

УДК 519.86:[334.72:63]

DOI: <https://doi.org/10.32851/2708-0366/2020.1.36>**Кавун Г.М.**

старший викладач кафедри прикладної математики  
та економічної кібернетики,  
Державний вищий навчальний заклад  
«Херсонський державний аграрний університет»  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2912-4536>

**Kavun Halyna**

State Higher Educational Institution  
«Kherson State Agrarian University»

## ВПРОВАДЖЕННЯ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ РОЗРАХУНКУ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗВИТКУ АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВ

### IMPLEMENTATION OF THE ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODEL FOR CALCULATING THE OPTIMAL DEVELOPMENT OF AGRICULTURAL ENTERPRISES

Досліджено методи та алгоритми рішення задач впровадження економіко – математичного моделювання в процес розрахунку оптимальної спеціалізації аграрних підприємств з метою підвищення ефективності їх роботи в умовах розвитку ринкових відносин. Охарактеризовано загальні підходи до напрямку розвитку підприємства та наведено критерії оптимальності в сучасних умовах господарювання. Показана необхідність удосконалення методів оптимального вибору напрямку розвитку аграрних підприємств, кінцевим результатом якої буде можливість керівництву обирати оптимальну спеціалізацію підприємства. Встановлено необхідність створення моделі для розрахунку оптимального вибору спеціалізації підприємства. Розроблена економіко-математична модель для оптимізації спеціалізації аграрного підприємства.

**Ключові слова:** модель, система управління, оптимізаційні моделі, економічна ефективність, оптимальна спеціалізація.

Исследованы методы и алгоритмы решения задач внедрения экономико–математического моделирования в процесс расчета оптимальной специализации аграрных предприятий с целью повышения эффективности их работы в условиях рыночных отношений. Охарактеризованы общие подходы к направлению развития предприятия и приведены критерии оптимальности в современных условиях хозяйствования. Показана необходимость усовершенствования методов оптимального выбора направления развития аграрных предприятий, конечным результатом которой будет возможность руководителю выбирать оптимальное направление развития. Установлена необходимость создания модели для расчета оптимального выбора специализации предприятия. Разработана экономико–математическая модель оптимизации специализации аграрного предприятия.

**Ключевые слова:** модель, система управления, оптимизационные модели, экономическая эффективность, оптимальная специализация.

Methods and algorithms for solving the problem of introducing economic and mathematical modeling into the process of calculating the optimal specialization of agricultural enterprises in order to increase their efficiency in the development of market relations are investigated. The general approaches to the work of the enterprise are characterized and criteria for its optimality in modern business conditions are given. A complex identification method is investigated, associated with the construction of an optimization model, the end result of which will be the opportunity for management to compare their resource capabilities, namely material and financial, with the needs of the enterprise, evaluate them from the point of view of business development and make recommendations for making the right decisions on the optimal distribution means of production between branches of production. The essence is determined and the significance of the optimal choice of specialization of agricultural enterprises and the size

*of their production is revealed. A retrospective of the development of modeling in agriculture is studied, associated with the construction of an optimization model, the final result of which will be the choice of the optimal specialization that will bring maximum production result. The general approaches to the optimal distribution of sectors of agricultural enterprises in modern economic conditions are characterized. The necessity of using modern methods for calculating the optimization of specialization of enterprises in the agricultural sector of the economy and the creation, on the basis of sufficient optimality conditions, of a model for the optimal choice of the direction of development of an agricultural enterprise is established. Finding the optimal specialization determines the most effective results of the functioning of the enterprise, involves the construction of models for selecting the industry, as well as solving the problem of optimal management of the economy. The factors shaping the environment of agricultural enterprises, as well as the criteria for choosing the optimal specialization are determined. An economic-mathematical model has been developed to calculate the optimal specialization of agricultural enterprises.*

**Key words:** model, control system, optimization models, economic efficiency, optimal specialization.

**Постановка проблеми.** Спеціалізація – один із важливих факторів, які визначають ефективність виробництва. В аграрних підприємствах вона характеризується співвідношенням головних (ведучих) та допоміжних галузей. Виробнича направленість сільськогосподарського підприємства, тобто його спеціалізація, визначається економічними і природними умовами, які здійснюють вирішальний вплив на рівень ефективності різних галузей. Закономірно і зрозуміло прагнення підприємств виробляти найбільш рентабельні види продукції. Але в умовах сільського господарства ефективність окремої галузі не можна розглядати ізольовано від інших, пов'язаних з нею галузей. В аграрних підприємствах вони мають більш або менш тісні прямі або зворотні зв'язки.

Співвідношення галузей дозволяє в більшому об'ємі використовувати техніку, трудові ресурси, робить виробництво більш рівномірним. Разом з тим більша кількість їх в одному господарстві також не бажана; чим більше галузей, тим вони дрібніші. Тут виступає інший фактор – переважання крупного виробництва над мілким. Отже, в аграрних підприємствах повинно бути таке співвідношення галузей, яке б усунуло недоліки вузько спеціалізованих господарств і дозволило б використовувати переваги крупного виробництва при даних природно-економічних умовах.

Сучасні соціально-економічні перетворення в сільському господарстві та ринкова орієнтація аграрного сектора об'єктивно вимагають застосування нових методів ведення господарства підприємств, які спрямовані на визначення оптимальної спеціалізації аграрного підприємства, використання та раціональних витрат наявних ресурсів, що сприяє покращенню економічної ефективності господарської діяльності. Знаходження оптимальних галузей виробництва передбачає побудову моделей об'єктів управління в різних напрямках діяльності аграрного сектору економіки. Сучасне функціонування підприємств аграрного сектору економіки дають право стверджувати, що вибір оптимальної спеціалізації аграрних підприємств є ключовим чинником розвитку будь-якого сільськогосподарського підприємства. Оптимальна спеціалізація – це напрямок виробництва, який в даних умовах сприяє раціональному, найбільш ефективному використанню землі, праці, техніки та інших засобах, за допомогою яких можна отримати максимум продукції при даних ресурсах і забезпечити мінімум затрат на одиницю продукції. При управлінні підприємством доцільно застосовувати методи оптимізації, які є універсальним методом наукового пізнання та визначення факторів економічного зростання аграрних підприємств, які неможливі без застосування економіко-математичних моделей. Використання сучасних методів розрахунку оптимальної спеціалізації підприємств у аграрному секторі економіки неможливе без застосування економіко-математичних моделей.

**Аналіз останніх досліджень.** До економіко-математичного моделювання протягом останнього часу спостерігається підвищений інтерес вітчизняних науковців. Серед них: Кравченко Р.Г., Лотиш О.Я., Московчук А.Т., Сіненко М.І., Чернецька О.В. та інші. Проте залишаються недостатньо вивченими питання знаходження оптимальної спеціалізації діяльності підприємств у аграрному секторі економіки. Визначення можливих проблем в даній задачі потребує глибокого аналізу. Тому подальші дослідження, розробка та впровадження моделей, методів, програм для знаходження оптимальних спеціалізації аграрних підприємствами – є сучасними актуальними задачами.

**Постановка завдання.** Темпи й напрями розвитку аграрного сектора економіки значною мірою залежать від оптимальності сільськогосподарського виробництва в кожній галузі. Основним мотивом діяльності любого підприємства є максимізація прибутку при мінімальних витратах – є основним обмежником прибутку і одночасно головним чинником, який впливає на обсяг продукції. Тому процес мінімізації виробничих витрат доцільно розглядати з урахуванням питання максимізації прибутку. При оптимізації виробничих витрат науковці обирають різні критерії оптимальності, а саме, максимум прибутку від реалізації продукції, максимум прибутку або максимум доходу від реалізації продукції. Підвищити економічну ефективність та забезпечити необхідною кількістю матеріально-технічних ресурсів – першочергове завдання кожного сільськогосподарського підприємства, оскільки в сільському господарстві неможливо досягти високих результатів без дотримання всіх технологічних строків обробітку ґрунту, внесення встановлених норм мінеральних та органічних добрив і засобів захисту рослин. Використання методів математичного моделювання економічних процесів дозволяє ефективно використовувати ресурси і забезпечує удосконалення методів розрахунку ефективності тої чи іншої спеціалізації, що досить важливо в умовах ринкової економіки. Одними із основних етапів моделювання сільськогосподарського підприємства є вибір критерію оптимальності та необхідність оптимізації його структури, що відповідає основній меті господарської діяльності. Метою дослідження є обґрунтування методичних положень щодо проведення аналізу оптимізації різних галузей виробництва, розроблення та впровадження економіко-математичних методів визначення оптимального напрямку розвитку аграрного підприємства.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Одними з найбільш розповсюджених методів стратегічного аналізу, планування та управління діяльністю аграрних підприємств являються методи економіко-математичного моделювання. Ці методи дозволяють рішити ряд завдань, які пов'язані з розробкою оптимальних напрямків діяльності аграрних підприємств, оптимізацією витрат виробництва та збуту продукції. У відповідності зі сформульованою метою дослідження були поставлені наступні задачі:

- проведено аналіз діяльності сільськогосподарських підприємств регіону як складно організованих систем;
- визначено чинники і наведено систему показників формування галузей і розмірів виробництва;
- запропоновано напрямки формування оптимальної спеціалізації виробництва;
- розроблено критеріальні оцінки оптимізації спеціалізації підприємства;
- розроблено модель оптимального вибору спеціалізації аграрних підприємств;
- здійснено прогноз розвитку виробництва сільськогосподарських підприємств регіону у зв'язку з розробленою моделлю;

Інформаційну основу дослідження сформували первинні та кінцеві статистичні дані, опубліковані в періодичних виданнях, матеріали обласних управлінь статистики, відділів та управлінь облдержадміністрацій, матеріали періодичних та інтернет-видань, науково-практичних конференцій, нормативні та довідкові матеріали [1, с. 130-134].

На початку дослідження визначено суть структури сільськогосподарських підприємств. Кожне сільськогосподарське підприємство запропоновано розглядати як

складну, динамічну, ймовірнісну, відкриту систему, яку утворює сукупність функціональних (технологічна, економічна, соціальна) і організаційних (за формою власності, правовим статусом і формою господарювання, за належністю капіталу, за розміром та характером діяльності) підсистем. Функціональні підсистеми виражають сутність, а організаційні – форму їх функціонування.

Визначено фактори, що формують середовище діяльності сільськогосподарських підприємств, а також критерії вибору оптимальної спеціалізації сільськогосподарських підприємств. Удосконалення економіко-математичної моделі – по своїй суті нескінченний процес. Зміни в аграрній політиці, зовнішній економіці, конкурентному середовищі, впровадження нових машин і технологій, необхідність урахування соціальних та багатьох інших факторів – усе це постійно коригує побудову моделі та обумовлює сільськогосподарське виробництво як складну стохастичну систему [2, с. 130-134].

У запропонованому дослідженні задача формування оптимальної спеціалізації сільськогосподарських підприємств розв'язана за допомогою економіко-математичних моделей. Виникає необхідність чіткого визначення галузі або тої частини виробництва, яка повинна включатися в модель. Для розв'язку даної задачі розглянемо модель для розрахунку оптимального сполучення галузей в сільськогосподарських підприємствах. В даному розрахунку визначається об'єм виробництва по кожній галузі на даний плановий період. Галузі виробництва повинні відрізнитися хоча б за однією із ознак: 1) видом кінцевої продукції, 2) призначенням використання продукції, 3) технологією виробництва, 4) рівнем затрат на виробництво одиниці продукції, 5) ціною одиниці продукції [3, с. 80-94].

Розглянемо залежність ефективності виробництва сільськогосподарської продукції від правильного поєднання галузей на даному аграрному підприємстві на прикладі даної моделі. При виборі критерію оптимальності напряму діяльності виробництва цільову функцію задачі задано у вигляді:

$$C = \sum_{j=1}^l \sum_{k=1}^r c_j x_{jk} + \sum_{j=l+1}^l c_i x_j - \sum_{i \in M_3} x_i \quad (1)$$

Треба знайти максимум даної функції при таких умовах:

1) обмеження, пов'язані з використанням землі:

$$\sum_{j=1}^l a_{jk} x_{jk} \leq s_k, \text{ де } k=1,2,\dots,r \quad (2)$$

2) обмеження по використанню кормів

$$\sum_{j=l'+1}^l a_{ijk} x_j - \sum_{l=1}^l \sum_{k=1}^r v_{ijk} x_{jk} \leq b_{ij}, \text{ де } h=1,2,\dots,H; (i \in M_1) \quad (3)$$

3) обмеження по використанню трудових ресурсів:

$$\sum_{j=l'+1}^l a_{ijt} x_j + \sum_{l=1}^l \sum_{k=1}^r a_{ijk} x_{jk} \leq b_{it}, \text{ де } t=1,2,\dots,T; (i \in M_2) \quad (4)$$

4) обмеження за виробничими витратами в грошовому вираженні:

$$\sum_{j=l'+1}^l a_{ij} x_j + \sum_{j=1}^l \sum_{k=1}^r a_{ijk} x_{jk} - x_s \leq 0; (i \in M_3) \quad (5)$$

5) обмеження по визначенню необхідної кількості органічних і мінеральних добрив

$$\sum_{j=1}^l \sum_{k=1}^r a_{ijk} x_{jk} - \sum_{j=l+1}^l v_{ij} x_j \leq \sum_{s=1}^u g_s b_s; (i \in M_4) \quad (6)$$

6) обмеження по використанню інших виробничих ресурсів:

$$\sum_{j=l'+1}^l a_{ij} x_j + \sum_{l=1}^l \sum_{k=1}^r a_{ijk} x_{jk} \leq b_i; (i \in M_0) \quad (7)$$

7) додаткові обмеження:

$$\sum_{k=1}^{lr} x_{jk} \geq G_j; \sum_{k=1}^r x_{jk} \leq G_j; x_j \geq G_j; x_j \leq G_j; \quad (8)$$

8) обмеження невід'ємності змінних: (9)

$$x_{jk} \geq 0; x_j \geq 0; x_s \geq 0.$$

Дані позначення означають:

$a_{ijk}$  – норма затрат  $i$ -того ресурсу на виробництво  $j$ -тої одиниці продукції на  $k$ -тій ділянці землі;

$a_{jk}$  – обернений показник урожайності  $j$ -тої культури на на  $k$ -тій ділянці землі;

$a_{ij}$  – норма затрат  $i$ -того ресурсу на виробництво  $j$ -тої одиниці продукції тваринництва;

$a_{ijh}$  – норма затрат  $i$ -того елемента годівлі на виробництво на виробництво  $j$ -тої одиниці продукції тваринництва;

$a_{ijt}$  – норма затрат праці  $i$ -того виду на виробництво із  $h$ -тої групи кормів на виробництво  $j$ -тої одиниці продукції протягом  $t$ -того періоду;

$b_i$  – кількість ресурсів  $i$ -того виду;

$b_{ih}$  – кількість кормових ресурсів  $i$ -того виду по  $h$ -тої групи кормів;

$b_{it}$  – кількість трудових ресурсів  $i$ -того виду на  $t$ -тому періоді року;

$v_{ijk}$  – виробництво кормових ресурсів  $j$ -тої одиниці продукції протягом  $t$ -того періоду;

$v_{ij}$  – вихід органічних добрив в одиницях діючого початку  $i$ -того виду в розрахунку на виробництво  $j$ -тої одиниці продукції тваринництва;

$g_{is}$  – зміст  $i$ -того діючого початку в одиниці  $s$ -того добрива;

$s_k$  – площа  $k$ -тій ділянці землі;

$d_{jk}$  – доля площі  $j$ -тої культури на  $k$ -тій ділянці землі, на якій повторні посіви;

$l$  – множина виробничих продуктів на підприємстві;

$l''$  – множина продуктів землеробства;

$l - l''$  – множина продуктів тваринництва ;

$l'''$  – множина продуктів, які отримують із лугів та пасовищ; землеробства;

$M_1$  – множина кормових речовин (за елементами харчування);

$H$  – кількість груп кормів в натурі (грубі, зелені, соковиті);

$M_2$  – множина видів трудових затрат;

$T$  – кількість напружених періодів ( сезонів) в році;

$M_3$  – множина елементів виробничих затрат в грошовому еквіваленті(елементи собівартості продукції);

$M_4$  – множина елементів діючого початку добрив;

$U$  – кількість видів добрив в натурі;

$M_0$  – множина інших виробничих ресурсів;

$r$  –кількість ділянок землі, які відрізняються урожайністю, положенням, рельєфом;

$x_{jk}$  – об'єм виробництва  $j$ -тої одиниці продукції землеробства на  $k$ -тій ділянці землі;

$x_j$  – об'єм виробництва  $j$ -тої одиниці продукції тваринництва;

$x_i$  – сума виробничих затрат  $i$ -того виду в грошовому еквіваленті;

$c_j$  – оцінка одиниці  $j$ -тої продукції.

В даній моделі не враховані всі особливості і економічні взаємозв'язки підприємства. Достатньо вказати, що в ній не відображено: оптимізація перевозок вантажів, оптимізація капіталовкладень і т.д. Ці питання треба розглядати окремо і ґрунтовно [4, с. 110-124].

Реалізація економіко-математичної моделі оптимізації напряму спеціалізації виробництва показала, що головною умовою ефективного господарювання має стати підвищення його інтенсивності управління. Вибираючи напрямок діяльності,

керівництво підприємства повинно спів ставляти свої можливості по матеріальних витратах і отриманню максимального прибутку. Розв'язок задачі оптимізації вирішує проблему максимізації прибутків, дозволяючи при цьому сільськогосподарським підприємствам сформувати оптимальну стратегію управління, розвитку структури і розмірів виробництва. Важливим чинником забезпечення оптимальності управління сільськогосподарського виробництва є наявність комплексної, економічно обгрунтованої системи цін і ціноутворення, оскільки ціновий механізм є визначальним у регулюванні взаємовідносин між всіма учасниками ринку [5, с. 230-234].

Для формування оптимальної структури і розмірів виробництва сільськогосподарських підприємств необхідна інформація про динаміку та прогноз зміни економічної ситуації в сільськогосподарському виробництві.

На основі сформованих критеріїв оптимальності в дослідженні визначено стратегію розвитку структури і розмірів сільськогосподарських підприємств, яка дозволяє максимізувати величину чистого прибутку за умов ефективного і раціонального використання наявних ресурсів. Запропоновано механізм цінової компенсації коливань обсягів виробництва, що враховує типові природні умови та структуру виробництва і в комплексі з розв'язками оптимізаційної моделі визначає основні напрямки формування оптимального управління сільськогосподарських підприємств. Практичні результати проведених досліджень можуть бути використані для формування конкурентоспроможних в ринкових умовах виробничих структур сільськогосподарських підприємств всіх типів. Подальше дослідження стратегій розвитку структури і розмірів сільськогосподарських підприємств пов'язане з побудовою нових типів моделей, реалізація яких дозволила б забезпечити ефективне функціонування підприємств в ринкових умовах [6, с. 104–110].

**Висновки з проведеного дослідження.** Показано, що для ефективного функціонування сільськогосподарських підприємств, на основі огляду сучасного стану цих підприємств, важливою умовою подальшого розвитку сільськогосподарського підприємства є необхідність оптимізації його виробничої структури і господарської діяльності. Встановлено, що найбільш ефективним способом формування оптимальних галузей виробництва сільськогосподарського підприємства є економіко – математичне моделювання його виробничої структури. Використання цих методів дозволяє ефективніше використовувати ресурси, що досить важливо в умовах ринкової економіки. Слід враховувати при побудові економіко-математичних моделей: залежність виробництва, від природно-кліматичних умов, наявність біологічних обмежень, рівень попиту на сільськогосподарську продукцію, тісний зв'язок економічних та соціальних аспектів сільськогосподарського виробництва, сезонність виробництва.

#### Список використаних джерел:

1. Савченко О.Г., Кавун Г.М., Валько Н.В., Кузьмич Л.В. Оптимізаційні методи і моделі. Херсон : ТОВ «Айлайт», 2014. 430 с.
2. Івашук О.Т. Економіко-математичне моделювання. Тернопіль : ТНЕУ, 2008. 704 с.
3. Лобода О.М. Актуальні проблеми ідентифікації та моделювання структури управління підприємством. *Наука й економіка*. 2015. № 3. С. 130–134.
4. Гагаулін А.М. Економіко-математичні методи в плануванні сільськогосподарського виробництва. Київ : Вища школа, 2000. 260 с.
5. Вітлінський В.В. Аналіз, моделювання та управління економічним ризиком Київ : КНЕУ, 2000. 292 с.
6. Лобода О.М., Димов В.С. Моделі та методи інформаційних технологій управління аграрного сектору економіки за допомогою достатніх умов оптимальності. *Проблеми інформаційних технологій*. Херсон, 2018. Вип. 01(023), С. 104–110.

**References:**

1. Savchenko O.H., Kavun H.M., Valko N.V., Kuzmich L.V. (2014). *Optymizatsiyni metody i modeli [Optimization Methods and Models]*. Kherson: Ailight LLC, 430 p.
  2. Ivashchuk O.T. (2008). *Ekonomiko-matematychnye modelyuvannya [Economic and Mathematical Modeling]*. Ternopil: TNEU, 704 p.
  3. Loboda O.M. (2015). Aktual'ni problemy identyfikatsiyi ta modelyuvannya struktury upravlinnya pidpryemstvom [Actual Problems of Identification and Modeling of Enterprise Management Manufacturing]. *Science and Economics*, № 3, pp. 130–134.
  4. Hataulin A.M. (2000). *Ekonomiko-matematychni metody v planuvanni sil's'kohospodars'koho vyrobnytstva [Economic and Mathematical Methods in Agricultural Production Planning]*. Kyiv: Higher School, 260 p.
  5. Vitlinsky V.V. (2000). *Analiz, modelyuvannya ta upravlinnya ekonomichnym ryzykom [Analysis, Modeling and Management of Economic Risk]*. Kuiv: KNEU, 292 p.
  6. Loboda O.M., Dymov V.S. (2018). Modeli ta metody informatsiynykh tekhnolohiy upravlinnya ahrarnoho sektoru ekonomiky za dopomohoyu dostatnykh umov optymal'nosti [Models and methods of information technologies of management of economy's agrarian sector with the help of optimality's sufficient conditions]. *Problems of information technology*. Kherson, Issue 01(023), pp. 104–110.
-