

АВТОРЕФ.
Л 68

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

На правах рукописи

Лобочкая Людмила Леонидовна

УДК 658.512.011.56:664.71

ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СЫРЬЕВЫМИ ПОТОКАМИ
И ПРОЦЕССОМ ФОРМИРОВАНИЯ СОРТОВ МУКИ
НА МУКОМОЛЬНЫХ ЗАВОДАХ

Специальность 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

Одесса - 1984

Работа выполнена на кафедре автоматизации производственных процессов Одесского технологического института пищевой промышленности имени М.В.Ломоносова.

Научный руководитель - доктор технических наук, профессор ПЛАТОНОВ И.Н.

Официальные оппоненты - доктор технических наук, профессор МЕРКО И.Т. ; кандидат технических наук, старший научный сотрудник ГУСЕВ В.В.

Ведущая организация - Научно-производственное объединение "Пищепромавтоматика".

Защита состоится "31" октября 1984 г. в 10³⁰ часов на заседании специализированного совета Д 068.35.01 при Одесском технологическом институте пищевой промышленности имени М.В.Ломоносова по адресу: 270039, г.Одесса, ул.Свердлова, 112. ОТИПИ имени М.В.Ломоносова.

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

Автореферат разослан "28" сентября 1984 г.

ОПНАХТ 29.06.12
 Оптимальное управлен



v014747

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. В Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981-1985 годы и на период до 1990 года перед мукомольной промышленностью поставлена задача дальнейшего увеличения выпуска муки высоких сортов, пользующейся повышенным спросом у потребителей. Прирост продукции должен быть получен, прежде всего, путем интенсификации производства за счет более полного использования потенциально полезных свойств зерна. Увеличение выхода муки высоких сортов на 1% по мукомольной промышленности дает увеличение прибыли более чем на 6 млн.руб.

Решение проблемы повышения степени продовольственного использования зернового сырья для производства муки, особенно сортовой, в значительной степени определяется условиями формирования входных потоков мукомольного завода (МЗ). Технологическими исследованиями установлено, что одним из основных возмущающих воздействий, дестабилизирующих процесс производства муки, является изменение показателей качества помольной смеси. Вследствие сложности технологических процессов подготовки и размола зерна для вывода отделений завода на оптимальные режимы, требуется до 1-2 суток. При частой смене количественно-качественных показателей помольной партии не обеспечивается достаточно полное использование природных свойств зерна. "Правилами организации и ведения технологического процесса на мельницах" (ПОПМ) рекомендуется помольную партию составлять на декаду и более длительный срок. В реальных условиях на многих заводах этот период составляет 2-3 дня из-за отсутствия больших переходящих запасов зерна однородной качественной структуры, частой смены поставщиков.

При стабилизации входных параметров становится возможным выпускать продукцию со средними значениями показателей качества

v014747

ближе к нормативной границе и соответственно увеличить выход муки в целом и муки высоких сортов. Смещение к границе может быть достигнуто путем оптимальной настройки этапов и технологических систем (ТС) процесса, в том числе на завершающей стадии - на этапе формирования сортов муки. Следовательно, решение задач управления МЗ должно осуществляться в интегрированной системе и включать в себя ряд взаимосвязанных и взаимозависимых задач: задачу организационного уровня, обеспечивающую стабилизацию параметров входных потоков (управление внешней средой МЗ), и задачи на уровне технологических процессов в рамках АСУ ТП, обеспечивающие оптимизацию и стабилизацию параметров работы оборудования.

Ограниченность традиционных методов решения указанных задач требует разработки новой технологии управления, основанной на достижениях теории управления, средств автоматизации и вычислительной техники.

Объектом исследования являются подсистемы управления потоками сырья (входными потоками МЗ) и потоками муки на этапе формирования конечного продукта, рассматриваемые как звенья единой системы управления МЗ.

Цель работы и задачи исследования. Цель работы заключается в совершенствовании системы управления потоками зернового сырья и муки на основе применения моделей и алгоритмов оптимального управления, при которых достигается наиболее полное использование ресурсов зерна.

Для реализации указанной цели потребовалось решить следующие основные задачи :

разработать математическую модель (ММ) и алгоритм оптимального управления потоками зернового сырья с учетом его качества как основу стабилизации и оптимизации процессов подготовки и

размола зерна ;

обосновать набор показателей качества, идентифицирующих партии пшеницы при планировании перевозок ;

провести сравнительное исследование динамических и статических моделей и оценить эффективность предлагаемой модели, выработать рекомендации по совершенствованию системы управления снабжением МЗ зерновым сырьем ;

разработать методику оптимизации, включающую ММ, алгоритм управления и пакет программ, позволяющих реализовать с помощью ЭВМ управляющую часть системы управления процессом формирования сортов муки на МЗ многосортных помолов ;

провести опытно-экспериментальную и производственную проверку методики и оценить эффективность ее использования.

Методика исследования. Решение поставленных в работе задач основано на применении системного подхода, теории оптимального управления, методов математического программирования, теории вероятностей и математической статистики. Теоретические разработки подтверждены экспериментальными исследованиями предлагаемых моделей и алгоритмов на ЭВМ ЕС-1022, а также их проверкой в производственных условиях.

Научная новизна. Разработаны динамическая модель и алгоритм оптимального управления сырьевыми потоками для МЗ, учитывающие качество зерна, а также условия его поступления и переработки.

Разработана обобщенная ММ статической оптимизации формирования сортов муки на МЗ многосортных помолов. Предложен алгоритм оптимального управления процессом формирования, основанный на контроле показателя белизны муки и использовании устанавливаемого ЭВМ уравнения регрессии между этим и другими показателями качества потоков муки.

Основные положения, выносимые на защиту:

постановка, ММ и алгоритм оптимального управления потоками зерна с учетом его качества, условий поступления и переработки ;

ММ и методика синтеза эффективного алгоритма управления процессом формирования сортов муки, доведенная до пакета программ и инженерной методики.

Практическая ценность. Решение на ЭВМ задачи управления сырьевыми потоками позволяет определить оптимальные с позиций системы снабжения в целом объемы завоза и расхода зерна на мукомольных заводах и обеспечить в течение длительного периода (декады и более) стабильность качества помольных смесей на требуемом уровне.

Применение на МЗ методики оптимизации формирования сортов муки позволяет: повысить стабильность выходов и качества сортов муки ; увеличить выпуск муки высоких сортов ; улучшить экономические показатели завода в целом (рентабельность, производительность труда, прибыль и др.).

Реализация результатов. Проверка ММ и алгоритма управления потоками зернового сырья проводилась в ходе научно-исследовательских работ, выполняемых для отрасли заготовок. Разработанная методика оптимизации формирования сортов муки прошла опытно-экспериментальную проверку на пяти заводах и внедрена на МЗ № I Криворожского комбината хлебопродуктов № 2 с годовым экономическим эффектом 38 тыс.руб.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы докладывались и получили одобрение на семинарах "Системы промышленной кибернетики" научного совета по проблеме "Кибернетика" АН УССР (г. Одесса, 1972, 1973, 1975, 1977 гг. ; г. Киев, 1980г.), на Всесоюзной научно-технической конференции "Научно-технический прогресс в зерноперерабатывающей промышленности" (г.Одесса, 1977г.),

на Всесоюзной научно-технической конференции "Проблемы кибернетики в сельскохозяйственном производстве" (г.Одесса, 1979 г.), на конференции молодых ученых МИИП (г. Москва, 1976 г.), научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава и научных сотрудников ОТИП им. М.В.Ломоносова (г.Одесса, 1972, 1975, 1976, 1977, 1982), на Второй и Третьей научно-технических конференциях по вопросам применения экономико-математических методов и вычислительной техники в управлении народным хозяйством (г. Одесса, 1972, 1975 гг.).

Публикации результатов. Результаты выполненных исследований изложены и опубликованы в 9 работах.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, основных выводов, библиографии из 147 наименований и приложений. Изложена на 137 страницах машинописного текста, включает II рисунков, 2I таблицу. Приложения содержат II рисунков, 45 таблиц, акт внедрения, расчет экономического эффекта, листинги программ.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение содержит обоснование актуальности темы, формулировку цели, описание научной и практической ценности работы.

Первая глава посвящена анализу МЗ как объекта управления. МЗ рассматривается как сложный многомерный объект с большим числом этапов технологического процесса, обеспечивающих прием, размещение и хранение зерна, подготовку зерна к помолу, измельчение зерна и формирование готовой продукции. Анализ МЗ с позиций системного подхода позволил осуществить декомпозицию системы по уровням управления и функциональному признаку, сформулировать задачи автоматизации технологических процессов в элеваторном (ЭО),

подготовительном (ПО) и размольном (РО) отделениях.

Среди подсистем АСУ ТП МЗ важное место принадлежит подсистеме управления формированием сортов муки. В работах А.Боброва, А.Данилина, А.Братухина, И.Мамбиша, И.Мерко, Н.Гержоя, О.Новицкого, Бэйли, Гесса и др. подчеркивается, что на этапе формирования должны быть закреплены и улучшены положительные результаты, достигнутые на предыдущих этапах. Формирование может осуществляться в РО или в специализированном цехе, как это предусмотрено на МЗ, оснащенных комплектом высокопроизводительным оборудованием. Объект управления при сортоформировании представляет собой совокупность устройств, осуществляющих подачу элементарных потоков с ТС, их группирование и смешивание в готовые сорта или компоненты, из которых в цехе бестарного хранения формируют сорта муки. Компоненты, а их обычно не более трех, формируемые в РО из большого числа индивидуальных элементарных потоков, можно условно рассматривать как сорта муки и к их формированию подходить с общих позиций.

Входными параметрами в операции формирования сортов муки являются количественно-качественные характеристики потоков муки, извлекаемых с ТС и направляемых на контроль определенного сорта, выходными величинами - количественно-качественные характеристики готовых сортов или компонентов муки. Потоки, участвующие в формировании двух или трех сортов, рассматриваются как управляющие. При стабилизации входных параметров МЗ и поддержании в допустимых границах режимов работы оборудования на всех предшествующих этапах можно допустить постоянство (или медленное изменение) количественно-качественных характеристик потоков муки в период переработки данной помольной партии.

В работе анализируются известные подходы к решению задачи оптимального формирования сортов муки, подчеркивается необходимость

разработки для МЗ с различными схемами помола инженерной методики оптимизации, которая бы позволила при минимальном объеме вводимой в ЭВМ информации подбирать управляющие воздействия как в режиме имитации, так и в текущих условиях процесса.

Эффективность оптимального формирования сортов муки будет тем выше, чем меньше вариация входных параметров помольной партии. В целях обеспечения каждого МЗ зерном требуемого качества задача управления сырьевыми потоками решается централизованно. Объектом управления рассматривается совокупность складов-поставщиков, заготавливающих и отпускающих зерно в переработку, МЗ и промежуточных складов-получателей сырья внутри данной области. Объемы внеобластного завоза-вывоза являются ограничениями задачи.

В результате анализа существующей системы управления снабжением МЗ зерновым сырьем делается вывод о необходимости постановки и решения задачи оптимального управления поступлением и расходом зерна на МЗ, в которой бы учитывались специфические особенности воспроизводства и переработки сырья (сезонность, сдвиг начала сбора урожая в различных районах, необходимость учета качественных показателей).

На основании выполненного анализа формулируются задачи исследования и вытекающие из их решения научные результаты.

Во второй главе приводятся постановка и ММ задачи управления сырьевыми потоками для МЗ, обосновываются показатели для комплексной оценки качества партий пшеницы, приводятся результаты исследования на ЭВМ динамических и статических моделей, предлагается алгоритм функционирования ММ в системе управления распределением зернового сырья.

В задаче снабжения МЗ данной области сырьем требуемого качества, решаемой для подпериодов τ (продолжительность под-

периода может быть равна декаде, месяцу, кварталу) некоторого отрезка $[0, T]$, для каждого i, j, k, τ определяются управляющие воздействия $x_{ij}^k(\tau), u_i^k(\tau)$, переводящие объект из начального состояния $Z_i^k(0)$ в конечное $Z_i^k(T)$ и доставляющие минимум функционалу F , где F - издержки на транспортировку зерна:

$$F = \sum_{\tau \in T_N} \sum_{k \in K} \sum_{i \in \{A_1, A_2\}} \sum_{j \in \{A_1, A_2, A_3\}} c_{ij} x_{ij}^k(\tau) \rightarrow \min \quad (1)$$

при следующих основных ограничениях на неизвестные:

$$Z_i^k(\tau+1) = Z_i^k(\tau) + f_i^k(\tau) - \sum_{j \in \{A_1, A_2, A_3\}} x_{ij}^k(\tau) + \sum_{\substack{p \in \{A_1, A_2, A_3\} \\ i \in A_1, k \in K, \tau \in T_N}} x_{pi}^k(\tau) - u_i^k(\tau) \quad (2)$$

- уравнение движения запаса партии зерна;

$$\sum_{k \in K} u_i^k(\tau) = G_i(\tau), \quad i \in A_1; \tau \in T_N \quad (3)$$

- условие удовлетворения потребности получателей по количеству сырья;

$$\sum_{k \in K} u_i^k(\tau) \cdot b^{\kappa\gamma} \geq b^\gamma \cdot G_i(\tau), \quad i \in A_1; \tau \in T_N; \gamma \in \Omega \quad (4)$$

- условие удовлетворения потребности получателей по качеству сырья;

$$\sum_{i \in A_1} x_{ij}^k(\tau) = L_j^k(\tau), \quad j \in A_3; k \in K; \tau \in T_N \quad (5)$$

- условие вывоза партий зерна за пределы области;

$$\sum_{i \in A_1} x_{pi}^k(\tau) = B_p^k(\tau), \quad p \in A_2; k \in K; \tau \in T_N \quad (6)$$

- условие ввоза партий зерна из-за пределов области;

$$\sum_{k \in K} \sum_{j \in \{A_1, A_2, A_3\}} x_{ij}^k(\tau) \leq P_i(\tau), \quad i \in A_1; \tau \in T_N \quad (7)$$

- условие погрузки зерна у поставщика;

$$\sum_{k \in K} \sum_{p \in \{A_1, A_2, A_3\}} x_{pi}^k(\tau) \leq R_i(\tau), \quad i \in A_1; \tau \in T_N \quad (8)$$

- условие разгрузки зерна у получателя;

$$\sum_{k \in K} Z_i^k(\tau+1) \leq V_i, \quad i \in A_1; \tau \in T_N \quad (9)$$

- условие размещения зерна на складе.

Учтены также условия неотрицательности переменных.

В модели приняты следующие обозначения:

i, p - номер поставщика; j - номер получателя; τ - номер подпериода (месяца, квартала); K - номер партии зерна; A - множество номеров складов, A_1 - подмножество номеров складов и МЗ внутри области; A_2, A_3 - подмножества номеров складов-поставщиков и получателей зерна за пределами области ($A = A_1 \cup A_2 \cup A_3$); Ω - множество номеров партий пшеницы; Ω - множество показателей качества зерна, определяющих партию; T_N - множество номеров подпериодов; $Z_i^k(0), Z_i^k(T)$ - запас зерна K -й партии в i -ом складе на начало и конец отрезка $[0, T]$; $G_i(\tau)$ - потребность в сырье допустимых кондиций i -го склада в подпериоде τ ; $f_i^k(\tau)$ - поступление по заготовкам K -й партии в i -й склад в подпериоде τ ; $b^{\kappa\gamma}$ - значение γ -го показателя качества K -й партии; b^γ - нормативное значение γ -го показателя качества, которым должна обладать смесь партий зерна для производства продукции стандартного качества; $L_j^k(\tau), B_p^k(\tau)$ - внеобластной объем вывоза и завоза пшеницы K -й партии в подпериоде τ ; $P_i(\tau), R_i(\tau)$ - мощность погрузочных и разгрузочных механизмов i -го склада в подпериоде τ ; V_i - паспортная емкость i -го склада (с учетом коэффициента загрузки); c_{ij} - цена перевозки единицы груза между складами i, j ; $x_{ij}^k(\tau)$ - объемы перевозок K -й партии между складами в подпериоде τ ; $u_i^k(\tau)$ -

количество k -й партии, планируемое к расходу на i -м МЗ для производства продукции в подпериоде τ .

В указанной постановке задача представляет собой задачу линейного программирования с матрицей блочной структуры. Для уменьшения размеров матрицы предложено находить решения для двух подпериодов - оперативного τ и подпериода $T_N - \tau$. Показана возможность идентифицировать партию пшеницы при планировании перевозок показателями содержания сырой клейковины и общей стекловидности. Этот вывод получен в результате обзора литературных данных о значимости показателей качества партии пшеницы при переработке ее в муку и на основе статистического анализа влияния качества зерна на выход муки в целом и муки высоких сортов. Проведенные исследования по месячным данным формы № II7 Днепропетровского, Киевского, Херсонского и других комбинатов хлебопродуктов (КХП) показали, что на величину общего выхода муки наибольшее влияние оказывает стекловидность зерна, а муки высоких сортов - стекловидность, натура, зольность, содержание примесей, влажность до очистки зерна. Показатели перечислены в порядке убывания их значимости.

Для оценки эффективности предлагаемой модели было проведено сравнительное исследование динамических (варианты А,Б) и статических моделей (варианты В,Г), а также исследование модели в реальных условиях функционирования объекта. В вариантах А,В учитывались ограничения по качеству вида (4), а в вариантах Б,Г они были исключены. Ведущим показателем качества был принят выход сырой клейковины в пределах пяти групп качества. Решение всех задач было выполнено при одинаковых значениях исходных величин: $f_i^k(\tau), G_i(\tau), b^{k\gamma}, v_i, p_i(\tau), R_i(\tau), L_j^k(\tau), B_p^k(\tau), Z_i^k(0), Z_i^k(\tau), C_{ij}$, для каждого i, j, k, τ ($i = 1, 2, \dots, 6, 7$; $j = 1, 2, \dots, 6, 8$; $k = 1, 2, \dots, 5$; $\gamma = 1$; $\tau =$

$= 1, 2, \dots, 12$). В ЭВМ моделировался процесс принятия решения на каждый текущий подпериод τ ($\tau = 1, 2, \dots, 12$) и подпериод $T_N - \tau$. Рассчитанные для подпериода τ переходящие запасы и объемы поступления зерна по заготовкам в подпериоде $\tau + 1$ использовались для формирования приходной части ресурсов в подпериоде $\tau + 1$. Сравнение моделей, табл. I, проведено по показателям: объем перевозок (ОП), транспортные издержки (ТИ) в периоде $[0, T]$, коэффициент перевозимости K_{II} , коэффициент рациональности схем перевозок K_C . K_{II} и K_C определялись по отношению к величинам ОП и ТИ базового варианта А (по предлагаемой модели). Оценивалась также степень обеспеченности получателей в течение периода $[0, T]$ сырьем требуемого качества; она определялась по формуле $(n'/n) \cdot 100\%$, где n' - число случаев, когда получатели располагали сырьем, соответствующим норме, n - общее количество случаев.

Решение задачи по предлагаемой модели с использованием плановых данных Киевского областного управления (задача решалась на год с разбивкой по кварталам) показало, что ОП может быть снижен на 16% за счет сокращения повторных перевозок. Экономия транспортных издержек при этом составляет 52 тыс. руб.

Таблица I

Вариант	ОП, тыс.т.	ТИ, тыс.руб.:	K_{II}	K_C	$\frac{n'}{n} \cdot 100\%$
А	2211,0	7449,5	1,000	1,000	100,0
Б	2209,2	7414,1	0,999	0,995	66,7
В	2485,1	7903,0	1,124	1,061	91,7
Г	2462,0	8014,4	1,114	1,076	73,6

Предлагаемая модель позволяет с течением времени улучшать получаемые решения. На первый подпериод в качестве управляющих

воздействий принимается решение для $\tau = 1$. Для каждого следующего τ задача ставится и решается с учетом информации о выполнении решений в предыдущем подпериоде и на основании уточненного прогноза значений $f_i^k(\tau), G_i(\tau), L_j^k(\tau), B_p^k(\tau)$.

В третьей главе приводятся постановка и ММ задачи формирования сортов муки в статике; описывается содержание методики оптимизации формирования с применением ЭВМ; синтезируется алгоритм управления и формулируются предложения по созданию системы автоматизированного управления формированием сортов муки.

В задаче статической оптимизации формирования сортов муки определяются такие $x_{ij} \geq 0$, при которых максимизируется F - объем реализуемой продукции в условных единицах цены C_j и выполняются следующие ограничения:

по выходу муки Q_i с i -й ТС, %, $i = \overline{1, m}$;

по выходу муки j -го сорта g_j , %, $j = \overline{1, n}$;

по общему выходу муки B , %;

по показателям качества Π_j^k ($k = 1, 2, 3, 4$) сортов муки на контроле, предусмотренным ПОТПМ: зольности (Z_j), белизне (B_j), содержанию клейковины (K_j), размеру частиц (P_j);

$$F = \sum_{(i,j) \in E} C_j \cdot x_{ij} \rightarrow \max \quad (10)$$

$$\sum_{j \in E'_i} x_{ij} \leq Q_i, \quad i = \overline{1, m} \quad (11)$$

$$\sum_{i \in E''_j} x_{ij} \leq g_j, \quad j = \overline{1, n} \quad (12)$$

$$\sum_{(i,j) \in E} x_{ij} \leq B \quad (13)$$

$$\frac{\sum_{(i,j) \in E} \Pi_{ij}^k \cdot x_{ij}}{\sum_{(i,j) \in E} x_{ij}} \leq \Pi_j^k, \quad j = \overline{1, n}; \quad k = 1, \dots, 4 \quad (14)$$

где E - совокупность пар индексов (i, j) , которые соответствуют i -й системе и контролю j -го сорта, связанных коммуникацией; E'_i - совокупность номеров тех сортов муки, которые формируются из потоков i -й системы ($j \in E'_i$, причем E'_i не обязательно совпадает с полным набором индексов j), $i = \overline{1, m}$; E''_j - совокупность номеров тех систем технологического процесса, с которых направляются потоки на контроль j -го сорта ($i \in E''_j$, причем E''_j не обязательно совпадает с полным набором индексов i), $j = \overline{1, n}$.

В задаче определяется x_{ij} - доля муки, направляемая с i -ой системы на контроль j -го сорта, % ($(i, j) \in E$).

Исходными данными для решения задачи на ЭВМ служит информация технолога РО о количестве и качественных характеристиках потоков муки с ТС. Из всех показателей качества муки, регламентированных ОСТ, лишь белизну определяют экспрессно. Поэтому, важное значение имеет вопрос установления статистической взаимосвязи между белизной и другими показателями качества потоков муки. При установлении тесной взаимосвязи между ними контроль качества потоков и готовых сортов муки может осуществляться по белизне.

Методикой оптимизации формирования сортов муки предусмотрены этапы:

проверка технологом РО соответствия режимов работы ТС рекомендациям ПОТПМ и внесение изменений, если это необходимо, в технологическую схему;

определение выхода муки и ее качественных показателей на каждой ТС, в том числе на контроле;

установление значений ограничений по выходу и качеству каждого сорта муки (например, задание резерва зольности по сортам так, чтобы зольность высшего, первого и второго сортов не превышала 0,53 ; 0,73 ; 1,23% - соответственно) ;

установление ограничения по общему выходу муки ;

установление ТС, с которых потоки муки могут быть направлены в два или более двух сортов ;

ввод в ЭВМ исходных данных, полученных на предыдущих этапах ;

установление в ЭВМ с помощью математико-статистических методов формы и уравнений связи между показателями качества потоков муки, выдача результатов технологу ;

моделирование на ЭВМ процесса формирования сортов муки ; проведение послеоптимизационного анализа, определение области устойчивости решения ; проведение, если это необходимо, вариантов расчетов при изменении ограничений задачи ; выдача рекомендаций технологу ;

настройка технологической схемы согласно рекомендациям ЭВМ.

Если в результате контроля за ходом технологического процесса размола зерна выявится, что извлечение муки на ТС, в частности на первых двух сортировочных (драных) системах, вышло за границы, в пределах которых структура базисного решения сохраняется, то процедуру оптимизации нужно повторить. В случае установления статистически надежного уравнения регрессии между белизной и зольностью потоков муки расчет схемы формирования можно производить по показателю белизны или показателю зольности, найденному по уравнению связи. При подтверждении этого положения в результате опытно-экспериментальной проверки алгоритм управления формированием сортов муки будет содержать следующие этапы: измерение и ввод в ЭВМ исходных данных ; выполнение корреляционного и регрес-

сионного анализа и установление уравнения связи между показателями качества потоков муки; расчет верхних границ показателя белизны сортов муки по уравнению регрессии и верхним границам зольности; формирование матрицы задачи линейного программирования; оптимизация с помощью программы ЛП АСУ; проведение послеоптимизационного анализа ; выдача рекомендаций технологу; реализация полученных решений в качестве управляющих воздействий; контроль выхода и качества муки, в частности, на первых сортировочных (драных) системах; повторение цикла при переходе на новую помольную партию или при необходимости скорректировать решение.

В четвертой главе приведены результаты опытно-экспериментальной и промышленной проверки оптимального формирования сортов муки по разработанной методике. Проверка проводилась по данным пяти МЗ УССР, работающих на двух- и трехсортных помолах с выходом муки 78 и 75%. На заводах были сняты количественно-качественные балансы муки, отобраны образцы муки с каждой ТС, определены стандартными методами показатели качества потоков муки: зольность, белизна, содержание клейковины, средний условный размер частиц. В ЭВМ моделировался процесс формирования сортов муки. На основании решений, выданных ЭВМ, формировались готовые сорта муки и выполнялась пробная выпечка хлеба. Результаты выпечки сравнивались с показателями хлеба, выпеченными из образцов муки, взятых на заводе.

Статистический анализ взаимосвязи показателей качества потоков муки показал, что между белизной и другими показателями качества существует достаточно тесная корреляционная зависимость (между белизной и зольностью коэффициент корреляции превышает 0,90). Из пяти видов исследованных уравнений связи ($y = a + vx$; $y = a + \frac{b}{x}$; $y = a \cdot x^b$; $y = a \cdot \exp(vx)$; $y = a + vx + cx^2$) наиболее высокую точность (по критерию минимума остаточной дисперсии) расчета зольности обеспечивает уравнение вида $y = a \cdot e^{bx}$.

38 тыс.руб.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. На основании анализа МЗ как объекта управления показано, что с точки зрения задач управления его можно отнести к классу сложных объектов, характеризующихся стационарностью, многопараметричностью, взаимосвязью между технологическими элементами, трудоемкостью настройки оборудования при переходе на новые режимы. В этих условиях необходима стабилизация параметров помольной партии на длительный период - декаду и более. Для выполнения этого требования поставлена задача оптимального управления потоками сырья как основы стабилизации входных и промежуточных параметров МЗ.

2. Разработана двухэтапная динамическая модель оптимального управления потоками зернового сырья, учитывающая его основные качественные признаки. Предложено при планировании перевозок партии пшеницы идентифицировать показателями стекловидности и содержания клейковины. Реализация в системе управления динамической модели позволяет установить долгосрочные связи между поставщиками и потребителями, стабилизировать на каждом МЗ качественные показатели помольных партий на требуемом уровне.

3. Разработана методика статической оптимизации формирования сортов муки на заводах многосортных помоловпшеницы. Показано, что формирование сортов можно осуществлять по показателю белизны или зольности потоков, рассчитанной по уравнению связи вида $Y = a e^{bx}$, где X - показатель белизны потока. Методика может быть использована для подбора управляющих воздействий как в режиме имитации, так и при текущих условиях процесса.

4. Предложен циклический алгоритм оптимизации параметров управления формированием сортов муки при изменении характеристик объекта и возмущений. Разработана структура системы управления процессом формирования сортов муки.

5. Опытнo-экспериментальная и производственная проверка методики оптимизации формирования сортов муки показала, что выход муки высшего и высоких сортов может быть увеличен на 1,0-1,5%. В результате внедрения методики на МЗ № 1 Криворожского КХП № 2 выход муки высшего сорта возрос на 1%. Годовой экономический эффект составляет 38 тыс.руб.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНО В РАБОТАХ:

1. Платонов П.Н., Миронов И.С., Лобочкая Л.Л., Федунец П.Д. Об одной динамической модели управления запасами. - Автоматика, 1975, № 6, с. 37-39.

2. Платонов П.Н., Лобочкая Л.Л., Герасимова Г.М. и др. К проблеме рационального распределения многономенклатурного ресурса сезонного производства. - Реферативная информация о законченных научно-исследовательских работах в вузах УССР. Пищевая пром-сть. - Киев: Вища школа, 1976, вып. II, с. 40-41.

3. Платонов П.Н., Миронов И.С., Лобочкая Л.Л. К определению величины переходящего запаса при сезонном характере воспроизводства ресурсов. - В сб. научн. тр.: Планирование и анализ сельскохозяйственного производства с использованием математических методов и ЭВМ. - Одесса: ОСХИ, 1976, с. 13-16.

4. Лобочкая Л.Л. Оптимальное управление запасами зерна пшеницы с целью снабжения мукомольных предприятий высококачественным сырьем. - Тезисы докладов Всесоюзной конференции "Научно-технический прогресс в зерноперерабатывающей промышленности". - Одесса, 1977, с. 27-28.

5. Лобочкая Л.Л. Сравнительное исследование математических моделей управления сырьевыми запасами сезонного производства. - В сб.: Промышленная кибернетика. - Киев: ИИ АН УССР, 1978, с. 32-37.

6. Платонов П.Н., Лобочкая Л.Л., Герасимова Г.М. Управление

ресурсами сельскохозяйственного сырья в условиях АСУ. - Тезисы докладов Всесоюзной научно-технической конференции "Проблемы кибернетики в сельскохозяйственном производстве" - М., 1979, с.106-107.

7. Платонов П.Н., Лобочкая Л.Л. Многономенклатурная динамическая модель управления запасами сезонно воспроизводимых ресурсов. - В сб. научн.тр.: Планирование и анализ сельскохозяйственного производства с использованием математических методов и ЭВМ. - Одесса: ССХИ, 1980, с.14-17.

8. Цюпий И.С., Лобочкая Л.Л., Перлутгина А.И. и др. Оптимизация формирования сортов муки на мукомольных заводах с применением экономико-математических методов и ЭВМ.- Экспресс-информация.Сер. Мукомольно-крупяная пром-сть.- М.: ЦНИИТЭИ Минзага СССР, 1980, вып. 18.- 40 с.

9. Платонов П.Н., Герасимова Г.М., Лобочкая Л.Л. Планирование использования основных зерновых ресурсов с учетом их качества на уровне республики.- В кн.: Управление в системах: транспорт - переработка - хранение материальных ресурсов. - Киев: ИК АН УССР, 1981, с.3-10.

Лобочкая