

С.А. Нужна

Дніпродзержинський державний технічний університет

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ ТА ОБ'ЄДНАНЬ

Показана необхідність використання системних характеристик при оптимізації функціонування та розвитку сільськогосподарських підприємств і запропоновано підходи математичного моделювання та управління маневреністю та інерційністю.

Показана необходимость использования системных характеристик при оптимизации функционирования и развития предприятий сельского хозяйства и предложены подходы математического моделирования и управления маневренностью и инерционностью.

In this article need of use system characteristics is shown by optimization of functioning and development of agriculture enterprises and approaches of mathematical modeling and management of maneuverability and a lag effect are offered.

Ключові слова: сільське господарство, математичне моделювання, систем-ні характеристики, оптимізація, маневреність, інерційність, економічний ризик.

Вступ. Оптимальний план, розрахований за адекватною економіко-математичною моделлю, може бути проаналізований на основі двоїстих оцінок. Однак такий аналіз є неглибоким. Практика досліджень соціально-економічних систем підтверджує необхідність використання системних характеристик, які характеризують основні їх властивості. Головними системними характеристиками планів є: стійкість, маневреність, гнучкість, інерційність, надійність, напруженість, еластичність, ентропійний характер, невизначеність, яка породжує економічний ризик тощо. Ці системні характеристики необхідно враховувати при дослідженні економічних систем, їх плануванні та аналізі.

Можна погодитися з авторами роботи [1, с. 48], котрі стверджують: «Планове рішення в умовах невизначеності має характеризуватися високим рівнем надійності за мінімальної чи допустимої ризикованості його виконання, застосування можливих способів та засобів для забезпечення достатнього рівня адаптивності планових рішень, що здійснюються за рахунок високої маневреності плану.

Розроблений таким чином план (прогноз) функціонування та розвитку виробництва дасть змогу суттєво знизити економічний ризик, підвищити економічну ефективність».

Постановка задачі. Системними характеристиками можна і треба керувати. З цією метою використовують низку способів, серед яких найбільш ефективними є:

- 1) створення оптимальних (раціональних) обсягів ресурсів і продукції;
- 2) підвищення маневрених якостей плану;
- 3) оптимізація структури системи;
- 4) підвищення рівня достовірності техніко-економічної інформації в процесі складання плану;

5) використання досягнень НТП (підвищення ефективності та якості сільськогосподарської техніки, виведення нових сортів рослин і порід тварин, пристосованих до природнокліматичних умов кожного із регіонів країни, раціонального використання потенційних генетичних можливостей рослин і тварин, створення інформаційних технологій) [1, с. 48].

Керування системними характеристиками аграрно-промислових систем має певні особливості, наприклад, гнучкість. Автори роботи [1, с. 48-49] обґрунтовано гнучкість економічних систем інтерпретують таким чином: «Існування різних форм власності спонукає створення різних форм господарювання, готуючи простір для можливостей прийняття оптимальних рішень. Це і визначає гнучкість розвитку галузей й економіки загалом.»

Гнучка технологія має в собі деяке стійке ядро, яке може розвиватись увесь час стабільно, незалежно від впливу випадкових чинників і невизначеності інформації. Поряд із цим ядром існує зона еластичності, яка буде реагувати на збурення, тим самим забезпечуючи існування стійкого ядра. В ядрі мають сконцентруватися великі спеціалізовані підприємства. Зона гнучкості включатиме невеликі і середні виробництва з гнучкими технологіями. У сільськогосподарському виробництві неможливо виділити стійке ядро, яке може розвиватись увесь час стабільно, оскільки на нього впливають космічні чинники, які щорічно міняються у значних границях, наприклад, погодні умови. У результаті урожайності сільського господарських культур є випадковими величинами, відповідно тваринницькі галузі також є нестабільними, продуктивності тварин постійно змінюються. У результаті техніко-економічні показники щорічно

змінюються у досить широких границях. Це стосується окремих підприємств сільськогосподарської галузі та всього АПК.

Велика латифундія зовсім не є кращою організаційною формою сільськогосподарського виробництва. Закон переваги великого господарства не є абсолютним. У малих господарствах краще вдається створювати раціональні умови для біологічного процесу росту рослин. Тому створення хол-дингів у АПК є безперспективними як з точки зору технології, так із точки зору соціально-економічної доцільності. Однак сказане вище не протирічить доцільності формування гнучкості планів. Саме цей приклад підтверджує необхідність при формуванні планів функціонування та розвитку сільського господарства, а також всього АПК, враховувати системні харак-теристики, особливості їх взаємодії.

Результати. Кожна із розглянутих вище системних характеристик може приймати відповідний оптимальний рівень, який необхідно враховувати при формуванні раціонального плану. Ці показники взаємозалежні. Навіть при незначній зміні внутрішніх і зовнішніх умов у процесі практичної реалізації оптимального плану, як найбільш економічно ефективного, його показники ефективності виробництва можуть різко знижуватися. У засушливих районах, наприклад у Степу, в сприятливих умовах (достатня кількість опадів) отримують високі врожаї пшениці. Однак дисперсія цього показника досить велика, тобто стійкість валових зборів низька. У Лісо-степу України урожайність пшениці нижча, але її дисперсія також нижча, а значить виробництво цієї культури є більш стійким. Дослідження показують, що стійкість сільського господарства значно впливає на рівень валового внутрішнього продукту. Однак керування ступенем стійкості є досить складною задачею. Оскільки системні характеристики взаємопов'язані майже функціонально, особливо стійкість, надійність, економічний ризик, тому в подальшому будемо здійснювати дослідження економічної ефективності виробництва від економічного ризику, який формується під дією невизначеності. Одночасно звернемо увагу, що невизначеність (економічний ризик) суттєво залежить від інерційності та маневрених можливостей економічної системи. Маневреність виробництва рослинницьких продуктів і сировини залежать від площ посіву сільськогосподарських рослин та їх урожайності, остання залежить від сортів і погодних умов, які суттєво впливають на урожайність культур. Тому у процесі планування рослинництва, як пропонується у нашому дослідженні, необхідно враховувати погодні стани та їх імовірності. Необхідно враховувати повний спектр можливих подій, особливо ті, що можуть з'явитися з малою ймовірністю, але ведуть до значних збитків, нерідко до «економічних катастроф».

Існує широка гама можливостей маневрування, а саме: ресурсами, продукцією, способами функціонування та їх інтенсивністю. По кожному із приведених напрямків можливі два способи маневрування: зміна об'ємних характеристик у межах існуючих можливостей – технологій. Маневрування способами функціонування інтерпретується як перехід від одного набору способів у базисі планів до іншого. Можливість варіювання інтенсивністю способів визначається технологічними умовами або задається, як правило, у вигляді двосторонніх обмежень

$$\bar{D}_j \leq X_j \leq D_j, \quad (j \in J), \quad (1)$$

де X_j - обсяг j -ої діяльності; \bar{D}_j, D_j - відповідно нижня і верхня допустимі границі j -ої діяльності.

У сільському господарстві маневрування діяльності обмежується струк-турою сівозмін. У цьому випадку кілька культур є попередником для однієї або кількох видів рослин. Наприклад, попередником озимої пшениці є однорічні та багаторічні трави, горох тощо.

Міра маневреності M системи є керованою категорією та виступає дуже важливим чинником знаходження оптимального (раціонального) розв'язку в ситуаціях, коли є суттєві зміни внутрішніх і зовнішніх умов реалізації планів.

Другою важливою системною характеристикою агропромислових систем є інерційність. Прийняття, а особливо вже реалізовані плани, мають відповідну інерційність, так як зроблена відповідна надбудова. Кожному інерційному плану відповідає інерційний результат. Важливим завданням математичного моделювання є врахування на стадії розробки і прийняття плану його інерційності та наслідок.

Важливим чинником маневреності та інерційності у рослинництві є той факт, що засобом та предметом праці є земельні ресурси, які можливо відновлювати. З цією метою їх треба правильно використовувати, строго дотримуватися сівозмін, розроблених технологій. Відомо, що на світовому ринку значно підвищилися ціни на насіння соняшника і ріпаку. Орендатори земельних ресурсів різко збільшили площу посіву під цими культурами, що призвело до необхідності повторні посіви здійснювати на цих площах через три – чотири роки. Результатом порушення сівозмін є виснаження ґрунту. Відновлення його потребує десятки років, досить багато матеріальних затрат, які можуть перевищувати обсяги отриманих прибутків.

Інерційність діяльності задається для рослинницьких культур та маточ-ного поголів'я тварин. Оскільки неможливо досить точно передбачити стан погоди чи інші випадкові величини на наступні роки, то недоцільно орієнтуватися на один з обраних варіантів випадкової величини (навіть якщо він є найбільш ймовірним) а, отже, треба враховувати всі їх можливі варіанти. Нехай θ – номер погодного стану ($\theta \in \Theta$). При цьому треба врахувати ймовірність настання кожної типової погодної умови, інерційність посівних

культур, тобто посівні площі під кожною культурою при всіх θ -та повинні бути рівними. Отже, інерційність сільського сподар-ських культур запишеться таким чином

$$\sum_{i \in I} X_{ij,1} = \sum_{i \in I} X_{ij,2} = \dots = \sum_{i \in I} X_{ij,\theta} \quad (2)$$

$$(j \in J)$$

Також виникає задача визначення раціональної кількості корів, тобто в неврожайні роки кормів не вистачить, а в роки високоврожайні – буде їх надлишок. У неврожайні роки зменшення поголів'я корів недоцільно, оскільки на ринку ціни на них знизяться. Крім цього існує відповідна ймовірність, що наступний рік буде високоврожайний, а значить, що надлишок кормів значно збільшиться. Треба враховувати той факт, що вирощування корови потребує 4–5 років. Отже, кількість корів для кожного погодного стану повинна бути однаковою, або, якщо це передбачається перспективним планом, зростати наперед заданий відсоток, тобто має місце інерційність по поголів'ю корів.

Однак одночасно існує можливість маневрувати продуктивністю корів. Наприклад, корову потенційної продуктивності 5000 кг, яка споживає 57 центнерів кормових одиниць, можна годувати як корову продуктивністю 4500 або 4000 кг, які споживають відповідно 55 і 53 ц. кор. одиниць. Подальше зниження продуктивності корів недопустиме, наприклад, до 3500, 3000, 2500 кг, бо в урожайний рік, корова потенційної продуктивності 5000 кг, яка давала у попередній рік 3000 кг молока, навіть при найкращому годуванні не може досягти продуктивності 5000 кг.

Інерційність здійснюється за кожною тваринницькою галуззю та статтєво-віковою групою. Однак є можливість маневрувати продуктивністю тварин. Наприклад, за умов найнижчої урожайності кормових культур корови продуктивністю 5000 кг можна утримувати (годувати) як корів продуктивністю 3500 кг. А це значить, що в рамках інерційності є можливість збільшувати міру маневреності (за продуктивністю тварин). Дуже важливо, щоб при розробці економіко-математичних моделей міра маневреності M була максимальною.

Спосіб математичного моделювання інерційності та маневреності розглянуті у [2, с. 84 – 94]. Однак у цій роботі мають місце певні неточності. Якщо планується структура стада [2, с. 87] при дуже низькій урожайності кормових культур, то в оптимальний план ввійдуть, наприклад, змінні X_1 і X_5 . На практиці це неможливо, бо якщо корови у попередньому році мали продуктивність 2500 і 3000 кг молока, то в наступному при найкращій годівлі вони не можуть досягти продуктивності 4500 або 5000 кг. Підтвердимо це на реальних розрахунках двома способами моделювання (перший – взятий із [2], другий – запропонований нами), тобто інерційність і маневреність, описані нерівностями (2.40), (2.41) і (2.42) [2, с. 105], запишемо таким чином. Обмеження мають вид:

а) за структурою стада

$$\sum_{f \in F} Y_{j+1, f k \theta} - B_{j k \theta} \cdot \sum_{f \in F} Y_{j f k \theta} \leq 0, \quad (3)$$

$$(j \in J - 1; k \in K; \theta \in \Theta),$$

де $Y_{j f k \theta}$ – кількість планового поголів'я j -ої статтєво-вікової групи ($j \in J$) f -ої продуктивності ($f \in F$) k -ої ($k \in K$) тваринницької галузі за θ -та погодних умов ($\theta \in \Theta$); $B_{j k \theta}$ – частка збереження тварин j -ої статтєво-вікової групи k -ої тваринницької галузі за θ -та погодних умов;

б) за структурою статтєво-вікових груп у розрізі продуктивності тварин

$$\sum_{m=1}^f Y_{j m k \theta} - \sum_{m=1}^f B_{j m k \theta} \cdot \sum_{f \in F} Y_{j f k \theta} \leq 0, \quad (4)$$

$$(j \in J; f \in F; k \in K; \theta \in \Theta),$$

де $B_{j m k \theta}$ – частка тварин m -ої продуктивності в j -ій статтєво-віковій групі k -ої тваринницької галузі за θ -та погодних умов; $Y_{j m k \theta}$ – кількість планового поголів'я j -ої статтєво-вікової групи m -ої продуктивності k -ої тваринницької галузі за θ -та погодних умов;

в) за інерційністю тваринницьких галузей

$$\sum_{f \in F} Y_{j f k \theta} = \sum_{f \in F} Y_{j f k, \theta+1}, \quad (5)$$

$$(j \in J; k \in K; \theta \in \Theta - 1).$$

Другому способу моделювання інерційності та маневреності відповідають обмеження:

1) врахування маневреності структури стада

$$\sum_{m \in M} \sum_{f \in F} Y_{j m f k \theta} - B_{j k \theta} \sum_{j \in J} \sum_{m \in M} \sum_{f \in F} Y_{j m f k \theta} \leq 0, \quad (6)$$

$$(j \in J; k \in K; \theta \in \Theta)$$

де $B_{j k \theta}$ – частка тварин j -ої статеві-вікової групи k -ої тваринницької галузі за θ -та станом погодних умов;

$Y_{j m f k \theta}$ – планове поголів'я j -ої статеві-вікової групи f -ої потенційної продуктивності k -ої тваринницької галузі, які вирощують за m -тою технологією та утримують за θ -та погодних умов;

2) врахування інерційності тваринницьких галузей

$$\sum_{m \in M} \sum_{f \in F} Y_{j m f k \theta} = \sum_{m \in M} \sum_{f \in F} Y_{j m f k, \theta+1}, \quad (7)$$

$$(j \in J; k \in K; \theta \in \Theta - 1);$$

3) врахування маневрування продуктивністю шляхом переведення тварин з групи даної продуктивності у групу двох нижчих рівнів

$$\sum_{m \in M_n} Y_{j m f k \theta} - Y_{j m f k \theta} = 0, \quad (8)$$

$$(j \in J, m \in M, f \in F, k \in K, \theta \in \Theta)$$

де $M_n \in M$, M_n – підмножина технологій, яка відповідає утриманню тварин з групи даної продуктивності у групу двох нижчих рівнів.

Необхідна інформація для формування матриць економіко-математичних моделей приведена у табл. 1.

Таблиця 1

Споживання кормів однією коровою і прибуток від неї

Показник		Споживання кормів		Прибуток від однієї корови в кожному з погодних станів, грн				
Змінна	Продуктивність корів, кг	Ц. корм. одиниць	Пер. протеїн у кг	$\theta=1$	$\theta=2$	$\theta=3$	$\theta=4$	$\theta=5$
X ₆	5000	57	671,4	1548	1750	1939	2118	2286
X ₅₆	4500	55	645,15	1098	1298	1486	1662	1827
X ₄₆	4000	53	618,51	786	976	1154	1321	1477
X ₅	4500	55	645,15	1098	1298	1486	1662	1827
X ₄₅	4000	53	618,51	786	976	1154	1321	1477
X ₃₅	3500	51	586,5	509	688	854	1010	1156
X ₄	4000	53	618,51	786	976	1154	1321	1477
X ₃₄	3500	51	586,5	509	688	854	1010	1156
X ₂₄	3000	48	542,4	272	436	589	732	866
X ₃	3500	51	586,5	509	688	854	1010	1156
X ₂₃	3000	48	542,4	272	436	589	732	866
X ₁₃	2500	45	502,65	78	226	364	491	610
X ₂	3000	48	542,4	78	436	589	732	866
X ₁₂	2500	45	502,65	272	226	364	491	610
X ₁	2500	45	502,65	78	226	364	491	610

Результати оптимізації структури стада корів по продуктивності приведені у табл. 2 та табл. 3.

З табл. 2 маємо, що при моделюванні структури стада за продуктивністю першим способом при $\theta=1$ (найнижча урожайність кормових культур) необхідно утримувати 398 голів продуктивністю 2500 кг. Якщо у наступному році погодна ситуація буде $\theta=5$ (найкраща урожайність кормових культур), то неможливо перейти до відповідної структури стада. Із 398 корів продуктивністю 2500 кг можна перевести 159 корів у стадо продуктивністю 3500 кг, а це значить, що $398-159=239$ корів, тобто ці корови згідно прийнятої технології не можуть бути переведеними до стада продуктивністю 4000, 4500 або 5000 кг. Отже, перший спосіб моделювання точно не описує технологію переведення корів з однієї в іншу групу.

Таблиця 2

Оптимальна структура корів за продуктивністю (перший спосіб моделювання)

Показник	Перший спосіб моделювання				
	Погодні стани				
	$\theta=1$	$\theta=2$	$\theta=3$	$\theta=4$	$\theta=5$
Ц. кормових одиниць	33000	36500	40000	43500	47000
Перетравного протеїну, кг	200400	278700	357000	488700	620400
Кількість корів	398	398	398	398	398
Прибуток, тис. грн	31	387	457	522	584
X_6	0	40	40	40	40
X_{66}	0	0	0	0	0
X_{56}	0	0	0	0	0
X_{46}	0	0	0	0	0
X_5	0	40	40	40	40
X_{55}	0	0	0	0	0
X_{45}	0	0	0	0	0
X_{35}	0	0	0	0	0
X_4	0	159	159	159	159
X_{44}	0	0	0	0	0
X_{34}	0	0	0	0	0
X_{24}	0	0	0	0	0
X_3	0	159	159	159	159
X_{33}	0	0	0	0	0
X_{23}	0	0	0	0	0
X_{13}	0	0	0	0	0
X_2	0	0	0	0	0
X_{22}	0	0	0	0	0
X_{12}	0	0	0	0	0
X_1	398	0	0	0	0

Таблиця 3

Оптимальна структура корів по продуктивності (другий спосіб моделювання)

Показник	Другий спосіб моделювання				
	Погодні стани				
	$\theta=1$	$\theta=2$	$\theta=3$	$\theta=4$	$\theta=5$
Ц. кормових одиниць	33000	36500	40000	43500	47000
Перетравного протеїну, кг	200400	278700	357000	488700	620400
Кількість корів	372	372	372	372	372
Прибуток, тис. грн	160	361	426	488	545
X_6	0	37	37	37	37
X_{66}	0	37	37	37	37
X_{56}	0	0	0	0	0
X_{46}	0	0	0	0	0
X_5	0	37	37	37	37
X_{55}	0	37	37	37	37
X_{45}	0	0	0	0	0
X_{35}	0	0	0	0	0
X_4	37	149	149	149	149
X_{44}	37	149	149	149	149
X_{34}	0	0	0	0	0

X_{24}	0	0	0	0	0
X_3	0	149	149	149	149
X_{33}	0	149	149	149	149
X_{23}	0	0	0	0	0
X_{13}	0	0	0	0	0
X_2	149	0	0	0	0
X_{22}	149	0	0	0	0
X_{12}	0	0	0	0	0
X_1	149	0	0	0	0

Дані табл. 3 підтверджують, що другий спосіб моделювання структури стада таку можливість забезпечує. Наприклад, структуру стада корів, яку отримуємо для $\theta=1$, легко перевести у ситуацію погодного стану $\theta=5$. Тобто, 149 корів продуктивністю 2500 переводяться у корови продуктивністю 3500 кг, відповідно корови продуктивністю 3000 кг переходять до стада продуктивністю 4500 кг, а корови продуктивності 3500 кг – у 4500 кг, продуктивності 4000 кг – у 5000 кг. Незавжно переконатися, що із погодної ситуації $\theta=1$ стадо корів легко перевести у ситуації $\theta=2$, $\theta=3$ і $\theta=4$. Відповідно можна здійснити перехід з будь-якої нижчої погодної ситуації у вищу. Отже, другий спосіб моделювання структури стада забезпечує виконання заданих технологій.

Відповідним чином описують маневреність та інерційність по великій рогатій худобі на відгодівлі та відтворенні стада.

Звернемо увагу, що міра маневреності M має бути максимальною, однак інерційність зменшує цю множину. Не важко бачити, що економічний, у тому числі підприємницький ризик, значною мірою залежить від маневреності та інерційності економічних систем.

Висновки. Недолік багатьох існуючих економіко-математичних моделей у тому, що системні характеристики формуються поза моделлю. Автори показали необхідність включати ці характеристики в модель, з метою отримання їх оптимальних значень.

У статті запропоновано підходи моделювання маневреності та інерційності сільськогосподарських систем. Автор виправив неточність маневрування тваринницькими галузями, яка мала місце у роботі [2].

Бібліографічні посилання

1. **Вітлінський В.В.** Ризикологія в економіці та підприємстві: моногр. / В.В. Вітлінський, Г.І. Великоіваненко – К., 2004. – 480 с.
2. **Наконечний С.І.** Погодний ризик АПК: адаптивне моделювання, економічне зростання та прогнозування / С.І. Наконечний, С.С. Савіна – К., 1998. – 162 с.

Надійшла до редколегії 10.05.2012