

## ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ДОЗИРОВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ ПРАЛИНОВЫХ МАСС

Тарасюк В.П.

Донецкий государственный технический университет, кафедра ПЭ

### Abstract

*Tarasuk V.P. The expert system is a component of a control system of process dozers of components jonfeting of weights and is intended for the analysis of a course of technological process, duly detection of deviations in improvement timer of work, development and acceptance of the intellectual decisions ensuring uninterrupted service and decrease of labour input at management rules by station, increase of comfort of operation.*

Экспертная система является составной частью системы управления процессом дозирования компонентов пралиновых масс и предназначена для анализа хода технологического процесса, своевременного обнаружения отклонений в отработке циклограммы работы, выработке и принятии интеллектуальных решений, обеспечивающих бесперебойное обслуживание и снижение трудоемкости при управлении рецептурной станцией, повышение комфортности эксплуатации. Данная система осуществляет:

- подготовку исходных режимных параметров, а именно: формирование рабочей рецептуры изделия на основе экспертных знаний мастера кондитерского производства, определение и выбор скоростей вращения разгрузочных исполнительных механизмов в зависимости от выбранного одного из 60-ти видов готовой продукции, определение и выбор уставок в измерительную систему массы доз компонентов, адаптацию временных интервалов на отключение разгрузочных исполнительных механизмов при нарушении скорости дозирования и отклонении ее от заданной;
- анализ производственных ситуаций, а именно: проверка скорости расхода сухих и жидких маслянистых компонентов, сравнение с номинальными характеристиками, установление причины сбоя, формирование и отработка

требуемых техникой безопасности блокировок, поиск оптимальных решений;

- выдача предупредительной сигнализации и принятие решений оператора в экстремальных ситуациях;
- формирование управляющих воздействий с последующей корректировкой объема выпускаемой готовой продукции данного цикла.

Структурная схема экспертной системы приведена на рис. 1.



Рисунок 1 — Структурная схема экспертной системы управления технологически процессом дозирования компонентов для приготовления пралиновых масс

Как видно из рис. 1, экспертная система управления технологическим процессом дозирования отличается от известных наличием дополнительных функций анализа, распознавания и экспертных оценок, что требует обработки постоянно изменяющейся информации в реальном времени работы рецептурной станции. Структурная схема информационных потоков представлена на рис. 2



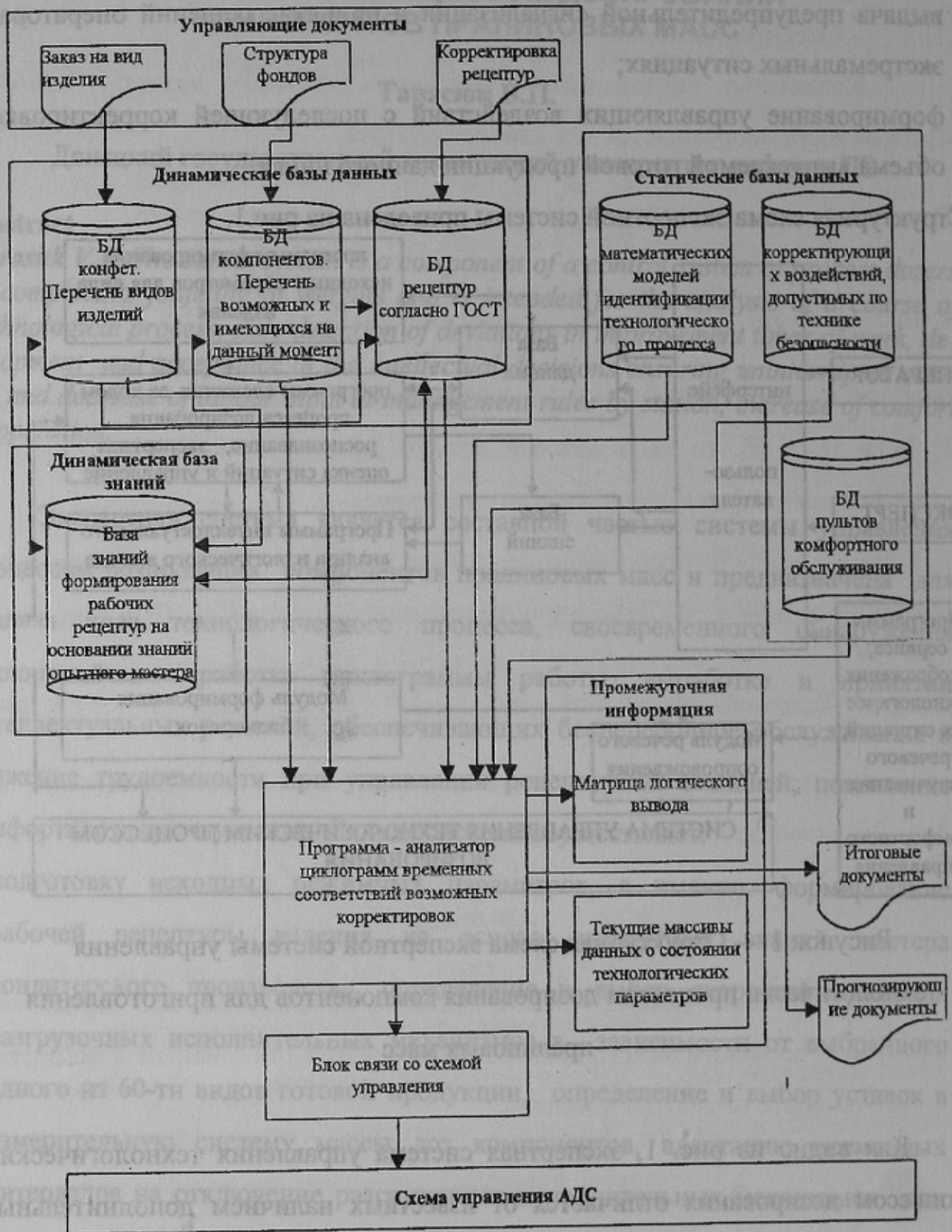


Рисунок 2 — Информационная структура ЭСА ТП

Для реализация системы ЭСА ТП управления рецептурной станцией для приготовления пралиновых масс высокой степени однородности достаточно

использования вычислительной техники четвертого поколения с объемом оперативной памяти 8МБайт и быстродействием 66Мгц.

Отличительные особенности информационного обеспечения заключаются в следующем. Структуры базы данных и знаний разрабатывались на основе требований в соответствии с ГОСТ, предъявляемых к однородности и качеству получаемой пралиновой массы. Рецептуры на кондитерские изделия содержат, кроме собственно рецептур специальные указания, предусматривающие целый ряд замен одного вида сырья другим. С учетом существующего вида сырья мастером - экспертом выполняется соответствующая корректировка заданного производственным отделом изделия, на основании допустимых и накапливаемых базой знаний замен. При этом, такие замены не являются нарушением точного соблюдения рецептуры. Некоторые виды сырья разрешается заменять другими, сходными по составу, например, патоку—инвертным сиропом, яичный белок — сухим и т. д. Такие замены производят по сухому веществу, т.е. сухое вещество сырья, предусмотренное в рецептуре заменяют таким же количеством сухого вещества заменителя. Это правило соблюдают при всех заменах. Взаимной замене подлежит корректировка на содержание сахара, а если надо, то и жира; взаимозаменяют также молочные продукты (молоко пастеризованное, сгущенное с сахаром, сухое цельное и обезжиренное, сливки разных видов и др.). Какао тертое при изготовлении карамельных начинок можно заменить какао-порошком и какао-маслом с пересчетом в соответствии с массовой долей жира. Разрешается взаимозаменять некоторые сходные по аромату эссенции. Указания к рецептурам также допускают некоторые изменения в соотношении отдельных видов сырья в зависимости от его качества. По классификации П.А. Ребиндера, пралиновые массы могут быть отнесены к структурированным пластично-вязким системам. Основными физическими характеристиками для пластичных масс являются пластическая прочность и вязкость. При экспертной оценке следует учитывать эти свойства компонентов, т.к. они оказывают существенное влияние на процесс дозирования и качество изделия.



Пластическая прочность этой массы зависит в основном от соответствующих свойств жира, степени дисперсности, концентрации твердой фазы, влажности, качества и количества жира. Как показали исследования известных решений путем изменения соотношения твердого и жидкого жира можно получить массу с широким диапазоном пластических свойств. В качестве твердого жира используется масло какао, в качестве жидких - жир орехов и добавляемые в рецептуру растительные масла. Роль жира, как структурообразователя, в технологии производства пралиновых изделий велика. При увеличении общего количества жира снижается вязкость массы, изменяется ее консистенция; с изменением соотношения твердого и жидкого жира меняется предельное напряжение сдвига, прочность структуры пралине.

На основании проведенных исследований можно обосновать замену жиров в соответствующих рецептурах без ухудшения технологии и разработать рациональные пути для разработки рабочих рецептур пралиновых конфет. В таблице 1 приведены примеры температур плавления и застывания конфетных масс пралине.

Таблица 1 — Температурные характеристики пралиновых масс

Наименование конфетной массы	Температура, °С	
	плавления	застывания
Балтика	20	10,5
Белочка	25,7	22
КараКум	30	18,5

Исследование реологических свойств пралиновых масс в зависимости от температуры и продолжительности вымешивания (рис.3) позволяет установить оптимальные параметры технологического процесса и структурообразования корпусов конфет. Для “Белочки” они должны быть следующими: продолжительность вымешивания массы 5-7 мин, вязкость ее при формировании менее  $170 \text{ н}\cdot\text{сек}/\text{м}^2$  при градиенте скорости  $4 \text{ ск}^{-1}$  пластическая прочность массы не мене 26 г/с.

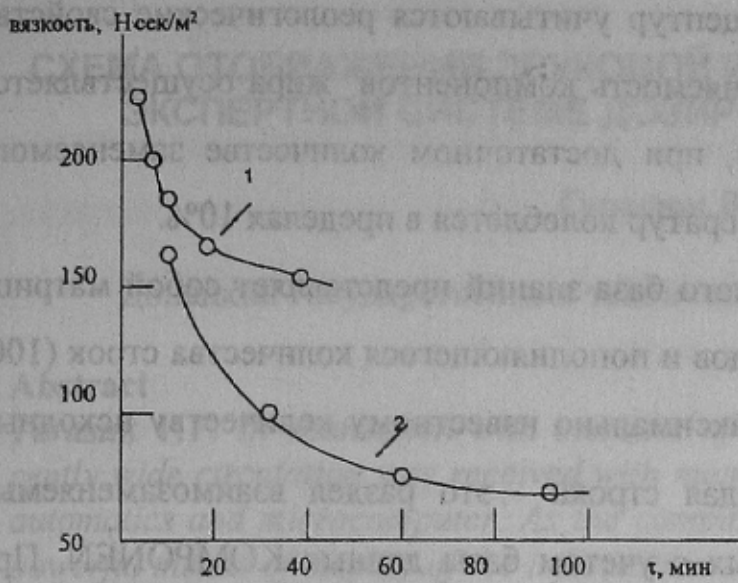


Рисунок 3 — Залежність в'язкості пралинових мас від тривалості перемішування:

1- с орехом кешью,  
2- с орехом кешью (50%) и с фундуком (50%)

Для компонентів, що містять сухе речовина необхідно також встановити граничні значення температури і вологості, підтримуємих в дозаторах. Це обумовлено тим, що при пересиханні збільшується відсоток відходу сухого речовина, і відповідно відбувається перерасход вихідного сировини.

При зниженій температурі і підвищеній вологості відбувається розпадание компонентів в грудки, що призводить до прилипанню сировини в дозаторі і відповідно до порушенню ходу технологічного процесу. Оптимальне значення вологості  $V_{ном}$  в дозаторах становить 17%.

Дозатор жиру дозує різні види жирів. Для забезпечення дозування підігрів дозатора здійснюється постійно. Однак температура плавлення і застигання у різних жирів відрізняється.

Тому при дозуванні підтримується температура, що відповідає мінімальній температурі застигання компонента, що входить в рецептуру (підвищена на  $7^{\circ}C$ ). Дані температур плавлення і застигання відомих жирів наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 — Температурні характеристики жирів

Найменування компонента	Температура плавлення, $^{\circ}C$	Температура застигання, $^{\circ}C$
Кондитерський жир	80	40
Кондитерський жир вторичний	75	40
Какао-масло	60	45



При разработке рабочих рецептур учитываются реологические свойства пралиновой массы. Поэтому заменяемость компонентов жира осуществляется с учетом температур застывания, при достаточном количестве заменяемого сырья максимальная разница температур колеблется в пределах 10%.

На основании выше сказанного база знаний представляет собой матрицу переходов, содержащую 11 столбцов и пополняющегося количества строк (100) (Число 100 взято с запасом по максимально известному количеству исходных компонентов равное 50). Каждая строка - это раздел взаимозаменяемых компонентов, классифицированных с учетом базы данных KOMPONEN. При этом учитывалась:

- массовая доля сухих компонентов в веществе (для сыпучих);
- температура застывания и плавления для жиров;
- степень маслянистости для жиров;
- сходность вкусовых качеств согласно требований соответствующих ГОСТов.

Таким образом, заданное качество изделия может быть достигнуто только с учетом свойств компонентов. Выполненный анализ позволяет поставить требования к экспертной системе управления на обеспечение выполнения гибкой циклограммы работ, что не предусматривалось обычными системами.

### Литература

1. Фогель Л., Оуэнс А., Уолш М. Искусственный интеллект и эволюционное моделирование., М.: Мир, - 1969, 220 с.
2. Технология кондитерских изделий / Под ред. Г.А. Маршалкина. - М.: Пищевая промышленность. 1978.- 445с.
3. Маршалкин Г.А. Технологическое оборудование кондитерских фабрик. - М.: Легкая и пищевая промышленность. - 1984.- 448 с.