

Вараксин С.В., Маркин Д.А., Самуйло В.В.

К вопросу технико-экономической оценки эффективности функционирования технологии приготовления кормовых продуктов с использованием соево-зерновых композиционных смесей

**Электронный научно-производственный журнал  
«АгроЭкоИнфо»**

УДК 631.363(031)

**К вопросу технико-экономической оценки эффективности функционирования технологии приготовления кормовых продуктов с использованием соево-зерновых композиционных смесей**

*Вараксин С.В., Маркин Д.А., Самуйло В.В.*

*Дальневосточный государственный аграрный университет*

**Аннотация**

*Нахождение наиболее выгодных экономических путей связано с обеспечением сельскохозяйственных животных необходимым количеством питательных веществ в рационах кормов. За счёт сокращения расходов кормов и использования растительных ресурсов Дальнего Востока можно добиться снижения себестоимости продукции животноводства и увеличения её конкурентоспособности. Одним из таких растительных ресурсов является соя. Соя и соевые продукты увеличивают продуктивность животноводства, а также позволяют поддерживать данную отрасль на высоком уровне. Рациональное использование соевого зерна и продуктов его переработки связано не только с наличием в его составе протеина, минеральных веществ, жира и витаминов, но и с возможностью обеспечить повышение поедаемости сои и биологической доступности протеина. Добиться повышения продуктивности животных возможно путём использования в рационах высокобелковых кормовых продуктов переработки сои.*

*На основании анализа литературных источников была составлена обобщённая структурно-функциональная схема процесса приготовления высокобелковых кормовых продуктов с использованием соево-зерновых композиционных смесей.*

*В ходе исследований были определены экономическая эффективность производства новых видов кормовых продуктов и модель технико-экономической оценки эффективности.*

**Ключевые слова:** СОЕВО-ЗЕРНОВЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ СМЕСИ, ВЫСОКОБЕЛКОВЫЕ КОРМОВЫЕ ПРОДУКТЫ

Вараксин С.В., Маркин Д.А., Самуйло В.В.

К вопросу технико-экономической оценки эффективности функционирования технологии приготовления кормовых продуктов с использованием соево-зерновых композиционных смесей

**Электронный научно-производственный журнал  
«АгроЭкоИнфо»**

Оценить эффективность приготовления кормовых продуктов с использованием соево-зерновых композиционных смесей (соя-кукуруза, соя-пшеница, соя-ячмень) целесообразно с помощью двух взаимно связанных критериев: дохода – Д и разности совокупных затрат, полученных от годового объема производства высокобелковых кормовых продуктов по предлагаемому и базовому вариантам.

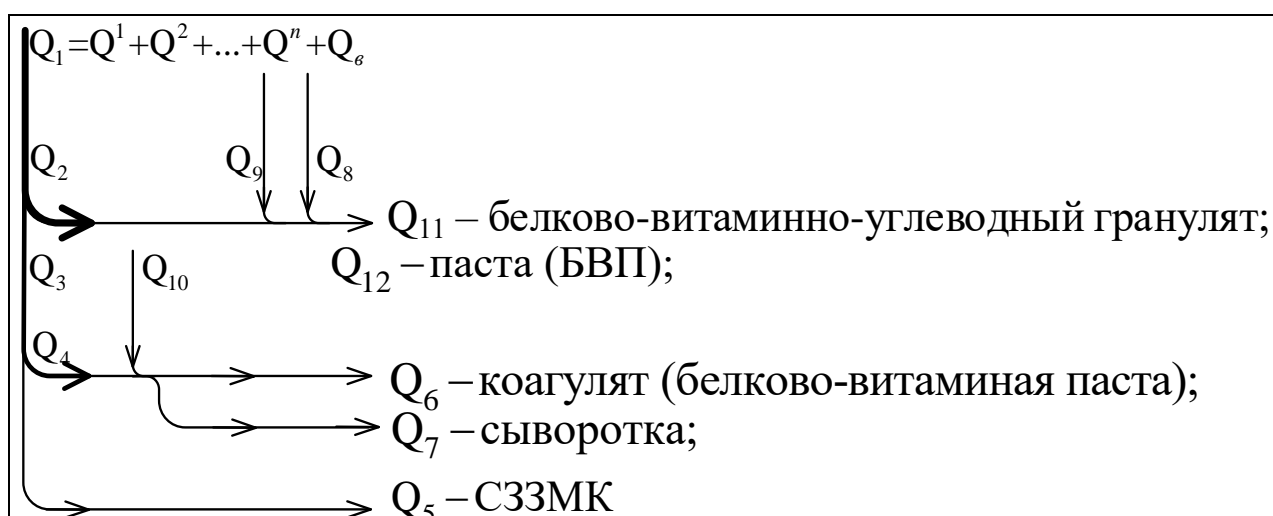


Рис. 1. Поточный материальный граф к обоснованию пропускной способности элементов подсистемы приготовления кормовых продуктов на основе соево-зерновых композиций –  $Q_i$

$Q^1, Q^2, \dots, Q^n$  – естественная водопоглощающая способность семян сои и зерновых в соево-зерновых композиционных системах;

$Q_v$  – подача воды;

$Q_1$  – подача семенной соево-зерновой композиции повышенной влажности;

$Q_2$  – подача НСЗО (жомовой фракции);

$Q_3$  – подача жидкой белково-витаминовой фракции;

$Q_4$  – подача белково-липидной фракции на коагуляцию;

$Q_5$  – подача СЗЗМК в жидком виде;

$Q_6$  – подача белково-витаминового коагулята;

$Q_7$  – подача многофункциональной машины по сыворотке витаминизированной;

$Q_8$  – подача предварительно подготовленных морковной и других видов паст;

$Q_9$  – подача муки из зерновых или соломенных или кальцийсодержащих компонентов;

Вараксин С.В., Маркин Д.А., Самуйло В.В.

К вопросу технико-экономической оценки эффективности функционирования технологии приготовления кормовых продуктов с использованием соево-зерновых композиционных смесей

**Электронный научно-производственный журнал  
«АгроЭкоИнфо»**

$Q_{10}$  – подача коагулянта;

$Q_{11}$  – подача белково-витаминно-углеводного гранулята;

$Q_{12}$  – подача БВП [1].

Представленную разветвляющуюся потоковую систему возможно охарактеризовать системой уравнений, отражающих её материальный баланс:

$$\left. \begin{aligned} Q_1 &= Q^1 + Q^2 + \dots + Q^n + Q_6; \\ Q_1 &= Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5; \\ Q_2 &= Q_1 - Q_3; \\ Q_3 &= Q_1 - Q_2; \\ Q_4 &= Q_1 - Q_2 - Q_3 - Q_5; \\ Q_5 &= Q_3 - Q_4 \leq [Q_5]; \\ Q_6 &= Q_4 + Q_{10} - Q_7 \leq [Q_6]; \\ Q_7 &= Q_4 + Q_{10} - Q_6; \\ Q_{11} &= Q_2 + Q_9 \text{ или } Q_{11} = Q_2 + Q_8 \leq [Q_{11}]; \\ Q_{12} &= Q_2 + Q_8 \text{ или } Q_{12} = Q_6 + Q_8 \leq [Q_{12}] \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Разработанная структурно-функциональная схема процесса приготовления кормовых продуктов с использованием соево-зерновых композиций представлена на рис. 2.

Согласно предлагаемой структурно-функциональной схеме из соевого зерна возможно получение продуктов жидкой, пастообразной и твёрдой (гранулы) физической формы в том случае, когда соблюдается условие:

$$Q_i = [Q_i] = \frac{G_{\text{паз}}}{t_{\text{пр}}} = \frac{N \cdot q}{t_{\text{пр}}} \quad (2)$$

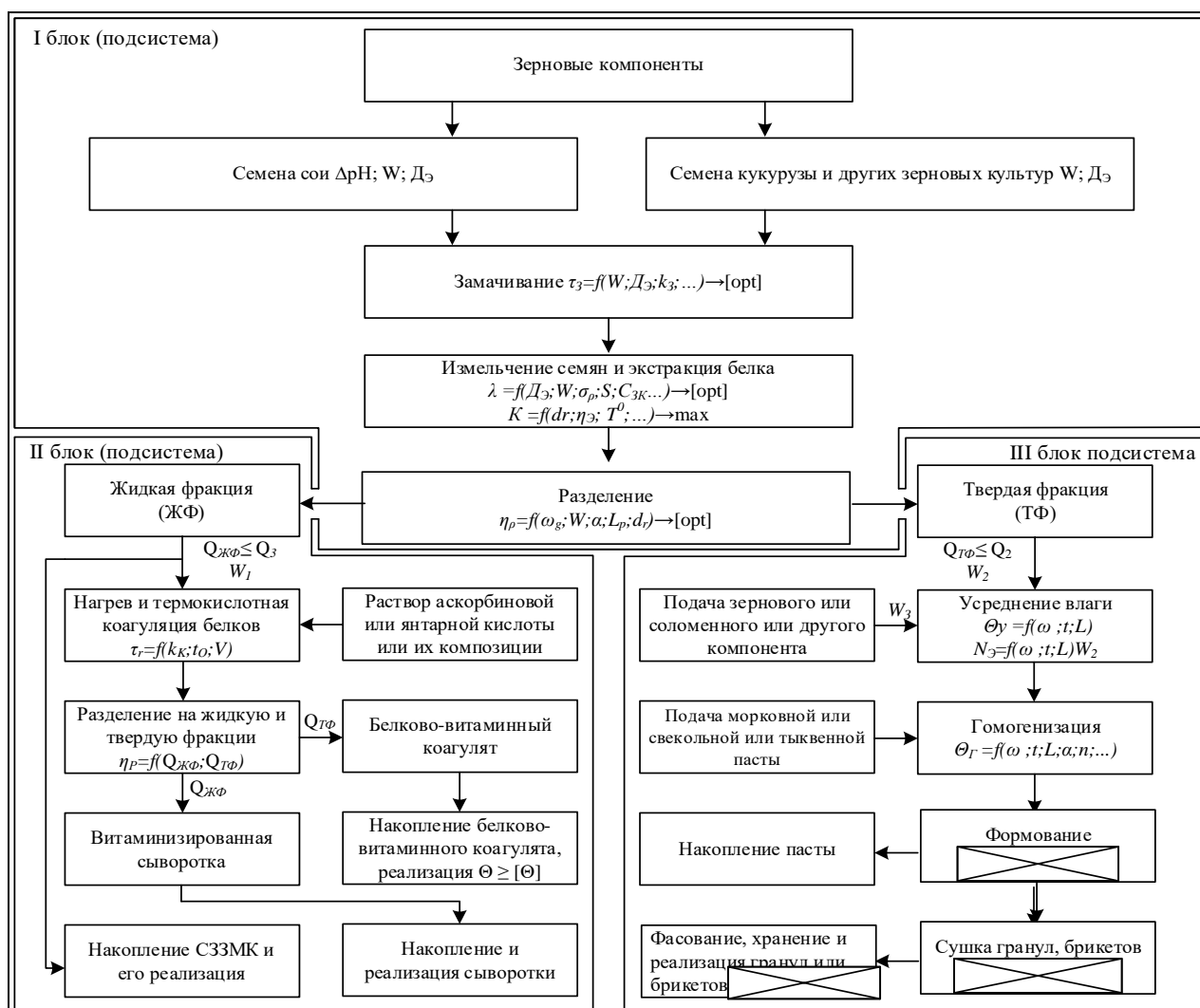


Рис. 2. Обобщённая структурно-функциональная схема процесса приготовления кормовых продуктов с использованием соево-зерновых композиций

Экономическую эффективность производства новых видов кормовых продуктов для их производителя определим как:

$$\Delta \Delta = \sum_{i=1}^4 \left[ (C_{P_i} - I_{\Pi_i} - C_{C_i}) - (C_{P_i} - I_{B_i} - C_{C_i}) \right] \cdot [Q_i] \cdot t_{it}, \quad (3)$$

где  $C_{P_i}$  – реализационная цена  $i$ -го вида кормового продукта, руб./кг;

$I_{\Pi_i}, I_{B_i}$  – удельные затраты на производство кормовых продуктов по-новому и базовому вариантам соответственно, руб./кг;

$C_{C_i}$  – покупная цена  $i$ -го вида зернового и другого сырья, руб./кг;

Вараксин С.В., Маркин Д.А., Самуйло В.В.

К вопросу технико-экономической оценки эффективности функционирования технологии приготовления кормовых продуктов с использованием соево-зерновых композиционных смесей

**Электронный научно-производственный журнал  
«АгроЭкоИнфо»**

$[Q_i]$  – требуемая производительность линии по  $i$ -му виду кормового продукта, кг/ч;

$t_{ir}$  – годовой фонд работы оборудования по  $i$ -му виду кормового продукта, ч.

При этом доход производителя определяется как:

$$D = \sum_{i=1}^3 (Ц_{Pi} - З_{Pi} - Ц_{Ci}) \cdot \left[ \frac{N \cdot q}{t_{np}} \right] \cdot t_{ir} \cdot k, \quad (4)$$

где  $З_{Pi}$  – удельные эксплуатационные затраты по каждому из  $i$ -го вида кормовых продуктов, руб./кг;

$k$  – коэффициент, учитывающий наличие отчислений в бюджет.

Выполнив анализ выражения (4) предполагаем, что существует взаимосвязь:

$$1 - (З/D) < 1 - e^{-C[Q_i]}, \quad (5)$$

где  $[Q_i] = \left[ \frac{N_i \cdot q_i}{t_{npi}} \right];$

$C$  – эмпирический коэффициент.

Исходя из этого, справедливым будет неравенство:

$$\left( \frac{З}{D} \right) > e^{-C \cdot \left[ \frac{N_i \cdot q_i}{t_{npi}} \right]}, \quad (6)$$

Анализ выражения (6) показывает, что при  $З = D$  показатель

$$e^{-C \cdot \left[ \frac{N_i \cdot q_i}{t_{npi}} \right]} = 1.$$

Решив неравенство (6) относительно показателя  $D$  получим:

$$D \leq 3 / e^{-C \cdot \left[ \frac{N_i \cdot q_i}{t_{npi}} \right]}, \quad (7)$$

Выполнив преобразования выражения (6) получим:

$$\left[ \frac{N_i \cdot q_i}{t_{npi}} \right] = \frac{2,3}{C} \lg(3/D), \quad (8)$$

или 
$$[N_i] = \frac{2,3 \cdot t_{npi} \cdot \lg\left(\frac{3}{D}\right)}{q_i}, \quad (9)$$

Найдем решение неравенства (9) графоаналитическим методом (рис. 3).

Вараксин С.В., Маркин Д.А., Самуйло В.В.

К вопросу технико-экономической оценки эффективности функционирования технологии приготовления кормовых продуктов с использованием соево-зерновых композиционных смесей

**Электронный научно-производственный журнал  
«АгроЭкоИнфо»**

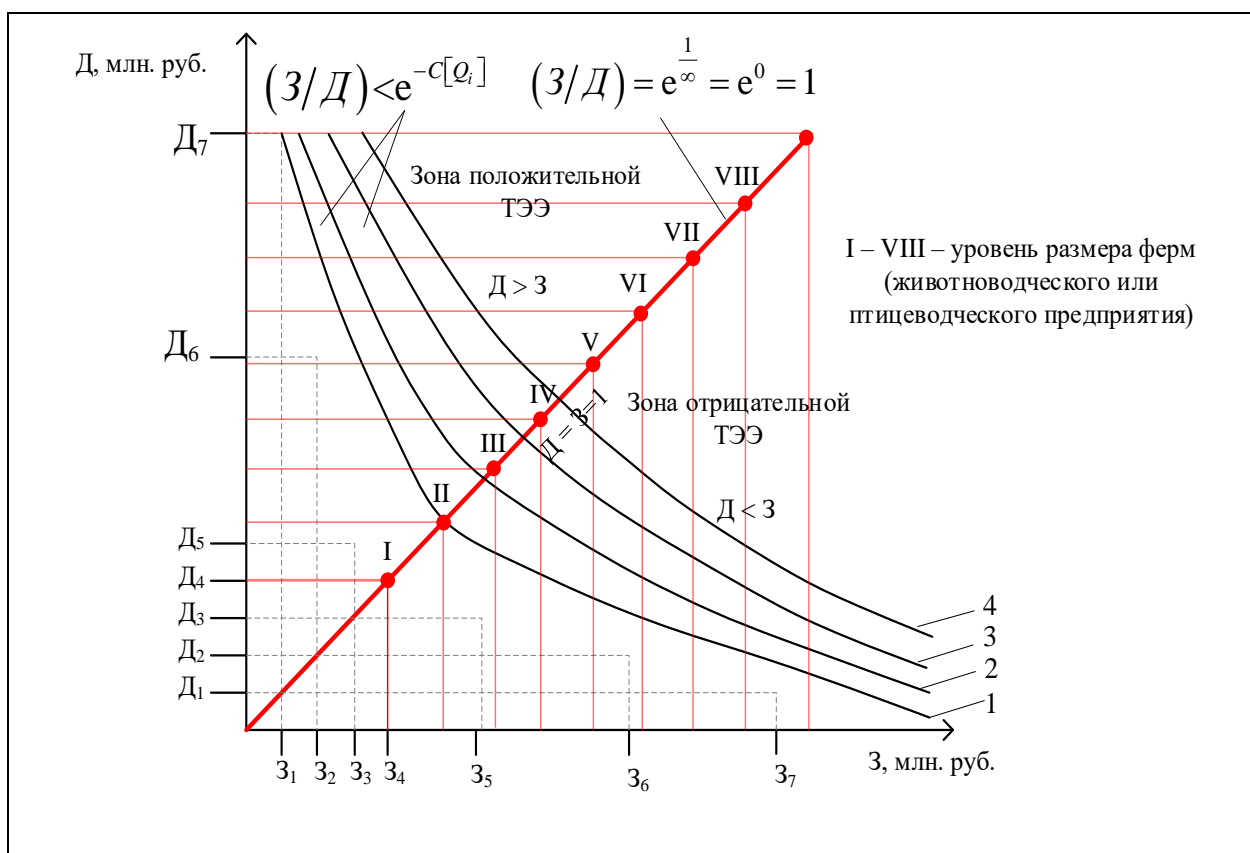


Рис. 3. К определению границ технико-экономической эффективности инновационных технологических и технических решений на стадии проектирования

Примечание:  $Z_1 < D_7$ ;  $Z_2 < D_6$ ;  $Z_3 < D_5$ ;  $Z_4 = D_4$ ;  $Z_5 > D_3$ ;  $Z_6 > D_2$ ;  $Z_7 > D_1$ ; 1 –  $N = 25$  г.; 2 –  $N = 50$  г.; 3 –  $N = 100$  г.; 4 –  $N = 150$  г.

В результате исследования неравенства (9) графоаналитическим методом (рисунок 3) получены две зоны: зона положительных значений технико-экономической эффективности (ТЭЭ), когда  $Z < D$  и зона отрицательных значений (ТЭЭ), когда  $D < Z$ . Данные зоны разделены прямой ОМ, которая характеризуется равенством  $D = Z$  или  $D - Z = 0$ , т.е. она показывает уровень нулевой эффективности для соответствующих уровней значений величин  $D$  и  $Z$ .

Модель технико-экономической оценки эффективности (9) обладает свойством общности. Таким образом, технико-экономическую эффективность на стадии проектирования технологических и технических решений можно оценить в соответствии с экономико-математической моделью:

Вараксин С.В., Маркин Д.А., Самуйло В.В.

К вопросу технико-экономической оценки эффективности функционирования технологии приготовления кормовых продуктов с использованием соево-зерновых композиционных смесей

**Электронный научно-производственный журнал  
«АгроЭкоИнфо»**

$$\left. \begin{aligned} D &= \sum_{i=1}^3 (C_{Pi} - I_{Ci} - C_{Ci}) \cdot [Q_i] \cdot t_{ir} \cdot d \cdot k \rightarrow \max; \\ Z &= \sum_{i=1}^3 \left\{ I_{Ci} \cdot \left[ \frac{N_{\Gamma_i} \cdot q_{\Gamma_i}}{t_{np_i}} \right] \right\} \cdot t_{ir} \rightarrow \min; \\ \text{при } \left[ \frac{D - Z}{D} \right] &< 1 - e^{-C \left[ \frac{N_i \cdot q_i}{t_{np_i}} \right]}; \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

В то же время разработанный метод определения границ ТЭЭ (система уравнений 10 и рис. 3) позволяет установить границы ТЭЭ, при которых для соответствующего размера фермы возможно и целесообразно применение 1, 2, 3 ..., n комплектов предлагаемого оборудования при параллельной (одновременной) схеме их работы, когда:

$$Q_{Ki} = Q_{\Phi} / n,$$

где  $Q_{Ki}$  – часовая производительность одного комплекта оборудования;

$Q_{\Phi}$  – требуемая фактическая производительность процесса приготовления кормовых продуктов для фермы определённого размера (поголовья), кг/ч;

$n$  – количество комплектов оборудования.

При выполнении практических расчётов следует учесть, что равенство  $Z/D = 1$  не учитывает норму рентабельности, поэтому необходимо принять  $Z/D = 1,2$ , т.е. норма рентабельности – 20 %.

Оценить экономическую целесообразность от использования данных видов кормовых продуктов возможно получением дохода от замены традиционных кормов инновационными [2]:

$$\Delta \mathcal{E}_2 = \sum_{i=1}^3 D_i \cdot G_{\text{рази}} \cdot Z \rightarrow \max, \quad (11)$$

где  $D_i$  – доход потребителя от замены традиционно применяемых кормовых продуктов на инновационные;

$G_{\text{рази}}$  – разовый объём потребления животными или птицей  $i$ -го инновационного продукта;

$Z$  – количество кормлений животных (птицы) в сутки.

Доход от замены традиционно применяемых кормовых продуктов на инновационные составит:

Вараксин С.В., Маркин Д.А., Самуйло В.В.

К вопросу технико-экономической оценки эффективности функционирования технологии приготовления кормовых продуктов с использованием соево-зерновых композиционных смесей

**Электронный научно-производственный журнал  
«АгроЭкоИнфо»**

$$\left. \begin{array}{l} \text{- по грануляту: } D_{\Gamma} = C_{\Gamma} - C_p^r; \\ \text{- по БВП: } D_{\Pi} = C_{\Gamma(\text{я})} - C_p^{\Pi}; \\ \text{- по СЗЗМК: } D_{\text{СЗЗМК}} = C_{\text{М}} - C_p^{\text{Ж}}; \end{array} \right\} \quad (12)$$

где  $C_{\Gamma}$ ,  $C_{\Gamma(\text{я})}$ ,  $C_{\text{М}}$  – стоимость традиционных кормовых продуктов в виде гранулированных комбикормов, творога (яиц) и молочных кормов соответственно;

$C_p^r$ ,  $C_p^{\Pi}$ ,  $C_p^{\text{Ж}}$  – стоимость новых кормовых продуктов в виде гранулированных соево-зерновых, пастообразных (соево-морковных) и жидких (СЗЗМК) соответственно .

Одной из важных составляющих общих затрат являются затраты электроэнергии на осуществление процессов приготовления кормовых продуктов. Энергоэффективность процесса приготовления находится по общеизвестной формуле в виде показателя энергоёмкости соответствующего процесса с последующей его сравнительной оценкой [3].

$$\mathcal{E}_i = \frac{N_i}{Q_i}.$$

С учётом того, что для нашего случая  $Q_i = [Q_i] = \left[ \frac{N_{\Gamma_i} \cdot q_{\Gamma_i}}{t_{\text{нп}i}} \right]$  получается, что

$$\mathcal{E}_i = \frac{N_i \cdot t_{\text{нп}i}}{N_{\Gamma_i} \cdot q_{\Gamma_i}}, \quad (13)$$

где  $N_i \times t_{\text{нп}i}$  – расход электроэнергии на выполнение соответствующего процесса по приготовлению *i-го* вида кормового продукта, кВт·ч.

Для сопоставимой технико-экономической оценки с учётом качественных показателей работы оборудования энергоёмкость можно определить по следующим формулам [4]:

– для многофункциональной машины по приготовлению СЗЗМК:

$$\mathcal{E}_N = \frac{N_i \cdot t_{\text{нп}i}}{N_{\Gamma_i} \cdot q_{\Gamma_i} \cdot \lambda \cdot \Delta k \cdot \eta_p} < \mathcal{E}_{N_0}, \quad (14)$$

где  $\lambda$  – степень измельчения соево-зерновых композиций, ед.;

$\Delta k$  – концентрация питательных (сухих) веществ в СЗЗМК, %;



Вараксин С.В., Маркин Д.А., Самуйло В.В.

К вопросу технико-экономической оценки эффективности функционирования технологии приготовления кормовых продуктов с использованием соево-зерновых композиционных смесей

**Электронный научно-производственный журнал  
«АгроЭкоИнфо»**

$\eta_p$  – коэффициент эффективности разделения суспензии, ед.;

$\mathcal{E}_{N_6}$  – энергоёмкость базовой машины.

– для центрифуги:

$$\mathcal{E}_N = \frac{N_i \cdot t_{np_i}}{N_{r_i} \cdot q_{r_i} \cdot \eta_k} < \mathcal{E}_{N_6}, \quad (15)$$

где  $\eta_k$  – коэффициент эффективности разделения по коагуляту, ед.;

– для пастоизготовителя:

$$\mathcal{E}_N = \frac{N_i \cdot t_{np_i}}{N_{r_i} \cdot q_{r_i} \cdot \theta_{zy}} < \mathcal{E}_{N_6}, \quad (16)$$

где  $\theta_{zy}$  – однородность гомогенизации пасты, %;

– для смесителя-гранулятора:

$$\mathcal{E}_N = \frac{N_i \cdot t_{np_i}}{N_{r_i} \cdot q_{r_i} \cdot H}, \quad (17)$$

где H – прочность гранул, %.

Проведённый анализ эффективности приготовления кормовых продуктов с использованием соево-зерновых композиций позволил выявить взаимосвязь основных экономических показателей их производства с качественными показателями получаемой продукции.

**Список использованных источников:**

1. Вараксин С.В., Доценко С.М., Крючкова Л.Г., Маркин Д.А. Обоснование процесса приготовления продуктов на основе соево-зерновых композиций // АгроЭкоИнфо. – 2018. – № 2. – [http://agroecoinfo.ru/STATYI/2018/2/st\\_219.doc](http://agroecoinfo.ru/STATYI/2018/2/st_219.doc).

2. Мельников С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм / С.В. Мельников. – Л.: Колос, 1978. – 560 с.

3. Макарова Е.В. Планирование эксперимента в условиях неоднородностей / Е.В. Макарова, А.В. Лисенков. – М.: Наука, 1973. – 219 с.

4. Кукта Г.М. Методика определения технологических и эксплуатационных показателей машин и оборудования для приготовления кормов / Г.М. Кукта, И.И. Губко, В.В. Коврига // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – Киев, 1973.

Вараксин С.В., Маркин Д.А., Самуйло В.В.

К вопросу технико-экономической оценки эффективности функционирования технологии  
приготовления кормовых продуктов с использованием соево-зерновых композиционных смесей

.....  
*Электронный научно-производственный журнал*  
**«АгроЭкоИнфо»**

**Цитирование:**

Вараксин С.В., Маркин Д.А., Самуйло В.В. К вопросу технико-экономической оценки эффективности функционирования технологии приготовления кормовых продуктов с использованием соево-зерновых композиционных смесей [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2023. – № 6. – Режим доступа: [http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/6/st\\_615.pdf](http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/6/st_615.pdf).  
DOI: <https://doi.org/10.51419/202136615>.