

Автор ер.

М 64

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
им. М.В.ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

МИРОНОВСКИЙ Владимир Харитонович

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОЦЕССА БАЛАНСИРОВАНИЯ
КОМБИКОРМОВ ПО МИНЕРАЛЬНОМУ СОСТАВУ

05.13.07 – автоматическое управление и регулирование,
управление технологическими процессами
(промышленность)

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Переучет 19 87

Одесса - 1980

сш

Работа выполнена в Алтайском политехническом институте имени И.И.Ползунова и в Одесском технологическом институте пищевой промышленности имени М.В. Ломоносова

Научные руководители: д.т.н., профессор
ПЛАТОНОВ П.Н.,
к.т.н., доцент
ИГНАТЕНКО И.И.

Официальные оппоненты: д.т.н., профессор
МИХАЙЛОВСКИЙ Е.А.,
к.т.н., доцент
КОЧЕТОВА А.А.

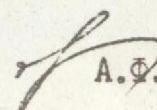
Ведущая организация - Украинский филиал ВНИИЖП (г.Киев)

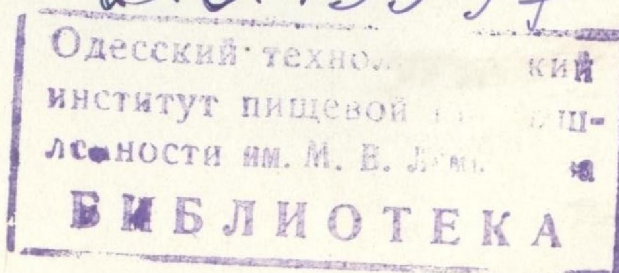
Защита состоится "30" марта 1981 г., в 14⁰⁰ час. на заседании специализированного совета Д 068.35.01 при Одесском технологическом институте пищевой промышленности им.М.В.Ломоносова, 270039, г.Одесса, ул.Свердлова, 112.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Одесского технологического института пищевой промышленности им.М.В.Ломоносова

Автореферат разослан "16" февраля 1981 г.

Ученый секретарь специализированного
совета к.т.н., доцент

 А.Ф.Загибалов



12

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Одной из основных проблем развития сельского хозяйства страны является дальнейший подъем животно - водства, от состояния которого в значительной степени зависит успех решения важнейшей сельскохозяйственной задачи - надежного обеспечения населения продовольствием, а промышленности - сырьем. Рост продукции животноводства в планируемых объемах требует не только наращивания темпов производства комбикормов, но и всемерного совершенствования кормопроизводства.

За счет повышения качества кормов и соблюдения установленной технологии их производства, указывалось на июльском (1978г.) Пленуме ЦК КПСС, могут быть значительно увеличены ресурсы продукции животноводства.

Обеспечение высоких темпов развития комбикормовой промышленности требует широких исследований в различных направлениях, в том числе и разработки систем управления качеством сырья и готовой продукции.

На комбикормовых предприятиях резервы повышения качества выпускаемой продукции могут быть поставлены на службу народного хозяйства как за счет совершенствования управления процессом балансирования белкового, так и минерального состава комбикормов. Настоящее исследование посвящено разработке системы управления балансом минерального состава комбикормов.

По данным Министерства сельского хозяйства СССР, сбалансирование рациона по содержанию основных микроэлементов может повысить: яйценоскость кур и уток на 10-15%, прирост живой массы свиней на 15-20%, птицы при откорме на 3-15%, молодняка крупного рогатого скота на 10-15%.

ОНАХТ 04.07.12
Исследование и разра



v013597

Отсутствие на предприятиях комбикормовой промышленности систем управления минеральным составом объясняется тем, что существующие методы и средства контроля содержания минеральных веществ в сырье и комбикормах из-за сложности и продолжительности не позволяют оперативно компенсировать влияние вероятных возмущений на минеральный состав комбикормов. Решение этой проблемы на базе экспрессных методов и средств контроля весьма актуально.

Цель настоящей работы заключается в решении комплекса задач, связанных с исследованием и разработкой автоматизированной системы управления качеством процесса балансирования минерального состава комбикормов.

Научная новизна: исследован процесс минерального балансирования комбикормов как объект управления и контроля, синтезирована его математическая модель; сформулированы и обоснованы критерий оптимальности и целевая функция процесса; разработан алгоритм контроля и структура автоматизированной системы управления качеством (АСУК) процесса балансирования минеральных веществ в комбикормах; разработан метод экспрессного определения содержания минеральных веществ в сырье и комбикормах на базе промышленных средств, отвечающий требованиям АСУК; предложен метод ускоренного определения суммарного процентного состава минеральных веществ в продуктах переработки зерна - зольности.

Практическая ценность работы заключается в разработке и технической реализации метода и средства ускоренного определения содержания минеральных веществ в сырье и комбикормах, что позволило получить в условиях совхозного комбикормового цеха экономический эффект 24 тыс.руб. в год. Экономический эффект от внедрения предложенной АСУК в условиях крупного производст-

ва составит около 300 тыс.руб. в год.

Внедрение результатов работы. Разработанная система, методики и установка экспрессного определения содержания макро- и микроэлементов в кормовых средствах с 1977г. и по настоящее время успешно эксплуатируются в лаборатории комбикормового цеха мясо-молочного совхоза Айский Алтайского края.

Апробация работы. Материалы диссертационной работы докладывались и обсуждались на всесоюзных, республиканских и краевых совещаниях и конференциях: Краевая научная конференция "Физико-химические основы и технология переработки химического и пищевого сырья и полупродуктов" (г.Барнаул, 1970г.); на Координационном Совете Министерства заготовок СССР при ВНИИЗ (г.Москва, 1973г.); при ВНИИКП (г.Воронеж, 1974г.); научная конференция профессорско-преподавательского состава и научных работников Алтайского политехнического института им. И.И.Ползунова (г.Барнаул, 1975г.); Краевая научно-техническая конференция "Совершенствование технологии выработки сортовой муки" (г.Алейск, 1975г.); Всесоюзная конференция, посвященная десятилетию Всесоюзного научно-исследовательского института комбикормовой промышленности (г.Воронеж, 1978г.). Диссертация обсуждалась на кафедре автоматизации производственных процессов ОТИП им. М.В.Ломоносова, где получила положительную оценку.

Публикации. По результатам настоящего исследования опубликовано пять работ и получено одно авторское свидетельство. На выставке достижений народного хозяйства Алтайского края в 1975г. метод экспрессного определения качества продуктов помола зерна был отмечен Дипломом I-й степени.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, трех глав, общих выводов, библиографии из 127 наименований

и трех приложений. Изложена на 157 страницах, включает 118 страниц машинописного текста, 30 иллюстраций и 18 таблиц.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность избранной темы исследования.

В первой главе рассмотрена проблема управления балансированием комбикормов по минеральным веществам, существующие методы и средства контроля этого процесса. Исследованы виды и характер возмущающих воздействий на процесс. Сформулированы задачи исследования.

Минеральные вещества, характеризующие наряду с другими элементами потребительскую ценность комбикормов, выполняют разносторонние функции в организме животных, причем избыток тех или иных элементов оказывает не менее отрицательное воздействие на организм, чем их недостаток. Поэтому контроль содержаний основных макро- и микроэлементов в комбикормах и поддержание их значений в пределах, научно обоснованных зоотехническими нормами, имеет существенное значение и регламентирован государственными и отраслевыми стандартами и инструкциями.

Одним из основных возмущающих воздействий на процесс балансирования комбикормов по минеральному составу можно считать колебания содержаний макро- и микроэлементов в исходном сырье. На основе работ советских и зарубежных исследователей получены статистические оценки параметров минерального состава и пределы колебаний их значений (табл. I) в основном зерновом сырье комбикормовой промышленности: пшенице, овсе и ячмене.

Анализ приведенных данных (например, по пшенице - рис. I) показывает, что использование при расчетах рецептов средних (табличных) значений содержания макро- и микроэлементов в ис -

ходных продуктах может приводить к значительным нарушениям баланса минеральных веществ в готовых комбикормах.

Таблица I

Содержания микроэлементов в кормовых средствах и средние "табличные" значения

Элемент	Значения содержаний, мг/кг		
	минимальное	среднее "табличное"	максимальное
Пшеница			
Медь	2,2	2,2	35,0
Марганец	24,0	43,6	99,0
Кобальт	0,016	0,040	0,130
Железо	20,0	58,0	262,0
Цинк	13,1	13,1	47,0
Овес			
Медь	1,75	5,9	5,9
Марганец	20,0	68,0	81,8
Кобальт	0,032	0,07	0,084
Железо	49,0	49,0	124,8
Цинк	16,4	27,1	33,9
Ячмень			
Медь	2,18	4,0	4,97
Марганец	12,6	26,4	81,3
Кобальт	0,047	0,058	0,072
Железо	26,7	25,0	167,0
Цинк	16,3	25,4	35,3

Проанализированы методы и средства контроля исследуемых параметров, применяемые в лабораториях комбикормовых предприятий и научно-исследовательских лабораториях комбикормовой промышленности. Применяемые в практике методики требуют затрат времени, значительно превышающих длительность технологического цикла. Такое несоответствие временных характеристик исключает возможность оперативного управления и позволяет считать целесообразной и обоснованной задачу исследования и разработки АСУК

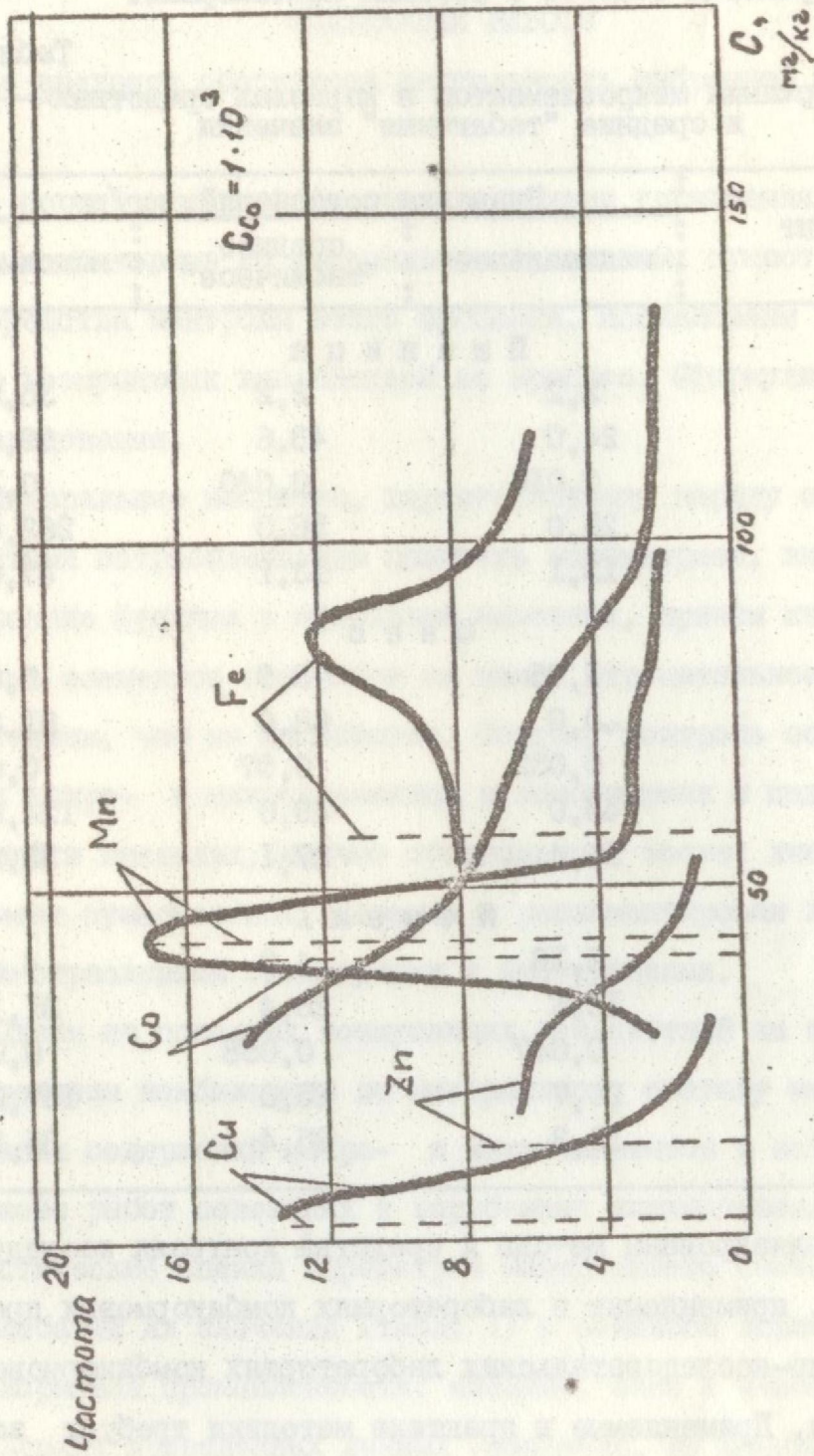


Рис. 1. Кривые распределения содержания основных микроэлементов в пшенице

процесса балансирования минерального состава комбикормов на базе экспрессных методов контроля.

В качестве основных задач диссертационной работы определены следующие: анализ процесса балансирования минерального состава комбикормов как объекта контроля и управления и синтез математической модели процесса; синтез структуры и основных характеристик автоматизированной системы управления качеством процесса балансирования минерального состава комбикормов и премиксов; разработка и экспериментальная проверка метода и возможности применения существующих средств экспрессного контроля минерального состава, удовлетворяющих по технологическим показателям требованиям АСУК; проведение производственной проверки разработанных методик и экспериментальной установки.

Вторая глава посвящена математическому описанию процессов минерального балансирования комбикормов и премиксов. Сформулированы и обоснованы критерий оптимальности и целевая функция процесса.

Процесс балансирования минерального состава премиксов может быть представлен схемой (рис.2), состоящей из: дозаторов D_1, D_2, D_3, D_4 - соответственно для наполнителя, макрокомпонентов, средних компонентов и микрокомпонентов; смесителей - предварительного C_1 и основного C_2 ; материальных потоков.

В установившемся состоянии исследуемый процесс можно представить системой уравнений:

$$g_5 c_i^{(5)} = g_4 c_i^{(4)} + g' c_i^{(5)} \quad (I)$$

$$g_6 c_i^{(6)} = g_1 c_i^{(1)} + g_2 c_i^{(2)} + g_3 c_i^{(3)} + g_5 c_i^{(5)}$$

где: $g_1, g_2, g_3, g_4, g_5, g_6$ - расходы наполнителя, компонентов и готового продукта; g' - расход наполнителя для разбавления

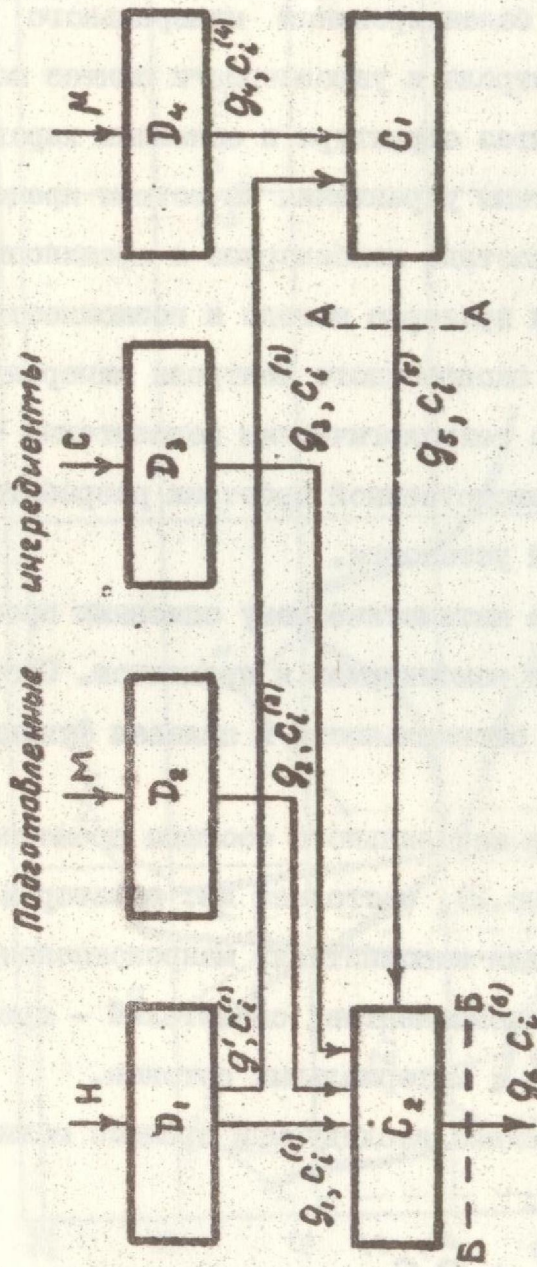


Рис. 2. Структурная схема процесса балансирования минерального состава премиксов

микрокомпонентов; $C_i^{(1)}, C_i^{(2)}, C_i^{(3)}, C_i^{(4)}$ - концентрации i -го химического элемента в соответствующем материальном потоке; $C_i^{(5)}, C_i^{(6)}$ - концентрации i -го химического элемента в сечениях структурной схемы; $н, м, с, ф$ - подготовленные продукты: наполнитель, макрокомпоненты, средние компоненты, микрокомпоненты; $i = 1, 2, \dots, n$.

Вводя в (I) возмущающее воздействие - приращение содержания i -го элемента в наполнителе, получим статическую характеристику исследуемого типового процесса:

$$\Delta C_i^{(6)} = \frac{(g_1 + g') (C_i^{(1)} + \Delta C_i^{(1)}) + g_2 C_i^{(2)} + g_3 C_i^{(3)} + g_4 C_i^{(4)} - g_6 C_i^{(6)}}{g_6} \quad (2)$$

Структурная схема процесса балансирования минерального состава комбикормов показана на рис. 3. Количественные соотношения материальных потоков в рассматриваемом процессе могут быть представлены системой уравнений:

$$\begin{aligned} g_{10} C_i^{(10)} &= g_1 C_i^{(1)} + g_2 C_i^{(2)} + g_3 C_i^{(3)} \\ g_{11} C_i^{(11)} &= g_4 C_i^{(4)} + g_5 C_i^{(5)} + g_6 (C_i^{(6)} + C_{Ca}^{(6)}) \\ g_{12} C_i^{(12)} &= g' C_i^{(1)} + g_7 C_i^{(7)} \\ g_0 C_{oi} &= g_{10} C_i^{(10)} + g_{11} C_i^{(11)} + g_{12} C_i^{(12)} + g_7 (C_k^{(7)} + C_{Co}^{(7)}) + g_8 C_i^{(8)} \end{aligned} \quad (3)$$

где: g_1, g_2, g_3, g_4 - расходы зернового сырья, отрубей и муки, грубых кормов и трудносыпучих продуктов; g_5, g_6, g_7, g_8, g_9 - расходы сырья минерального происхождения, отходов сахарной промышленности, отходов рыбоперерабатывающей промышленности, премиксов;

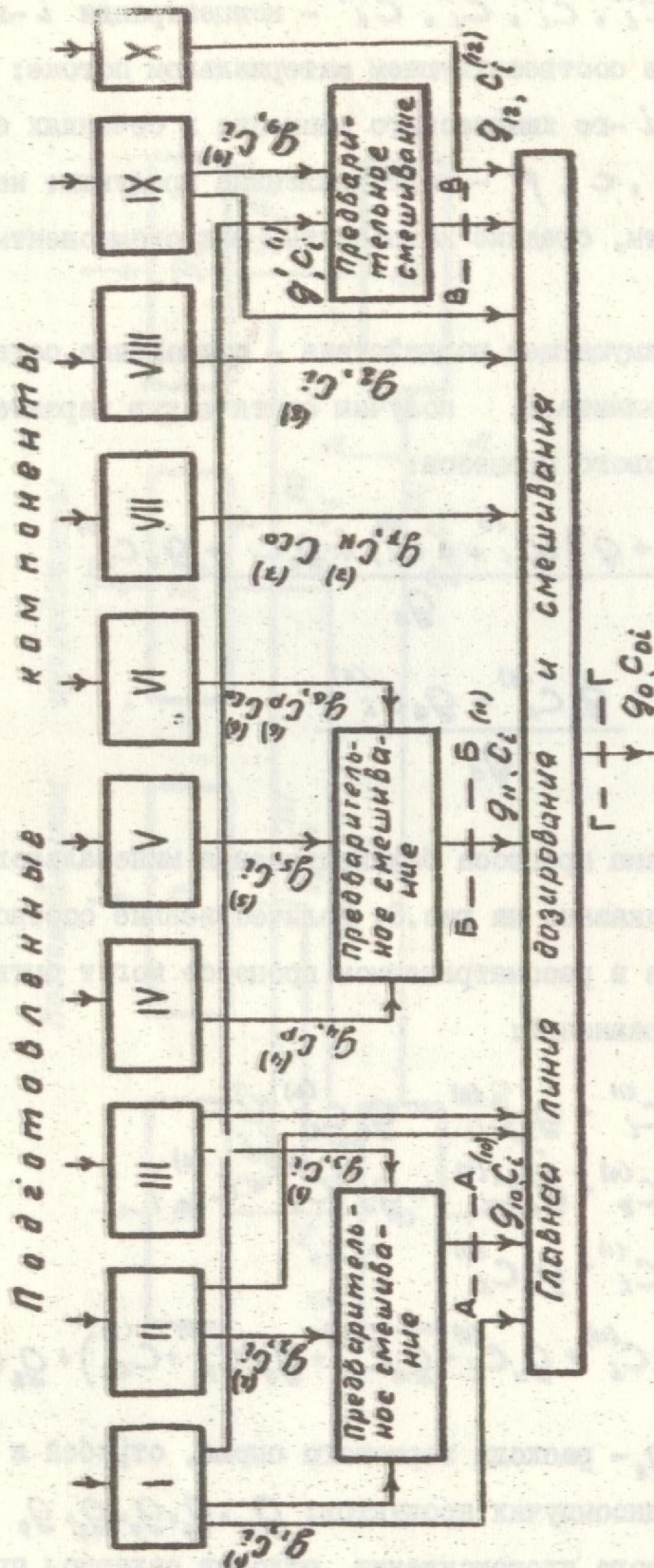


Рис. 3. Структурная схема процесса балансирования минерального состава комбикорма
 I - зерновое сырье; II - отруби и мучка; III - грубые корма; IV - трудноснудные корма;
 V - сырье минерального происхождения; VI - сырье животного происхождения; VII - отходы сахарной промышленности; VIII - отходы рабперерабатывающей промышленности; IX - премиксы; X - другие виды продуктов

g_{10}, g_{11}, g_{12} - расходы продуктов в сечениях А-А, Б-Б, В-В; g' - расход зернового сырья для разбавления премиксов; g_0 - расход готового комбикорма; $C_i^{(1)}, C_i^{(2)}, C_i^{(3)}, C_i^{(4)}, C_i^{(5)}, C_i^{(6)}$ - ее содержания i -го химического элемента в соответствующем материальном потоке; $C_P^{(4)}, C_P^{(5)}$ - содержание фосфора в трудносыпучих кормах и сырье животного происхождения; $C_K^{(7)}$ - содержание калия в отходах сахарной промышленности; $C_{Ca}^{(8)}$ - содержание кальция в сырье животного происхождения; $C_{Co}^{(9)}$ - содержание кобальта в отходах сахарной промышленности; $C_i^{(10)}, C_i^{(11)}, C_i^{(12)}$ - содержания i -го элемента в соответствующих сечениях схемы; C_{oi} - содержание i -го элемента в готовом комбикорме; $i = 1, 2, \dots, n$.

Из (3) получаем статическую характеристику процесса

$$\Delta C_{oi} = \frac{\sum_{i=1, j=1}^{i=n, j=m} g_j (C_{ij} + \Delta C_{ij}) + g_0 C_i^{(10)} + g_0 C_i^{(9)} - g_0 C_{oi}}{g_0}, \quad (4)$$

где: g_j - расход j -го компонента, подверженного возмущениям; C_{ij} - содержание i -го элемента в j -ом компоненте.

Анализ математических моделей исследуемых процессов показывает их общую направленность и позволяет считать, что количественная оценка процесса балансирования комбикормов по минеральным веществам может быть выражена системой уравнений

$$g_0 \sum_{i=1}^{i=n} C_{oi} = \sum_{i=1}^{i=n} g_i C_{Di} + \sum_{j=1}^{j=m} \sum_{i=1}^{i=n} g_j C_{ij}. \quad (5)$$

где: g_0 - расход готового продукта; g_i - расход i -и балансирующей добавки; g_j - расход j -го вида сырья; C_{oi} - содержание i -го элемента в готовом продукте; C_{Di} - содержание i -го элемента в добавке; C_{ij} - содержание i -го элемента в сырье j -го вида; $i = 1, 2, \dots, n$; $j = 1, 2, \dots, m$.

Для каждого из балансируемых элементов справедливо равенство

$$g_0 c_{oi} = g_i c_{di} + \sum_{j=1}^{j=m} g_j c_{ij} \quad (6)$$

В этом случае критерий оптимальности процесса балансирования минерального состава комбикормов представляет собой стремящийся к нулю предел разности

$$\lim |c_{oi} - c_i| \rightarrow 0 \quad (7)$$

где c_i - заданное содержание i -го элемента в готовом продукте.

Целевая функция на основании (5)-(7) определится выражением

$$\Delta c_i = c_{oi} - c_i = \frac{g_i c_{di}}{g_0} + \frac{\sum_{j=1}^{j=m} g_j c_{ij}}{g_0} \quad (8)$$

В третьей главе разрабатывается структура автоматизированной системы управления качеством процесса балансирования минерального состава комбикормов и ее основные характеристики.

Функция состояния исследуемого процесса, выраженная через приращения параметров, представляет собой взвешенную сумму приращений аргументов

$$W_L = \sum_{j=1}^{j=m} \beta_{jl} \Delta c_i \quad (9)$$

где β_{jl} - веса, определяемые соотношением

$$\beta_{jl} = \frac{\partial W_L}{\partial c_{ij}} \quad (10)$$

Каждое из приращений аргументов функции состояния является, как было показано в главе I, случайной функцией времени, поэтому и сама функция состояния зависит от времени, то есть

$$W_i(x) = S_i(t) \quad (11)$$

На основе функции состояния определена функция качества искомого процесса, как вероятность годности продукции по показателям минерального баланса:

$$P_r(W) = \prod_{i=1}^{i=n} P_i(a_i < c_i < b_i) = 1 \quad (12)$$

Выражение (12) показывает, что содержание каждого элемента находится в поле допусков, и продукт по показателям минеральной сбалансированности годен к употреблению. Если содержание хотя бы одного элемента выйдет из поля допусков (a, b) , продукт считается не годным и подлежит повторной переработке, то есть функция качества

$$P_r(W) = 0 \quad (13)$$

На основании вышесказанного, с учетом регламентаций государственных и отраслевых стандартов, предложен алгоритм контроля и управления содержанием основных макро- и микроэлементов в комбикормах и премиксах (рис.4).

Блок 1. Ввод исходной информации: число показателей m , размер выборки n , значение точности (потп) , матрица наблюдений C .

Блок 2. Расчет статистических характеристик выборки: среднего значения \bar{c}_i , дисперсий S_i^2 , S_z^2 , числа степеней свободы f, f_z .

Блок 3. Проверка однородности дисперсий. Отношение большей из S_i^2 и S_z^2 к меньшей сравнивается с табличным значением критерия

13597

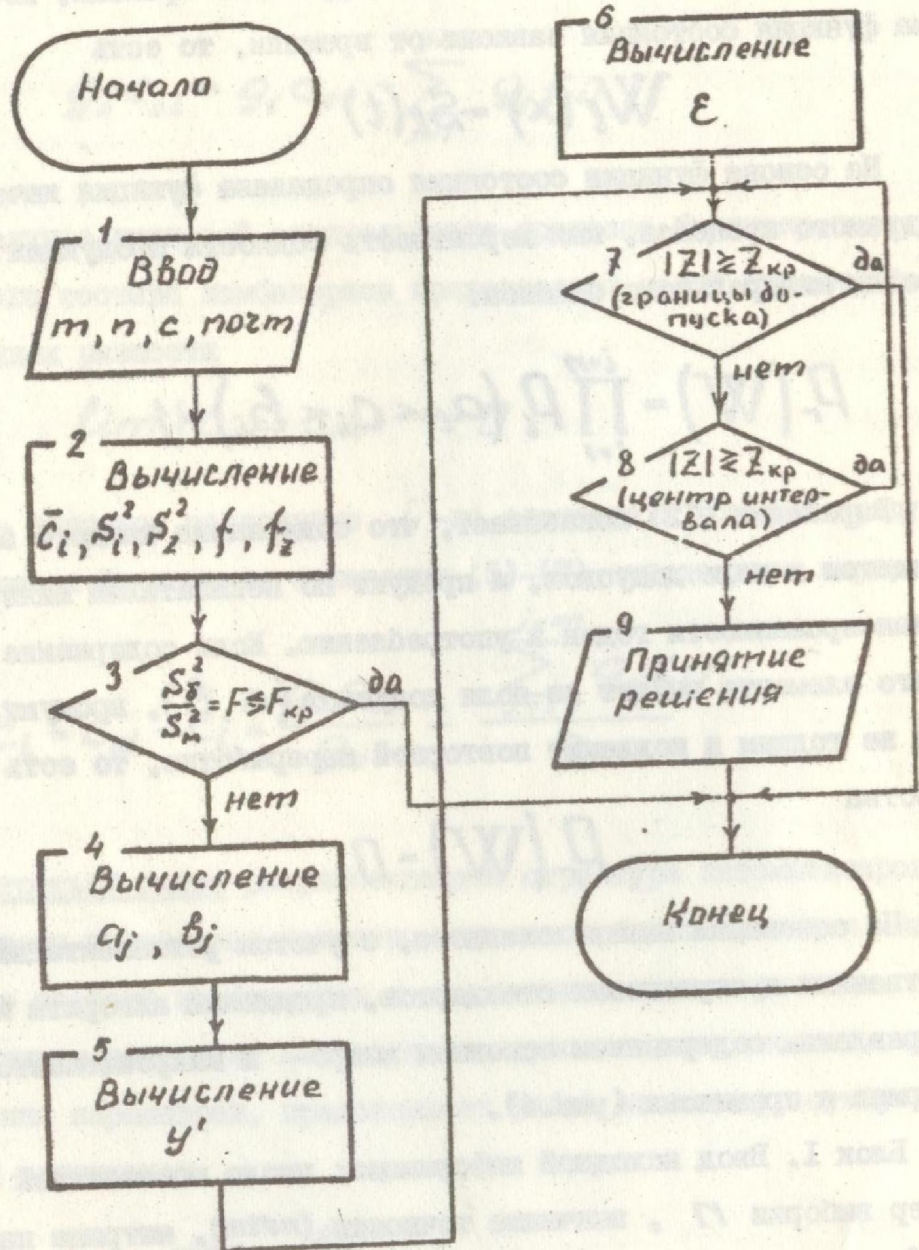


Рис. 4. Блок-схема алгоритма контроля

терия Фишера. Если результаты проверки удовлетворительны, вычисление заканчивается. Выдается сигнал на управление. В противном случае перейти к блоку 4.

Блок 4. Вычисление коэффициентов регрессии a_j, b_j .

Блок 5. Определение первой производной по времени от уравнения регрессии

$$y_i = a_j c_i + b_j \quad (14)$$

Блок 6. Вычисление доверительного интервала

$$\varepsilon = t(p)_f S_z \quad (15)$$

Блок 7. Определение значимости отклонения C_i от ближайшего граничного значения допуска. Если значение вычисленного критерия $|Z| < Z_{кр}$, вычисление заканчивается. Выдается управляющий сигнал на повторную переработку продукта. В противном случае перейти к блоку 8.

Блок 8. Определяется значимость отклонения C_i от центра интервала допусков. Если отклонение незначимо, выдается сигнал на блок принятия решений для перехода на расчетную частоту контроля с периодом T . В противном случае повторяются вычисления в блоке 7.

Блок 9. Принимаются решения об управляющих воздействиях на процесс. Вычисления заканчиваются.

Далее предлагается структура автоматизированной системы управления (рис.5), способная реализовать разработанный алгоритм. Определены основные характеристики АСУК. Рассчитана экономическая эффективность и целесообразность ее использования, которая для крупного предприятия составляет от 180 до 720 тыс.руб. в год, в зависимости от вырабатываемого ассортимента.

В четвертой главе решаются задачи информационного обеспече-

№ 0 13597

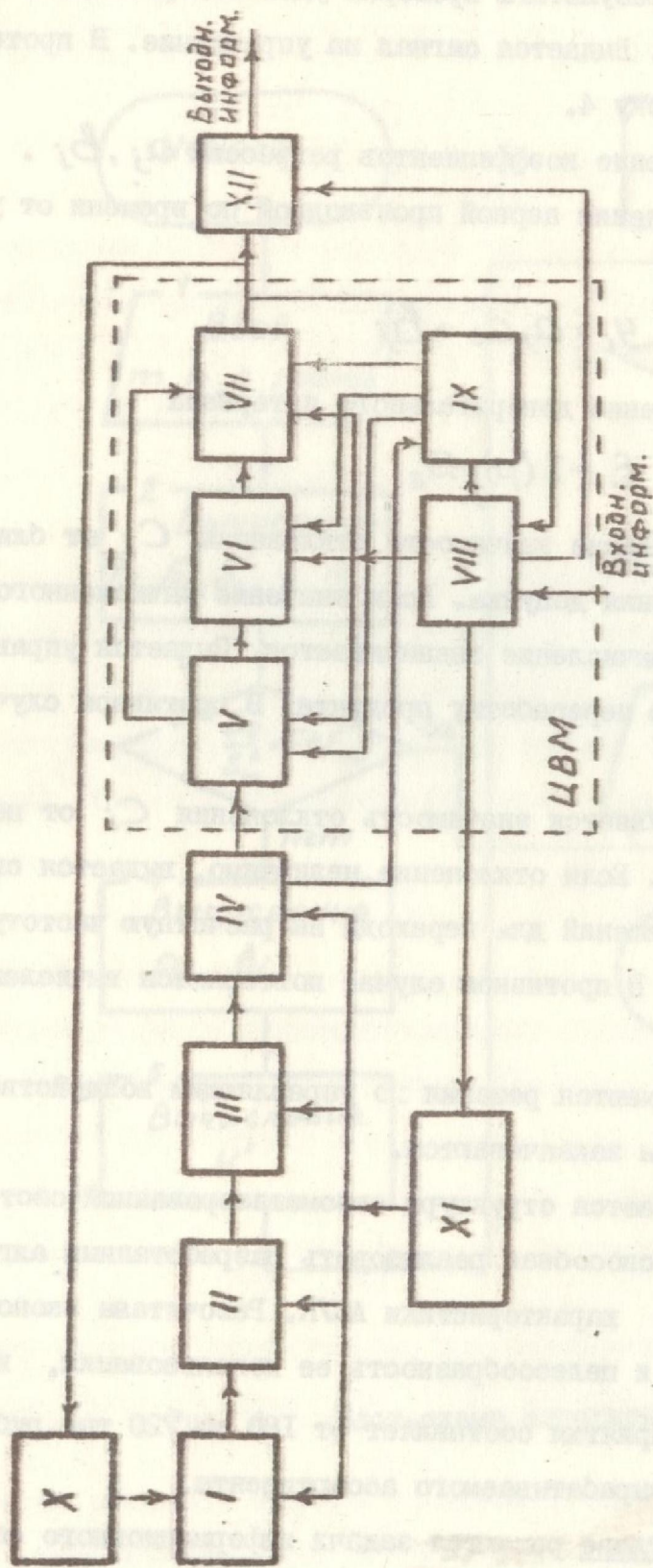


Рис. 5. Структурная схема АСУК

I - объект контроля; II - блок отбора и транспортировки проб; III - блок измерителя; IV - блок преобразования сигналов; V - вычисление параметров; VI - вычисление показателей качества; VII - схема принятия решений; VIII - исполнительные устройства управления; IX - управляющие устройства; X - программа контроля; XI - блок выходных устройств памяти; XII - блок выходных устройств

ния АСУК. Разрабатывается метод и исследуется возможность применения существующих средств для экспрессного определения содержания основных макро- и микроэлементов в сырье и комб. кормах.

Сравнительным анализом технических и экономических характеристик современных методов исследования минерального состава сложных веществ обоснована перспективность разработки информационного обеспечения АСУК на базе эмиссионного спектрального анализа.

Экспериментальная установка состоит из спектрального аппарата - стилометра СТ-7, источника питания - генератора ДГ-2 и устройства введения пробы в зону дуги переменного тока. Введение пробы в источник излучения спектров является одной из важнейших операций спектрального анализа, которая в значительной мере определяет чувствительность и точность метода. В результате сравнительных испытаний двух распространенных способов введения порошкообразных проб в зону дугового разряда - способа просыпки и метода вращающегося электрода - последний позволил получить положительные результаты.

Предложен способ введения пробы в зону источника излучения света, при котором выход атомов из области свечения уменьшается за счет стенок, образуемых материалом пробы (рис.6), а площадь эмиссии атомов увеличивается. Вероятность выхода атомов из области свечения в этом случае может определяться формулой:

$$\alpha = \frac{1}{\beta} \left[\left(\frac{2,405}{R} \right)^2 + \left(\frac{\pi}{l} \right)^2 \right] D + \frac{v}{4D} + K \quad (16)$$

где: β - величина, учитывающая уменьшение α под действием перечисленных факторов; R - радиус дуги; l - длина дуги; D - коэффициент диффузии атомов; v - скорость переноса атомов вдоль оси под действием внешних сил, например, конвекции; K - посто-

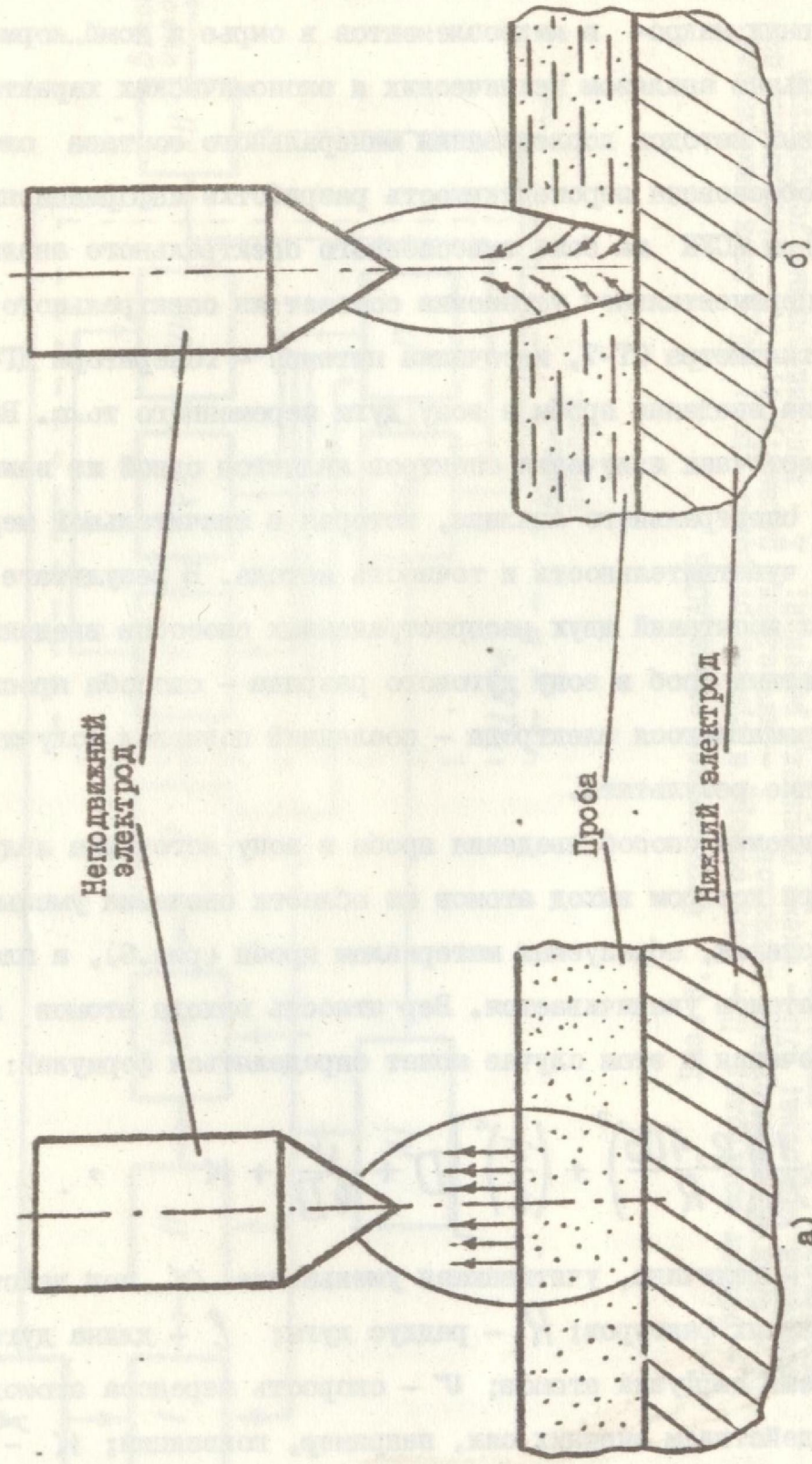


Рис. 6. Испарение пробы: а) существующим способом; б) предлагаемым способом

янная, учитывающая убыль атомов в результате ионизации, образования молекул и других процессов.

Основываясь на полученных результатах, разработаны методы определения в сырье и комбикормах кальция, натрия, марганца и цинка на Ст-7. Сопоставительная оценка точности предложенного и стандартного химического методов показывает, что результаты химических анализов уступают результатам спектрального метода, причем тем значительнее чем меньший процент содержания определяемого элемента. Максимальные значения относительных ошибок, определенные с помощью коэффициентов Стьюдента (при $f=9$), не превышали 14%. Длительность одного определения, включая подготовку пробы, не более 20 минут.

Разработанный способ экспрессного определения макро- и микроэлементов в сырье и комбикормах позволяет решить задачу ускоренного определения зольности продуктов переработки зерна, используя известную корреляционную зависимость между магнием и зольностью.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

Основные теоретические и практические результаты работы, которые решены применительно к процессу балансирования комбикормов по минеральному составу, состоят в следующем:

1. На основе анализа процессов минерального балансирования комбикормов и премиксов выявлено существенное влияние возмущений, вызываемых отклонениями фактических содержаний минеральных веществ в исходных продуктах от нормативных значений.

2. Полученные математические модели процессов минерального балансирования комбикормов и премиксов позволяют разработать оптимальный алгоритм функционирования автоматизированной системы управления качеством исследуемых процессов.

3. Предложенная структура АСУК процессов минерального балансирования позволяет реализовать разработанный алгоритм управления и контроля.

4. Расчет экономической эффективности подтверждает целесообразность использования АСУК для контроля балансирования минеральных веществ в комбикормах.

5. Разработанный метод экспрессного определения содержания отдельных макро- и микроэлементов в комбикормах отвечает требованиям контроля и управления технологическими процессами комбикормового производства.

6. Предложенный способ введения пробы в зону источника излучения света обеспечивает повышенную концентрацию атомов и ионов исследуемого вещества в плазме дуги, что позволяет получить требуемую точность определений.

7. Способ экспрессного определения зольности продуктов помола, апробированный в производственных условиях и защищенный авторским свидетельством, отвечает требованиям контроля и управления технологическими процессами на мукомольных предприятиях.

8. Внедрение АСУК процесса балансирования минерального состава комбикормов в условиях комбикормового производства мясо-молочного совхоза "Айский" Алтайского края подтвердило практическую ценность выполненной работы. Фактическая экономическая эффективность по совхозу составила 24,0 тыс. рублей в год.

Основное содержание диссертации опубликовано в работах:

1. Мироновский В.Х., Стагис А.Я. Микрофотометр с регистрацией на автоматическом потенциометре. - Заводская лаборатория, 1968, №9, с.1151.
2. Мироновский В.Х., Стагис А.Я. Разработка эталонов для спектрального определения содержания микроэлементов в почвах Ал -

тайского края. - В кн.: Физико-химические основы и технология переработки химического и пищевого сырья и полуфабрикатов. Барнаул, 1970, с.26-27.

3. Платонов П.Н., Игнатенко И.И., Мироновский В.Х. Определение зольности продуктов помола по одному из золообразующих элементов. - В кн.: Технологические свойства зерна и процесса его переработки. Труды Алтайского политехнического института им. И.И.Ползунова. Барнаул, 1975, вып.43, с.27-31.
4. Мироновский В.Х. Определение содержания микроэлементов в комбикормах. Информационный листок №395-76. - Барнаул: Алтайский межотраслевой территориальный центр научно-технической информации и пропаганды, 1976. - 4 с.
5. Мироновский В.Х. Контроль минерального состава комбикормов. - В кн.: Производство, хранение и использование комбикормов. Труды Всесоюзного научно-исследовательского института комбикормовой промышленности. - М., 1979, вып.15, с.100.
6. А.с. 538296 (СССР). Способ определения веса золы в продуктах переработки зерна / П.Н.Платонов, И.И.Игнатенко, В.Х.Мироновский, А.Я.Стагис. - Заявл. 23.06.75 №2148562/13; Оpubл. в Б.И., 1976, №45. М.Кл.² В 02 С 25/00, G 01 N 31/12.