

3. Ольшевский С.Н. Разработка компьютерной обучающей программы по рабочим процессам ДВС /Ольшевский С.Н., Савченко О.Ф., Добролюбов И.П., Рихтер В.А. // Информационные технологии системы и приборы в АПК (АГРОИНФО-2009): мат. 4-ой межд. научн.-практ. конф. / РАСХН. Сиб. отд-ние. СибФТИ. – Новосибирск, 2009. – Ч. 2.– С. 204–207.

4. Савченко О.Ф. Компьютерные обучающие программы по техническому обслуживанию автотракторных двигателей /Савченко О.Ф., Ольшевский С. Н., Добролюбов И.П. // Вестник НГАУ.– 2013.–№ 2.– С. 144 –150.

5. Савченко О.Ф. Автоматизированный технологический комплекс экспертизы ДВС на базе CALS - технологий /Савченко О.Ф. // Достижения науки и техники АПК. – 2006. – № 11. – С. 20-22.

6. Савченко О.Ф. Автоматизация экспериментальных исследований двигателей внутреннего сгорания /Савченко О.Ф., Ольшевский С.Н., Рихтер В.А.// Сибирский вестник сельскохозяйственной науки / Новосибирск, 2008. – № 9. – С. 82-91.

7. Альт В.В. Техническое обеспечение измерительных экспертных систем машин и механизмов в АПК / Альт В.В., Добролюбов И.П., Савченко О.Ф., Ольшевский С.Н. // Россельхозакадемия, Сиб. отд-ние – ГНУ СибФТИ.- Новосибирск, 2013. – 523 с.

**УДК 631.15: 004.9**

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА РАЦИОНА КОРМЛЕНИЯ КРС**

Сеньков А.Г., к.т.н., Галушко Е.В., к.т.н., доцент,  
*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

Качественное кормление молочных коров является одним из условий их высокой продуктивности. Задачу составления сбалансированного по питательности рациона кормления специалистам-зоотехникам в хозяйствах приходится решать по несколько раз в месяц. Традиционный подход к решению этой задачи основывается на использовании симплекс-метода линейного программирования [1].

Как показывает опыт разработки компьютерных программ автоматизации расчета рационов, при составлении рациона специалист-зоотехник должен иметь возможность предварительного задания

процентной структуры планируемого рациона по обменной энергии либо сухому веществу. Поэтому в данном докладе предлагается следующая математическая постановка задачи составления рациона:

$$\begin{cases} X_{\min i} \leq x_i \leq X_{\max i}, & i=1, \dots, N; \\ P_{\min i} \leq p_i \leq P_{\max i}, & i=1, \dots, N; \\ \sum_{i=1}^N a_{i \text{ CB}} \cdot x_i \geq D_{\text{CB}}; \end{cases}$$

$$z = B_{\text{CB}} \cdot \frac{\left( D_{\text{CB}} - \sum_{i=1}^N a_{i \text{ CB}} \cdot x_i \right)}{D_{\text{CB}}} + \sum_{j=2}^M B_j \cdot \frac{\left| \sum_{i=1}^N a_{ij} \cdot x_i - D_j \right|}{D_j} \rightarrow \min,$$

где  $N$  – число включенных в рацион кормов из имеющихся в хозяйстве;  
 $x_i, i = 1, \dots, N$  – искомые значения массы  $i$ -го корма в суточном рационе коровы;

$X_{\min i}, X_{\max i}$  – начальные ограничения на максимальное и минимальное значение массы  $i$ -го корма в суточном рационе;

$$p_i = \frac{a_{i \text{ CB}} \cdot x_i}{\sum_{i=1}^N a_{i \text{ CB}} \cdot x_i} \quad \text{либо} \quad p_i = \frac{a_{i \text{ ОЭ}} \cdot x_i}{\sum_{i=1}^N a_{i \text{ ОЭ}} \cdot x_i} - \text{процент от сухого веще-}$$

ства либо обменной энергии всего рациона, обеспечиваемый  $i$ -м кормом (структура рациона);

$P_{\min i}, P_{\max i}$  – начальные ограничения на допустимые значения  $p_i$ ;

$M$  – число компонентов питательности (сухое вещество, обменная энергия, сырой протеин и т.д.), по которым производится балансирование;

$D_j$  – суточная потребность коровы в  $j$ -м питательном компоненте;

$a_{ij}$  – содержание  $j$ -го питательного компонента в 1 кг  $i$ -го корма;

$B_j$  – весовые коэффициенты, характеризующие степень значимости отклонения от нормы по  $j$ -му питательному компоненту;

индексы «CB», «ОЭ» – обозначают, соответственно, «сухое вещество» и «обменная энергия».

Целевая функция  $z$  по смыслу представляет собой взвешенную сумму модулей относительных отклонений содержания в суточном рационе основных питательных компонентов от требуемых суточных норм потребления. Таким образом, минимизация целевой функции  $z$  приводит минимально возможным отклонениям питательности рациона от норм по основным компонентам, что можно понимать как максимальную сбалансированность рациона.

Данная задача может быть решена симплекс-методом.

Преимуществом предлагаемого подхода для составляющего рацион специалиста являются более широкие возможности предварительно планирования желаемой структуры рациона, а также желаемого массового содержания в рационе отдельных кормов.

#### Литература

1. Банди Б. Основы линейного программирования: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1989. – 176 с.: ил.

**УДК 631.352**

### **ОСОБЕННОСТИ СИНТЕЗА КВАЗИОПТИМАЛЬНЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПУТЕМ МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ЭВМ**

Сидоренко Ю.А., к.т.н., доцент,

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

Современные сельскохозяйственные агрегаты являются сложными динамическими системами. Большинство этих агрегатов в условиях нормальной эксплуатации работают при случайных возмущающих воздействиях. Примерами таких воздействий являются изменение урожайности на гоне, рельефа местности, физико-механических свойств перерабатываемого материала и т.д. В тоже время имеют место мощные детерминированные воздействия, например при входе агрегата в гон, после аварийной остановки, изменении уставок регулятора и т.д. В таких условиях синтез строго оптимальных систем, удовлетворяющих всем требованиям практически невозможен.

Общий порядок синтеза систем с применением моделирования на ЭВМ в рамках экспериментально-теоретического системного подхода изложен в работе [1]. Основной методической трудностью синтеза с применением моделирования на ЭВМ является необходимость обеспечить выбор общего вида оптимального закона управления и его оптимальных параметров. Предложено на основании анализа требований и системе строить ранжированный ряд гипотез о законах управления и проверять каждую гипотезу путем