

УДК 519.86:[334.72:63]

DOI: <https://doi.org/10.32851/2708-0366/2020.2.35>**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»

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ АГРАРНОГО ПІДПРИЄМСТВА

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF METHODS ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELING FOR OPTIMAL MANAGEMENT OF AGRICULTURAL ENTERPRISES

Досліджено методи та алгоритми рішення задач впровадження економіко-математичного моделювання в процес управління аграрними підприємствами з метою підвищення ефективності їх роботи в умовах розвитку ринкових відносин. Охарактеризовано загальні підходи до управління підприємства та наведено критерії оптимальності в сучасних умовах господарювання. Показана необхідність удосконалення методів оптимізації управління аграрними підприємствами, пов'язаних з побудовою моделі, кінцевим результатом якої буде можливість керівництву приймати оптимальні управлінські рішення. Встановлено необхідність створення, на основі достатніх умов оптимальності, моделі оптимального розвитку аграрного підприємства. Розроблена економіко-математична модель оптимізації управління аграрного підприємства.

Ключові слова: модель, система управління, оптимізаційні моделі, економічна ефективність, оптимальне управління.

Исследованы методы и алгоритмы решения задач внедрения экономико-математического моделирования в процесс управления аграрными предприятиями с целью повышения эффективности их работы в условиях развития рыночных отношений. Охарактеризованы общие подходы к управлению предприятиями и приведены критерии оптимальности в современных условиях хозяйствования. Показана необходимость совершенствования методов управления аграрных предприятий, которые связаны с построением модели, конечным результатом которой будет возможность руководителю принимать оптимальные управленческие решения. Установлена необходимость создания, на основе достаточных

условий, модели оптимального управления аграрного предприятия. Разработана экономико-математическая модель оптимизации управления аграрного предприятия.

Ключевые слова: модель, система управления, оптимизационные модели, экономическая эффективность, оптимальное управление.

The methods and algorithms for solving the problems of implementation of economic and mathematical modelling in the process of managing agrarian enterprises with the purpose of increasing their efficiency in terms of the development of market relations are investigated. General approaches to enterprise management are characterized and criteria of its optimality in modern economic conditions are described. The need to improve methods of functioning of agrarian enterprises and methods of optimization of management of these enterprises is shown. The complex method of identification, related to the construction of an optimization model, the final result of which will be the ability of the management of the production company to correlate their resource capabilities, namely, material and financial, to the needs of the enterprise, assess them from the viewpoint of business development, and develop recommendations for decision-making on the distribution of production means between industries. The essence is determined and the importance of the optimal structure of the enterprise and size of production of agricultural enterprises is revealed. A retrospective of the development of modelling in agriculture is studied. General approaches to optimization of the production structure of high-value agricultural enterprises are characterized and the criteria of optimality in the current economic environment are given. The need to use modern methods of optimization of business activity management in the agrarian sector of the economy and, on the basis of sufficient optimal conditions, to create the model of optimal management of the agrarian enterprise is established. Finding optimal management that determines the greatest effectiveness of operating results involves the construction of models of objects of management, as well as solving the multi-step problem of finding optimal management and efficiency of operation. The factors that form the business environment of agricultural enterprises, as well as criteria of optimization of production structure and sizes of agricultural enterprises, are determined. The economic and mathematical model of optimization of management of the agrarian enterprise is developed.

Key words: model, management system, optimization models, economic efficiency, optimal management.

Постановка проблеми. Сучасні соціально-економічні перетворення в сільському господарстві та ринкова орієнтація аграрного сектора об'єктивно вимагають застосування нових методів ведення господарства підприємств, які спрямовані на оптимізацію використання та раціональних витрат наявних ресурсів, що сприяє покращенню економічної ефективності господарської діяльності. Знаходження оптимальних управлінь передбачає побудову моделей об'єктів управління в різних напрямках діяльності аграрного сектору економіки. Сучасне функціонування підприємств аграрного сектору економіки дають право стверджувати, що оптимальне управління аграрним підприємством є ключовим чинником розвитку будь-якого сільськогосподарського підприємства. 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 оптимізації діяльності 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: Ільчук М.М., Лотиш О.Я, Москвичук А.Т., Сіненко М.І., Чернецька О.В., Фарафоновна Н.В. та інші. Проте залишаються недостатньо вивченими питання впровадження методів економіко-математичного моделювання для оптимізації діяльності та управління підприємств у аграрному секторі економіки. Визначення можливих проблем в управлінні сільськогосподарського підприємства потребує глибокого аналізу. Тому подальші дослідження, розробка та впровадження моделей, методів, програм для оптимального управління аграрного підприємствами є сучасними актуальними задачами.

Постановка завдання. Принципи ринкового господарювання, зародження комерційних відносин у діяльності сільськогосподарських підприємств вимагають якісно нових підходів до формування принципів оптимального управління аграрного сектору. Темпи й напрями розвитку аграрного сектора економіки значною мірою залежать від оптимальності управління сільськогосподарського виробництва в кожному виробничому циклі. Для аналізу й синтезу систем управління соціально-економічних систем, особливо агропромислових, використовуються різноманітні економіко-математичні методи і моделі. Основним мотивом діяльності любого підприємства є максимізація прибутку. Витрати 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. Для цього кожен керівник повинен здійснювати заходи щодо оновлення основних засобів, що беруть участь у виробничій діяльності та забезпеченні підприємства необхідною кількістю матеріально-технічних ресурсів. Використання методів математичного моделювання економічних процесів дозволяє ефективно використовувати ресурси і забезпечує удосконалення методів планування, що досить важливо в умовах ринкової економіки. Одними із основних етапів моделювання сільськогосподарського підприємства є вибір критерію оптимальності та необхідність оптимізації його структури і господарської діяльності, що відповідає основній меті господарської діяльності. Необхідність враховувати при плануванні виробництва на агропідприємстві істотні джерела невизначеності, а також мінімізувати їх негативні економічні наслідки в даний час очевидна і загальновізнана. Метою дослідження є обґрунтування методичних положень щодо проведення аналізу оптимізації раціональної структури виробництва, розроблення та впровадження економіко-математичних методів оптимізації управління 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 шляхів діяльності аграрних підприємств, оптимізацією витрат виробництва та збуту продукції. У відповідності зі сформульованою метою дослідження були поставлені наступні задачі:

- визначено суть та розкрито значення оптимальної структури і розмірів виробництва сільськогосподарських підприємств;
- проведено аналіз діяльності сільськогосподарських підприємств регіону як складно організованих систем;
- визначено чинники і наведено систему показників формування структури і розмірів виробництва;
- запропоновано напрями формування оптимальної структури і розмірів виробництва;
- розроблено критеріальні оцінки оптимізації виробничої структури підприємств;
- розроблено модель оптимізації управління виробничої структури підприємств;
- здійснено прогноз розвитку структури виробництва сільськогосподарських підприємств регіону;

Інформаційну основу дослідження сформували первинні та кінцеві статистичні дані, опубліковані в періодичних виданнях, матеріали обласних управлінь статистики, відді-

лів та управліннь 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 оптимізації виробничої структури і розмірів 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 [3, с. 130-134].

У запропонованому дослідженні задача формування оптимальної структури і розмірів виробництва сільськогосподарських підприємств розв'язана за допомогою взаємозв'язаних економіко-математичних моделей, які можна поділити на дві групи: інформаційні та оптимізаційні моделі.

Інформаційна група моделей є основою для побудови оптимізаційної моделі і включає в себе моделі ефективності використання ресурсів сільськогосподарських підприємств та моделі ефективного управління виробництва продукції за галузями. До моделей ефективності використання ресурсів віднесено моделі фондovіддачі, матеріалоемності і продуктивності праці. До моделей ефективності виробництва продукції за галузями віднесено моделі урожайності культур і продуктивності тварин.

Розглянемо залежність ефективності виробництва сільськогосподарської продукції від основних ресурсів сільськогосподарських підприємств і задамо її функцією:

$$W = f(R, S, V, Y) \quad (1)$$

де W – виробництво сільськогосподарської продукції;

R – оборотні кошти сільськогосподарських підприємств;

S – основні засоби сільськогосподарських підприємств;

V – трудові ресурси сільськогосподарських підприємств;

Y – якість землі сільськогосподарських підприємств регіону.

Параметри моделі (1) мають матричну структуру, відображаючи таким чином багатогалузевий характер сільськогосподарського виробництва, що поєднує у собі функціонування невзаємозамінних видів виробничих, фінансових, трудових та природних ресурсів.

Реалізуючи сільськогосподарську продукцію за цінами Z , сільськогосподарські підприємства регіону отримують P коштів від реалізації:

$$P = I(U, H, V). \quad (2)$$

В модель (2) введено вартісні значення основних засобів H , поточних витрат U та середньорічну чисельність працівників V .

При формуванні моделі оптимізації структури і розміру виробництва сільськогосподарських підприємств задаються змінні, що виражають економічні категорії їх функціонування та обмеження, до яких віднесено наступні:

1. *Обмеження, пов'язані з використанням землі:*

$$B = \sum_r \sum_j b_{jr} = \sum_r B_r, \quad (3)$$

де b_{jr} – площа r -ої групи земель, зайнята j -ою культурою;

B_r – площа земель r -ої групи, що використовується сільськогосподарськими підприємствами регіону;

B – загальна площа земель, що використовуються сільськогосподарськими підприємствами регіону.

2. *Обмеження за трудовими ресурсами:*

$$\sum_{K_i} c_{ij} x_j \leq d_i (T_i^* + y), \quad (4)$$

де K_i – множина індексів продукції, для якої необхідні трудові витрати протягом i -ого періоду;

c_{ij} – необхідна кількість людино-год. на 1 ц продукції;

T_i^* – розмір тимчасової допомоги протягом i -ого періоду;

d_i – максимально можливий фонд робочого часу (людино-год.) на одного працівника протягом i -ого періоду;

y – кількість працівників сільськогосподарських підприємств.

3. *Обмеження за агротехнічними вимогами:*

$$\sum_{i \in P} (1 - p/100) x_i \geq \sum_{i \in P^*} x_i, \quad (5)$$

де p – множина індексів змінних за площею суцільних посівів;

P^* – множина індексів змінних за площею пропашних культур;

P – відсоток допустимої заміни культур суцільних посівів (виросування протягом двох років поспіль на одній і тій же земельній ділянці).

4. *Обмеження по кормовому балансу:*

$$\sum_{i \in Q_i} c_i x_i \leq \sum_{k \in Q_k} c_k x_k, \quad (6)$$

де Q_i – множина індексів змінних, що відповідають групам тварин;

Q_k – множина індексів змінних, що виражають обсяг виробництва кормових культур;

c_i – необхідна кількість поживних речовин для тварини i -ої групи;

c_k – вміст поживних речовин в одиниці k -ої кормової культури.

5. *Обмеження по визначенню кількості необхідної техніки:*

$$\sum_i \sum_j a_{k(i)j(s_k)} x_{ir} + \sum_l \sum_m a_{k(l)m(s_k)} x_{m(l(s_k))} - x_{k(s_k)} \leq M_k, \quad (7)$$

де $a_{k(i)j(s_k)}$ – коефіцієнт, що визначає частку машин k -ої групи в s_k -й період при обробці одиниці площі i -ої культури в j -ій групі землі;

$a_{k(l)m(s_k)}$ – коефіцієнт, що визначає частку машин k -ої групи в s_k -й період на одну голову l -ої групи тварин, що утримуються по m -й технології;

x_{ir} – площа i -ої культури в j -ій групі землі;

$x_{k(s_k)}$ – необхідна кількість нових машин k -ої групи в s_k -й період;

M_k – наявність машин k -ої групи.

6. *Обмеження за інвестиціями* виражають баланс між можливим обсягом засобів на капітальні вкладення I і засобами, використаними в якості капітальних вкладень:

$$\sum x_j \leq I. \quad (8)$$

При виборі критерію оптимальності перевагу надано максимуму чистого прибутку, при цьому цільову функцію задачі задано у вигляді:

$$F = \sum_{j \in M_1} c_{1j} x_{1j} + \sum_{j \in M_2} c_{2j} x_{2j} \rightarrow \max \quad (9)$$

де K_1 – множина індексів змінних, що виражають кількість продукції j -го виду, що реалізується сільськогосподарськими підприємствами регіону;

c_{1j} – ціна реалізації продукції j -го виду, грн.;

K_2 – множина індексів змінних, що виражають розмір виробництва сільськогосподарської продукції, галузей рослинництва і тваринництва сільськогосподарських підприємств;

c_2 – витрати, необхідні для здійснення одиниці діяльності [4, с. 200-230].

Подальша розробка моделі складається з системи обмежень задачі. Обмеженнями в моделі передбачені основні умови, які враховуються при розробці оптимальної структури виробництва в виробничій фірмі. Після визначення переліку змінних і обмежень формується розгорнута економіко-математична модель. У результаті вирішення задачі виконуються всі умови. Багатоваріантність рішення дозволяє керівництву виробничої фірми співставляти свої ресурсні можливості, а саме матеріальні і фінансові з потребами і оцінити їх з точки зору розвитку бізнесу. Реалізація економіко-математичної моделі оптимізації управління виробництвом показала, що головною умовою ефективного господарювання має стати підвищення його інтенсивності управління. Вибираючи напрямок діяльності, керівництво підприємства повинно співставляти свої можливості по матеріальних витратах і отриманню максимального прибутку. Розв'язок задачі оптимізації вирішує проблему максимізації прибутків, дозволяючи при цьому сільськогосподарським підприємствам сформулювати оптимальну стратегію управління, розвитку структури і розмірів виробництва. Важливим чинником забезпечення оптимальності управління сільськогосподарського виробництва є наявність комплексної, економічно обґрунтованої 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.

Обчислення прогнозних значень показників ефективності використання основних виробничих ресурсів при оптимальних розмірах виробництва базується на використанні степеневих економетричних залежностей в рамках запропонованих інформаційних моделей та трендових моделей.

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. 127-131].

Висновки з проведеного дослідження. Важливою умовою подальшого розвитку сільськогосподарського підприємства є необхідність оптимізації його виробничої структури і господарської діяльності. Встановлено, що найбільш ефективним способом формування оптимальних параметрів управління 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. Іващук 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-matematychnе modelyuvannya [Economic and Mathematical Modeling]. Ternopil: TNEU, 704 p.
3. Loboda O.M. (2015). Aktual'ni problemy identyfikatsiyi ta modelyuvannya struktury upravlinnya pidpryyemstvom [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]. Kyiv: KNEU, 292 p.
6. Loboda O.M., Dymov V.S. (2018). Modeli ta metody informatsiynykh tekhnolohiy upravlinnya ahrarnoho sektoru ekonomiky za dopomohoyu dostatnikh 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*. Issue 01(023), pp. 104–110.