

УДК 621.3:636.5: 636.034

ЭКОНОМИЧЕСКИ ОПТИМАЛЬНОЕ СОСТАВЛЕНИЕ РАЦИОНОВ КОРМЛЕНИЯ И ПРИГОТОВЛЕНИЕ КОРМОВЫХ СМЕСЕЙ С УЧЁТОМ ФУНКЦИЙ ПОТЕРЬ ПРОДУКТИВНОСТИ ПТИЦЫ

*Б.В. Лукьянов, доктор экономических наук
ФГБОУ ВПО Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева*

*П.Б. Лукьянов, доктор экономических наук
ФГБОУ ВПО Финансовый университет
при Правительстве Российской Федерации*

*А.В. Дубровин, доктор технических наук
Государственное научное учреждение Всероссийский научно-
исследовательский институт электрификации сельского хозяйства
Россельхозакадемии*

Авторы обсуждают информатизацию и автоматизацию технологий в птицеводстве. Производство осуществляется в автоматизированном режиме по технико-экономическому критерию. Описывается подход к формализации оценок учёными и специалистами влияния дисбаланса рационов по каждому нормируемому компоненту и соотношению на продуктивность и здоровье сельскохозяйственной птицы, на показатели воспроизводства.

Информационные технологии при автоматизации технологических процессов, эффективность производства, технико-экономический параметр сбалансированность кормосмеси, потери по продуктивности, воспроизводству, здоровью птицы, формализация описания потерь.

Обеспечение эффективности птицеводства требует от руководителей и специалистов птицеводческих предприятий принятия экономически эффективных управленческих решений на основе точных расчетов и достоверных прогнозов, базирующихся на применении современных математических методов. В то же время значительная часть сельскохозяйственных знаний выражена в вербальной, описательной форме, и управление производством часто выполняется на основе неформализованных знаний специалистов, их интуиции и жизненного опыта. Формализация знаний учёных и специалистов отрасли птицеводства способствует повышению эффективности управления производством.

Одним из подходов, направленных на повышение эффективности производства продукции птицеводства, является развитие методики оптимизации рационов для кормления птицы. Развитие методики заключается в том, что в отличие от традиционного подхода при оптимизации кормосмеси минимизируется не только стоимость кормов, но и потери, вызываемые дисбалансом рационов – снижение продуктивности и ухудшение здоровья

пти-цы. Практическая реализация новой методики планирования кормосмесей выполнена в компьютерной программе «КОРАЛЛ – Кормление птицы» [1, 2, 3].

Современная наука не даёт однозначного количественного описания зависимостей снижения продуктивности и качества мяса или пищевых яиц птицы (включая показатели воспроизводства) от несбалансированного кормления. В научных публикациях приводятся разрозненные данные о результатах отдельных исследований, которые часто существенно разнятся между собой. В то же время в практике балансирования рационов важно знать не только нормы кормления, но и потери, возникающие из-за отклонения от норм отдельных компонентов питания и нормируемых соотношений, так как в реальных условиях кормления птицы добиться полной сбалансированности рационов, как правило, не удаётся. При этом возникает необходимость выбирать «лучшую» кормосмесь из ряда несбалансированных.

Цель исследований – обоснование структуры и функций автоматизированной системы составления экономически наилучшего рациона кормовой смеси для птицы.

Материал и методика исследований. Для выполнения оптимизации кормосмесей, при которой учитывается влияние дисбаланса в питании птицы на показатели производства, необходимо иметь математическое описание зависимостей снижения эффективности кормления от дисбаланса каждого нормируемого компонента и соотношения, характеризующего питательность рациона (рис. 1).

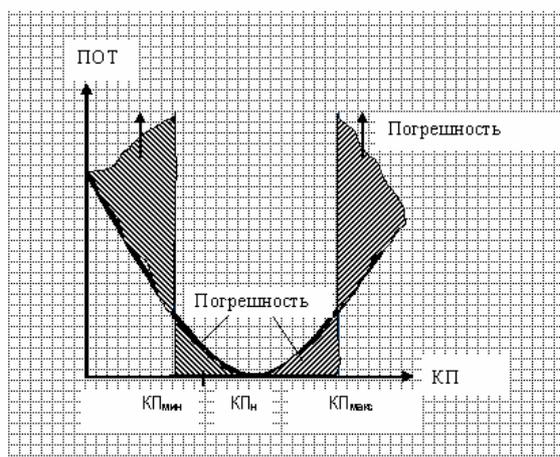


Рис. 1. Иллюстрация потерь продуктивности, вызываемых отклонением от нормы содержания в рационе компонента питания животных и птицы [4]

Чем точнее описываются искомые зависимости, тем более надёжными являются результаты оптимизации кормосмесей. В компьютерной программе «КОРАЛЛ – Кормление птицы» реализована следующая процедура формализации и уточнения рассматриваемых зависимостей по каждому

нормируемому компоненту и соотношению на основе экспериментальных данных, знаний и интуиции специалистов.

1. Зависимости снижения продуктивности, здоровья и показателей воспроизводства птицы, обуславливаемые отклонениями от нормы в рационе компонентов питания и соотношений, определены как функции потерь по продуктивности, текущей ценности птицы и воспроизводству.

2. Исходя из природы возникновения потерь, сформулированы следующие требования к виду функций потерь:

- непрерывность;
- не отрицательность;
- монотонность: левая ветвь зависимости относительно нормы *невозрастающая*, правая ветвь – *неубывающая*;
- нелинейность (в общем случае);
- отсутствие потерь при соответствии значения компонента питания или соотношения норме;
- возможность существования в окрестности нормы зоны нечувствительности (отсутствие потерь при отклонениях значения компонента питания или соотношения от нормы).

Примеры видов функций потерь даны на рис. 2.

3. Разработано общее математическое описание функций потерь, удовлетворяющее сформулированным требованиям.

4. На основе опубликованных данных, экспертных оценок и общего математического описания функций потерь разработаны частные уравнения для оценки потерь по продуктивности, ценности птицы и воспроизводству для всех нормируемых компонентов питания и соотношений дифференцированно по видам и группам птицы.

5. Для уточнения найденных зависимостей по данным зоотехнической науки и экспертным оценкам специалистов разработано программное обеспечение, позволяющее Пользователю программы «КОРАЛЛ – Кормление птицы» графически в диалоговом режиме вносить необходимые корректировки.

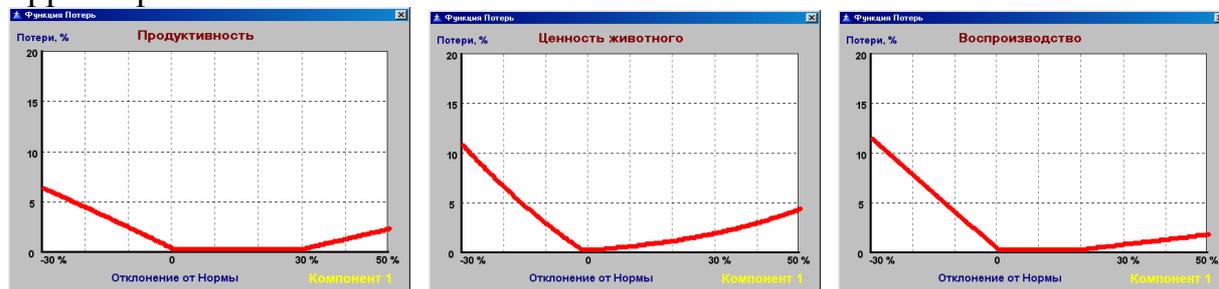


Рис. 2. Пример функций потерь

Система формализации знаний специалистов о функциях потерь представляет собой средство графического отображения и корректировки этих зависимостей на экране компьютера и компьютерной программы, автоматически переводящей создаваемые графики в формульные записи. Для

отображения знаний по данному вопросу Специалисту предоставляются средства «рисования» на экране монитора зависимостей, подобных изображенным на рис. 2. «Рисование» графиков выполняется в диалоговом режиме посредством задания значений шести коэффициентам:

- «Зона нечувствительности», «Крутизна» и «Нелинейность» для зоны «Меньше нормы». С помощью этих коэффициентов задается конкретный вид левой ветви функции потерь
- «Зона нечувствительности», «Крутизна» и «Нелинейность» для зоны «Больше нормы». С помощью этих коэффициентов задается конкретный вид правой ветви функции потерь.

Диалоговое окно, в котором задаются значения коэффициентов, показано на рис. 3 (задание функций потерь по ценности птицы для компонента питания «Кобальт»).



Рис. 3. Диалоговое окно коррекции функций потерь

Коэффициентами «Зона нечувствительности» задается зона на оси «Отклонение от Нормы», при нахождении в которой значений компонента питания потери не возникают. Коэффициенты «Крутизна» определяют пропорциональность между отклонениями компонента кормосмеси от нормы и возникающими из-за этого потерями. Коэффициентами «Нелинейность» задается нелинейность функции потерь. На основе количественного учёта влияния дисбаланса рациона на эффективность кормления в программе «КОРАЛЛ – Кормление птицы» вычисляются показатели: общая сбалансированность (оцениваемая по уровню потерь), прибыль, уровень рентабельности, обеспечиваемая продуктивность, оплата корма продукцией, конверсия корма и др. Основные из названных показателей рассчитываются по следующим уравнениям:

- Сбалансированность кормосмеси

$$СБ = (1 - П_{дисб}/C_{прод}^Б) \times 100; \quad (1)$$

- Прибыль, обеспечиваемая килограммом кормосмеси

$$ПР = C_{прод}^Б - П_{дисб} - Ц_{кс}; \quad (2)$$

- Уровень рентабельности применения кормосмеси

$$Р = (C_{прод}^Б - П_{дисб} - Ц_{кс}) / (Ц_{кс} + П_{цп}) \times 100, \%; \quad (3)$$

где $C_{\text{прод}}^B$ – стоимость продукции, которая может быть получена от птицы при потреблении 1 кг сбалансированной кормосмеси, %; ПР – прибыль от конверсии 1 кг кормосмеси, руб.; $P_{\text{дисб}}$ – потери, вызываемые дисбалансом, приходящиеся на 1 кг кормосмеси; $P_{\text{цп}}$ – потери по ценности птицы, вызываемые дисбалансом, приходящиеся на 1 кг кормосмеси; $C_{\text{кк}}$ – цена кормосмеси, руб./кг; Р – вводимый частный показатель относительной рентабельности, %.

Из приведенной формулы сбалансированности кормосмеси следует, что полностью сбалансированная кормосмесь характеризуется величиной сбалансированности, равной 100%, наличие дисбаланса по компонентам питания и соотношениям, приводящее к потерям, снижает этот показатель. Таким образом, сбалансированность любого рациона может быть оценена формальным образом по единой шкале измерений. Оптимальной по прибыли будет кормосмесь, применение которой обеспечит максимум прибыли от эксплуатации птицы в данных условиях содержания и обслуживания. Очевидно, что при ограниченном наборе кормов и различающихся функциях потерь, будут разными и оптимальные кормосмеси. Чем точнее описываются функции потерь, тем более надёжными являются результаты оптимизации.

Введенные показатели позволяют оценивать и сравнивать кормосмеси с разных хозяйственных позиций и обеспечивают возможность использования одинаковых правил их оценки разными специалистами. Новый подход к оптимизации рационов и кормосмесей позволяет использовать до десяти разных по смыслу критериев оптимизации, настраивая процесс кормления животных таким образом, чтобы добиваться максимальной эффективности производства при различных производственных и экономических ситуациях.

Рис. 4 и рис. 5 иллюстрируют оценку кормосмеси при учёте потерь, вызываемых отклонениями от норм кормления. На рис. 4 приведен рецепт оптимальной кормосмеси для кур-несушек в возрасте 21 – 45 недель, рассчитанный программой «КОРАЛЛ – Кормление птицы» по критерию «Максимальная сбалансированность» из доступного набора кормов. Диаграмма на рис. 5 показывает степень достигнутой сбалансированности кормосмеси. Рис. 6 содержит показатели, характеризующие эффективность рассчитанной кормосмеси.

Корм	%	Масса
Биотрин (40%)	2.952	29.520 г
Дрожжи кормовые (49%)	0.864	8.640 г
Кукуруза	17.480	174.800 г
Масло подсолнечное	0.360	3.600 г
Мука мясная (50%)	2.820	28.200 г
Мука мясоперьевая	0.360	3.600 г
Мука рыбная (63% протеина)	6.516	65.160 г
Отруби пшеничные	2.340	23.400 г
Просо не шелушеное	7.870	78.700 г
Пшеница полновесная	25.456	254.560 г
Ракушка	10.170	101.700 г
Рапс озимый /зерно /	13.192	131.920 г
Семена подсолнечника с лузгой	5.220	52.200 г
Тритикале	4.400	44.000 г

Рис. 4. Рецепт оптимальной кормосмеси из заданного набора кормов для кур-несушек

Оптимизация кормосмесей без учёта потерь, вызываемых отклонениями от нормы компонентов питания и нормируемых соотношений, выдаёт вместо оптимального состава кормосмесей (в смысле обеспечения эффективного производства) псевдооптимальные составы, приводящие в конечном итоге к принятию ошибочных управленческих решений по кормлению птицы и формированию кормовой базы предприятия.

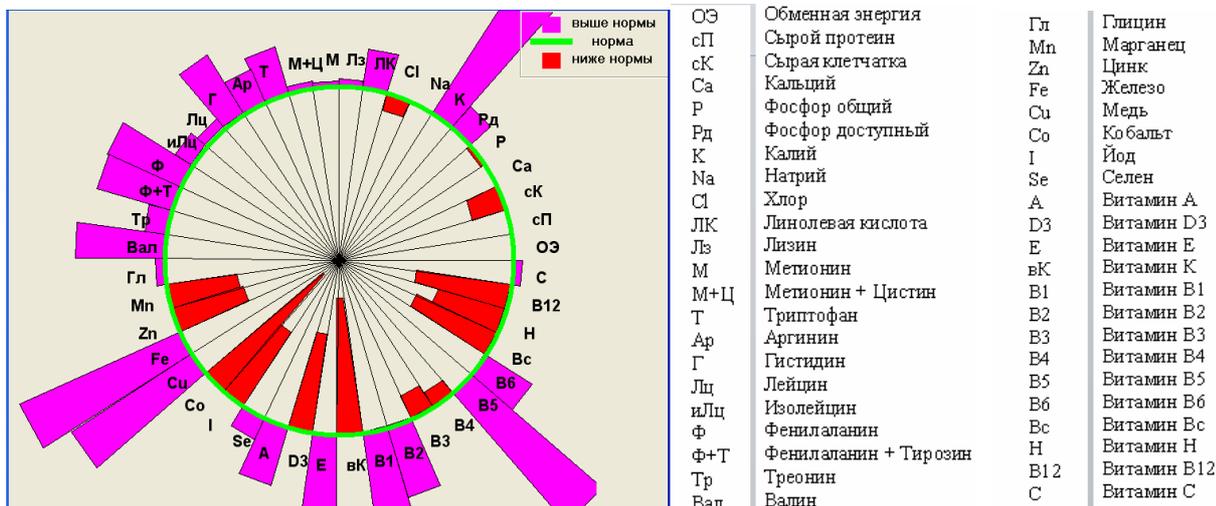


Рис. 5. Сбалансированность кормосмеси по рецепту рис. 4

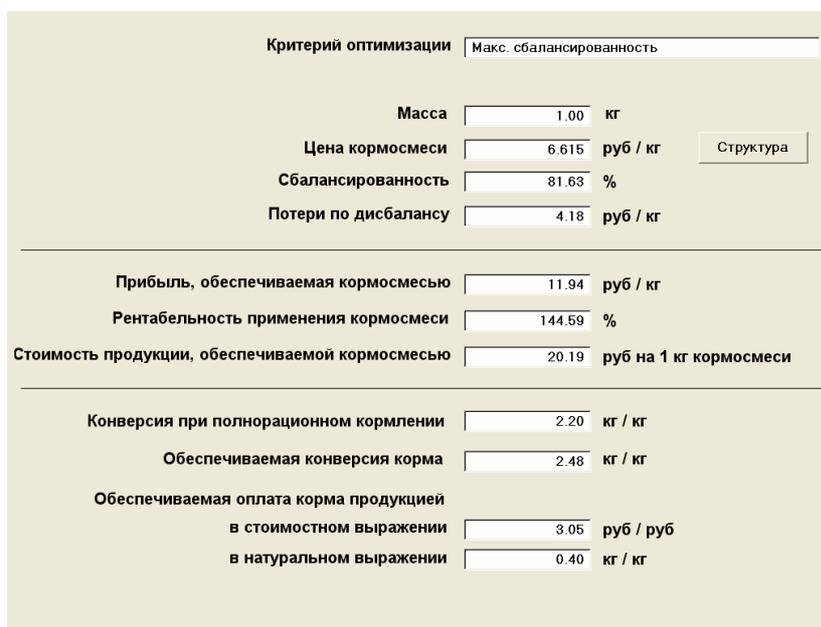


Рис. 6. Эффективность кормосмеси

Результаты исследований. Устройство составления экономичного с кормового рациона и экономичного кормления животных и птицы [4], обеспечивает определение экономически наилучшего рациона и наилучшей при этом суточной дозы кормовой смеси (кормосмеси). В результате его использования устанавливаются такие количественные значения составляющих кормов (в данном источнике указано – «ингредиентов корма»)

в дозе кормовой смеси и самой дозы расхода кормосмеси, при которых обеспечивается наивысший на данный момент времени прирост прибыли от действия наиболее затратных технологических процессов кормоприготовления и кормления животных и птицы. Недостатком данного технического решения является невозможность управления технологическими процессами составления рациона кормосмеси и кормлением поголовья по другому технико-экономическому критерию оптимизации для достижения наивысшей технико-экономической эффективности этих процессов в складывающейся на сельскохозяйственном предприятии технико-экономической ситуации (проблемы с ресурсами, с поголовьем животных или птицы и т.п.). Другим недостатком данного технического решения является невозможность автоматизированного учёта вида функций потерь продуктивности птицы при отклонении долевого содержания корма в кормовой смеси от экономически наилучшего его значения. Причём при отклонении как в большую сторону (избыток конкретного корма), так и в меньшую сторону (недостаток определённого корма).

Разработаны основы автоматизированного управления технологическими процессами составления рациона кормосмеси по различным технико-экономическому критериям оптимизации и формирование вида функций потерь продуктивности птицы при отклонении долевого содержания корма в кормовой смеси от экономически наилучшего его значения.

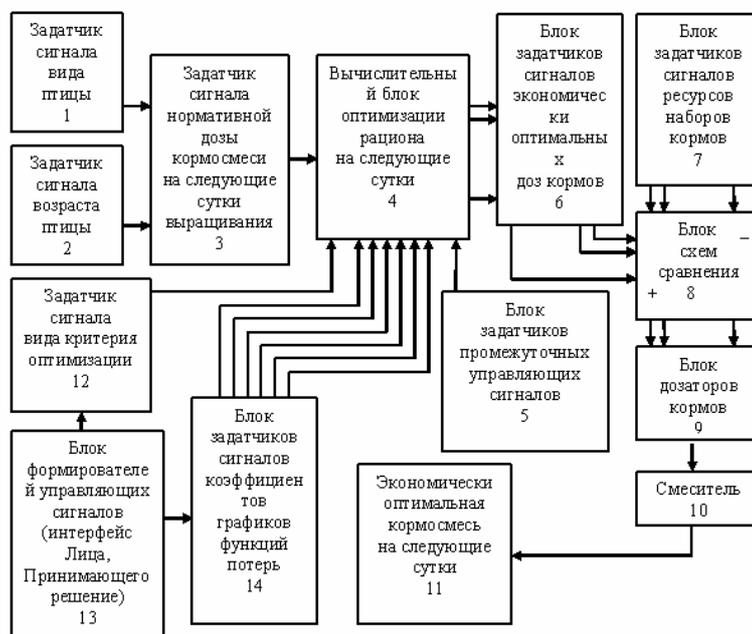


Рис. 7. Функциональная схема устройства составления по различным критериям оптимизации экономически наилучшего кормового рациона и приготовления экономически наилучшей кормовой смеси для животных и птицы с учётом функций потерь их продуктивности:
 1 – датчик сигнала вида птицы; 2 – датчик сигнала возраста птицы; 3 – датчик сигнала нормативной дозы кормосмеси на следующие сутки

выращивания; 4 – вычислительный блок оптимизации рациона на следующие сутки; 5 – блок задатчиков промежуточных управляющих сигналов; 6 – блок задатчиков сигналов экономически оптимальных доз кормов; 7 – блок задатчиков сигналов ресурсов наборов кормов; 8 – блок схем сравнения; 9 – блок дозаторов кормов; 10 – смеситель; 11 – экономически оптимальная кормосмесь на следующие сутки; 12 – задатчик сигнала вида критерия оптимизации; 13 – блок формирователей управляющих сигналов (интерфейс Лица, Принимающего решение); 14 – блок задатчиков сигналов коэффициентов графиков функций потерь

Автоматизированное устройство управления кормовыми рационами с учетом возможных операторских поправок в функциях потерь продуктивности в зависимости от отклонения дозы корма от наилучшей в составе экономически оптимальной кормосмеси [5] несколько усложняется по сравнению с устройством по [4]. Отличие заключается в том, что появляется возможность задания не только одного критерия оптимизации (по приросту прибыли), но и нескольких, в том числе и критерия прибыли. Другое отличие состоит в возможности задания оператором (Лицом, Принимающим Решение) различных видов графиков функций потерь. Устройство (рис. 7) работает в целом аналогично [4] и позволяет Лицу, Принимающему Решение, при необходимости изменять вид критерия оптимизации и при этом вводить поправки в формализованную компьютерную оценку экономической эффективности приготавливаемой кормовой смеси посредством изменения функций потерь.

Выводы

1. Обеспечивается практическая возможность управления технологическими процессами составления рациона кормосмеси и кормлением поголовья по одному или по другому технико-экономическому критерию оптимизации для достижения наивысшей технико-экономической эффективности этих процессов в складывающейся на сельскохозяйственном предприятии технико-экономической ситуации (проблемы с ресурсами, с поголовьем животных или птицы и т.п.).

2. Обеспечивается автоматизированное формирование вида функций потерь продуктивности животных и птицы при отклонении долевого содержания корма в кормовой смеси от экономически наилучшего его значения. Это позволяет учесть влияние того или иного рациона кормления на результирующую, текущую во времени, обыкновенно суточную продуктивность животных и птицы. Таким образом, достигается полноценное определение не только, по традициям специалистов-зоотехнологов, одной стоимости рациона (стоимости кормосмеси), но и результата действия того или иного рациона на продукцию сельскохозяйственного предприятия.

3. Одновременно при необходимости диспетчерского автоматизированного уточнения экономически наилучшего кормового рациона специалист-

оператор птицефабрики (Лицо, Принимающее Решения) в наибольшей степени использует свой производственный опыт [4].

Список литературы

1. Лукьянов Б.В., Лукьянов П.Б. Оптимизация кормосмесей с учетом потерь, вызываемых дисбалансом рационов //Птицеводство – мировой и отечественный опыт. Материалы четвертой международной конференции /М.: Российский птицеводческий союз, Международная промышленная академия, февраль, 2007.

2. www.korall-agro.ru.

3. Лукьянов П.Б. Система поддержки принятия решений для оптимизации оперативного управления экономикой производства животноводческой продукции. Автореф. дисс. ... докт. эконом. наук. – М.: РГАУ-ТСХА, 2011. – 46 с.

4. Устройство составления экономичного кормового рациона и экономичного кормления животных и птицы: патент 2462864 РФ: МПК⁷ А 01 К 29/00 /Дубровин А.В. и др.; заявитель и патентообладатель ГНУ Всерос. науч.-исслед. ин-т электриф. сельск. хоз-ва. №2010144612/13; заявл. 01.11.2010; опубл. 10.10.12, Бюл. №28 (Пч.). – 16 с.

5. Лукьянов Б.В., Лукьянов П.Б., Дубровин А.В. Оптимизация рационов кормления при программируемом росте животных //Техника и оборудование для села, 2013. №2(187). – С.34 – 35.

The authors say about informatisation and automatisatation technologies in poultry houses. Manufacturing is carried out in the automated mode by tehcnical and economic criterion. An approach to assessing the impact of the imbalance formalization of rations for each component and the ratio of the normalizable on the productivity and health of poultry, the indicators of reproduction.

Information technologies by automation of technological processes, efficacy of production, technical and economic parameter. balanced feed mix, loss of productivity, reproduction, health, poultry, formalization of the description of losses.