

УДК 332.133.6:330.43

І. І. Княженко

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ АГРОПРОДОВОЛЬЧОГО КЛАСТЕРА РЕГІОНУ

Анотація. У роботі запропоновано підхід до моделювання процесу функціонування агропродовольчого кластера на основі гібридної математичної моделі у формі лінійної задачі оптимізації, що базується на оптимізаційно-імітаційному підході. Ця багатофакторна модель покладена в основу визначення прогнозного економічного ефекту від функціонування агропромислового кластера, що дозволяє здійснити системний підхід до продовольчої забезпеченості регіону.

Ключові слова: агропродовольчий кластер, оптимізаційно-імітаційний підхід, багатофакторна модель, економіко-математична модель агропродовольчого кластера.

Summary. The article proposes the approach to modeling the functioning process of the agri-food cluster based on hybrid mathematical model in the form of linear optimization problems which is based on simulation-optimization approach. This multifactorial model is the basis for determining the projected economic effect on the functioning of agriculture cluster, which allows to make systematic approach to food security in the region.

Key words: agri-food cluster, optimization and imitation approach, multifactorial model, economic and mathematical model of agri-food cluster.

Постановка проблеми. За даними рейтингу конкурентоспроможності національних економік 140 країн світу, який розраховувався World Economic Forum у Давосі в 2015 році, Україна посіла 79 місце, що на три позиції нижче, ніж у 2014 році. Подолати проблеми відставання можливо за рахунок використання кластерного управління економікою, що широко використовується в розвинених країнах.

Аграрне виробництво відноситься до складних, відкритих, динамічних, недетермінованих економічних систем, здатних до самоорганізації, самовідновлення, самонавчання та саморозвитку. З огляду на це, у дослідженнях інноваційного оновлення аграрного виробництва доцільне використання кластерного підходу, орієнтованих на розробку й використання наукомістких аграрних інновацій для здобуття виробничих конкурентних

переваг та забезпечення економічного зростання на державному й регіональному рівні. У зв'язку з цим актуальною є проблема розробки економіко-математичної моделі щодо ефективного функціонування агропродовольчого кластера, що сприятиме продовольчій безпеці регіону.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Моделювання агропромислового комплексу (АПК) в умовах обмеженого ресурсного забезпечення сільського господарства неможливе без обґрунтування засобами аналітичного, імітаційного, інформаційного, структурного та ситуаційного моделювання, що використовують у своїх фундаментальних працях значна кількість сучасних провідних науковців, основними з яких є: Н. Є. Бойцун, О. М. Бутник, В. В. Вітлінський, Л. Н. Сергеева та ін. Багатоаспектні дослідження з питань економіко-математичного моделювання

© І. І. Княженко, 2015

в аграрній економіці дістали подальшого розвитку в фундаментальних працях М. Є. Браславця, Н. К. Васильєвої, В. А. Кадієвського, А. В. Медведєва, Б. К. Сирти та інших провідних учених.

Теоретична і практична значимість проблеми стали підставою для формування **мети статті** — побудови оптимізаційної математичної моделі для оцінки ефективності агропродовольчого кластера, в якій враховані операційні, інвестиційні, фінансові потоки.

Виклад основного матеріалу дослідження. Необхідність вивчення інтегрованих структур у агропромисловому комплексі пов'язана зі змінами виробничих відносин, соціально-політичних та організаційно-економічних умов виробництва, формуванням багатокладної економіки, розвитком ринку, що сприяє зміні структур і механізмів взаємодії підприємств агропромислового комплексу.

Одним із важливіших інструментів стійкого розвитку регіонального агропромислового комплексу може стати формування такої регіональної інтеграційної структури, як кластер — системи співпраці щільно пов'язаних і територіально близьких підприємницьких мереж та організаційних структур (виробників, постачальників, споживачів, уряду, громадських, наукових та освітніх установ, об'єктів інфраструктури, технопарків) з метою організації, раціонального використання і нарощування виробництва продукції світового рівня (інноваційної спрямованості) [1]. Агропродовольчі кластери є своєрідним локомотивом динамічного розвитку сільського господарства та переробної промисловості, спрямованим на підвищення рівня та якості продовольчого забезпечення населення регіону. Крім того, формування агропромислових кластерів може стати одним із перспективних напрямків як у вирішенні стратегічних завдань агропродовольчої сфери, так і в підвищенні стійкого економічного розвитку регіону [2]. Обґрунтування доцільності формування агропродовольчого кластера як складної соціально-економічної системи має базуватися на використанні системного підходу, суть якого полягає в оптимізації грошових потоків доходів і витрат основних економічних агентів, що зацікавлені в ефективному функціонуванні агропродовольчого кластера регіону. Системний підхід до продовольчої забезпеченості — це сукупність і комплексне використання різних підходів до діяльності АПК, а саме: структурного, управлінського, фінансово-бюджетного та ін. [3].

Для рішення вищезазначеної задачі необхідно розробити математичні моделі управління сільськогосподарською галуззю, її підсистемами або інтегрованими структурами для оцінки їх діяльності.

При розробці моделей складних соціально-економічних систем і оцінці ефективності їх функціонування, у зв'язку з наявністю безлічі, що впливають на це, чинників, виникають проблеми операційних, інвестиційних, фінансових потоків економічних агентів, що породжує необхідність розгляду значної кількості даних, які використовуються в процесі моделювання. Для обробки цієї інформації використовуються автоматизовані засоби аналізу, ефективність застосування яких залежить від збалансування математичних моделей, що лежать в основі алгоритмів її обробки. При цьому застосовуються або імітаційні, або оптимізаційні математичні моделі [4].

У імітаційних моделях докладно описуються інвестиційні, виробничі та фінансові потоки вказаних структур, що потребує значної кількості чисельних експериментів. Це не дає можливості вирішити задачу оптимізації потоків і не гарантує отримання навіть квазіоптимального сценарію. У оптимізаційних моделях результат функціонування соціально-економічної системи описується у виді спрощених виробничих функцій.

Запропонована гібридна математична модель у формі лінійної задачі оптимізації базується на оптимізаційно-імітаційному підході. У зазначеній моделі при формуванні доходних і видаткових характеристик економічних агентів (виробника, споживача, податкового органу) використовується досить універсальний алгоритм, який відповідає існуючим правилам розрахунку прибутку, амортизації, податкових та інших витрат виробника [5].

Для обґрунтування доцільності формування агропродовольчого кластера модифікується математична модель реальних інвестицій [6], де в якості основного критерію ефективності функціонування економічної системи (агропродовольчого кластера) вибирається дисконтоване сальдо її доходних і видаткових потоків.

Для математичної постановки задачі необхідно ввести такі позначення:

y_k — обсяг виробництва за k -м видом сільськогосподарської продукції, тис. т;

m_k — кількість придбаних основних виробничих фондів для виробництва k -го виду сільськогосподарської продукції, од.;

q_k — прогнозний попит на продукцію k -го виду у вартісному виразі, грн;

V_k — проектна продуктивність основних виробничих фондів за k -м видом;

T_k — термін служби основних виробничих фондів k -го виду, роки;

P_k — вартість одиниці продукції k -го виду, грн;

T — термін дії (горизонт планування), роки;

c_k — середньорічна вартість основних виробничих фондів k -го виду сільськогосподарської продукції, грн;

$x_k = c_k m_k$ ($k = 1, \dots, n$) — інвестиції (вартість, вкладення для підтримки в робочому стані) придбаних основних виробничих фондів k -го типу, грн;

$x_{n+k} = P_k m_k y_k$ ($k = 1, \dots, n$) — виручка від продажу продукції k -го виду, грн.;

З урахуванням наведених позначень визначимо y_k — випуск продукції k -го виду, т:

$$y_k = \frac{x_{n+k}}{P_k m_k} = \frac{c_k x_{n+k}}{P_k x_k}, \quad (k = 1, \dots, n)$$

$$R = \sum_{k=1}^n P_k m_k y_k, \quad (1)$$

де R — сумарна виручка від реалізації за всіма видами продукції;

$F = \beta R$ — фонд оплати праці, що визначається як експертно заданий відсоток β виручки від реалізації R всієї продукції;

$$X = \sum_{k=1}^n x_k, \quad (2)$$

де X — сумарні інвестиції в придбання основних виробничих фондів;

$$A_m = T \sum_{k=1}^n \frac{c_k m_k}{T_k}, \quad (3)$$

де A_m — сума амортизаційних відрахувань за весь горизонт планування T за всіма видами основних виробничих фондів, грн;

z — сумарні матеріальні витрати, що визначаються у виді заданого відсотка від загальних витрат діяльності агропродовольчого кластера, грн;

$\delta_k = \frac{P_k V_k}{c_k}$ — відносний показник ефективності за k -м видом основних виробничих фондів;

$$\gamma_k = \alpha_3 \cdot \frac{T}{T_k} - 1;$$

$$\sigma_k = \alpha_3 \cdot \frac{T}{T_k} = \gamma_k + 1;$$

$$\theta_k = \frac{T}{T_k};$$

$$\gamma = (1 - \alpha_3) (1 - \beta), \quad (k = 1, \dots, n).$$

Чистий прибуток (після оподаткування), отриманий учасниками агропродовольчого кластера, буде відображений такою формулою:

$$W = (1 - \alpha_3) (R - (Am + F(1 + \alpha_4) + X + z)), \quad (4)$$

де α_3 — ставка єдиного сільськогосподарського податку (ЕСГП); α_4 — ставка відрахувань на обов'язкове страхування з фонду оплати праці, або, з урахуванням введених позначень:

$$W = (1 - \alpha_3) \left[\sum_{k=1}^n \theta_k x_k + (1 - \beta) \sum_{k=1}^n x_{n+k} \right]. \quad (5)$$

Власні кошти агропродовольчого кластера можливо навести у виді:

$$D_s = A_m + W,$$

або, з урахуванням введених позначень:

$$D_s = \sum_{k=1}^n \gamma_k x_k + \gamma \sum_{k=1}^n x_{n+k}. \quad (6)$$

Припустимо, що в процесі свого функціонування агропродовольчий кластер буде платоспроможний, тим самим буде виконуватись умова:

$$D_s \geq 0.$$

Серед основних факторів, що впливають на стабільний розвиток і ефективність функціонування будь-якої економічної системи, можливо виокремити два фактори, а саме:

— фактор попиту на вироблену продукцію як основний ринковий фактор, що дозволяє уникнути неефективного розвитку економічної системи через перевиробництво продукції;

— фактор науково-технічного прогресу, що обмежує виробничі можливості економічної системи характеристиками і рівнем розвитку основних фондів, які безпосередньо залучені до процесу виробництва продукції та впливають на обсяг і якість своєї продукції, тому при функціонуванні агропродовольчого кластера доцільно враховувати такі обмеження:

1) $0 \leq P_k m_k y_k \leq q_k$ — обсяг продажу продукції k -го типу (у вартісному вираженні) не перевищує попит на неї;

2) $0 \leq y_k(t) \leq q_k$ — випуск продукції k -го типу не перевищує продуктивності основних виробничих фондів (що визначається рівнем науково-технічного прогресу).

Критерієм ефективності (оптимізації) в моделі агропродовольчого кластера вважається його чиста наведена вартість J , що відображає додану вартість функціонування створюваної інтегрованої структури:

$$J = -\bar{I} - I + \frac{W + A_m}{1 + r}, \quad (7)$$

де r — ставка дисконтування, що враховує рівень інфляції, вимоги прибутковості інвестора та інші ризики за весь період функціонування агропродовольчого кластера.

Враховуючи наведені позначення та формули (1)–(4), математична модель агропродовольчого кластера набуває формалізованого виду:

$$I = \frac{\sum_{k=1}^n \sigma_k x_k + \gamma \cdot \sum_{k=1}^n x_{n+k}}{1 + r}, \quad (8)$$

$$\begin{cases} \sum_{k=1}^n y_k x_k + \gamma \sum_{k=1}^n x_{n+k} + x_{2n+1} + x_{2n+2} \\ x_{n+k} \leq q_k; \quad x_{n+k} \leq \delta_k x_k \quad (k=1, \dots, n) \\ x_k \geq 0, \quad (k=1, \dots, 2n) \end{cases} \quad (9)$$

Таким чином, можна говорити про універсальність наведеної оптимізаційної математичної моделі для оцінки ефективності агропродовольчого кластера, в якій враховані операційні, інвестиційні, фінансові потоки, що виникають в результаті діяльності та беруть участь в даній соціально-економічній системі економічних агентів — виробника (прибуток, витрати), споживача (фонд оплати праці), податкового органу (найбільші податкові потоки), а також обмеження їх діяльності (платоспроможність, попит, науково-технічний прогрес, інвестиційні обмеження) — з урахуванням специфіки сільськогосподарського виробництва регіону.

Висновки. Модель (9) є багатопараметричною задачею лінійного програмування, при вирішенні якої визначається оптимальний рівень інвестицій, виробництва та виручки від реалізації продукції. Ця задача враховує податкові потоки, зарплатомісткість, матеріальні витрати, характеристики основних виробничих фондів (середньорічна вартість, термін корисного використання), характеристики продукції (вартість за кожним видом сільськогосподарської продукції, споживчий попит), показники середовища функціонування агропродовольчого кластера (показники внутрішнього і зовнішнього середовища): ставка дисконтування (враховує рівень інфляції, вимоги прибутковості інвестора та інші ризики за весь період функціонування агропродовольчого кластера), горизонт планування, максимальні суми інвестиційних вкладень у розвиток галузі.

На відміну від базової, наведена модель адаптована до аналізу функціонування регіонального агропродовольчого кластера і має такі змістовні особливості:

— застосовується до агропродовольчого кластера, що характеризується високою матеріальною затратністю сільськогосподарського виробництва (питома вага матеріальних витрат у структурі витрат на виробництво сільськогосподарської продукції коливається на рівні 60–70 %);

— враховує специфіку сільськогосподарського виробництва у виді високої зарплатоємності (питомої ваги заробітної платні працівників галузі в загальних витратах агропідприємств), що веде до низької продуктивності праці та обмежує конкурентоспроможність галузі;

— враховує підвищений термін експлуатації основних виробничих фондів в АПК, що істотно відрізняється від інших галузей економіки. Більше 80 % техніки та обладнання у сільському гос-

подарстві, що використовувались у виробничому процесі, знаходяться за межами нормативного терміну експлуатації;

— використовує спеціальний режим оподаткування єдиного сільськогосподарського податку для агропідприємств, істотно знижує податкове навантаження на сільськогосподарських товаровиробників і первинних переробників сільськогосподарської сировини;

— враховує особливості динаміки попиту на продукцію, яка характеризує відносну сталість, що відрізняє сільськогосподарську галузь від інших галузей економіки.

Таким чином, функціонування агропродовольчого кластера стане основою для зміцнення організаційно-економічної стійкості суб'єктів АПК, що сприятиме продовольчій безпеці регіону. Оптимізаційна математична модель для оцінки ефективності агропродовольчого кластера може бути покладена в основу визначення прогнозного економічного ефекту від функціонування кластера.

Література

1. Федорова В. Г. Теоретико-методичні підходи до визначення поняття «кластер» [Електронний ресурс] / В. Г. Федорова // Електронне наукове фахове видання «Ефективна економіка» ДДАЕУ. — Режим доступу : <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=704/>
2. Саблук П. Т. Кластеризація як механізм підвищення конкурентоспроможності та соціальної спрямованості аграрної економіки / П. Т. Саблук, М. Ф. Кропивко // Економіка АПК. — 2010. — № 1. — С. 3–12.
3. Германенко Л. М. Формування та розвиток продовольчої забезпеченості регіону: дис. ... канд. екон. наук : 08.00.05 / Германенко Людмила Миколаївна. — Черкаси, 2013. — 200 с.
4. Васильєва Н. К. Економіко-математичне моделювання системного інноваційного оновлення аграрного виробництва : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра екон. наук : спец. 08.00.11 «Математичні моделі, методи та інформаційні технології в економіці» / Н. К. Васильєва. — К., 2007. — 43 с.
5. Медведєв А. В. Концепція оптимізаційно-імитаційного моделювання регіонального соціально-економічного розвитку / А. В. Медведєв // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. — 2013. — № 7. — С. 21–25.
6. Медведєв А. В. Применение z-преобразования к исследованию многокритериальных линейных моделей регионального экономического развития : [монография] / А. В. Медведєв. — Красноярск : Изд-во СибГАУ им. акад. М. Ф. Решетнева, 2008. — 228 с.