіко-математичної моделі розвитку ринку, дослідження сили впливу важелів системи та визначення прогнозних варіантів сценарного розвитку подій.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Ринкова економіка ускладнює виробникам роботу на ринках сільськогосподарської продукції. Конкурентна боротьба вимагає системного аналізу чинників, які впливають на економічні процеси. Для зменшення ризику у прийнятті управлінських рішень доцільним є застосування математичного моделювання під час аналізу та прогнозування дії економічних систем. Вітчизняні науковці звертаються до цих методів, які дозволяють поєднувати багато показників. Про універсальність застосування математичного моделювання зазначається у працях Б.Б. Нестеренко та М.А. Новотарського [1], О.Ю. Шевчук, О.П. Назарової [2]. Можливість врахування сценаріїв розвитку подій під час моделювання знаходить відображення у роботах З.Є. Шершньової [4], А.А. Шиян [5]. Передбачення подій та перевірки гіпотез є важливим, на думку А.М. Єріної [6].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. У зв'язку з тим, що ринок плодово-ягідної продукції як система постійно змінюється під впливом макро- та мікрофакторів ринкового середовища, неможливо сформулювати та створити єдину уніфіковану модель розвитку цієї системи як економічного явища. Однак, урахувавши закономірності системи та силу впливу окремих чинників, математично є можливість спрогнозувати її розвиток. Тому побудова економіко-математичної моделі, яка би враховувала кількісні зміни чинників та давала б можливість за умов зміни економічних показників робити прогноз розміру внутрішнього ринку продукції, є полем для досліджень і пошуку ефективних управлінських рішень.

Мета статті. Головною метою цієї роботи є побудова економіко-математичної моделі ринку плодово-ягідної продукції та прогноз дії системи під впливом факторів-важелів.

Виклад основного матеріалу. Будь-яка економічна система під дією ринкових факторів постійно змінюється, тобто розміри основних показників її діяльності мінливі. Це не завжди позитивно впливає на всіх суб'єктів системи. Прогнозування відповідних змін є шляхом вирішення багатьох невизначеностей та кризових ситуацій. Використання економіко-математичного моделювання є дієвим інструментарієм вирішення поставлених завдань.

Збільшення обсягів фундаментальних досліджень та бурхливий розвиток технологій спричинили підвищення інтересу до математичного моделювання як до найбільш ефективного інструменту вивчення навколишнього світу. Математичне моделювання стало також широко використовуватися в різних сферах знань, об'єкти досліджень в яких не завжди підлягають точному математичному опису. Це не тільки технічні та економічні науки, де методи математичного моделювання давно вже підносять свої плоди, але й такі науки, як менеджмент, соціально-економічне прогнозування [1, с. 5].

Економічна система «ринок плодово-ягідної продукції Півдня України» являє собою взаємодію факторів, які визначають розмір самої системи. За попередніми дослідженнями методом когнітивного моделювання встановлено, що основними компонентами системи є: сільськогосподарські виробники продукції середнього та малого бізнесу, які є постачальниками плодово-ягідної продукції на ринок; переробні підприємства, заготівельні організації, комерційні посередники, які купують продукцію для подальшої її переробки та/або перепродажу; кінцеві споживачі, які є тими, хто формує та регулює попит на ринок; державні та інші фінансові установи, які формують інвестиційну політику та сприяють науково-технологічному прогресу у цій галузі, розміри експортно-імпорتنих операцій. Таким чином, це складна система, бо «утворена сукупністю взаємопов'язаних компонентів, внаслідок чого вона набуває нових властивостей, відсутніх на рівні компонентів. Такі властивості, як правило, не можуть бути утворені за допомогою простої комбінації властивостей компонентів системи» [1, с. 56].

У процесі моделювання ринку плодово-ягідної продукції використовувалися такі економіко-математичні методи: математичної статистики та економетрії (кореляційний та регресійний аналіз); під час прийняття оптимальних рішень (математичне програмування, дослідження операцій) [3, с. 19]. Використано метод розроблення сце-

наріїв розвитку подій, за яким встановлюється послідовність станів об'єкта прогнозування за різних прогнозів [4, с. 223].

Переваги застосування економіко-математичних методів під час аналізу розвитку економічних систем обґрунтовані. Так, А.М. Єріна підкреслює, що «за своєю під природою соціально-економічні явища і процеси – стохастичні, ймовірнісні; невизначеність – їхня внутрішня властивість. Вивчення цих процесів, передбачення перспектив їхнього подальшого розвитку, під прийняття оптимальних управлінських рішень мають спиратися на такі моделі, які й в умовах невизначеності забезпечують сталість і надійність висновків. Такими є статистичні моделі. Вони належать до класу математичних, виражаються у формі рівнянь, функцій, алгоритмів; під час їх розв'язування поєднуються логіко-алгебраїчні та ймовірнісні методи. Формально статистична модель являє собою абстрактну схему відношень між величинами, що характеризують властивості реального процесу. Вибір же цих властивостей і розроблення схем відношень між ними здійснюється неформальним шляхом. На основі апріорного аналізу процесу формуються гіпотези щодо окремих його властивостей і закономірностей. Гіпотези перевіряються на фактичних даних [6, с. 35].

У результаті когнітивного аналізу, побудови топологічних карт, визначення цільових факторів, важелів та індикаторів отримана загальна схема моделі ринку плодово-ягідної продукції Півдня України (рис. 1). Згідно із загальною схемою моделі ринку плодово-ягідної продукції Півдня України наведено у вигляді рівняння криволінійної залежності (Y), яке має вигляд:

Рівняння криволінійної залежності ринку плодово-ягідної продукції (Y), має вигляд:

$$Z = 239279,0 + 0,092x_1^2 - 122,682x_1 - 2,085x_2 - 1,6x_{10} \quad (1)$$

Основними факторами виступають: виробники: сільськогосподарські підприємства, фермери, господарства населення (X_1), переробні та заготівельні підприємства (X_2), розміри експортно-імпорتنих операцій (X_{10}). Додавання у формулі пояснює процес насичення ринку продукцією, а віднімання – зменшення її обсягів за рахунок подальшої переробки або експортування за межі національних кордонів. Залежність факторів системи має достовірний прогноз для 82% даних ($R^2 = 0,82$), і тому модель адекватна на підставі критерію Фішера. Кореляційний аналіз є також підтвердженням сценарного аналізу та обґрунтуванням факторів, які вибрані для системи. Під час порівняння коефіцієнтів кореляції спостерігається сильний зв'язок із результатом системи «ринок плодово-ягідної продукції» та цільовими факторами.

Під час здійснення економічних розрахунків стає зрозумілим, що отримання кількісних показників цільових факторів ускладнюється зміною впливу інших, від яких вони залежать, тому для більшої достовірності прогнозів отримано таке рівняння лінійної залежності від факторів важелів для цільових факторів системи, яке має вигляд:

$$X_1 = 460,287 + 1,309x_8 - 0,015x_9 + 3,13x_{11} - 7,618x_{12}, \quad R^2=0,78 \quad (2)$$

$$X_2 = -1950,407 + 7,69x_8 + 0,488x_9 + 0,071x_{11}, \quad R^2=0,68 \quad (3)$$

$$X_{10} = 19650,4 + 513,3x_8 + 2,17x_9 + 0,5x_{11} + 0,03x_{12}, \quad R^2=0,91 \quad (4), R^2=0,91 \quad (4)$$

де x_8 – якість продукції;

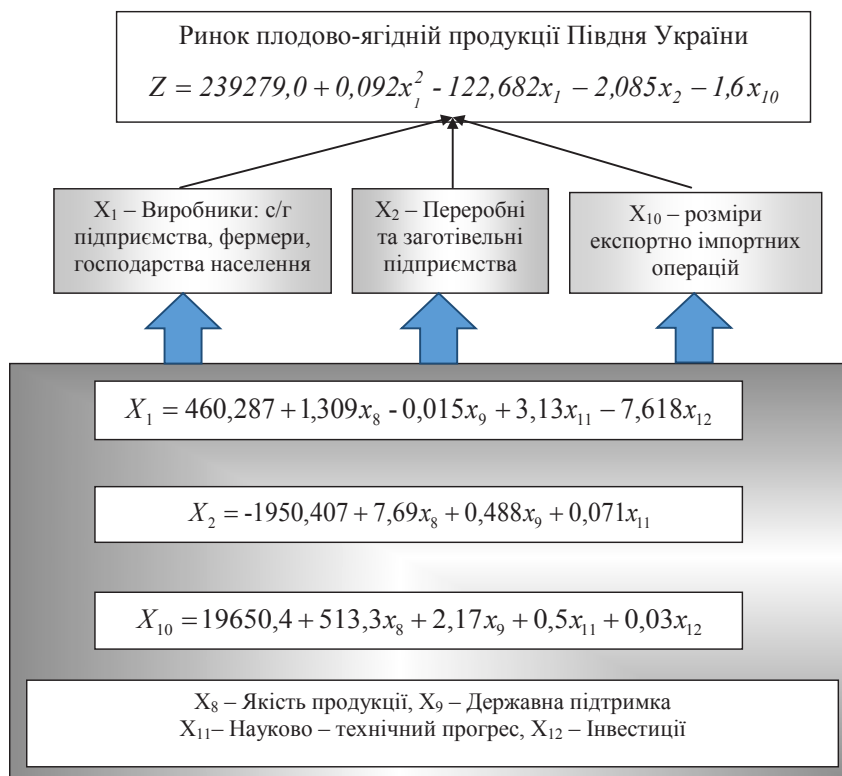


Рис. 1. Модель системи «Ринок плодово-ягідної продукції Півдня України» та залежності для прогнозу факторів системи

x_9 – державна підтримка;
 x_{11} – науково-технічний прогрес;
 x_{12} – інвестиції.

Таким чином, бачимо, що на формування розміру цільового фактора – виробників плодово-ягідної продукції, а саме розмірів виробництва цієї продукції, впливають такі важелі системи, визначені попередньо когнітивним методом, як: якість продукції, розміри державної та іншої фінансової підтримки, науково-технічний прогрес. Формування обсягів продукції, яка прогнозовано може відійти до переробних та заготівельних підприємств, також залежить від вимог до якості продукції, фінансової підтримки і наукового прогресу, що дозволить застосовувати нові методи подальшої обробки, збереження та переробки продукції. Формування експортних партій формуватиметься під силою всіх вище перелічених факторів та фінансової підтримки, яка необхідна і є підтвердженням саме міжнародних вимог до якості та стандартизації плодово-ягідної продукції.

Статистичне моделювання дає змогу побудувати криволінійні залежності розвитку ринку плодово-ягідної продукції окремо по областях (Запорізької, Миколаївської, Одеської та Херсонської) і в розрізі культур: зерняткових плодів, кісточкових плодів та ягідників (табл. 1).

Побудовані криволінійні залежності показують, що розмір внутрішнього ринку свіжої плодово-ягідної продукції формується загалом по галузі за рахунок надходження продукції від виробників та за відніманням тієї її частини, яка йде на переробку або на експорт. Однак, якщо звернути увагу на рівняння по ягідних культурах, то бачимо, що в цій підгалузі потреба є у імпорті продукції. Це відображено у загальному рівнянні та окремо по Миколаївській, Одеській та Херсон-

ській областях. Ці моделі є адекватні на підставі критерію Фішера, залежність факторів має достовірний прогноз (R^2 від 0,66 до 0,99).

Сценарії розвитку ринку плодово-ягідної продукції під впливом важелів можуть давати різні результати. Однак за оцінками сили впливу за тактами було виділено декілька з них, а саме ті, які найбільше впливатимуть на систему за створених умов розвитку подій. Рівняння регресії для цільових факторів за впливу важелів для основних сценаріїв наведено нижче (табл. 2).

За фіксованих значень факторів побудовані поверхні, які дають змогу побачити зміни у системі:
 – лінійна ($R^2=0,78$):

$$y = 63,66 - 1,94x_2 - 2,03x_5 \quad (5)$$

– параболічна ($R^2=0,89$):

$$y = 143,09 - 14,98x_2 - 10,29x_5 + 0,62x_2^2 + 0,38x_2x_5 + 0,45x_5^2 \quad (6)$$

Основними мотивуючими факторами (важелями) системи ринку плодово-ягідної продукції є якість продукції, державна підтримка, науково-технічний прогрес та інвестиції. під час впливу цих факторів сценарії розвитку ринку мають найбільші позитивні зрушення.

Гід час фіксованого значення факторів державної підтримки та інвестицій (x_9, x_{12}) побудована поверхня (рис. 1) за рівнянням (7), яка дає можливість спрогнозувати розвиток системи «ринку плодово-ягідної продукції Півдня України» під час впливу факторів якості продукції та науково-технічного прогресу (x_8, x_{11}).

$$Y = 147820 - 1531,37x_8 + 18,15x_{11} + 4,06x_8^2 - 0,056x_8x_{11} - 0,0002x_{11}^2, \quad (7)$$

Модель дає змогу побачити тенденцію на ринку плодово-ягідної продукції від цих факторів. Коефіцієнт детермінації ($R^2 = 0,88$) вказує на те, що 88% даних відповідає цій моделі.

Таблиця 1

Криволінійні залежності ринку плодово-ягідної продукції за областями Півдня України

Продукція	Рівняння поверхні	R ²
Плодові та ягідні культури	$Z = 239279,0 + 0,092x_1^2 - 122,682x_1 - 2,085x_2 - 1,6x_{10}$	0,82
Запорізька	$Z = 25935,42 + 0,03x_1^2 - 33,373x_1 + 1,996x_2 - 0,081x_{10}$	0,71
Миколаївська	$Z = 148450,91 + 0,088x_1^2 - 115,982x_1 - 1,045x_2 - 1,089x_{10}$	0,99
Одеська	$Z = 53839,49 + 0,044x_1^2 - 56,542x_1 - 3,329x_2 - 0,269x_{10}$	0,91
Херсонська	$Z = 11053,21 - 0,07x_1^2 + 83,218x_1 + 0,293x_2 - 0,161x_{10}$	0,52
Плоди зерняткові	$Z = 222575,26 + 0,216x_1^2 - 249,77x_1 + 2,197x_2 - 1,151x_{10}$	0,82
Запорізька	$Z = 11975,73 + 0,015x_1^2 - 13,978x_1 + 2,796x_2 - 0,036x_{10}$	0,83
Миколаївська	$Z = 122459,96 + 0,088x_1^2 - 107,45x_1 + 0,443x_2 - 0,889x_{10}$	0,99
Одеська	$Z = 31262,429 + 0,016x_1^2 - 19,37x_1 - 2,16x_2 - 0,214x_{10}$	0,93
Херсонська	$Z = 56877,336 + 0,0976x_1^2 - 108,972x_1 + 1,118x_2 - 0,012x_{10}$	0,73
Плоди кісточкові	$Z = 13179,380 - 0,136x_1^2 + 143,13x_1 - 3,953x_2 - 0,488x_{10}$	0,99
Запорізька	$Z = 13910,614 + 0,015x_1^2 - 19,983x_1 - 0,849x_2 - 0,043x_{10}$	0,63
Миколаївська	$Z = 25827,069 + 0,001x_1^2 - 8,117x_1 - 1,493x_2 - 0,2x_{10}$	0,98
Одеська	$Z = 19754,95 + 0,018x_1^2 - 24,593x_1 - 1,13x_2 - 0,78x_{10}$	0,89
Херсонська	$Z = -46313,265 - 0,17x_1^2 + 195,823x_1 - 0,481x_2 - 0,167x_{10}$	0,95
Ягідні культури	$Z = 3479,01 + 0,12x_1^2 - 16,176x_1 - 0,345x_2 + 0,4x_{10}$	0,90
Запорізька	$Z = 3,622 + 0,445x_1 + 0,333x_2 - 0,001x_{10}$	0,98
Миколаївська	$Z = 2822,134 + 0,10x_1^2 - 12,577x_1 - 0,39x_2 + 0,023x_{10}$	0,99
Одеська	$Z = 163,897 - 0,412x_1 + 0,004x_2$	0,91
Херсонська	$Z = 489,356 + 0,03x_1^2 - 3,633x_1 - 0,344x_2 + 0,018x_{10}$	0,81

Джерело: розраховано автором

Таблиця 2

Лінійні залежності для прогнозу факторів системи «Ринок плодово-ягідної продукції Півдня України»

Фактор	Регресія	R ²
X ₁ – Виробники	$Y = 803166,100 + 8,762x_3 - 17,834x_7 - 761,105x_8 + 40,051x_{11}$	0,91
X ₂ – Переробні та заготівельні підприємства	$Y = 113922,947 + 0,251x_3 - 0,505x_7 - 33,546x_8 + 5,284x_{11}$	0,83
X ₁₀ – Експорт - імпорт	$Y = 11963,015 + 0,21x_3 - 0,073x_7 - 4,727x_8 + 1,035x_{11}$	0,79

Джерело: розроблено автором

Високі показники розвитку моделі ринку плодово-ягідної продукції (рис. 2), а саме його насичення, можливі або за високої якості продукції, або за залучення наукових технологій. З одного боку, вирощування високоякісних плодових та ягідних культур дає можливість позиціонування на ринку продукції за широким асортиментом та високими конкурентними позиціями, тим самим диверсифікуючи ризики зниження попиту. З іншого боку – впровадження прогресивних технологій, виведених нових продуктивних сортів дає переваги виробникам за показниками кількості продукції, яка пропонуватиметься на внутрішньому ринку або за її межами. Також треба відмітити, що за відсутності застосування науково-технічних розробок стрімко знизиться якість продукції, зменшиться місткість ринку.

За фіксованого значення факторів державної підтримки та науково-технічного прогресу (x_9, x_{11}) побудована поверхня (рис. 3) за рівнянням (8), яка дає можливість спрогнозувати розвиток системи «ринку плодово-ягідної продукції Півдня України» за впливу факторів якості продукції та інвестицій (x_8, x_{12}).

$$Y = 583680 - 4052,22x_8 + 0,037x_{12} + 7,775x_8^2 - 0,0009x_8x_{12}, \quad (8)$$

Коефіцієнт детермінації ($R^2 = 0,91$) вказує на те, що 91% даних відповідає цій моделі для ринку плодово-ягідної продукції від цих факторів.

Моделювання ринку плодово-ягідної продукції (рис. 3) за дії факторів якості та інвестицій показує, що отримання високих результатів, а саме нарощування обсягів продажу свіжих плодів та ягід, за

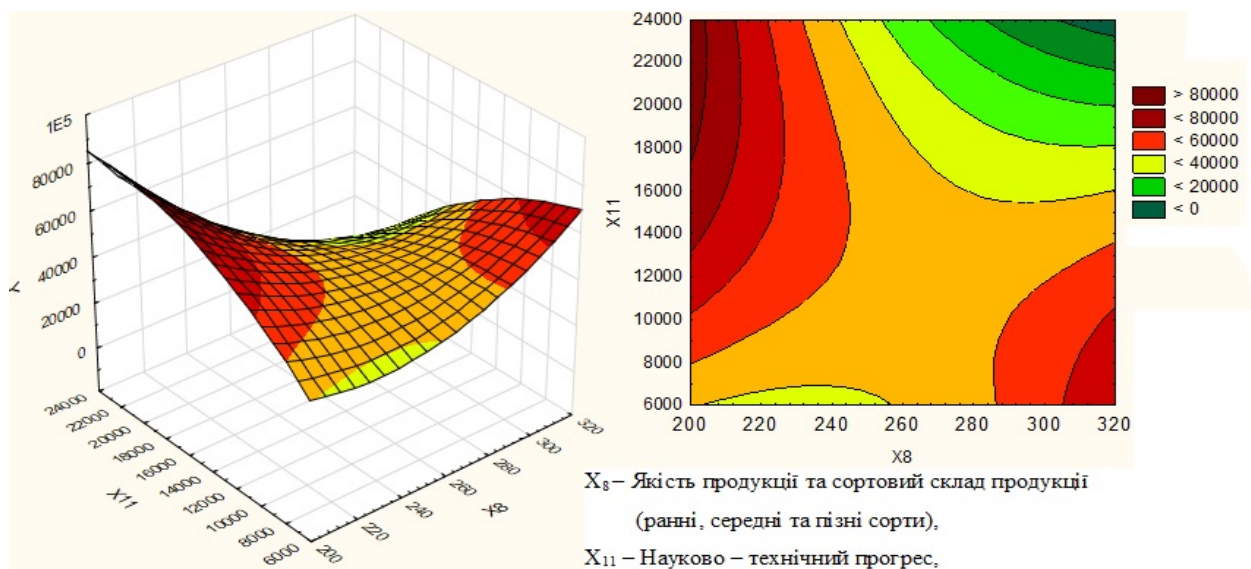


Рис. 2. Модель ринку плодово-ягідної продукції для факторів X_8 – якість продукції та X_{11} – науково-технічний прогрес

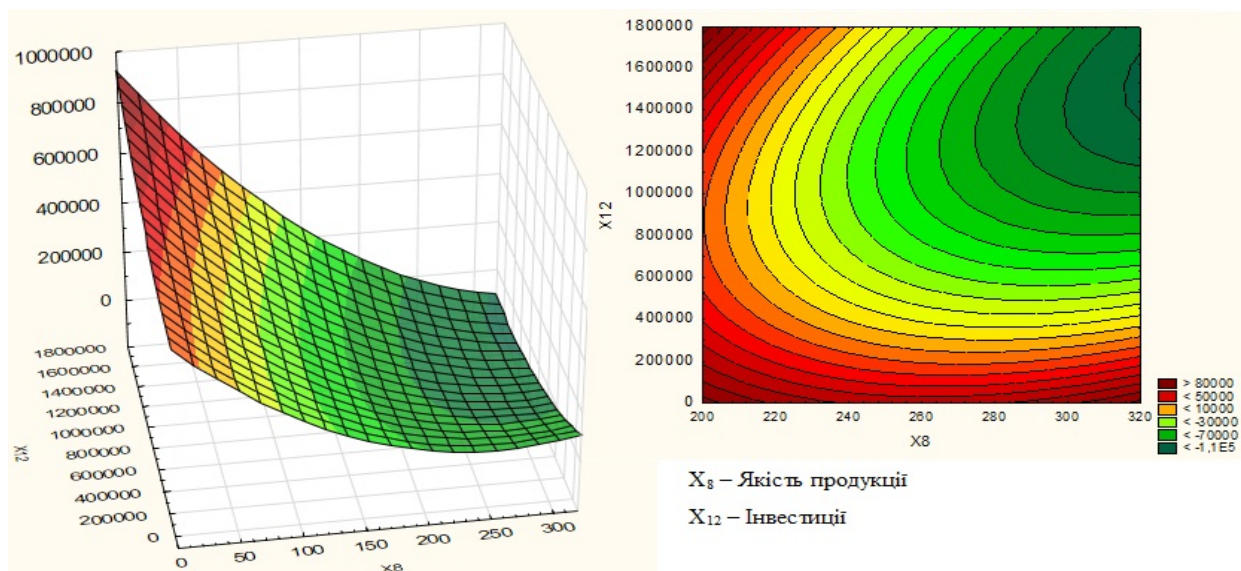


Рис. 3. Модель – ринок плодово-ягідної продукції для факторів X_8 – якість продукції та X_{12} – інвестиції

цим сценарієм можливе лише за високої якості продукції, яка досягатиметься за рахунок значних фінансових інвестицій. У разі зупинення процесу інвестування якість продукції поступово знизиться та модель не буде ефективною. Тобто під час дії цих важелів не завжди прогноз буде позитивний.

За фіксованого значення факторів інвестицій та науково-технічного прогресу (x_{11} , x_{12}) побудована поверхня (рис. 4) за рівнянням (9), яка дає можливість спрогнозувати розвиток системи «ринку плодово-ягідної продукції Півдня України» за впливу факторів якості продукції та державної підтримки (x_8 , x_9).

$$Y = -175850 + 1577,46x_8 + 4.202x_9 - 2,65x_8^2 - 0,027x_8x_9 + 0,0001x_9^2. \quad (9)$$

Коефіцієнт детермінації ($R^2 = 0,94$) вказує на те, що 94% даних відповідає цій моделі.

Модель ринку продукції (рис. 4) за впливу важелів якості продукції та державної підтримки

на розвиток системи показує, що сама по собі державна підтримка, яка не має цільового призначення, а має більш загальний характер, не приведе до росту внутрішнього виробництва та збуту продукції як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках. Якість продукції, яку для досягнення позитивних результатів треба значно підвищувати, приведе до збільшення виробництва продукції. Але за умов відсутності програм підтримки малого та середнього бізнесу у виробників немає можливості виходу на ринки збуту. Тому ця модель розвитку є позитивною лише за умов злагоженої дії цих двох важелів. Поодиночі кожен із визначених факторів не має ефективності.

За фіксованого значення факторів (x_8 , x_9) побудована поверхня (рис. 5) за рівнянням (10), яка дає можливість спрогнозувати розвиток системи «ринку плодово-ягідної продукції Півдня України» за впливу факторів науково-технічного прогресу та інвестицій (x_{11} , x_{12}).

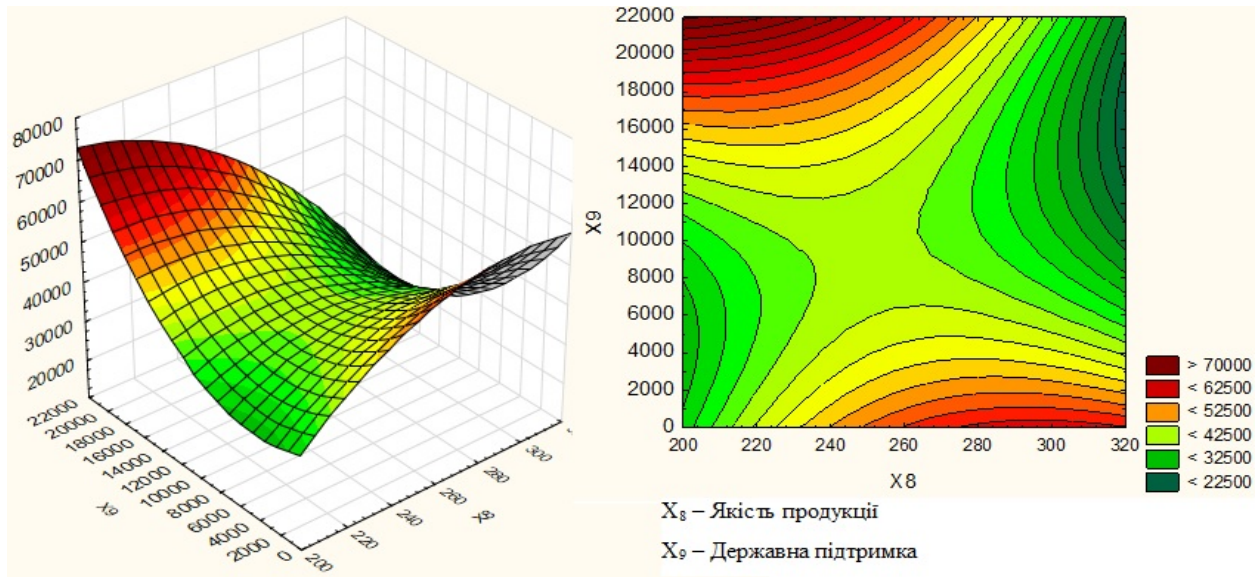


Рис. 4. Модель ринку плодово-ягідної продукції для факторів X_8 – якість продукції та X_9 – державна підтримка

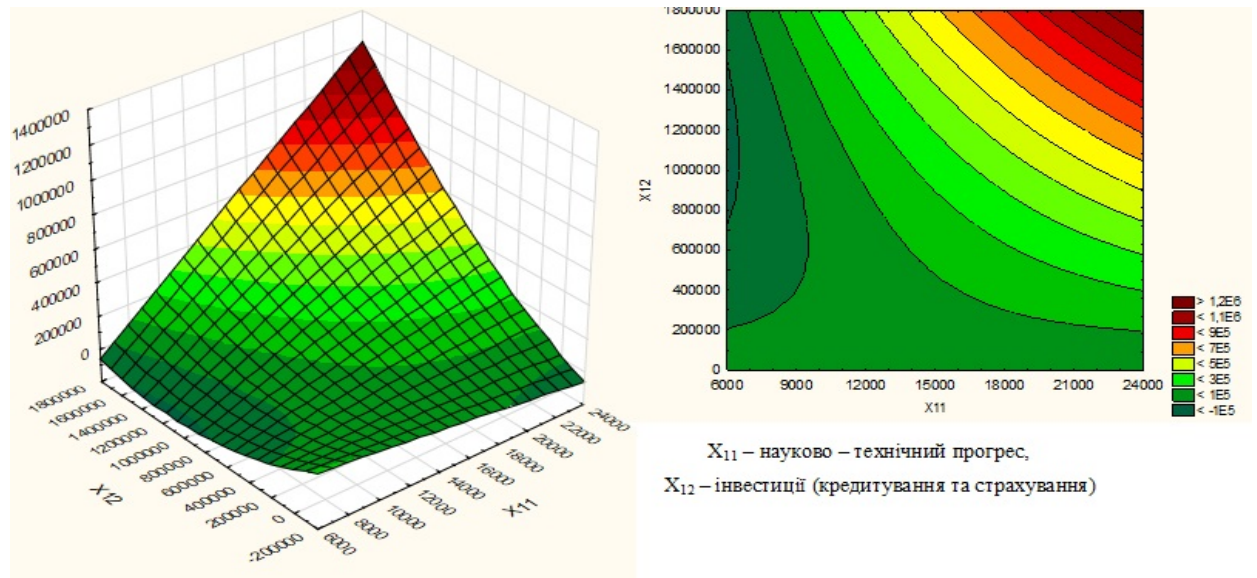


Рис. 5. Модель ринку плодово-ягідної продукції для факторів X_{11} – науково-технічний прогрес, X_{12} – інвестиції

$$Y = 59943,08 + 0,604x_{11} - 0,57x_{12} - 0,0001x_{11}^2 - 0,000042x_{11}x_{12} \quad (10)$$

Коефіцієнт детермінації ($R^2 = 0,85$) вказує на те, що 85% даних відповідає цій моделі для ринку плодово-ягідної продукції.

Модель ринку плодово-ягідної продукції (рис. 5) під час впливу на систему факторів науково-технічного прогресу та інвестицій показує, що самі по собі дії цих важелів неефективні і не приносять бажаних результатів збільшення місткості ринку. Лише за цільової підтримки окремих наукових проєктів із використання новітніх технологій в галузі можливий позитивний результат. Однак треба також зазначити, що це не матиме масовий характер та дає можливість скористатися цим шансом лише невеликій кількості господарств – виробників продукції.

За фіксованого значення факторів (x_8, x_{12}) побудована поверхня (рис. 6) за рівнянням (11), яка дає можливість спрогнозувати розвиток сис-

теми «ринку плодово-ягідної продукції Півдня України» за впливу факторів науково-технічного прогресу та інвестицій (x_9, x_{11}).

$$Y = 31959,19 + 0,696x_9 + 2,1x_{11} - 0,0001x_9^2 - 0,00005x_9x_{11} - 0,0006x_{11}^2 \quad (11)$$

Коефіцієнт детермінації ($R^2 = 0,96$) вказує на те, що 96% даних відповідає цій моделі для ринку плодово-ягідної продукції.

Вплив на модель ринку (рис. 6) факторів державної підтримки та науково-технічного прогресу дає можливість отримати максимальні показники щодо виробництва та збуту плодово-ягідної продукції всередині країни та за її межами. Державна підтримка галузі та її цільова спрямованість на підтримку середнього та малого бізнесу практично одночасно відображається на відкриванні можливостей для виробників щодо впровадження інтенсивних та новітніх технологій у виробництві. Як результат – висока якість та кількість продукції,

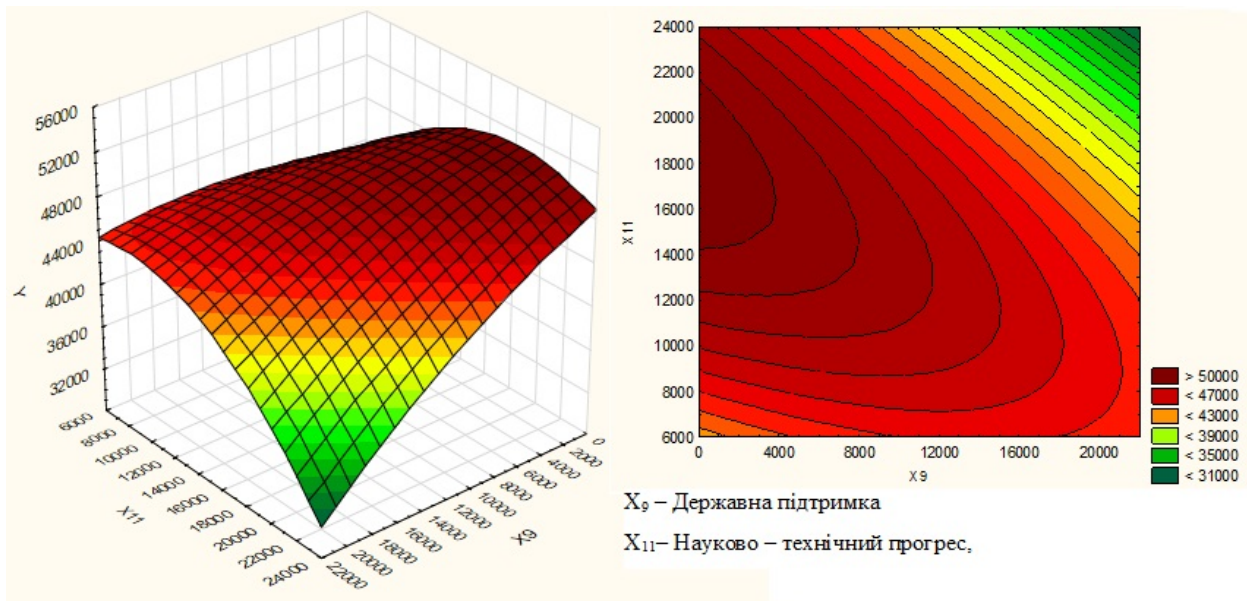


Рис. 6. Модель ринку плодово-ягідної продукції для факторів X_9 – державна підтримка, X_{11} – науково-технічний прогрес

яка приведе до зростання місткості ринку, підвищення конкурентоспроможності не тільки продукції, а і її виробника.

Висновки і пропозиції. Результати проведеного економіко-математичного моделювання та прогнозування розвитку моделі «ринку плодово-ягідної продукції Півдня України» підтверджує необхідність та доцільність застосування цих методів як інструментарію дослідження економічних процесів. Результати свідчать про те, що всі вибрані фактори позитивно впливають на зміни системи. Нами встановлено, що найкращим поєднанням та позитивним впливом на модель ринку є дія таких важелів, як якість продукції, державна підтримка

та науково-технічний прогрес. Саме їх наявність за спрямованої дії та системного і комплексного підходу зробить найбільші позитивні зрушення у розвитку ринку плодово-ягідної продукції відповідного регіону. Отримані висновки є підґрунтям до подальших досліджень важелів з метою надання їм кількісної оцінки, розроблення дієвих концепцій та механізмів впливу на ринок як на економічно-соціальну систему, в якій позитивний досвід та результат повинні отримати не лише виробники з їх економічними інтересами, а і суспільство загалом у вигляді розвитку регіональної інфраструктури і покращення рівня життя сільських жителів.

Список використаних джерел:

1. Нестеренко Б.Б., Новотарський М.А. Формальні засоби моделювання паралельних процесів та систем. Київ : Ін-т математики НАН України, 2012. 334 с.
2. Shevchuk O., Plotnichenko S., Surzhenko N., Nazarova O. Cognitive modeling in the regional strategic management. Springer Nature Switzerland AG. 2019. P. 473–481.
3. Рогальський Ф.Б., Я.С. Курілович, О.О. Цокуренько. Математичні методи аналізу економічних систем. К. : Наукова думка, 2001. 435 с.
4. Шершньова З.Є. Стратегічне управління : гідручник. 2-ге вид., перероб. і доп. К. : КНЕУ, 2004. 699 с.
5. Шиян А.А. Математична модель для впливу суспільних інститутів на ефективність економіки України. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2008. № 2. С. 19–23.
6. Єріна А.М. Статистичне моделювання та прогнозування : навч. посібник. К. : КНЕУ, 2001. 170 с.

References:

1. Nesterenko B.B., Novotarskyi M.A. (2012). *Formalni zasoby modeliuвання paralelnykh protsesiv ta system* [Formal tools for modeling parallel processes and systems]. Kyiv: In-t matematyky NAN Ukrainy. (in Ukrainian)
2. Shevchuk O., Plotnichenko S., Surzhenko N., Nazarova O. (2019). Kohnytyvne modediuvannya rehionalnoho startehichnoho menezhmentu [Cognitive modeling in the regional strategic management]. Springer Nature Switzerland AG, pp. 473–481.
3. Rohalskyi F.B., Ya.S. Kurilovych, O.O. Tsokurenko (2001). *Matematychni metody analizu ekonomichnykh system* [Mathematical methods of analysis of economic systems]. K.: Naukova dumka. (in Ukrainian)
4. Shershnyova Z.Ye. (2004). *Stratehichne upravlinnia: Pidruchnyk*. [Strategic Management: A Tutorial]. K.: KNEU. (in Ukrainian)
5. Shyian A.A. (2008). Matematychna model dlia vplyvu suspilnykh instytutiv na efektyvnist ekonomiky Ukrainy [A mathematical model for the influence of public institutions on the efficiency of the Ukrainian economy]. *Visnyk Vinnytskoho politekhnichnoho instytutu*, no. 2. pp. 19–23.
6. Yerina A.M. (2001). *Statystychnе modeliuвання ta prohnozuvannya: Navch. posibnyk*. [Statistical Modeling and Forecasting: Educ. manual]. K.: KNEU. (in Ukrainian)

Колокольчикова И. В.

Полтавская государственная аграрная академия

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РЫНКА ПЛОДОВО-ЯГОДНОЙ ПРОДУКЦИИ ЮГА УКРАИНЫ: ПРОГНОЗ ДЕЙСТВИЯ СИСТЕМЫ

Резюме

Определена важность применения методов математического моделирования при прогнозировании развития экономических явлений и систем. Рассмотрены результаты сформированной модели системы «рынок плодово-ягодной продукции Юга Украины». Установлены целевые факторы и рычаги, вызывающие изменения. В общем виде составлено уравнение криволинейной зависимости системы. На основании критерия Фишера оценена и подтверждена целесообразность учета факторов и их силы связи в сценарном анализе. В условиях фиксированных значений факторов построены поверхности наиболее благоприятных сценариев развития рынка продукции как экономической системы. Определена совокупность рычагов, которые наиболее положительно способствуют развитию системы. Намечены дальнейшие направления развития рынка продукции как системы при условии учета действия выделенных рычагов.

Ключевые слова: экономико-математическая модель, прогноз, сценарий, рынок, целевые факторы.

Kolokolchikova Iryna

Poltava State Agrarian Academy

ECONOMIC-MATHEMATICAL MARKET MODEL OF FRUIT PRODUCTION IN THE SOUTH OF UKRAINE: FORECAST OF THE SYSTEM

Summary

The market for fruit and berry products is a complex economic system. The effect of its components is influenced by constantly changing variables. Therefore, the need to apply mathematical modeling methods in the development of the forecast of the development of economic phenomena and systems is urgent. In the process of modeling the market of fruit and berry products, the following methods are used: mathematical statistics and econometrics (correlation and regression analysis); optimal decision-making (mathematical programming, operations research, analysis of event scenarios). A model of the system is constructed using mathematical methods: "market of fruit and berry products in the South of Ukraine". The main target factors are established: producers of products, processing and procurement enterprises, the size of export-import operations. In the process of calculating the market size, the levers that affect the system are taken into account. The levers are determined based on scenario analysis and include: product quality, scientific and technical progress, investment, state support for the industry. In General, the equation of the system's curvilinear dependence is compiled. Based on the Fischer criterion, the strength of the connection of factors was evaluated and confirmed. Graphically constructed surfaces of the most favorable scenarios for the development of the product market. The forecast of changes in the market as a system under the action of levers is obtained. Five scenarios were considered. It is determined that the best scenarios are those where the development of the fruit and berry market is influenced by the quality of products, scientific and technical progress and state support for the industry. The results of the study are the basis for further analysis of the impact of certain levers, as well as the development of separate proposals for each of them. With targeted impact and a systematic approach to the implementation of proposals, the market of fruit and berry products will have positive changes. Taking into account forecasts will make it possible to increase the capacity of the product market in the domestic and foreign markets.

Keywords: economic and mathematical model, forecast, scenario, market, target factors.