

## ОПТИМІЗАЦІЯ РАЦІОНУ ГОДІВЛІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТВАРИН

Самофалова А.С., email [teaowl.alya@gmail.com](mailto:teaowl.alya@gmail.com)

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Годування, як відомо, впливає на фізіологічні особливості тварин: зростання, розвиток, вага, продуктивність. Від годування залежать відтворювальні здатності тварин, кількість і якість продуктів тваринництва. Крім того, в структурі собівартості продукції тваринництва корми займають найбільшу питому вагу, тому для здешевлення продукції тваринництва необхідно знижувати витрати на корми.

Для того щоб найкращим чином використовувати корми і домогтися їх найвищої окупності, потрібно організувати годування тварин на науковій основі. Раціони повинні бути збалансованими за всіма можливими інгредієнтами харчування (кормові одиниці, перетравний протеїн, кальцій тощо), співвідношенню різних груп і видів кормів і поживних речовин і одночасно мати мінімальну собівартість. В якості критерію оптимальності в окремих завданнях може використовуватися мінімум маси раціону, максимум енергетичних одиниць та ін.

Розрахуємо оптимальний добовий раціон годівлі для корів із середньою жировою масою 500 кг і середньодобовим удоєм 16 кг молока. Для забезпечення заданої продуктивності необхідно, щоб у раціоні містилося не менш 12,9 кг кормових одиниць, 1390 г перетравного протеїну, 116 г кальцію, 72 г фосфору, 523 мг каротину. Сухої речовини в ньому має бути не менше 20 кг.

Господарство володіє чотирма видами кормів. Вміст поживних речовин в 1 кг корму і собівартість кормів наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Вміст поживних речовин та собівартість кормів

Показники	Комбікорм	Сіно конюшно-тимофієчне	Солома ячмінна	Силос кукурудзяний
Кормові одиниці, кг	0,9	0,5	0,36	0,2
Перетравний протеїн, г	112	52	12	14
Кальцій, г	15	7,4	3,7	1,5
Фосфор, г	13	2,2	1,2	0,5
Каротин, мг	-	30	4	15
Суха речовина, кг	0,87	0,83	0,85	0,26
Собівартість 1кг корма, коп.	14,5	2,1	0,3	0,6

Відповідно до зоотехнічних вимог окремі групи кормів в раціоні можуть змінюватися в таких межах, % до загальної кількості кормових одиниць: концентровані - від 10 до 30, грубі - від 20 до 35, соковиті - від 30 до 50. Крім того, в групі грубих кормів солома повинна складати не більше 25%. Критерій оптимальності - мінімум собівартості раціону.

Для розрахунку оптимального раціону годівлі необхідно побудувати економіко-математичну модель і вирішити її на ЕОМ. Існують різні математичні форми запису моделі оптимізації раціонів. Однак при однаковій вхідній інформації вони забезпечують отримання ідентичних рішень.

Для побудови структурної економіко-математичної моделі оптимізації добового раціону годівлі корів введемо наступні позначення:

j – індекс змінної;

$i$  – індекс обмеження;  
 $x_j$  – змінна, яка позначає кількість корму  $j$ -го виду, що входить до раціону;  
 $\bar{x}$  – змінна, яка позначає сумарну кількість кормових одиниць в раціоні;  
 $a_{ij}$  – зміст  $i$ -го елемента живлення або сухої речовини в одиниці  $j$ -го виду корму;  
 $B_i$  – допустима кількість  $i$ -го поживної речовини в раціоні;  
 $\beta_i^{\min}, \beta_i^{\max}$  – мінімальна і максимальна питома вага окремих груп кормів в раціоні;  
 $c_j$  – собівартість одиниці корму  $j$ -го виду;  
 $W_{ij}$  – коефіцієнт пропорційності;  
 $N$  - множина, що включає номери змінних за видами кормів у раціоні;  
 $N'_i$  – підмножина, що включає номери змінних за видами кормів  $i$ -й групи;  
 $M_1$  – множина, що включає номери обмежень за вмістом кормових одиниць у раціоні;  
 $M_2$  – множина, що включає номери обмежень за вмістом поживних речовин (крім кормових одиниць) в раціоні;  
 $M_3$  – номер обмеження за змістом сухої речовини у раціоні;  
 $M_4$  – множина, що включає номери обмежень за вмістом окремих груп кормів у раціоні;  
 $M_5$  - множина, що включає номери обмежень за питомою вагою окремих кормів всередині груп.

Мета завдання - знайти такий склад раціону годівлі, при якому досягається мінімум його собівартості

$$Z = \sum_{j \in N} c_j x_j \rightarrow \min$$

при виконанні наступних обмежень.

1) Раціон повинен містити поживних речовин не менше допустимої кількості:

а) кормові одиниці:

$$\sum_{j \in N} a_{ij} x_j = \bar{x}, \bar{x} \geq B_i, (i \in M_1);$$

б) інших видів поживних речовин:

$$\sum_{j \in N} a_{ij} x_j \geq B_i, (i \in M_2);$$

2) вміст сухої речовини в раціоні повинно бути не більше допустимої кількості:

$$\sum_{j \in N} a_{ij} x_j \geq B_i, (i \in M_3);$$

3) зміст кормів кожної групи в раціоні повинно бути обмежено:

$$\sum_{j \in N'_i} a_{ij} x_j \geq \beta_i^{\min} \bar{x}, \sum_{j \in N'_i} a_{ij} x_j \leq \beta_i^{\max} \bar{x} (i \in M_4);$$

4) в окремих групах кормів зміст деяких видів кормів повинен бути обмежений:

$$\sum_{j \in N'_i} a_{ij} x_j \begin{matrix} \geq \\ \leq \end{matrix} \sum_{j \in N'_i} W_{ij} a_{ij} x_j, (i \in M_5);$$

Виходячи з умов завдання по даному запису структурної економіко-математичної моделі складається перелік змінних величин і обмежень, готується вихідна інформація, будується розгорнута економіко-математична модель задачі, яка потім записується у вигляді матриці табл. 2.

Визначимо перелік змінних. Кількість кормів, які можуть увійти в раціон корів, позначимо через:

$x_1$  - кількість комбікорму в раціоні, кг;

$x_2$  - кількість конюшно-тимофієчного сіна в раціоні, кг;

$x_3$  - кількість ячмінної соломи в раціоні, кг;

$x_4$  - кількість кукурудзяного силосу в раціоні, кг;

$\bar{x}$  - загальна кількість кормових одиниць в раціоні, кг.

Таблиця 2 – Розгорнута економіко-математична модель задачі

Номер обмеження	Змінні величини Найменування обмежень	Одиниця виміру	Комбікорм,	Сіно конюшино-	Солома	Силос	Загальна кількість кормових одиниць, кг	Вид обмеження	Обсяг обмеження
			кг	тимофієчне, кг	ячмінна, кг	кукурудзяний, кг			
			$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$\bar{x}$		
1	Усього кормових одиниць	кг	0,9	0,5	0,36	0,2	-1	=	0
2	Кормові одиниці						1	≥	12,9
3	Перетравний протеїн	г	112	52	12	14		≥	1390
4	Кальцій		15	7,4	3,7	1,5		≥	116
5	Фосфор		13	2,2	1,2	0,5		≥	72
6	Каротин	мг		30	4	15		≥	523
7	Суша речовина	кг	0,87	0,83	0,85	0,85		≤	20
8	Концентровані, не менше	кг корм. од.	0,9				-0,1	≥	0
9	Концентровані, не більше		0,9				-0,3	≤	0
10	Грубі корма, не менше			0,5	0,36		-0,2	≥	0
11	Грубі корма, не більше			0,5	0,36		-0,35	≤	0
12	Соковиті корма, не менше					0,2	-0,3	≥	0
13	Соковиті корма, не більше					0,2	-0,5	≤	0
14	Солома у грубих кормах			-0,125	0,27			≤	0
Z - мінімальна собівартість раціону		коп.	14,5	2,1	0,3	0,6		→	min

У результаті рішення задачі на ЕОМ отримано оптимальний добовий раціон годування корів (табл. 3).

Таблиця 3 – Оптимальний добовий раціон годування корів

Змінні	Показники	Кількість корму в раціоні, кг	Вміст поживних речовин у кормах						Собівартість раціону, коп
			Кормові одиниці, кг	Перетравного протеїну, г	Кальція, г	Фосфора, г	Каротина, мг	Сухої речовини, кг	
$x_1$	Комбікорм	3,64	3,3	408	55	47	-	3,2	52,8
$x_2$	Сіно конюшино-тимофієчне	10,35	5,2	539	76	23	311	8,6	21,6
$x_3$	Солома ячменна	-	-	-	-	-	-	-	-
$x_4$	Силос кукурудзяний	31,68	6,3	443	48	16	475	8,2	19
	Разом	x	14,8	1390	179	86	786	20	93,5
	Потрібність у поживних речовинах	x	12,9	1390	116	72	523	20	x
	Перевищення потреби	x	1,9	-	63	14	263	-	x

Корми, що увійшли в оптимальний раціон годування корів, містять поживних речовин не менше необхідної кількості. Дотримані і всі умови по структурі раціону.

Можна зробити висновок, що розв'язання задач в пакеті MathCad дозволяє розрахувати оптимальний раціон годування корів. Мінімальна собівартість раціону складає 92,5 грн.

#### Список використаних джерел:

1. Назарова О.П., Дьоміна Н.А. Моделювання показників інвестиційної привабливості галузей Запорізької області. // «Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції»: матеріали міжнародного науково-практичного форуму (21-22 червня 2019 р.) Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного; Ч. 2 - С. 78.

2. Назарова О.П. Методи моделювання транспортних систем // Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю «Фундаментальна підготовка фахівців у природничо-математичній, технічній, агротехнологічній та економічній галузях», 11-13 вересня – Мелітополь, 2017.- С.117-120.

**Науковий керівник:** Назарова О.П., к.т.н., доцент кафедри вищої математики і фізики, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

## МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ІНТЕРФЕРЕНЦІЇ ХВИЛІ

**Фурдуй А.А.,** email [furdujartem@gmail.com](mailto:furdujartem@gmail.com)

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Комп'ютерне моделювання, проведення обчислювального експерименту є одним із сучасних методів дослідження в задачах енергетики.

Важливим рівнем оволодіння методами обчислювальної математики є вміння працювати з сучасними математичними пакетами, різними системами комп'ютерної математики. До них відноситься пакет MathCAD, який має потужний математичний апарат, який дозволяє виконувати символічні обчислення, розв'язувати системи алгебраїчних і диференціальних рівнянь, операції з векторами і матрицями, писати програми, будувати графіки і поверхні.

Задача. Дві хвилі з рівними частотами поширюються назустріч один одному. В результаті їх накладення виникає стояча хвиля. Побудувати зміщення частинок середовища в різні моменти часу.

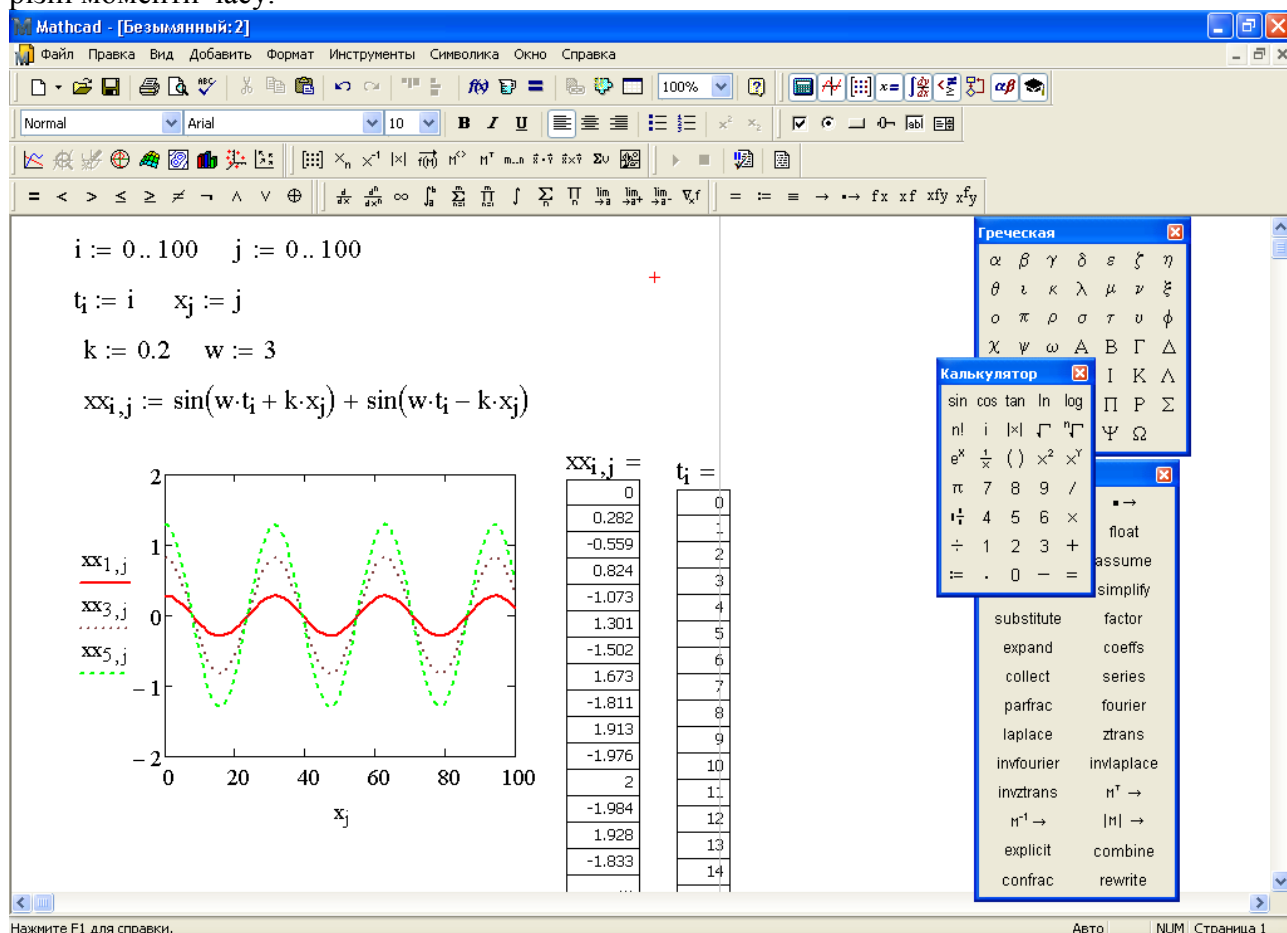


Рисунок 1 – Лістинг програмного блоку в пакеті MathCad

Таким чином, здійснюючи частину розрахунків в спеціалізованій програмі MathCad, вивільняється час для аналітичної та пошукової діяльності студентів. При використанні програмних розрахункових блоків можна продемонструвати міждисциплінарні зв'язки між математикою, фізикою, інформатикою, що підвищує інтерес до вивчення та дослідження явищ та процесів.