

Світлана Анатоліївна НУЖНА

кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри інформаційних систем і технологій,
Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет
E-mail: nuzhna.s.a@dsau.dp.ua

Наталія Миколаївна САМАРЕЦЬ

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри інформаційних систем і технологій,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
E-mail: samarets.n.m@dsau.dp.ua

**ОПТИМІЗАЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ ВИРОБНИЧИХ РЕСУРСІВ ПІДПРИЄМСТВАМИ
АГРАРНОГО СЕКТОРУ**

Нужна С. А., Самарець Н. М. Оптимізація використання виробничих ресурсів підприємствами аграрного сектору. *Економічний аналіз*. Тернопіль, 2018. Том 28. № 4. С. 225-234.

Анотація

У статті розглянуто основні аспекти етапів розробки та побудови оптимізаційної економіко-математичної моделі виробничих ресурсів сільськогосподарських підприємств для виявлення резервів ресурсного потенціалу, його раціонального використання та підвищення економічної ефективності господарської діяльності. Проаналізовано деякі економічні показники функціонування та розвитку сільськогосподарських підприємств, які можуть бути враховані при складанні оптимізаційної моделі. Виявлено основні етапи побудови економіко-математичної моделі та їх характерні особливості. Прикладну апробацію математичних викладок проведено для сільськогосподарського підприємства ТОВ ЮМ-Ватутіно, яке бажає оптимізувати структуру свого виробництва з метою забезпечення максимального загального рівня рентабельності. У розробленій економіко-математичній моделі були передбачені основні види діяльності ТОВ ЮМ-Ватутіно, зокрема вирощування зернових та кормових культур, корови різної продуктивності. Така модель може бути використана для проведення аналізу та виявлення резервів ресурсного потенціалу підприємств будь-якої форми власності, за різні періоди часу, а також виявлення особливостей стратегій підвищення економічної ефективності господарської діяльності не тільки підприємства загалом, але й окремих його підрозділів. Крім того, побудовану модель можна модифікувати як структурно, так і змістовно. Результати аналізу оброблені засобами однієї з офісних програм пакету Microsoft Office електронних таблиць Excel. Проведений аналіз даних виконано із застосуванням в електронних таблицях засобу «Поиск решения», який дозволяє знаходити оптимізаційне рішення з великою кількістю змінних. Як результат, підтверджено, що застосування економіко-математичних методів є дуже ефективним при оцінці не тільки ресурсного потенціалу сільськогосподарських підприємств, а також оптимізації обсягів реалізації продукції, кормів, сировини та інше. Процес моделювання в діяльності сільськогосподарських підприємств дає можливість приймати управлінські рішення на різних етапах функціонування та розвитку підприємства.

Ключові слова: економіко-математична модель; цільова функція, економічна ефективність виробництва; резерви ресурсного потенціалу; прибуток; собівартість; рентабельність.

Svitlana Anatoliivna NUZHNA

PhD in Economics,
Associate Professor,
Department of Information Systems and Technologies,
Dnipro State Agrarian and Economic University
E-mail: nuzhna.s.a@dsau.dp.ua

Nataliia Mykolaivna SAMARETS

PhD in Technical Sciences,
Associate Professor,
Department of Information Systems and Technologies,
Dnipro State Agrarian and Economic University
E-mail: samarets.n.m@dsau.dp.ua

**OPTIMIZATION OF USE OF MANUFACTURING RESOURCES BY ENTERPRISES OF
THE AGRICULTURAL SECTOR****Abstract**

The article deals with the main aspects of the stages of development and construction of an optimization of the economic and mathematical model of agricultural enterprises' resources for identifying reserves of resource potential, its rational use and increase of the economic efficiency of economic activity. Some economic indicators of functioning and development of agricultural enterprises that can be taken into account when compiling an optimization model are analysed. The basic stages of construction of the economic and mathematical model and their characteristic features are revealed. Applied testing of mathematical calculations has been carried out for the agricultural enterprise LLC UM-Vatutino, which wants to optimize the structure of its production in order to ensure maximum overall profitability. The developed economic and mathematical model provides the main activities of the UM-Vatutino LLC. They are the cultivation of grain and forage crops, cows of various productivity. Such a model can be used to analyse and identify the reserves of resource potential of enterprises of any form of ownership, at different periods of time, as well as to identify features of strategies for improving the economic efficiency of economic activity of the enterprise itself and its individual units. In addition, the constructed model can be modified both structurally and substantively. The analysis results are processed by means of one of the office programs of Microsoft Office Excel spreadsheets. Data analysis has been performed with the use of the "Solver" tool in spreadsheets. It allows finding an optimization solution with a large number of variables. As a result, it has been confirmed that the application of economic and mathematical methods is very effective in assessing not only the resource potential of agricultural enterprises, but also optimizing the volumes of sales of products, feeds, raw materials for another. The process of modelling in the activities of agricultural enterprises gives the opportunity to make managerial decisions at various stages of the operation and development of the enterprise.

Keywords: *economic and mathematical model; target function; economic efficiency of production; reserves of resource potential; profit; prime cost profitability.*

JEL classification: Q13, C38, C61

Вступ

Аграрний сектор економіки – один з найважливіших секторів економіки країни – належить до класу складних, ймовірнісних, динамічних економічних систем. Виробничий потенціал аграрного сектору України складає майже третину основних виробничих фондів, четверту частину трудівників, виробляється третина національного доходу.

Трансформація агропромислових підприємств, у тому числі – сільськогосподарських, до ринкового середовища суттєво змінила соціально-економічні та правові відносини і вимагає нових підходів до процесів управління та планування виробництвом. Конкуренція, постійна мінливість кон'юнктури та погодних умов, розвиток науково-технічного прогресу – основні чинники невизначеності діяльності сільськогосподарських підприємств. Отже, для врахування наслідків невизначеності в діяльності сільськогосподарських підприємств необхідно проводити їх дослідження, аналіз та оцінку [1].

Однією з важливих задач є дослідження процесів розвитку та функціонування агропромислових систем, що передбачають глибоке вивчення внутрішніх змін та причин їх появи протягом процесу. Тому виникає завдання створення модельного апарату, за допомогою якого можливо адекватно описати і

вивчити виникнення і розвиток процесів та явищ підприємств аграрного сектору. Аналізуючи розроблену економіко-математичну модель за допомогою інформаційних технологій, можливо отримати досить вірогідні висновки щодо реальних процесів.

На сьогодні науково обґрунтовані теоретико-методологічні аспекти математичного моделювання економічних процесів висвітлені в наукових працях таких вчених, як: В. Г. Андрійчук [2], В. В. Вітлінський [3, с. 44-71], О. М. Онищенко [4, с. 15-39], П. Т. Саблук [5, с. 25-30] та інші. В агропромисловому комплексі цей напрямок досліджень відображено у роботах вчених: Н. К. Васильєва [6, с. 53-65], С. І. Наконечного та С. С. Савіної [7, с. 66-94] та інших, адже соціально-економічні системи аграрного сектору мають власні особливості функціонування та розвитку (мінливість погодних умов та кон'юнктури, зв'язок виробничої діяльності, з життєдіяльністю біологічних організмів тощо), що ускладнюють процес управління виробництвом. Оскільки традиційні методи управління та планування не забезпечують збалансованості планів, оптимальної (раціональної) траєкторії функціонування та розвитку сільськогосподарського виробництва, тому бажано розробити сучасні інформаційні технології стратегічного і тактичного планування, ядром яких мають бути відповідні економіко-математичні моделі [8, с. 1686-1692].

Отже, необхідно використовувати економіко-математичне моделювання в методологічному та концептуальному аспектах, розробляти моделі, застосовувати математичні методи та інструментарій для знаходження адекватних рішень практичних проблем виробництва у сільськогосподарських підприємствах і формуваннях [9, 10].

Мета та завдання статті

В умовах перехідного періоду важливим постає питання вдосконалення методологічних та методичних принципів планування і управління господарської діяльності в зв'язку з переорієнтацією на ринкову економіку. Особливо актуальними ці проблеми є для підприємств агропромислового сектору. Зміна форм власності та форм господарювання потребує відповідних змін і в управлінні та плануванні виробництва. Але головною для агропромислового сектору і надалі виступає проблема підвищення ефективності виробництва. Одним з головних інструментів для розробки ефективних планів господарської діяльності є розв'язування оптимізаційних задач.

Основу побудови моделі для сільськогосподарського підприємства складають показники, що стосуються безпосереднього процесу виробництва. Тому головним чинником раціонального розробленого прогнозу виступає якомога детальніший математичний опис безпосереднього процесу виробництва [11]. Для стійкого розвитку та функціонування діяльності конкретного сільськогосподарського підприємства необхідно розробити математичну модель, що стосується саме опису процесу виробництва, дасть змогу науково обґрунтувати ефективний план, тобто досягти високих економічних показників. Для підприємства сільського господарства таким типом моделей є моделі оптимізації структури господарства.

Метою статті є обґрунтування методичних положень щодо застосування економіко-статистичних методів оптимізації наявних виробничих ресурсів сільськогосподарських підприємств, виявлення резервів ресурсного потенціалу для раціонального його використання та підвищення економічної ефективності господарської діяльності. Завдання статті полягає в побудові моделі оптимізації, яка дозволяє в умовах обмеженості ресурсів знаходити найбільш ефективні комбінації ресурсного потенціалу для мінімізації або максимізації кінцевого результату.

Виклад основного матеріалу дослідження

Побудова моделей оптимізації структури сільськогосподарського підприємства має основною метою визначення плану розвитку та прогнозованих даних щодо функціонування виробництва. Практичний дохід вказує на необхідність збалансованості між виробничими ресурсами і запланованими обсягами виробництва продукції між рослинництвом та тваринництвом, окремими сільськогосподарськими культурами та окремими видами тварин. При моделюванні виробництва, особливо на сучасному етапі перехідного періоду, важливою постає проблема врахування умов виробництва, залежних від впливу випадкових ринкових процесів. З цієї точки зору співвідношення галузей у сільськогосподарському підприємстві та його спеціалізація повинні задовольняти наявний попит на продукцію, одночасно найбільш повно використовуючи всі види ресурсів господарства. Такий підхід забезпечить мінімізацію фінансового ризику підприємства або максимізацію доходу.

Результатом розрахунків за допомогою запропонованої моделі буде оптимальна структура виробництва для конкретного сільськогосподарського підприємства, що враховує наявні виробничі ресурси і умови, в яких функціонує господарство. Використання результатів оптимізації структури виробництва дає змогу найефективніше використати виробничий потенціал підприємства. Етапи побудови та розробки оптимізаційної економіко-математичної моделі підприємства можна зобразити схематично (рис. 1).

На сьогодні сільське господарство в Україні складають сільськогосподарські підприємства державної форми власності, фермерські господарства, сільськогосподарські кооперативи та інше. За даними Держстату (від 1 листопада 2016 року), кількість діючих фермерських господарств становить 33682 одиниці. Вони обробляють 4,439 млн га землі. Тобто на одне господарство припадає в середньому близько 131,7 га сільськогосподарських угідь [12]. Найбільша кількість фермерських господарств налічується у Запорізькій, Одеській, Миколаївській, Дніпропетровській, Херсонській, Кіровоградській областях. А найменша – у Рівненській, Івано-Франківській, Чернівецькій та Чернігівській областях. Близько 80 % фермерств обробляють земельні ділянки площею до 500 гектарів. Частка ВВП фермерських господарств у загальній структурі виробництва складає близько 7-8 % щороку. При цьому найбільша кількість сільськогосподарської продукції генерується у галузі рослинництва – понад 90 %. Зернові, зернобобові культури, соняшник та олійні рослини займають найбільшу частку в рослинництві.

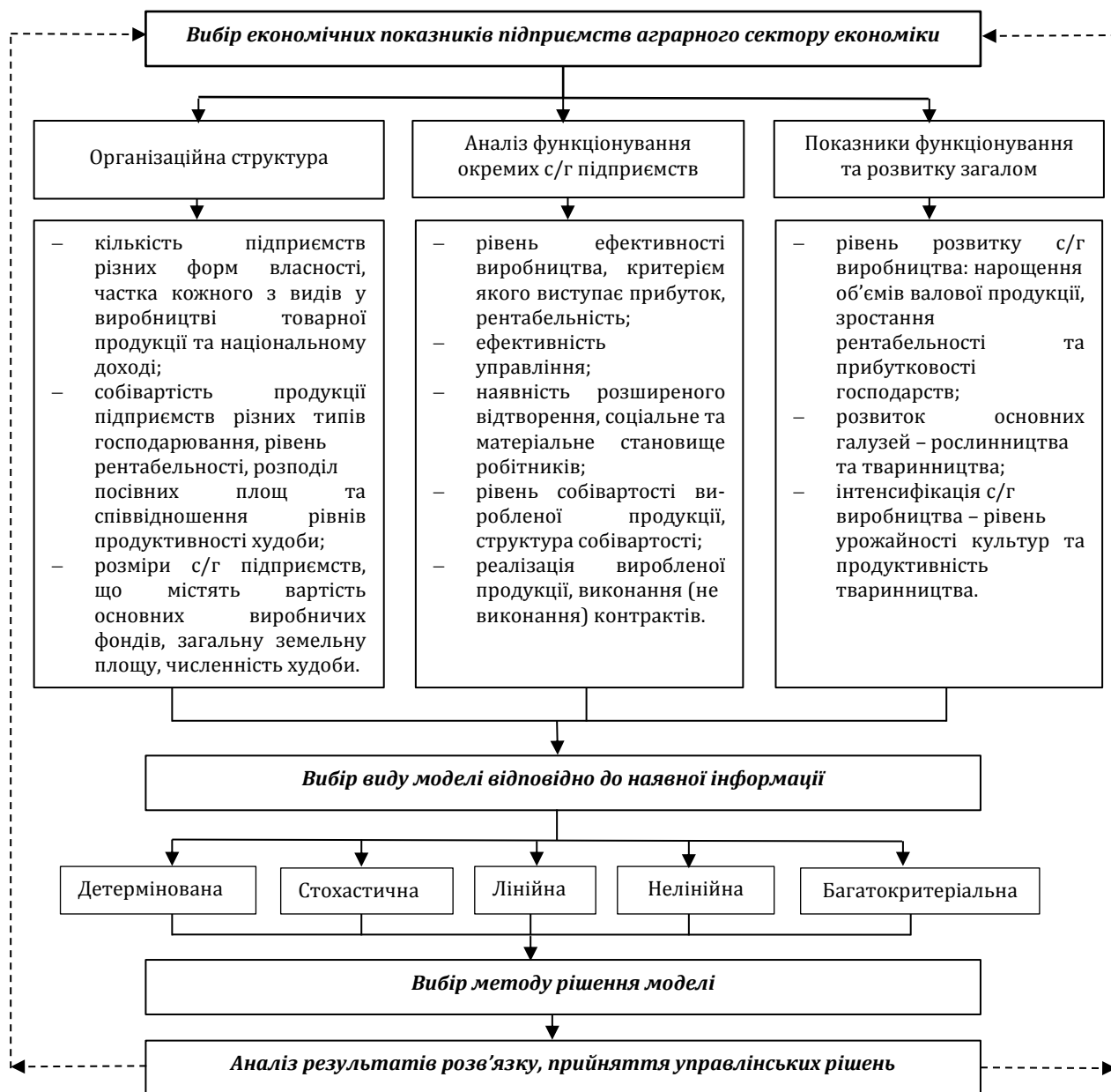


Рис. 1. Етапи побудови та розробки оптимізаційної економіко-математичної моделі

**Власна розробка.*

На початку 2017 року у фермерських господарствах налічувалося: великої рогатої худоби – 105,7 тис. голів (2,9 % від загальної чисельності стада), корів – 39,9 тис. голів (1,9 %), свиней – 273 тис. голів (4,1 %), овець та кіз – 40,1 тис. голів (3,4 %), коней – 1,5 тис. голів (0,5 %), птиці – 2,1 млн голів (1,0 %), бджолосімей – 5,3 тис. (0,2 %). У 2016 році виробництво фермерськими господарствами м'яса склало 56,3

тис. т (2,4 % у структурі виробництва м'яса), молока – 183,6 тис. т (1,8 %), яєць – 95,3 млн штук (0,6 %), вовни – 55 т (2,6 %), меду – 124 т (0,2 %) [13]. Сьогодні в Україні поруч із фермерськими господарствами працює 4,1 млн особистих селянських господарств, 20 % із яких виробляють товарну продукцію та є потенційними фермерськими господарствами. Особисті селянські господарства зайняті у виробництві більш трудомістких та менш рентабельних галузей і забезпечують значну частку у виробництві окремих видів продукції. Це майже 97 % – картоплі, 89 % – овочів відкритого ґрунту, 63 % – овочів закритого ґрунту, 90 % – продовольчих баштанних культур, 84 % – плодово-ягідних культур, 80 % – молока, 75 % – м'яса ВРХ, 59 % – м'яса свиней, 94 % – м'яса овець, 83 % – вовни [12; 13].

Але вже за рік [12; 13] в Україні стало на 2 % більше фермерських господарств і на 3 % більше сільськогосподарських кооперативів. Так станом на 1 січня 2018 року в Україні налічувалося 45 035 фермерських господарств, тоді як на аналогічний період минулого року їх було 44 409. Тобто протягом 2017 року кількість фермерських господарств у нашій країні зросла на 2 % (або на 626 господарств). Збільшилася і кількість сільськогосподарських кооперативів. Якщо станом на 1 січня 2017 року їх було 2014 (997 виробничих та 1017 обслуговуючих), то на початок 2018 року в Україні їх уже налічується 2069 (996 виробничих і 1073 обслуговуючих) [15]. Тобто на 55 кооперативів або на 3 % більше. Позитивна статистика року свідчить, що аграрна галузь в Україні почала відроджуватися. Адаже останні кілька років вона лише занепадала, а кількість аграрних підприємств скорочувалася. Якщо звернутися до даних тієї ж статистики, то станом на кінець 2013 року в нас було 49132 фермерських господарства [14; 15], тобто на 9 % більше, ніж сьогодні, і на 11 % більше — ніж минулоріч, а також 2223 сільськогосподарських кооперативи, що на 8 % більше, ніж у 2018 році та 11 % більше, ніж у 2017 році.

Для оцінки ефективності виробництва будь-яких сільськогосподарських підприємств та розробки рекомендацій щодо її підвищення використано матеріали одного з сільськогосподарських підприємств Криничанського району Дніпропетровської області ТОВ «ЮМ-Ватутіно». Характерним для економіки Криничанського району є виробництво продукції сільського господарства. У районі створені 47 сільськогосподарських агроформувань, 301 фермерське господарство, рибне господарство. Філіалом обласного держплемоб'єднання вирощуються племінні тварини, надаються послуги щодо запліднення тварин у господарствах району. З переробних підприємств на території району знаходяться ВАТ «Божедарівський елеватор» та комбикормовий завод. Провідними галузями у сільськогосподарському виробництві району є рослинництво, яке займає 73 % від загальної кількості виробництва валової продукції, і тваринництво — 27 %. Головне місце у структурі галузі рослинництва посідає вирощування зернових культур, які займають до 50 % посівних площ району. Питома вага посівних площ соняшнику в загальній структурі становить до 20 %. Цукровий буряк вирощується на площі 200–300 га. У тваринництві основна увага звертається на вирощування великої рогатої худоби та свиней, а також виробництво молока.

Основним видом діяльності ТОВ «ЮМ-Ватутіно» є виробництво сільськогосподарської продукції, зокрема вирощування зернових та технічних культур, також має свиней і велику рогату худобу з метою реалізації молока. Площа сільськогосподарських угідь підприємства становить 2800 га, середньорічна чисельність працівників – 106 осіб, з них 76 осіб зайнято в рослинництві, 30 осіб – у тваринництві. Середньорічна вартість основних виробничих засобів підприємства дорівнює 7717,61 тис. грн, вартість оборотних засобів – 5108,8 тис. грн. У 2017 р. вироблено 3852,37 тис. грн валової продукції, одержано 3852,37 тис. грн чистого доходу та 1360,9 тис. грн прибутку.

Таблиця 1. Показники ефективності господарської діяльності ТОВ «ЮМ-Ватутіно», 2012–2017 рр.

Показник	2012 р.	2016 р.	2017 р.
Площа с.-г. угідь, га	5000	4350	2800
Середньорічна чисельність працівників, чол.	156	124	106
Вартість основних виробничих засобів, тис. грн	7036,07	7548,81	7886,4
Вартість технічних засобів, тис. грн	1610,76	2237,89	3047,3
Фондооснащеність одиниці земельної площі, тис. грн	1,41	1,74	2,82
Технічна оснащеність одиниці земельної площі, тис. грн	0,32	0,51	1,09
Фондоозброєність праці, тис. грн	45,10	60,88	74,40
Валова продукція з розрахунку на:			
1 га с.-г. угідь, тис. грн	716,4	825,51	1375,85
1 люд.-год., грн	6,59	6,33	12,43
1 грн виробничих витрат, грн	1,02	0,87	0,9
1 грн основних засобів, грн	0,44	0,37	0,49
Валовий дохід з розрахунку на:			
1 га с.-г. угідь, тис. грн	389,6	550,34	1375,85
1 люд.-год., грн	3,54	4,82	12,43

**Розраховано авторами за даними річних звітів ТОВ «ЮМ-Ватутіно».*

Дані табл. 1 свідчать про те, що у ТОВ «ЮМ-Ватутіно» у 2017 р. у зіставленні з 2012 р. площа сільськогосподарських угідь зменшилась у 1,79 раза, середньорічна чисельність працівників – у 1,47 раза. Водночас вартість основних виробничих засобів збільшилася на 12 %, зокрема вартість технічних засобів – у 1,9 раза. Тенденція до зменшення трудових ресурсів зумовлена збільшенням обсягів технічних засобів на підприємстві, зокрема заміною ручної праці механізованою.

За досліджуваний період у ТОВ ЮМ-Ватутіно зростали показники ефективності сільськогосподарського виробництва (табл. 1). Обсяги виробництва валової продукції і валового доходу з розрахунку на 1 га сільськогосподарських угідь у 2017 р. порівняно із 2012 р. збільшилися відповідно у 1,9 та 3,5 разів. Зростання показників фондооснащеності 1 га сільськогосподарських угідь, технічної оснащеності та фондоозброєності праці відповідно у 2,0; 3,4 і 1,65 раза у 2017 р. у зіставленні із 2012 р. зумовило зростання продуктивності праці, зменшення грошово-матеріальних витрат на виробництво одиниці продукції та підвищення фондовіддачі відповідно у 1,9 раза, 1,2 раза та на 10 %. Показники економічної ефективності господарської діяльності підприємства з року в рік зростають, що свідчить про ефективність використання виробничих ресурсів.

Підвищити економічну ефективність виробництва сільськогосподарських підприємств і виявити резерви ресурсного потенціалу можна шляхом оптимізації наявних виробничих ресурсів та раціонального їх використання. Інформаційні аспекти сучасних інновацій при формуванні ресурсного потенціалу підприємств досліджено у роботі [16]. Оптимізувати виробництво сільськогосподарської продукції конкретного підприємства можливо за допомогою методів економіко-математичного моделювання. Розв'язок моделі зводиться до пошуку максимальної дохідності від реалізації продукції в умовах обмежених обсягів виробничих ресурсів або до пошуку максимального рівня рентабельності виробництва або інших критеріїв [7].

Розглянемо задачу визначення максимізації рівня рентабельності виробництва ТОВ «ЮМ-Ватутіно» як відношення прибутку до собівартості. Цільова функція має вигляд:

$$\max Z = \frac{\sum_{j=1}^n c_j x_j}{\sum_{j=1}^n d_j x_j}$$

за умов виконання обмежень щодо використання ресурсів:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \{ \leq, =, \geq \} b_i (i = \overline{1, m}); x_j \geq 0 (j = \overline{1, n}),$$

де c_j прибуток від реалізації одиниці j -го виду продукції, тоді загальний прибуток можна виразити формулою: $\sum_{j=1}^n c_j x_j$; якщо d_j – витрати на виробництво одиниці j -го виду продукції, то

$\sum_{j=1}^n d_j x_j$ – загальні витрати на виробництво.

Така задача є дробово-лінійною, рішення якої знайти досить складно. Для його пошуку можливо звести задачу дробово-лінійну до задачі лінійного програмування. Позначимо:

$$\frac{1}{\sum_{j=1}^n d_j x_j} = y_0 \quad i$$

введемо заміну змінних: $y_j = y_0 x_j (j = \overline{1, n})$, тобто $x_j = \frac{y_j}{y_0}$. Виконані перетворення приводять до наступної моделі задачі:

$$\max Z = \sum_{j=1}^n c_j y_j$$

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n a_{ij} y_j - b_i y_0 = 0 (i = \overline{1, m}); \\ \sum_{j=1}^n d_j y_j = 1. \end{cases} \quad y_j \geq 0 (j = \overline{1, n}), y_0 \geq 0.$$

Отже, сільськогосподарське підприємство ТОВ «ЮМ-Ватутіно» бажає оптимізувати структуру свого виробництва. У таблиці 2 наведено техніко-економічні показники головних напрямків виробництва, якими керівництво підприємства займається. Підприємство має 2800 га ріллі. Для виготовлення кормів передбачається використовувати 20 % урожаю озимого жита та 30 % — кукурудзи на зерно.

Позначення в економіко-математичній моделі:

- x_1 — площа посіву озимої пшениці, га;
- x_2 — площа посіву цукрових буряків, га;
- x_3 — площа посіву кормових культур, га;
- x_4 — кількість корів продуктивністю 5000 кг/рік;
- x_5 — кількість корів продуктивністю 4500 кг/рік;
- x_6 — кількість корів продуктивністю 4000 кг/рік;
- x_7 — кількість корів продуктивністю 3500 кг/рік.

Таблиця 2. Техніко-економічні показники головних напрямів виробництва

Показник	Напрямок виробництва						
	жито озиме	кукурудза на зерно	кормові культури	корови			
				(продуктивність, кг)			
				5000	4500	4000	3500
Урожайність, т/га	6,86	7,43	8,2	—	—	—	—
Собівартість, грн/т	4500	4000	1500	1200	1400	1600	1800
Ціна, грн/т	6000	4378	—	2000	2000	2000	2000
Вихід кормів, т кор. од./га	4,8	2	6	—	—	—	—
Затрати трудових ресурсів, людино-днів/га (гол.)	4	8	3	6	6	6	6
Затрати механізованої праці, людино-днів/га (гол.)	2	10	2	3	3	3	3
Частка корів	—	—	—	0,1	0,2	0,3	0,4
Потреба у кормах, т кор. од./гол.	—	—	—	5	4,7	4,4	4,1

Критерій оптимальності:

$$\max Z = \frac{0,8 \cdot 10290x_1 + 0,7 \cdot 2808,54x_2 + 2000x_4 + 1350x_5 + 800x_6 + 350x_7}{30870x_1 + 29720x_2 + 12300x_3 + 3000x_4 + 3150x_5 + 3200x_6 + 3150x_7}$$

за умов дотримання таких обмежень:

1. Обмеження щодо використання ресурсів:

а) використання ріллі: $x_1 + x_2 + x_3 \leq 2800$;

б) використання живої праці: $4x_1 + 8x_2 + 3x_3 + 6x_4 + 6x_5 + 6x_6 + 6x_7 \leq 30000$;

в) використання механізованої праці: $2x_1 + 10x_2 + 2x_3 + 3x_4 + 3x_5 + 3x_6 + 3x_7 \leq 12000$.

2. Обмеження стосовно дотримання сівозміни:

а) посівна площа кормових культур має бути більшою або дорівнювати площі під жито озиме:

$$x_3 \geq x_1;$$

б) посівна площа жита має бути більшою або дорівнювати площі під кукурудзу на зерно: $x_1 \geq x_2$.

3. Структура корів за продуктивністю:

а) балансове рівняння щодо поголів'я корів: $x_4 + x_5 + x_6 + x_7 = x_8$, де x_8 — загальне поголів'я корів;

б) частка корів продуктивністю 5000 кг/рік: $x_4 \leq 0,1x_8$;

в) частка корів продуктивністю 4500 кг/рік: $x_5 \leq 0,2x_8$;

г) частка корів продуктивністю 4000 кг/рік: $x_6 \leq 0,3x_8$;

д) частка корів продуктивністю 3500 кг/рік: $x_7 \leq 0,4x_8$.

4. Забезпеченість корів кормами:

$$4,8 \cdot 0,2x_1 + 2 \cdot 0,3x_2 + 6x_3 - 5x_4 - 4,7x_5 - 4,4x_6 - 4,1x_7 \geq 0.$$

Невід'ємність змінних: $x_j \geq 0$ ($j = \overline{1,8}$).

Щоб знайти розв'язок за цією моделлю, необхідно зробити відповідну заміну змінних. Нехай:

$$\frac{1}{30870x_1 + 29720x_2 + 12300x_3 + 3000x_4 + 3150x_5 + 3200x_6 + 3150x_7} = y_0 \text{ і } y_j = y_0 x_j.$$

Маємо таку лінійну оптимізаційну економіко-математичну модель:

$$\max f = 8232y_1 + 1965,98y_2 + 2000y_4 + 1350y_5 + 800y_6 + 350y_7$$

за умов:

$$y_1 + y_2 + y_3 - 2800y_0 \leq 0;$$

$$4y_1 + 8y_2 + 3y_3 + 6y_4 + 6y_5 + 6y_6 + 6y_7 - 30000y_0 \leq 0;$$

$$2y_1 + 10y_2 + 2y_3 + 3y_4 + 3y_5 + 3y_6 + 3y_7 - 12000y_0 \leq 0.$$

$$y_3 - y_1 \geq 0;$$

$$y_1 - y_2 \geq 0.$$

$$y_4 + y_5 + y_6 + y_7 - y_8 = 0;$$

$$y_4 - 0,1y_8 \leq 0;$$

$$y_5 - 0,2y_8 \leq 0;$$

$$y_6 - 0,3y_8 \leq 0;$$

$$y_7 - 0,4y_8 \leq 0.$$

$$4,8 \cdot 0,2y_1 + 2 \cdot 0,3y_2 + 6y_3 - 5y_4 - 4,7y_5 - 4,4y_6 - 4,1y_7 \geq 0.$$

$$30870y_1 + 29720y_2 + 12300y_3 + 3000y_4 + 3150y_5 + 3200y_6 + 3150y_7 = 1.$$

$$y_j \geq 0 \text{ (} j = \overline{0,8}\text{)}.$$

Розрахунки можна зробити, використовуючи сучасне програмне забезпечення, на прикладі засобу «Поиск решения» електронних таблиць Microsoft Excel [17, 18, 19], засобу «Решатель» електронних таблиць LibreOffice Calc, або розробити власну оболонку для розв'язку задачі [8]. Таке використання дає можливість швидко зробити розрахунки та знайти оптимальне рішення.

Результатом розв'язку є $\max Z = 0,199$ при оптимальному плані $X^*(x_1^* = 1372; x_2^* = 56, x_3^* = 1372; x_4^* = 217; x_5^* = 434; x_6^* = 651; x_7^* = 868)$. Виробничі ресурси при такому плані будуть використані в повному обсязі.

Отже, одержані для сільськогосподарського підприємства ТОВ «ЮМ-Ватутіно» рекомендації після виконання обчислень дозволяють організувати вирощування жита озимого на площі – 1372 га, кукурудзи на зерно – 56 га та кормових культур на площі – 1372 га, корів продуктивністю 5000 кг/рік має бути 217 голів, продуктивністю 4500 кг/рік – 434 голови, продуктивністю 4000 кг/рік – 651 голова, продуктивністю 3500 кг/рік – 868 голів. Рівень рентабельності підприємства складе 19,9 %.

Висновки та перспективи подальших розвідок

У роботі запропоновано оптимізаційну економіко-математичну модель оптимальної структури виробництва для конкретного сільськогосподарського підприємства, що враховує наявні виробничі ресурси і умови, в яких функціонує господарство. Застосування результатів оптимізації структури виробництва дає змогу найефективніше використати виробничий потенціал підприємства. У моделі передбачені елементи, які дають можливість враховувати урожайність культур, ціну, собівартість, ресурсний потенціал, продуктивність тварин та інше. Така модель може вживатись для проведення аналізу діяльності будь-якого сільськогосподарського підприємства, за різні періоди часу, а також виявити особливості не тільки підприємства загалом, але й окремих його підрозділів, а крім того, дає можливість ухвалювати управлінські рішення на різних етапах функціонування та розвитку підприємства.

Як результат, підтверджено, що застосування економіко-математичних методів є дуже ефективним при оцінці не тільки ресурсного потенціалу сільськогосподарських підприємств, а також оптимізації обсягів реалізації продукції, кормів, сировини на інше. Одержані результати досліджень планується використати для аналізу нелінійних моделей оптимізації рослинництва фермерських господарств України.

Список використаних джерел

1. Нужна С. А. Математичні аспекти моделювання та планування діяльності агропромислових підприємств в умовах невизначеності. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2016. № 3(41). С. 128-133.
2. Андрійчук В. Г. Економіка аграрних підприємств. Київ: КНЕУ, 2002. 624 с. URL: <http://studentbooks.com.ua/content/view/751/39/1/1/#1695>.
3. Вітлінський В. В. Моделювання економіки: навч. посіб. Київ: КНЕУ, 2003. 408 с.
4. Онищенко О. М. Оптимізація галузевої структури сільськогосподарських підприємств. Київ: Урожай, 1972. 207 с.
5. Саблук П. Т. Проблеми забезпечення дохідності агропромислового виробництва в Україні в постіндустріальний період. *Економіка АПК*. 2008. № 4. С. 19-37.
6. Васильєва Н. К. Економіко-математичне моделювання в сільському господарстві: навч. посібник. Дніпропетровськ: Біла К. О., 2015. 155 с.
7. Наконечний С. І., Савіна С. С. Погодний ризик АПК: адаптивне моделювання, економічне зростання та прогнозування. Київ: ДЕМІУР, 1998. 162 с.
8. Нужна С. А. Інформаційна технологія формування числової економіко-математичної моделі поєднання галузей сільськогосподарських підприємств. *Економіка: проблеми теорії та практики: збірник наукових праць*. Випуск 255: В 9 т. Т. VII. Дніпропетровськ: ДНУ, 2009. С. 1686-1692.
9. Лупенко Ю. О. Моделювання соціально-економічних відносин у процесі наукових досліджень. *Економіка АПК*. 2018, № 2. С. 5-12.
10. Павлик В. П. Використання моделювання в управлінні сільськогосподарськими підприємствами. *Економіка АПК*. 2018. № 4. С. 70
11. Samarets N. Application of mathematical models of transportation problems for optimization of agroindustrial production. The providing of sustainable development of agricultural sector for its innovative base: collective monograph. Science and Education Ltd, SHEFFIELD. 2015. P. 176-183.
12. Офіційний веб-сайт Державної служби статистики України. URL: <http://ukrstat.gov.ua>.
13. Samarets N., Nuzhna S. The modern contribution of the basic categories of producers to Ukrainian agrarian production. *Agricultural and Resource Economics*. 2018. Vol. 4. No. 4. Pp. 52-71. URL: <http://arejournal.com>.
14. Карамушка О. М. Реалії ринку зернових колосових культур України. Матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції «Наука і технології: кроки в майбутнє 2014». Прага: РН "Education and Science" s.r.o., 2014. Т. 8. С. 80-81.
15. Лупенко Ю. О., Месель-Веселяк В. Я., Грищенко О. Ю., Волосяк Ю. В. Виробництво сільськогосподарської продукції в Україні, очікуване у 2017 році. Київ: ННЦ «ІАЕ», 2017. 30 с.
16. Karamushka O., Moroz S., Vasylieva N. Information component of innovative support for agricultural enterprises capital. *Baltic Journal of Economic Studies*. 2018. Vol. 4. No 4. P. 145-151.
17. Самарець Н. М., Харченко Є. М., Чорна Н. О. Використання інформаційних технологій у статистичному аналізі даних для аграрних підприємств. *Агросвіт*. 2013. № 20. С. 14-20.
18. Мироненко О. А., Шрамко І. І. Застосування сучасних програмних засобів в управлінні підприємствами аграрного сектору. *Socio-economic aspects of economics and management*. Taunton: Aspekt Publishing, 2015. Т. 1. С. 78-82.
19. Мороз С. І., Шрамко І. І. Використання інформаційних технологій в аграрному маркетингу. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2017. № 2. С. 117-122.

References

1. Nuzhna, S. A. (2016). Mathematical aspects of agricultural enterprises design and planning under uncertainty. *News of Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University*, 41(3), 128-133.
2. Andriijchuk, V. G. (2002). *The economy of agrarian enterprises*. Kyiv: KNEU, 624. Retrieved from: <http://studentbooks.com.ua/content/view/751/39/1/1/#1695>.
3. Vitlinskyj, V. V. (2003). *Modeling the economy*. Kyiv: KNEU, 408.
4. Onyshhenko, O. M. (1972). *Optimization of the sectoral structure of agricultural enterprises*. Kyiv: Harvest, 207.
5. Sabluk, P. T. (2008). Problems of ensuring the profitability of agro-industrial production in Ukraine in the post-industrial period. *Ekonomika APK*, 4, 19-37.
6. Vasylieva, N. K. (2015). *The economic and mathematical modeling in agriculture*. Dnipropetrovsk: Bila K. O., 155.
7. Nakonechnyj, S., Savina, S. (1998). *Weather risk of agroindustrial complex: adaptive modeling, economic growth and forecasting*. Kyiv: DEMOUR, 162.
8. Nuzhna, S. A. (2009). Information technology of formation of numerical economic-mathematical model of combination of branches of agricultural enterprises. *Economics: problems of theory and practice*. 255(9), 1686-1692.

-
9. Lupenko, Yu. O. (2018), Modeling of socio-economic relations in scientific research processes. *Ekonomika APK*, 2, 5-12.
 10. Pavlyk, V. P. (2018), Usage of modeling in the management of agricultural enterprises. *Ekonomika APK*, 4, 70.
 11. Samarets, N. (2015). Application of mathematical models of transportation problems for optimization of agroindustrial production. *The providing of sustainable development of agricultural sector for its innovative base*. Science and Education Ltd, Sheffield, England, 176-183.
 12. *The official site of State Statistics Service of Ukraine*. Retrieved from: <http://ukrstat.gov.ua>.
 13. Samarets, N. and Nuzhna, S. (2018). The modern contribution of the basic categories of producers to Ukrainian agrarian production. *Agricultural and Resource Economics*, 4(4), 52-71. URL: <http://are-journal.com>.
 14. Karamushka, O. M. (2014). *Market realities of spiked grains in Ukraine*. Science and technology: Steps to the Future 2014, X International conference, PH "Education and Science" s.r.o, Prague, Czech Republic, 8, 80-81.
 15. Lupenko, Yu. O., Mesel-Veseliak, V. Ya., Hryshchenko, O. Yu., & Volosiuk, Yu. V. (2017). *Vyrobnystvo silskohospodarskoi produktsii v Ukraini, ochikuvane u 2017 rotsi* [Production of agricultural products in Ukraine, expected in 2017]. Kyiv: NNTs "IAE" [In Ukrainian].
 16. Karamushka, O., Moroz, S., Vasyliieva, N. (2018). Information component of innovative support for agricultural enterprises capital. *Baltic Journal of Economic Studies*, 4, 4, 145-151.
 17. Samarets, N. M., Kharchenko, E. M. and Chorna, N. O. (2013). The use of information technology in the statistical analysis of data for agricultural enterprises. *Agrosvit*, 20, 14-20.
 18. Myronenko, O. A., Shramko, I. I. (2015). Use of modern software tools in the management of enterprises of the agricultural sector. *Socio-economic aspects of economics and management*, 1, 78-82.
 19. Moroz, S., Shramko, I. (2017). Using of information technologies in agrarian marketing. *Visnyk Dnipropetrovs'kogo Derzhavnogo Agrarno-ekonomichnogo Universytetu*, 2, 117-122.

Стаття надійшла до редакції – 01.12.2018 р., прийнята до друку – 11.12.2018 р.