

- Г. В. Волков // Зб. наук. праць НУК: Миколаїв: НУК, 2006. — Вип. № 6(411). — С. 81–86.
7. Казмиренко, Ю. А. Формирование ультрадисперсной структуры в композиционных электродуговых покрытиях, наполненных полыми стеклянными микросферами [Электронный ресурс] / Ю. А. Казмиренко, А. А. Карпеченко, А. А. Жданов, К. О. Тумаков // «Вісник Національного університету кораблебудування». — Миколаїв : НУК, 2012, № 3. — Режим доступу: \www/ URL: http://ev.nuos.edu.ua.
  8. Дубовий, О. М. Вплив передкристиалізаційної термічної обробки на фізико-механічні властивості напилених покриттів та деформованих металів і сплавів [Текст] / О. М. Дубовий, Н. Ю. Лебедева, Т. А. Янковець // Металознавство та обробка металів. — Київ, 2010. — № 3(55) — С. 7–10.
  9. Ма, Б. М. Материалы ядерных энергетических установок [Текст] : пер. с англ. / Б. М. Ма. — М. : Энергatomиздат, 1987. — 408 с.
  10. Будов, В. В. Выбор состава стекла для получения полых стеклянных микросфер [Текст] / В. В. Будов, В. Я. Стеценко // Стекло и керамика. — 1988. — № 8. — С. 15–16.

#### ЗАКОНОМІРНОСТІ ФОРМУВАННЯ МЕТАЛОСКЛЯНИХ МАТЕРІАЛІВ І ПОКРИТТІВ З ПІДВИЩЕНИМИ РЕНТГЕНОЗАХИСНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Досліджено можливість застосування нових металоскляних матеріалів і покриттів для захисту від рентгенівських

випромінювань. Встановлено ефект ослаблення рентгенівських випромінювань порожніми скляними микросферами, сполоненими частками натрійсилікатного і свинцевомісткого скла, субструктурними елементами, що дозволяє управляти процесами формування рентгенозахисних властивостей. Результати досліджень можуть бути застосовані для проектування захисту від рентгенівських випромінювань для об'єктів енергетики, транспорту.

**Ключові слова:** композиційні матеріали, електродугові покриття, коефіцієнт ослаблення випромінювань, свинцевий еквівалент.

*Казмиренко Юлія Алексеевна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра матеріалознавства і технології металів, Національний університет кораблебудування імені адм. Макарова, Україна, e-mail: u.a.kazimirenko@gmail.com; uakazi@mksat.net.*

*Казмиренко Юлія Олексіївна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра матеріалознавства і технології металів, Національний університет кораблебудування імені адм. Макарова, Україна.*

*Kazymyrenko Yuliia, Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Ukraine, e-mail: u.a.kazimirenko@gmail.com; uakazi@mksat.net*

УДК 519.712.2:664.8.07

Кітєв М. О.

## ПОСТАНОВКА ТА ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ РАЦІОНУ ГОДІВЛІ ТВАРИН

*Обґрунтовано задачу оптимізації раціону кормів при створенні автоматизованого виробництва комбікормів та преміксів. Виконана математична постановка задачі лінійного програмування, побудована цільова функція, обрано метод вирішення задачі та розроблено програмне забезпечення для реалізації методу. Вхідні дані та отриманий рецепт розміщені в електронній таблиці MS Excel, а обробку здійснено за допомогою вбудованої алгоритмічної мови Visual Basic for Application.*

**Ключові слова:** комбікорм, премікс, годування, оптимізація, метод, алгоритм, програмне забезпечення.

### 1. Вступ

В сучасних умовах економічного розвитку України актуальною є задача раціональної годівлі тварин, приготування корма у суворій відповідності з рецептом для даного виду та призначення тварини. У зв'язку з цим виникає задача створення програмного забезпечення щодо оптимального годування тварин.

### 2. Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Повноцінне годування служить основою високої плодючості і продуктивності дорослих тварин та сприяє дозріванню і збільшенню живої ваги молодяку, що в кінцевому підсумку сприяє підвищенню ефективності тваринництва. Правильне використання кормів — один

з великих резервів збільшення і здешевлення виробництва продуктів тваринництва.

Задача оптимізації плану виробництва кормів важлива для всіх сільськогосподарських підприємств, де є тваринницькі галузі, але найбільш актуальна для господарства тваринницького спрямування, що спеціалізуються на виробництві кормів, так як дозволяє виявити додаткові резерви кормовиробництва за рахунок удосконалення структури посівних площ і витрати кормів. Перш ніж створювати тваринницькі комплекси, необхідно визначити джерела і обсяг надходження кормів. Обґрунтування кормової бази, розрахунок варіантів плану доцільно здійснювати з використанням методів математичного моделювання та ЕОМ [1–3].

### 3. Аналіз останніх досліджень і публікацій

Існують різні методи та програмні продукти щодо оптимального годування тварин. Зокрема, конфігурація

«АдептИС: Розрахунок оптимального раціону» [4] (виробництво компанії АдептИС, м. Вороніж, Росія) призначена для розрахунку оптимальних рецептів комбікормів, збалансованих за будь-якого числа показників поживності.

Програма дозволяє: розраховувати оптимальні рецепти комбікормів мінімальної вартості, збалансованих за будь-якого числа показників поживності з обраного сировини; розраховувати рецепти раціонів (комбікормів) з мінімальним або максимальним кількісним змістом задаються показників поживності; розраховувати рецепти раціонів з урахуванням заданої структури раціону, тобто співвідношення окремих видів кормів, вираженого у відсотках від енергетичної поживності (ОЕ або Еке; 1 ЕКЕ = 10 МДж обмінної енергії) раціону; розраховувати склад поживних елементів по введеному вручну рецептом комбікорму; додавати і змінювати вміст довідників показників поживності і видів сировини; створювати паперові форми рецептів з аналізом і зіставленням задаються параметрів та отриманих результатів.

Програмний комплекс «Корал» [4], розроблений в Росії, виконує функції комплексної оптимізації та аналізу раціонів комбікормів та преміксів. В програмах використовується нова модель раціону, в якій вперше враховуються втрати, що викликаються відсутністю збалансованості годування (зниження продуктивності, показників відтворення, здоров'я та племінних якостей тварин). Програми дозволяють комплексно оптимізувати раціони з визначенням необхідних кормових додатків та розраховувати рецепти комбікормів, преміксів, БМВД, які найкращим чином сполучаються з основними кормами, враховують при розрахунку план витрачання кормів.

#### 4. Мета даного наукового дослідження

Метою даної роботи є створення програми для розрахунку рецептів годівлі тварин засобами MS EXCEL. Оптимізація раціонів для сільськогосподарських тварин традиційно виконується на основі лінійної економіко-математичної моделі, цільовою функцією якої є мінімум вартості раціону, а вимоги до якості раціону задаються у вигляді жорстких обмежень на вміст у раціоні компонентів харчування і ряд співвідношень.

#### 5. Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів

При виконанні роботи були поставлені наступні завдання: створення первісної бази кормів і норм годівлі тварин, середовища розрахунку раціону автоматизація процесу вибору групи тварин, для яких буде складатися рецепт; автоматизація процесу визначення структури раціону; налагодження оптимізації рецепта; провести аналіз розрахованого рецепта.

Цільова функція задачі оптимізації годування може бути записана таким чином:

$$Z = \sum_{j=1}^m C_j X_j \rightarrow \min,$$

де  $C_j$  — собівартість або ціна придбання  $j$ -го виду корму;  $X_j$  — шукану кількість  $j$ -го виду корму у складі добового раціону, при обмеженнях (умовах):

1. Поживних речовин в раціоні міститься не менше необхідної кількості:

$$\sum_{j=1}^m A_{ij} X_j \geq B_i,$$

де  $A_{ij}$  — вміст  $i$ -го поживної речовини в одиниці  $j$ -го виду корму;  $B_i$  — добова потреба тварини в  $i$ -му живильному речовині.

2. Окремі групи кормів включаються в раціон в зоотехнічно обґрунтованих межах:

$$\alpha_{hj} \bar{X}_j \leq \sum_{j=1}^m A_{hj} X_j \leq \beta_{hj} \bar{X}_j,$$

де  $a_{hj}, b_{hj}$  — відповідно мінімально і максимально допустима питома вага  $h$ -ої групи кормів у загальній поживності раціону, вираженої в кормових одиницях;  $A_{hj}$  — вміст кормових одиниць в одиниці виміру  $j$ -го виду корму  $h$ -ої групи кормів.

3. У раціоні дотримуються співвідношення окремих видів кормів і кормових добавок

$$\sum_{j=1}^L W_{ij} X_j - \sum_{j=L+1}^m W'_{ij} X_j \leq 0,$$

де  $W_{ij}, W'_{ij}$  — коефіцієнти пропорційності між групами кормів.

4. Допоміжного обмеження за загальною кількістю кормових одиниць в раціоні

$$\sum A_{ij} X_j = \bar{X}_j,$$

де  $\bar{X}_j$  — сумарна кількість кормових одиниць у раціоні.

5. Умова позитивності змінних

$$\bar{X}_j \geq 0, X_j \geq 0.$$

Вхідні дані інформаційної системи уведені в таблицю MS-Excel (лист Ish). Для реалізації постановки задачі оптимізації та її вирішенні, а також побудови економіко-математичної моделі застосована мова програмування VBA (Visual Basic for Application) [5–7]. Для розрахунку раціону на аркуші «Норми» необхідно визначити статево-вікову групу тварин, для яких буде складатися раціон, для цього в стовпці «Так/ні» напроти відповідної групи необхідно поставити цифру 1, також потрібно простежити, щоб напроти інших груп стояла цифра 0. Далі в середовищі Visual Basic for Applications напишемо макрос перенесення даних з аркуша «Норми» лист «Розрахунок», назвемо його Norm. На аркуші «Норми» вставляємо елемент управління «Кнопка», і призначаємо йому макрос norm. Також напишемо макрос, автоматичної зміни кольору цифр стовпця «Так/ні», в залежності від значення і усунення можливості введення якогось іншого значення крім 1 або 0, назвемо його Check. Даний макрос викликається при змінах на робочому аркуші. Налаштування оптимізації рецепта полягає в наступному. Програма MS EXCEL включає надбудову «Пошук рішень», яка дозволяє вирішувати оптимізаційні задачі з високою швидкістю і точністю. Спочатку потрібно переконатися, що надбудова підключена, у разі якщо вона відключена її необхідно підключити.

Для використання даного пакета спочатку необхідно визначити цільову комірку. У нашому випадку цільовою осередком буде модуль суми відхилень вмісту поживних речовин в раціоні від норми їх введення. Метою оптимізації є зниження даної величини, тому що чим менше відхилення від норми, тим більше збалансований раціон. Тому у вікні надбудови встановлюємо перемикач в положення «мінімального значення». Оптимізація здійснюватиметься шляхом зміни вмісту комірок стовпчика «Кількість корму». Отже, в полі «Змінюючи осередки» вказуємо діапазон комірок стовпчика «Кількість корму».

Також необхідно накласти обмеження на зміну осередків. Сума всіх компонентів у колонці «Кількість корму» повинна становити одиницю (тобто 100 %). Тому додаємо обмеження, в якому осередок «Разом» дорівнює одиниці. Також існують обмеження на введення окремих компонентів до складу раціону. Вони вказуються в колонках max і min. Далі додається два обмеження в яких значення колонки «Кількість корму» мають бути більше або рівні значень колонки min і менше або рівні значень колонки max. Після того як всі параметри оптимізації задані, натискаємо кнопку виконати. Якщо рішення, що задовольняє задані вимоги знайдено, то зберігаємо його. Якщо рішення не знайдено, то необхідно змінити, або компоненти рецепт,

або межі введення окремих кормових засобів. Для того щоб полегшити сприйняття збалансованості рецепта, відхилення від норми в разі нестачі поживного елемента виділяються червоним кольором, а в разі надлишку — зеленим. Для цього застосуємо до осередків даного стовпця умовне форматування, вказавши при цьому дві умови: значення більше нуля або значення менше нуля. Відображення осередку при виконанні умови в першому випадку буде зеленого кольору, у другому — червоного. Результати виконання побудови моделі показані на рис. 1.

## 6. Висновки і перспективи подальших розвідок у даному напрямку

Використання електронних таблиць MS EXCEL та мови програмування Visual Basic for Application надає зооінженерам широкі можливості в реалізації функціональних і дешевих рішень у сфері розрахункових процесів [8–10], що відображено в практичній частині даної роботи. Однак недоліком даного рішення є необхідність наявності знань з розробки програм у фахівців. Вибір того чи іншого рішення повинен здійснюватись у відповідності з фінансовими і кадровими можливостями сільськогосподарських підприємств, оскільки ці пункти є обмежувачими.

№	Обмеження	Од. вим.	Змінні													Тип обмеження	Об'єм
			Отрубі пшен.	Ячмінь дробл.	Горіх	Комбікорм	Трав'яне борошно	Сіно	Солома	Сінаж	Силос	Жом	Патока	прежікс мінеральн и	зміст корм. одини в раціоні		
			X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13		
1	Зміст корм. один.	к.од.	0,35	1,15	1,18	1	0,63	0,5	0,34	0,3	0,2	0,1	0,4	0,5		≥	6,2
2	Зміст обм. енерг.	мДж	8,85	10,5	11,1	9,1	8,01	6,5	5,71	3,7	2,3	1,1	9,4	0		≥	54
3	Зміст сухої реч.	кг	0,85	0,85	0,85	0,9	0,9	0,8	0,83	0,5	0,3	0,1	0,8	0		≥	6
4	Зміст сир. прот.	г	151	113	218	165	99	91	49	54	25	12	99	0		≥	905
5	Зміст перев. прот.	г	97	27	192	110	42	51	13	38	14	6	60	55		≥	590
6	Зміст сир. клітч.	г	88	49	54	55	280	237	331	148	75	33	0	0		≥	1260
7	Зміст цукру	г	47	22	55	51	50	29	2,4	22	6	2,5	626	25,5		≥	470
8	Зміст сир. жиру	г	41	22	19	25	18	21	19	13	10	3	0	0		≥	235
9	Зміст кальцію	г	2	2	2	6,5	5,8	5,6	3,3	2,8	1,4	1,5	3,2	134		≥	31
10	Зміст фосфору	г	9,6	3,9	4,3	6	3,1	1,3	0,8	1,4	0,4	0,2	0,2	257		≥	18
11	Зміст магнію	г	4,3	1	1,2	4	3,3	1,4	1,1	0,8	0,5	0,5	0,1	11		≥	14
12	Зміст каротину	мг	2,6	0,2	0,2	0	120	24	4	30	20	0	0	0		≥	115
13	Зміст кобальту	мг	0,1	0,26	0,18	0,2	0,66	0,2	0,14	0,4	0	0,1	0,6	0,5		≥	3,6
14	Зміст вітаміна Е	мг	20,9	50	53	35	75	300	0	45	46	0	3	85		≥	150
15	Зміст солі	г	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81		≥	20
16	Мін. вклоч. в раціон концентратів	к.од.	0,75	1,15	1,18	1										≥	0
17	Макс. вклоч. в раціон концентр.	к.од.	-0,8	-1,2	-1,2	-1										≥	0
18	Мін. включення грубих кормів	к.од.						0,5	0,34							≥	0
19	Макс. включення грубих кормів	к.од.						-0,5	-0,3							≥	0
20	Мін. вклоч. силосу	к.од.									0,2					≥	0
21	Макс. вкл. силосу	к.од.									-0,2					≥	0
22	Мін. вклоч. жому	к.од.										0,1				≥	0
23	Макс. вклоч. жому	к.од.										-0,1				≥	0
24	Мін. вклоч. сінажу	к.од.								0,3						≥	0
25	Макс. вклоч. сіна.	к.од.								-0,3						≥	0
26	Макс. добова доза патоки	кг											1			≤	2,3
27	Макс. добова доза борошна	кг					1									≤	1,2
28	Макс. добова доза силосу	кг									1					≤	26
29	Удільний віс комбік. в складі концентрату	к.од.	-0,3	-0,4	-0,4	0,6			1							≥	0
30	Удільн. віс сіна в складі груб. корм.	к.од.						0,3	-0,1							≥	0
31	Загальний зміст корм. одиниць	к.од.	0,35	1,15	1,18	1	0,63	0,5	0,34	0,3	0,2	0,1	0,8	0,5	-1		
	Цільова функція (мінімум собівартості)	грн	22	19	18	38	24	20	1,8	1,2	1,3	3,4	19	42			min

Рис. 1. Таблиця результатів виконання побудови економіко-математичної моделі оптимізації раціону годування

## Література

1. Бабков, Г. А. Методика аграрно-экономических исследований [Текст] / Г. А. Бабков. — Кишинев : Штиль, 1995.
2. Бадевиц, З. Математическая оптимизация в сельском хозяйстве [Текст] / З. Бадевиц; под ред. Р. Г. Кравченко. — М. : Колос, 2002.
3. Гатаулин, А. М. Экономико-математические методы в планировании сельскохозяйственного производства [Текст] / А. М. Гатаулин, Л. М. Харитонова, Г. В. Гаврилов. — М. : Колос, 1996.
4. Лукьянов, Б. В. Структурирование групп кормов при оптимизации рационов в программах «Коралл — Кормление...» [Текст] / Б. В. Лукьянов, П. Б. Лукьянов // Ценовик. — 2005. — № 12.
5. Broesch, J. D. Practical Programmable Circuits: A Guide to Plds, State Machines, and Microcontrollers [Text] / James D. Broesch. — Hardcover, Academic Press. — 1991. — 286 p. — ISBN: 0121348857.
6. Zak, D. Programming with Visual Basic 6.0 [Text] / Diane Zak // Course Technology. — Enhanced ed. — Trade paperback, 2001. — 935 p. — ISBN: 0619062045.
7. Hawhee, H. Programming Languages — Visual BASIC [Text] / H. Hawhee, T. Moore, F. Martins. — Riders Publishing, 1999. — 1202 p. — ISBN: 0735700028.
8. Gorban, A. N. Principal Graphs and Manifolds [Text] / A. N. Gorban, A. Y. Zinovyev; Emilio Soria Olivas et al. (eds) // Handbook of Research on Machine Learning Applications and Trends: Algorithms, Methods, and Techniques. — Ch. 2. — IGI Global, Hershey, PA, USA, 2009. — P. 28–59.
9. Arthur, D. How Slow is the k-means Method? [Text] / David Arthur & Sergei Vassilvitskii // Proceedings of the 22nd ACM Sympos. on Comput. Geometry, Sedona, Arizona, USA, June 5–7, 2006. — ACM 2006. — ISBN: 1-59593-340-9.
10. Кіктев, М. Алгоритмічне та програмне забезпечення автоматизованої підсистеми обліку кормів агропромислового об'єкта [Текст] / М. Кіктев, І. Веклинець // Східно-Європейський журнал передових технологій. — 2013. — Т. 3, № 10(63). — С. 50–52.

## ПОСТАНОВКА И РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ РАЦИОНА КОРМЛЕНИЯ ЖИВОТНЫХ

Обоснована задача оптимизации рациона кормов при создании автоматизированного производства комбикормов и премиксов. Выполнена математическая постановка задачи линейного программирования, построена целевая функция, выбран метод решения задачи и разработано программное обеспечение для реализации метода. Входные данные и полученный рецепт размещены в электронной таблице MS Excel, а обработка осуществлена при помощи встроенного алгоритмического языка Visual Basic for Application.

**Ключевые слова:** комбикорм, премикс, кормление, оптимизация, метод, алгоритм программы.

*Кіктев Микола Олександрович, кандидат технічних наук, асистент, кафедра автоматизації та робототехнічних систем, Національний університет біоресурсів та природокористування, Україна, e-mail: nkiktev@gmail.com.*

*Кіктев Николай Александрович, кандидат технических наук, асистент, кафедра автоматизации и робототехнических систем, Национальный университет биоресурсов и природопользования, Украина.*

*Kiktev Nikolay, National University of Life and Environmental Sciences, Ukraine, e-mail: nkiktev@gmail.com*

УДК 675.026

**Козарь О. П.,  
Мокроусова О. Р.**

## ЕКОЛОГІЧНО-ОРІЄНТОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ШКІРИ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРИРОДНИХ МІНЕРАЛІВ МОНТМОРИЛОНІТУ І ЦЕОЛІТУ

*Ми представляємо екологічно-орієнтовані технології післядубильних процесів виробництва шкіри з використанням серії поліфункціональних матеріалів на основі природних мінералів монтморилоніту і цеоліту. В результаті отримуються шкіри з покращеними експлуатаційними та гігієнічними властивостями, підвищується ефективність використання сировини і хімічних матеріалів, знижується навантаження на навколишнє середовище, зростає конкурентоспроможність виробництва на внутрішньому та світовому ринках.*

**Ключові слова:** шкіра, технології, мінерал, монтморилоніт, цеоліт, модифікація, поліфункціональні властивості.

### 1. Introduction

The production of leather and fur causes a considerable damage to the ecology. It is stipulated by sewage from tanneries. The main pollutants are the products of hides and skins processing and chemical materials which were not made use of. While producing chrome leathers for the upper of shoes 47,0 % of derma collagen is converted into waste and the compounds themselves are used only by 30,0–35,0 %. The purification is a very expensive and complicated task. The problems of sewage purification

from tanneries are connected with obsolete technology and low intensity of chemical material use. The increasing requirements as to protection of environment favour the development and introduction of environmentally eco-friendly technologies of leather and fur production. The prospective of environmentally eco-friendly technologies is the development and the use of mineral dispersions on the basis of natural materials with polyfunctional properties [1–3].

Unlimited number of natural minerals montmorillonite and zeolite, their low cost, wide range of adsorption, ion