

УДК 330.4

Ю.В. Синявіна, канд. екон. наук

Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ

У статті представлена методика формулювання економіко-математичних задач, їх вирішення і подальшого проведення аналізу на фактичному матеріалі. Розроблена економіко-математична модель виробництва продукції для аналізу утвореної структури виробництва. Визначено доцільність використання моделі у плануванні розвитку виробництва на перспективу. Проаналізовано можливість виявлення найбільш ефективних шляхів використання ресурсів та нарощування обсягів продукції спираючись на достовірні дані. Представлена економіко-математична модель оптимізації для підприємств обґрунтовує зміни в структурі виробництва, що спрямовано на отримання максимального прибутку з повним використанням ресурсного потенціалу.

Ключові слова: оптимізація, економіко-математичне моделювання, прогнозування виробництва продукції.

Постановка проблеми. Складання прогнозів розвитку виробництва продукції являє собою актуальну задачу як на регіональному рівні, так і для окремих підприємств. У силу ряду мікро- і макроекономічних причин на сучасному етапі зробити це досить важко. В даний час не існує загально визнаних методів, які дозволяють прогнозувати розвиток виробництва продукції в організаціях на перспективу з задовільною достовірністю. Також необхідно відзначити, що зміцнення економічної свободи учасників відтворювального процесу на рівні регіонів обумовлює імовірнісний характер економічних процесів, що відбуваються в різних галузях, і змушує застосовувати сценарний підхід і багатоваріантні альтернативні шляхи пошуку рішень.

На даному етапі практично відсутні економіко-математичні моделі, що відображають особливості процесу відтворення у сільському господарстві, його стохастичну природу, взаємозв'язок галузей, нелінійність і мінливість в ринкових умовах господарювання.

Для вирішення даної проблеми пропонується використовувати методи економіко-математичного моделювання та багатовимірною статистичного аналізу – один з головних інструментів функціонування

господарського механізму, структурного перетворення регіонального ринку та прогнозування динаміки виробництва і реалізації продукції. Зміни, що відбуваються в сучасній економіці, призводять до складання нових і вдосконалення розроблених систем економіко-математичного моделювання. Все це дозволяє виявити приховані резерви економічного зростання підприємств на рівні регіону.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання застосування математичних моделей в сільському господарстві завжди привертало увагу науковців. Вітчизняні і зарубіжні вчені здобули значних результатів у розв’язанні задач оптимізації виробництва продукції.

Питанням системного аналізу та моделювання економіки присвячені роботи В.В. Вітлінського, А.В. Монахова, О.О. Піддубної, В.Б. Середюка та ін. Цими авторами розроблені моделі та методи дослідження економічних систем. Суттєвий вклад у теорію економіко-математичного моделювання галузей народного господарства внесли наукові праці В.М Кравченка, Г.В Чабан, Ж.Д. Анпілогової та ін. Але, нажаль, не всі теоретичні розробки знаходять широке застосування на практиці.

Використання методів економіко-математичного моделювання пов’язане в першу чергу з розумінням виробничих процесів та обмежень, які діють при виробництві та реалізації продукції. Дані обмеження формують структуру економіко-математичної моделі діяльності підприємства та являються основою для вирішення поставленої задачі. Тому важливим завданням постає пошук моделей, що найбільш відповідають сучасним реаліям господарювання та впровадження результатів моделювання у виробництво, враховуючи при цьому різні критерії оптимальності.

Формулювання цілей статті. Незважаючи на складність економіки, пов’язану в першу чергу із значною кількістю одночасно та сукупно діючих факторів, серед яких є і випадкові, сучасні економіко-математичні методи та моделі дозволяють досить адекватно досліджувати реальні економічні явища та процеси.

Метою статті є розробка економіко-математичної моделі оптимізації виробництва сільськогосподарської продукції на ряді обмежень (що відповідає певному використанню виробничих ресурсів), яка дозволить підприємству підвищити рентабельність свого виробництва.

Виклад основного матеріалу досліджень. Для аналізу й синтезу систем управління в економіці використовуються різноманітні економіко-математичні методи та моделі. Основним інструментальним та ефективним методом дослідження систем є метод моделювання, тобто спосіб

теоретичних і практичних дій, спрямованих на створення та використання моделей [1].

Підсумкова мета створення моделі полягає у формуванні ефективних передумов інтенсивного розвитку сільськогосподарського виробництва та отримання найбільшого прибутку, що є важливим показником ефективності економічної діяльності. Це забезпечується раціональним використанням можливих виробничих ресурсів і сприяє підвищенню рентабельності господарської діяльності сільськогосподарських підприємств в сучасних умовах [2].

Розбудова та реалізація економіко-математичної моделі проводиться в кілька етапів (рисунок).

Передбачається поділ вхідної інформації на наступні групи:

1. Виробничі витрати (трудові, на створення страхового фонду, на корми, на матеріальні витрати в розрахунку на одиницю виробленої сільськогосподарської продукції).

2. Результати змінних (дані про урожайність сільськогосподарських культур і продуктивності тварин відповідно до рівні виходу товарної і валової продукції, кормових одиниць і протеїну).

3. Земельні ресурси, обсяги відповідно до виробництва, використання та реалізації сільськогосподарської продукції.

Оптимізаційні моделі дозволяють звести до можливого мінімуму брак ресурсів, наявний в сільськогосподарських підприємствах, головним чином за рахунок раціонального використання трудових, земельних, фінансових, технічних та інших n -ресурсів, добрив і кормів. Поставлена задача досягається через критерій оптимізації аналізованої системи [3].

Максимум прибутку, одержуваний завдяки реалізації сільськогосподарської продукції, виступає критерієм оптимізації. Він є цільовою функцією та обґрунтовується тим, що прибуток є одним із значущих показників економічної ефективності діяльності сільськогосподарських підприємств. Це дозволяє забезпечити оптимальне застосування наявних виробничих n -ресурсів та підвищити рентабельність сільськогосподарського підприємства в сучасних умовах. Виділений критерій оптимізації – максимум прибутку на повний планований термін перспективного розвитку сільськогосподарських підприємств – у відповідності зі своїм змістом цілком відповідає вирішенню даної оптимізаційної задачі.

Формулювання оптимізаційної задачі та вибір критерію оптимальності – максимум прибутку, що отримає сільськогосподарське підприємство від реалізації продукції

Визначення переліку змінних і обмежень, що застосовуються в економіко-математичній моделі

Розрахунок техніко-економічних коефіцієнтів і збір модельних даних для математичного запису задачі оптимізації

Рішення кореляційно-регресійних завдань, що дає ймовірні значення урожайності культур і продуктивності сільськогосподарських тварин

Етапи розробки економіко-математичної моделі оптимізації виробництва продукції

Дослідження моделі на множині варіантів розвитку сільськогосподарського виробництва, що з'являються в процесі вирішення, дозволяє вивчити і виявити найкращий варіант відповідно до узгодженого критерію оптимізації.

Відібраний критерій, відповідно до встановленої задачі, відповідає вимогам забезпечення виконання зобов'язань по поставках продукції

відповідно до договорів і до державних фондів. Тим самим враховується коло інтересів замовника продукції та її виробників [4].

При побудові оптимізаційної моделі необхідно враховувати наступні основні змінні: поголів'я худоби за видами, площі кормових угідь, посівні площі сільськогосподарських культур.

Крім основних, в моделі включаються і допоміжні змінні, які відображають величини виробництва і реалізації продукції галузей рослинництва і тваринництва, оптимальну організацію раціонів годівлі тварин, обсяги виробництва і використання кормів.

У модель також вводяться обмеження:

- гарантоване виробництво основних видів товарної продукції для державних фондів і обов'язкове виконання відповідно до договорів про постачання сільськогосподарської продукції;
- величина земельних ресурсів, поголів'я худоби;
- виробництво та використання кормів;
- виробництво та реалізація сільськогосподарської продукції;
- фінансові ресурси.

В рамках існуючих меж регіону дослідження застосовуються зміни базових параметрів складених моделей, які в свою чергу спираються на фактичні розміри галузей рослинництва і тваринництва.

У моделях число невідомих і обмежень визначається в процесі підготовки матриці, яка враховує конкретні особливості господарств. Використання багатофакторного аналізу кореляційно-регресійного типу для розрахунку порядку модельних коефіцієнтів здійснюється по декількох виробничих функціях з метою вибору найкращих прогнозованих ймовірних рівнів показників сходів сільськогосподарських культур і продуктивності тварин з екстраполяцією даних динамічних рядів [5].

Розраховується пропонований оптимальний баланс в економіко-математичних моделях виробництва і споживання кормів. Моделювання кормової бази припускає, що для кожного виду сільськогосподарських тварин корми повинні бути агреговані у відповідності з групою деталізації окремих видів кормів [6].

Складені економіко-математичні моделі є статично значущими. Оптимізаційну задачу структури сільськогосподарського виробництва для кожного підприємства регіону можна представити таким чином:

$$Z = X - Y \rightarrow \max,$$

де Z – цільова функція, максимізація прибутку; X – сукупність виручки від реалізації сільськогосподарської продукції; Y – сукупність виробничих витрат на продукцію.

На основі побудованої моделі розв'язуваної задачі при економіко-математичному моделюванні передбачається використання методів математичної формалізації умов і вимог до виробництва сільськогосподарської продукції.

При вирішенні завдання і вибору найкращого варіанту розвитку і розміщення виробництва необхідно використовувати систему обмежень сільськогосподарської продукції, яка включає межі знизу і зверху.

Побудова оптимізаційної задачі включає наступні обмеження:

1. По використанню кормових угідь і ріллі:

$$\sum_{j \in J_n} d_{ij} x_j \leq B_i, \quad i \in I_m,$$

де j – порядковий номер змінної ($j = 1, 2, \dots, n$); i – порядковий номер обмежень ($i = 1, 2, \dots, m$); d_{ij} – витрати i -го n -ресурсу на одиницю виміру j -й галузі; x_j – аргумент, що позначає розмір j -й галузі; B_i – обмежуючий розмір угідь сільськогосподарського призначення i -го виду; J_n – множина змінних відповідно до сільськогосподарських культур і угідь; I_m – множина обмежень відповідно до використання ріллі та кормових угідь.

2. За співвідношенням посівних площ та сільськогосподарських культур:

$$\sum_{j \in J_a} x_j \leq (=, \geq) \sum_{j \in J_b} w_{ij} x_j, \quad i \in I_b,$$

де w_{ij} – компонента пропорційності між окремими сільськогосподарськими культурами; J_a – множина змінних відповідно з використанням сільськогосподарських культур у сівозмінах;

J_b – множина обмежень відповідно до сівозмінним вимогами.

3. По групах кормів:

$$\sum_{j \in J_c} b_{ij} x_j \geq c_{ij} x_j, \quad i \in I_c,$$

де b_{ij} – вихід i -го виду кормових одиниць у розрахунку для одиниці виміру j -й рослинницької галузі; c_{ij} – необхідність i -го виду однієї голови j -го виду худоби в групі кормів; J_c – множина змінних відповідно до кормовиробництва; J_d – множина змінних відповідно до тваринницької галузі; I_c – множина обмежень відповідно до кормового балансу.

4. По виробництву та використанню сільськогосподарської продукції:

$$\sum_{j \in J_d} a_{ij} x_j \geq \sum_{j \in J_f} x_j, \quad i \in I_y,$$

де a_{ij} – вихід продукції i -го виду в розрахунку для одиниці виміру j -й галузі; J_d – множина змінних відповідно до видів галузей тваринництва;

J_f – множина змінних відповідно до видів реалізованої продукції; I_y – множина обмежень відповідно до виробництва і з використання продукції.

5. По гарантованому обсягу виробництва сільськогосподарської продукції:

$$\sum_{j \in J_f} a_{ij} x_j \leq Q_i, i \in I_z,$$

де Q_i – гарантований обсяг виробництва продукції; I_z – множина обмежень відповідно до гарантованого виробництвом продукції.

6. За визначенням сукупної виручки:

$$\sum_{j \in J_p} q_j x_j = X',$$

де q_j – вихід товарної продукції в грошовому вираженні для одиниці j -ї галузі; J_p – множина змінних відповідно до підсумовуванням виручки від реалізації продукції.

7. За визначенням виробничих витрат:

$$\sum_{j \in J_t} g_j x_j = X''$$

де g_j – витрати матеріальних засобів в грошовому вираженні для одиниці j -ї галузі; J_t – множина змінних відповідно до підсумовування собівартості сільськогосподарської продукції.

8. Критерій невід'ємності змінних:

$$x_i \geq 0.$$

Будь-яке обмеження відповідає використанню виробничих ресурсів, що в свою чергу дозволяє забезпечити балансову ув'язку кількості n -ресурсів з їх наявністю в сільськогосподарській підприємства.

Ступінь розвитку виробничого, n -ресурсного потенціалів для кожної сільськогосподарської підприємства визначається сукупністю змінних. Одиницями виміру змінних в моделі є не тільки натуральні показники (гектари, центнери), але і вартісні показники.

Також при побудові оптимізаційних моделей необхідно враховувати, що всі функціонуючі в адміністративних межах сільськогосподарській підприємства мають задані ґрунтово-кліматичні умови і, відповідно, для них повинні бути визначені рівні економічні обставини. Також потрібно звернути увагу на те, що при побудові для окремого сільськогосподарського підприємства моделей виробництва притаманні альтернативність розвитку при однаковому початковому обсязі залучених ресурсів.

У підсумку рішення оптимізаційної задачі передбачається повний облік і коливань врожайності культур, і продуктивності тварин, і всіх

похідних від економічних показників (продуктивності праці, собівартості і ціни реалізації виробленої продукції).

Для орієнтації на максимально можливий рівень ефективності при визначенні перспектив розвитку сільськогосподарських організацій необхідно враховувати реальні результати і задіяні виробничі *n*-ресурси.

Отже, є неоднаковість в модельних варіантах, що припускає внесення корекції рівнів урожайності культур і продуктивності сільськогосподарських тварин, грошових витрат і цін реалізації сільськогосподарської продукції з урахуванням офіційного рівня інфляції [7].

Також в підсумку одержувані оптимізаційні моделі дозволяють виявити найбільш оптимальні величини виробництва різних видів сільськогосподарської продукції та їх комбінацію між собою.

Для кожного сільськогосподарського підприємства в процесі проведення розрахунків визначаються:

- розміри і склад галузей сільськогосподарського виробництва та їх раціональна відповідність в загальній кількості;
- розподіл з урахуванням вимог сівозміни основних сільськогосподарських культур;
- поголів'я худоби, забезпеченого повноцінними кормами і приміщеннями утримання, обсяги кормового виробництва та його використання, оптимальні раціони в годівлі тварин;
- величини виробництва продукції галузей рослинництва і тваринництва та її реалізації;
- основні результативні показники фінансово-економічної діяльності [8].

Встановлення двоїстих оцінок для виробництва сільськогосподарської продукції і для використання виробничих ресурсів супроводжується вирішенням головної задачі.

Висновки. Таким чином, побудова моделей, запропонованих у дослідженні, дозволяє виявити варіант, оптимальний для поєднання структури сільськогосподарського виробництва і обсягів виробництва продукції для сільськогосподарських організацій в перспективі.

Виконання розрахованих оптимальних варіантів на практиці, як наслідок, призведе до стабільного збільшення прибутку, забезпечення рентабельної роботою сільськогосподарських товаровиробників, яку можна спрямувати на розширення і розвиток виробництва та на задоволення соціальних потреб.

Практичне здійснення складених моделей, відповідно з попередніми оцінками, дозволить зменшити витрати на виробництво сільськогосподарської продукції і, відповідно, поліпшити фінансовий результат як показник успішного ведення аграрними підприємствами господарсько-виробничої діяльності.

Також, застосування результатів моделювання допоможе виділити ті пріоритетні перспективи діяльності сільськогосподарських підприємств, які слід розвивати з урахуванням наявних кліматичних умов, культурних і національних традицій сільського населення і його виробничої кваліфікації.

Бібліографічний список: 1. Вітлінський В.В. Моделювання економіки: навч. посібник / В.В. Вітлінський. – К. : КНЕУ, 2003. – 408 с. 2. Кравченко В.М. Теоретико-методологічні засади моделювання сільськогосподарського виробництва / В.М. Кравченко // Економіка: проблеми теорії та практики. Збірник наукових праць. Випуск 166. – Дніпропетровськ: ДНУ, 2002. – С. 216-224. 3. Чабан Г.В. Моделювання як метод прогнозування в сільському господарстві / Г.В. Чабан // Зб. наук. пр. Черкаського держ. техн. ун. – Сер.: Економічні науки. – 2003. – Вип. 11. – С. 284-289. 4. Середюк В.Б. Застосування економіко-математичних методів для розв’язання економічних задач / В.Б. Сердюк // Вісник соціально-економічних досліджень, 2014 рік, випуск 1 (52). 5. Монахов А.В. Математические методы анализа экономики / А.В. Монахов. – Санкт-Петербург: «Питер», 2002. – 176 с. 6. Піддубна О.О. Економіко-математичне моделювання в управлінні виробничим потенціалом / О.О. Піддубна // Економіка та держава. – 2009. – № 12. – С. 49-50. 8. Анпілогова Ж.Д. Оптимізація раціональної структури виробництва сільськогосподарського підприємства / Ж.Д. Анпілогова // Агросвіт. – 2009. – № 12. – С. 26-29.

Ю.В. Синявина. Экономико-математическое моделирование оптимизации производства продукции. В статті представлена методика формулювання економіко-математических задач, їх рішення і подальшої аналізу на фактичному матеріалі. Розроблена економіко-математическа модель виробництва продукції для аналізу сформованої структури виробництва. Визначено доцільність використання моделі в плануванні розвитку виробництва на перспективу. Проаналізовано можливість виявлення найбільш ефективних шляхів використання ресурсів і нарощування об’ємів продукції опираючись на

достоверные данные. Представленная экономико-математическая модель оптимизации для предприятий обосновывает изменения в структуре производства, направленные на получение максимальной прибыли с полным использованием ресурсного потенциала.

Ключевые слова: оптимизация, экономико-математическое моделирование, прогнозирование производства продукции.

YU. Synyavina. Economic and mathematical modeling optimization production. Application modeling of economic processes is due in order to reproduce the many links that exist in the economy, and to establish the degree of influence of internal and external factors on the results of the production and business activities, as well as addressing specific economic problems.

The article is to develop economic and mathematical optimization model of agricultural production on a number of limitations (which corresponds to a use of inputs), which will allow the company to increase the profitability of their production.

This article illustrates the skill of formulating economic and mathematical problems, their solutions, and further analysis on the actual material.

The use of economic-mathematical model for the current development planning and production planning for the future to determine its basic parameters. The developed model is applicable in the analysis of the resulting structure of production. With it is possible to identify the most appropriate ways of resources and increase the volume of production, while relying on reliable data. The economic and mathematical model for optimizing the organization justifies a change in the structure of production that aims to maximize profits by making full use of the resource potential.

Use simulation results to help identify those priority prospects of agricultural organizations should be developed within existing climatic conditions, cultural and national traditions of the rural population and industrial development.

Keywords: optimization, economic and mathematical modeling, forecasting production.