УДК 519.86:338.432

М. А. Домаскіна,
к. е. н., доцент кафедри економічної кібернетики і математичного моделювання,
Миколаївський національний аграрний університет, м. Миколаїв
К. В. Ярижко,
магістрант, Миколаївський національний аграрний університет, м. Миколаїв

МОДЕЛЮВАННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ВИРОБНИЦТВА АГРАРНОГО ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ ПОГОДНОГО РИЗИКУ

M. A. Domaskina,
Ph.D., assistant professor of economic cybernetics and mathematical modeling,
Mykolayiv State Agrarian University, Mykolaiv
K. V. Yaryzhko,
undergraduate, Mykolayiv State Agrarian University, . Mykolaiv

SIMULATION OF OPTIMAL STRUCTURE OF PRODUCTION OF THE AGRICULTURAL ENTERPRISE IN WEATHER RISK

В статті розглянуто основні теоретичні поняття стосовно оптимізації виробничої структури сільськогосподарських підприємств, досліджено специфічні особливості аграрного виробництва, доведена визначна роль погодно-кліматичних умов на формування виробничої структури підприємств аграрного сектору, продемонстровано застосування кореляційно-регресійного аналізу для побудови трендової моделі і прогнозування урожайності сільськогосподарських культур та запропоновано для визначення оптимальної структури виробництва з урахуванням погодного ризику використання теорії ігор.

In the article the basic theoretical concepts optimization of the production structure of agricultural enterprises, investigated the specific features of agricultural production, proved the important role of weather and climate conditions on the formation of the production structure of enterprises of the agricultural sector, demonstrated the use of correlation and regression analysis to build a trend models and predicting crop yields and proposed to determine the optimal structure of production based weather risk using game theory.

Ключові слова: *сільське господарство, природні умови, структура виробництва, моделювання, кореляційно-регресійний аналіз, теорія ігор.*

Keywords: *agriculture, natural conditions, the production structure, modeling, correlation and regression analysis, game theory.*

Постановка проблеми. Сучасне сільське господарство - сприятлива галузь для ефективного використання економіко-математичних методів і моделей, на основі яких можна скласти ряд завдань з характерними для оптимізації ознаками: безліч варіантів рішення і свобода вибору, обмеженість ресурсів, оцінка ефективності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемами моделювання займалися такі вчені як М.Є. Браславець, А.М. Гатаулін, Дж. Данциг, Л.В. Канторович, В.А. Кардаш, Р.Г. Кравченко, Е.Н. Крилатих, А.П. Курносов, С.А. Минюк, С.І. Наконечний, І.Г. Попов, С.С. Савіна, М.М. Тунєєв та ін. Однак деякі питання залишились невирішеними.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою статті є застосування моделей лінійного програмування і теорії ігор в системі управління сільськогосподарської організації в умовах погодного ризику

Виклад основного матеріалу дослідження. Ще російський учений професор А. І. Скворцов писав, що “кожне землеробське господарство являється організмом, в якого усі частини знаходяться між собою в певному зв'язку, у постійній взаємодії, і для вірного функціонування цього організму його органи, - яким у даному випадку відповідають галузі господарства, - повинні знаходитись в певному поєднанні”. Відповідне поєднання в даних умовах різних галузей утворює структуру сільськогосподарського виробництва Кожна галузь рослинництва і тваринництва для свого успішного розвитку має до умов виробництва цілком певні вимоги. І навпаки, наявність і поєднання конкретних умов створюють можливість і доцільність розвитку лише відповідних їм сільськогосподарських виробництв.

Академік А.А. Ніконов в фундаментальній монографії, присвяченій історії аграрної науки, так сказав про застосування методів економіко-математичного моделювання. "В умовах ринкових відносин, коли підвищується роль будь-якого господарюючого суб'єкта у прийнятті економічних та управлінських рішень - визначенні перспективи розвитку, структури виробництва - розширюються можливості використання в практиці економіко-математичних методів. Цей науковий напрям буде затребуваним самим життям.

Як відомо, сільське господарство представлено двома великими виробництвами - рослинництвом і тваринництвом, між якими існує постійний взаємозв'язок, взаємозалежність.

Розробка оптимальних моделей направлена на підвищення ефективності виробництва за допомогою балансової ув'язки всередині сільськогосподарського підприємства між його виробничими ресурсами і об’ємами виробництва і реалізації продукції, між галузями, окремими сільськогосподарськими культурами і групами тварин.

Під оптимальною виробничою структурою сільськогосподарського підприємства слід розуміти такі кількісні співвідношення між галузями, які, забезпечують виконання договірних обов’язків з продажу продукції, дозволяють найбільш повно і ефективно використовувати готівку і додатково залучати виробничі ресурси і отримати найвищий економічний ефект.

Найбільш повний і обгрунтований облік специфічних особливостей сільськогосподарського виробництва є вихідною точкою при розробці економіко-математичних оптимізаційних моделей.

У багатьох випадках на рівень виробництва в сільському господарстві за кожен відповідний рік впливають складені метеорологічні умови даного року, що представляють собою комбінацію з погодних умов виробництва по відокремленим вирішальним періодам сільськогосподарського або календарного року. Кількісна характеристика прояви погодних умов в конкретному році включає в себе показники накопичення вологи в грунті, температурні умови ранньої весни, опади, зволоження грунтів, температури весняно-літнього сезону, періоду формування врожаю і його збирання та ін .

Умови виробництва сільськогосподарської продукції можна розділити на три групи:

- нормальні, коли середні багатолітні значення погодних факторів дозволяють отримувати середній урожай;
- сприятливі - сприяють отриманню високого врожаю;
- несприятливі - призводять до низьких врожаїв.

У різні за природно-кліматичними умовами роки через неоднакову урожайності по-різному використовують сільськогосподарське угіддя і продукцію. У залежності від рівня врожайності культур і продуктивність худоби змінюється співвідношення витрат ресурсів на 1 га посіву, на голову тварин і виходу продукції. При більш високій врожайності культур, як правило, вищі матеріально-грошові витрати коштів і праці на 1 га посівів (рис. 1).

Зниження рівня врожайності в сприятливе по метеорологічним умовам роки призводить до порушення балансів сільськогосподарської продукції, що в підсумку погіршує економічні показники функціонування підприємств. У результаті природних умов по роках значно змінюються обсяги валової і товарної продукції і, як наслідок цього, розміри прибутку.

Тому в господарствах не можна чисто механічно підходити до вирішення оптимізаційних моделей, а слід враховувати також економічну ситуацію, так і природні умови конкретного року.

Вплив природних факторів обумовлює необхідність розробки в господарствах різних оптимальних варіантів моделей виробничої структури, з врахуванням прогнозу врожайності на майбутній рік, виходячи зі ступеня сприятливості погодних умов - для умов несприятливих, середніх і сприятливих.

Алгоритм виділення результатів природних умов виробництва представлений на рис. 2.

При виділенні результатів потрібно враховувати, що погодні умови, сприятливі для однієї культури, можуть бути також сприятливими і для іншої, тобто зв'язок в даному випадку позитивна; в той же час ті ж самі погодні умови призводять нерідко до зниження врожайності третьої культури (негативний зв'язок). Коефіцієнти парной кореляції відхилень врожайності окремих культур від тренда мають позитивний знак (табл. 1). Це говорить про те, що екстремальні погодні умови якісно однаково впливають на врожайність всіх сільськогосподарських культур.

Вся розроблена інформація зведена в розгорнутій числовій економіко-математичні моделі в розрізі можливих результатів природних умов. Всі вимоги завдання сформованних у вигляді лінійних рівнянь і нерівностей. В якості критерію оптимальності прийнятий максимум суми прибутку:

$$Z = \sum_{j \in N} c_j x_j - \overline{x_j} \to \max$$

У результаті рішення задачі визначені оптимальні розміри посівних площей сільськогосподарських культур і поголів'я тварин, обсяги виробництва за видами продукції та продажів, витрати, прибуток і рентабельність сільськогосподарського виробництва.

Так як всю сукупність оптимальних варіантів виробничої структури господарства для окремих погодних ситуацій реалізувати в принципі неможливо, отже, необхідно знайти таке рішення, яке було б відразу для всіх можливих ситуацій найкращим, тобто пристосованим до всієї сукупності можливих погодних ситуацій, з позиції максимального середнього очікуваного ефекту. При цьому слід зауважити, що оптимізація в середньому не виключає ризику отримання незапланованого результату.

У подібній постановці завдання вибір оптимального варіанту може бути здійснений відомими методами теорії ігор ("гра з природою") для прийняття рішення в умовах часткової не вирішеності.

Розглянемо ігрову ситуацію, де однією зі сторін виступає сільськогосподарське підприємство, зацікавлене в тому, щоб отримати найбільший дохід, а з іншого боку - природа, здатна нашкодити сільськогосподарському підприємству і як би переслідуючи тим самим протилежні цілі. При цьому другий гравець (природа) діє незловмисно, абсолютно випадково, можливі стратегії його відомі.

Рис. 1. Вплив метерологічних умов на ефективність сільськогосподарського виробництва

У наявності антагоністичного конфлікту, в якому сільськогосподарські підприємства мають три стратегії: оптимальна структура виробництва для несприятливих погодних умов (A_1); оптимальна структура виробництва для середніх погодних умов (A_2), оптимальна структура виробництва для сприятливих погодних умов (A_3).

Рис 2. Виділення результатів природних умов виробництва

У природи також три стратегії - три варіанта природно-кліматичних умов: несприятливі ($П_1$), середні ($П_2$) і сприятливі ($П_3$), з відомими ймовірностями їх прояву p_j.

За допомогою табличних процесорів були розраховані варіанти, включаючи оптимальні, можливих поєднань природно-кліматичних умов відповідних трьом варіантам оптимальної виробничої структури, і визначили виграш гравця 1 (сільськогосподарське підприємство) a_{ij}, $i=\overline{1,3}$, $j=\overline{1,3}$ який отримує гравець 1 при виборі стратегії A_i для кожного стану природи $П_j$.

У цьому випадку $\sum_{j=1}^{3} p_j = 1$ можна знайти величину математичного очікування виграшу, для кожної стратегії A_i:

$$M_i = \sum_{j=1}^{3} p_j a_{ij}$$

Оптимальною вважатиметься та стратегія, для якої ця величина приймає максимальне значення:

$$M^* = \max M_i$$

Очікувані величини прибутку a_{ij} разом з ймовірності їхнього одержання p_j представимо у вигляді матриці (табл. 2). Показники заштрихованої діагоналі відповідають оптимальним варіантам для відповідних природних умов.

Таблиця 2.
Матриця оптимізації виробничого напряму

Погодні умови	**Ймовірність настання**	**Варіанти виробничої структури (стратегія)**		
		A_1	A_2	A_3
Несприятливі	0,4	**-168,3**	-330,88	-448,28
Середні	0,5	1170,62	**1981,89**	1247,49
Сприятливі	0,1	2201,07	3537,47	**4011,05**

Для вибору найбільш оптимальної виробничої структури спочатку знаходимо для кожного її варіанту математичне очікування виграшу:

M (A_1) = -168,3 • 0,4 + 1170,62 • 0,5 + 2201,07 • 0,1 = 738, 097 тис. грн.;

M(A_2) = -330,88 • 0,4 + 1981,89 • 0,5 + 3537,47 • 0,1 = 1212, 34 тис. грн.;

M (A_3) = -448,28 • 0,4 + 1245,49 • 0,5 + 4011,05 • 0,15 = 845,538 тис.грн.

А потім визначаємо максимальне значення цього показника, який і вказує на оптимальне рішення:

M*= max M (A_i) = M(A_2) = 1212,34 тис. грн.

При дослідженні "гри з природою" необхідно визначити наскільки той чи інший стан погодних умов вплине на результат. Для цієї мети використовуємо показник ризику r_{ij}, який визначається як різниця між максимально можливим виграшем β_j при даному стані погодних умов Π_j і виграшем a_{ij} при вибраній A_i: $r_{ij} = \beta_j - a_{ij}$, де β_j = max a_{ij}, тобто максимальне число в стовпці погодніх умов Π_j.

Для вирішення завдання можна використовувати значеннями середнього ризику:

$$\bar{r}_i = \sum_{j=1}^{3} r_{ij} p_{ij}.$$

Таблиця 1.
Матриця парних коефіцієнтів кореляції відхилення від тренду урожайності сільськогосподарських культур ТОВ «Золотий колос» Жовтневого району, Миколаївської області за 1992-2014 рр.

Культури	Озима пшениця	Озиме жито	Яра пшениця	Ярий ячмінь	Овес	Просо	Кукуруза на зерно	Соняшник	Багаторічні трави на сіно	Багаторічні трави на зелену масу	Однорічні трави на сіно	Однорічні трави на зелену масу	Кукуруза на силос
Озима пшениця	1,0000												
Озиме жито	0,9042	1,0000											
Яра пшениця	0,6765	0,6386	1,0000										
Ярий ячмінь	0,7137	0,7416	0,9255	1,0000									
Овес	0,6884	0,6807	0,9138	0,9208	1,0000								
Просо	0,4975	0,434	0,7098	0,6449	0,7214	1,0000							
Кукуруза на зерно	0,2877	0,2163	0,639	0,4987	0,4797	0,5932	1,0000						
Соняшник	0,2575	0,1724	0,4162	0,3486	0,4161	0,6094	0,3678	1,0000					
Багаторічні трави на сіно	0,2694	0,2461	0,0762	0,1448	0,0484	0,3579	0,1701	-0,1446	1,0000				
Багаторічні трави на зелену масу	0,2718	0,2436	0,1125	0,1572	0,0709	0,295	0,1771	-0,1429	0,9528	1,0000			
Однорічні трави на сіно	0,4484	0,4111	0,4438	0,4806	0,4322	0,6311	0,4196	0,0987	0,8259	0,7889	1,0000		
Однорічні трави на зелену масу	0,4159	0,3731	0,4231	0,4418	0,4057	0,6443	0,4299	0,0732	0,861	0,851	0,9631	1,0000	
Кукуруза на силос	0,2899	0,2222	0,3697	0,349	0,3555	7977	0,4096	0,4199	0,7123	0,6757	0,7381	0,7941	1,0000

Оптимальним в цьому випадку буде та стратегія, для якої середній ризик буде мінімальним:

$$\overline{r_i}^{*} = \min \overline{r_i}.$$

Користуючись цими положеннями, знайдемо всі значення β_j і побудуємо матрицю ризиків (табл. 3).

Для кожного оптимального плану знайдемо середній ризик :

$\overline{r}(A_1)$ = 0 • 0,4 +810,38 • 0,5 + 1809,98 • 0,1 = 568,188 тис. грн.;

$\overline{r}(A_2)$ = 162,58 • 0,4 + 0 • 0,5 + 473,58 • 0,1 = 112,38 тис. грн.;

$\overline{r}(A_3)$ = 279,98 • 0,4 + 734,4 • 0,5 + 0 • 0,1 = 479,192 тис.грн.

Таблиця 3.
Матриця ризику виробничого направлення

Погодні умови	**Ймовірність настання**	**Варіанти виробничої структури (стратегія))**		
		A_1	A_2	A_3
Несприятливі	0,4	*0*	162,58	279,98
Середні	0,5	810,38	0	734,4
Сприятливі	0,1	1809,98	473,58	0

Отримані результати показують, що в довгостроковій перспективі використання виробничої структури, відповідного варіанту для середніх природних умов (другого варіанту), дозволить господарству отримувати прибуток у розмірі 1212,34 тис. грн. У випадку несприятливого впливу факторів природного середовища величина втрат при використанні даного варіанту виробничої структури буде мінімальною і складе 112,39 тис.грн.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі. Багатоваріантний прогноз допомагає оптимізувати управління в економічних структурах, забезпечувати їх розвиток в умовах мінливості природних умов. Природно-кліматичні умови мають значний вплив на формування структури виробництва аграрних підприємств. Природа виступає як несвідомий учасник гри з сільськогосподарським підприємством. Тому для визначення раціональної структури виробництва доцільно застосовувати методи теорії ігор.

Література.

1. Вітлінський В. В. Ризикологія в економіці та підприємництві [Текст] / В. В. Вітлінський, Г. І. Великоіваненко. – К.: КНЕУ, 2004. – 480 с.
2. Клименюк М. М. Управління ризиками в економіці: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. [Текст] / М. М. Клименюк, І. А. Брижань; Акад. муніцип. упр. – К., 2000. – 253 с.

References.

1. Vitlins'kij, V. V. (2004), Rizikologija v ekonomici ta pidpriemnictvi [Risks expertness in economics and entrepreneurship], KNEU, Kyiv, Ukraine.
2. Klimenjuk, M. M. (2000), Upravlinnja rizikami v ekonomici [Risk Management in economy], Akad. municip. upr., Kyiv., Ukraine

Стаття надійшла до редакції 08.09.2015р.