

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МОДЕЛИРУЮЩИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ В ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ДОЗИРОВАНИЯ

Тарасюк В.П.

Донецкий национальный технический университет,
кафедра электронной техники
E-mail: vita@kita.dgtu.donetsk.ua

Abstract. Tarasuk V. Interaction of simulating and technological operations in the consulting model of process control of a batching. In paper the structure of interaction of simulating and technological operations in the consulting model of handle of the technological process of a batching is considered. For its effective operation the mathematical model of support is offered and the program units of information processing for decision making and framing of control actions are defined.

Общая постановка задачи и ее связь с важными практическими заданиями. Повышение объема технических знаний необходимо в системах управления технологическими процессами, где применение измерительных средств высокого класса точности и совершенствование оборудования не дают возможности достигнуть требуемого качества управления. Задача повышения эффективности системы управления решается для процесса многокомпонентного дозирования компонентов в установке приготовления высокооднородных смесей. Путем формирования данных и знаний о реальном процессе функционирования, экспертной оценки текущих ситуаций и оптимальной связи системы управления с объектом формируются корректирующие управляющие воздействия, определяющие качество выходной продукции. Задача решается для кондитерских производств, использующих рецептурные станции приготовления высокооднородных смесей.

Анализ публикаций и разработок по теме. Известными организациями бывшего СССР и дальнего зарубежья (ГДР, НРБ, ЧССР) параллельно выполнялись работы по созданию систем управления дозирующими комплексами [1, 2]. Их разработки нашли применение в промышленности. Основным недостатком этих систем управления является наличие простоев оборудования, обусловленных нарушением процесса. Одним из путей совершенствования систем управ-

ления этими объектами является построение оптимальных, адаптирующихся под конкретные условия экспертных систем управления.

Постановка задачи исследований. До настоящего времени не решены вопросы учета сбоев технологического процесса дозирования компонентов, обусловленных их свойствами и приводящих к нарушению качества выходной продукции, а также простоям оборудования. Получение конкурентно способной продукции предусматривает улучшение ее качества, повышение производительности и удешевление производства за счет оптимизации системы управления. Достижение указанных показателей возможно с помощью интеллектуальных систем управления.

На основе разработанных моделей и алгоритмов управления предложена схема автоматизации в виде многоуровневой системы, в которой пралиновая масса заданной однородности получается путем согласованной работы каждого модуля управления. Для ее эффективного функционирования предложена математическая модель сопровождения (рис. 1).

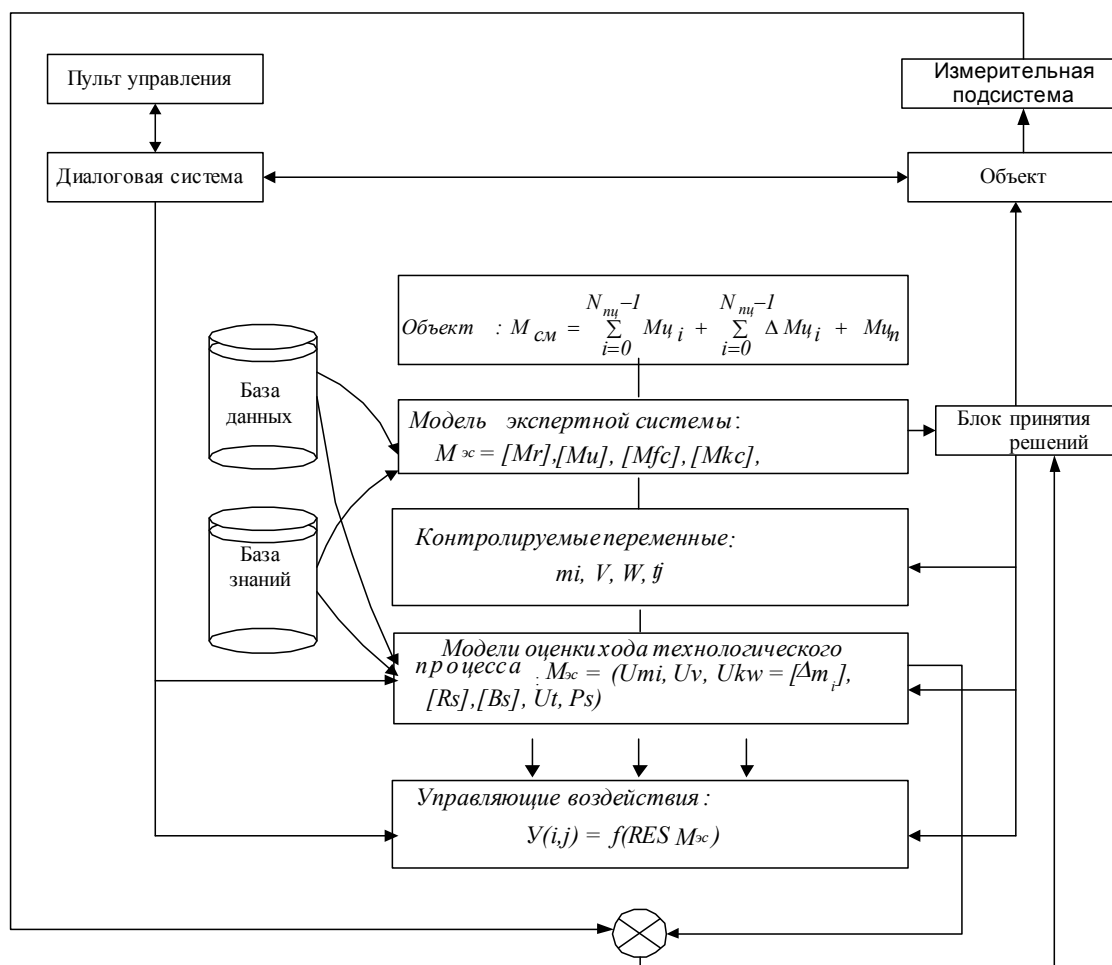


Рисунок 1 — Математическая модель сопровождения технологического процесса дозирования компонентов

Представленная модель включает следующие составляющие: M_{μ_i} — масса пралине, изготавливаемая за один технологический цикл, кг; N_{μ_i} — число циклов за смену; ΔM_{μ_i} — отклонение по массе, обусловленное технологическим фактором (залипанием в выпускном отверстии, неучтенными факторами - влажностью, зависанием в соединительных рукавах и т.д.); M_{μ_n} — масса пралине, изготавливаемая за последний неполный цикл смены; V — скорость протекания технологического процесса; W — влажность в помещении, влияющая на процентное содержание сухих веществ в сырье; t_j — время выдачи управляющего воздействия для i -го исполнительного механизма на j -м этапе протекания ТП; m_i — масса компонента в i -том дозаторе; $[M_r]$ — модель формирования рабочих рецептур; $[M_u]$ — модель формирования уставок массы и скорости вращения исполнительных механизмов дозаторов и смесителя. Перед началом циклов приготовления заданной массы готовой продукции $M_{\text{зн}}$ данного вида изделия; $[M_{fc}]$ — модель формирования циклограмм; $[M_{kc}]$ — модель комфортного сопровождения; $M_{\text{эс}}$ — математическая модель экспертной системы; Um_i — контролируемая величина, загружаемого компонента для данного вида рецептуры (уставка массы).

Цель исследований: на основании разработанных моделей сопровождения технологического процесса: наблюдения, экспертной оценки, принятия решений и выдачи управляющих воздействий на корректирующие вмешательства в ход технологического процесса, разработать интеллектуальную экспертную систему управления рецептурной станцией. Использование системы сводит до минимума простои, связанные с нарушением оптимального хода технологического процесса, а корректирующие управляющие воздействия обеспечивают допустимые отклонения заданной производительности объекта на каждом цикле приготовления рецептурной смеси.

Основной материал и результаты работы. Основными структурными единицами системы управления являются модули управления дозаторами сыпучих и жидких компонентов, смесителями, механизмами для подачи компонентов. Технологическими функциями этих модулей являются: регулирование соотношений и смешивание дозируемых компонентов.

Рецептурная станция предусматривает приготовление пралиновых смесей разнообразных рецептур. При автоматизации рецептурных станций ставится

задача обеспечения заданных соотношений между дозируемыми составляющими. Задача решена путем интеллектуальных экспертных оценок и управляющих воздействий, формируемых и корректирующей ход технологического процесса.

Процессы, протекающие в дозаторах, имеют случайный характер, и, как следствие, не поддаются точному математическому описанию. Наиболее существенным является налипание компонентов смеси, что приводит к неточности дозирования и требует оперативного вмешательства. Для решения задачи воспользуемся предложенной нами (рис. 1) моделью сопровождения технологического процесса.

Структура взаимодействия моделирующих и технологических операций рассматриваемого технологического процесса представлена на рис. 2. Она включает математические модели идентификации отдельных механизмов, модели формирования векторов управляющих воздействий в различных режимах работы, блок определения качества функционирования системы с учетом задания на получение готовой продукции. Технологический процесс может протекать в нескольких режимах. Поэтому модель формирования управляющих воздействий описывает систему управления в обоих режимах и предусматривает формирование интеллектуальных управляющих воздействий в зависимости от заданных условий и внешних возмущающих факторов. Одной из составляющих является временная согласованность оптимальных управляющих воздействий, определённых в результате моделирования экспертной системой управления, с реальным физическим процессом. С учетом возможностей системы управления построение математической модели зависит от соотношений времени реализации управляющего воздействия и длительности цикла технологического процесса [3]. В общем случае время запаздывания управляющего воздействия относительно времени изменения состояния технологического процесса определяется

$$\tau_{зан} = n \tau_{нр}, \quad (1)$$

где n — некоторая константа, $0 < n < 5$;

$\tau_{нр}$ — время, прошедшее от изменения состояния входных параметров процесса до изменения выходных параметров, с.

Для АСУТП с управляющими ЭВМ всегда $n > 0$; если $0 < n < 1$, то возможно синхронное управление в реальном времени. В этом случае

$$t_{зан} = t_{вв} + t_{об} + t_{выб} + t_{зан}' < t_{нр}, \quad (2)$$

где $t_{вв}$ и $t_{об}$ — время ввода и обработки информации о процессе в ЭВМ;

$t_{выб}$ — время отработки управляющего воздействия;

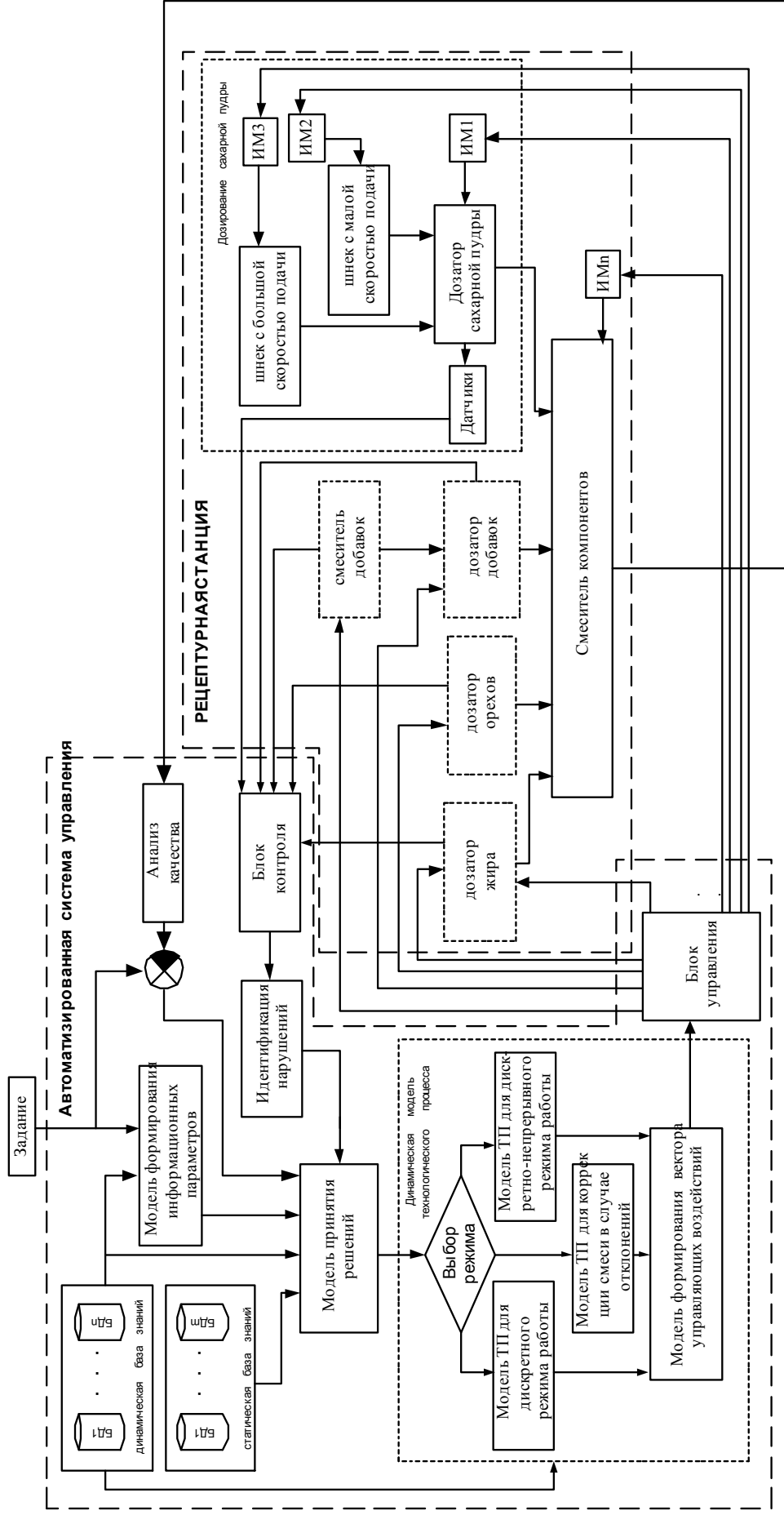


Рисунок 2 - Структура взаимодействия моделирующих и технологических операций

$t_{зан}$ — время «чистого» запаздывания, т.е. время от начала действия новых управляющих воздействий до получения контрольной информации о новом значении выходной переменной [4].

Тогда целевой функцией $Z_{\phi c}$ рассматриваемой системы управления будет минимум расхождений между заданной $S_{зад}$ и действительной $S_{действ}$ интегральными оценками хода технологического процесса на заданном интервале $[t_{inz}, t_{ikz}]$ цикла приготовления одной дозы i -го вида пралиновой массы

$$Z_{\phi c} = \sqrt{S_{зад}^2 - S_{действ}^2} \Rightarrow \min. \quad (3)$$

Минимум достигается при соблюдении всех условий на базе следующей математической модели формирования и выдачи управляющих воздействий на исполнительные механизмы установки :

$$U_w = f(t, \Delta m_i^{действ}(t) > \Delta m_i^{теорет}(t) + \varepsilon, \Delta S(t), l, t_{зан}), \quad (4)$$

где t — текущее время;

$\Delta m_i^{действ}(t)$ — действительное изменение массы компонента в дозаторе в момент времени t ;

$\Delta m_i^{теорет}(t)$ — теоретическое изменение массы компонента в дозаторе;

ε — допустимое отклонение массы компонента в дозаторе;

l — количество выгруженной массы, кг;

$\Delta S(t)$ — изменение состояния дозатора за время t .

$[\Delta m_i]$ — множество учтенных отклонений массы компонентов из-за вынужденного передозирования основного компонента.

Из структуры автоматизированной системы и математической модели видно, что информационные параметры характеризуется большим многообразием, сложной структурой и большими объемами данных, которые ограничены возможностями применяемых компьютерных средств автоматизации технологических процессов. Своевременное принятие решений при управлении зависит от эффективности согласованности программных и аппаратных средств автоматизации и поддержки принятия решений. Модель сопровождения предусматривает оптимальное использование информации, включая данные и знания, внутри сложной системы автоматизации технологического процесса дозирования. Поэтому предложено использовать динамическую экспертную систему принятия решений, и осуществлять связь с модулями системы управления дозаторами, смесителями, и т. п. посредством информации, поступающей от датчиков, то есть, на основании текущей информации обеспечивать принятие решения.

Экспертная система для принятия решений при управлении рецептурной станцией предусматривает полную интеграцию всех циклов технологического процесса от определения начальных заданий всем структурным звеньям системы управления рецептурной станции до определения параметров для безотходной отработки задания в конце смены и проверки состояния механизмов после окончания выполненного задания.

Ее структурные единицы включают:

1. Исходные данные. Ими являются данные в виде предусмотренных ГОСТом изделий и их рецептур, параметрических свойств компонент, их разновидностей, а также данные складов для хранения компонентов.

2. Математические модели: определения доз компонент; определения уставок для изменения режимных параметров (скорости выгрузки дозаторов, переключение на реверс в случае налипания); адаптации выдержек времени послойной выгрузки компонент; анализа правильности хода технологических подциклов; граничных значений, поддерживаемых уровней “подушки” для исключения короткого замыкания воздушной струи и предупреждения засорения цеховой атмосферы вредными выбросами (пыль какао-порошка, сахарной пудры и т.п.), контролируемых, установленных с помощью измерительных средств для каждого компонента промежуточных значений постоянно поддерживаемых уровней, при которых отсутствует влияние конструктивных особенностей объектов дозирования и скорости загрузки компонент.

Модели аналитические и графические: видеоизображений процессов движения компонент в механизмах рецептурной станции для имитации мнемощитов и наглядного представления оператору на экране, изображения пультов сенсорного управления с экрана, модели подсказок видеоизображений и звуковых сообщений.

3. Данные экспертного анализа хода технологического процесса: правильность отработки доз при загрузке и разгрузке компонент, наличие неустраненных ситуаций, соответствие рецептур заданному ГОСТУ.

4. Интеллектуальную информацию: знания мастера о возможной модификации рецептур в части замены и процентного содержания; параметры самоанализа рецептур; самоконтроль аварийных ситуаций.

Схема взаимодействия программных модулей экспертной системы представлена на рис.3.

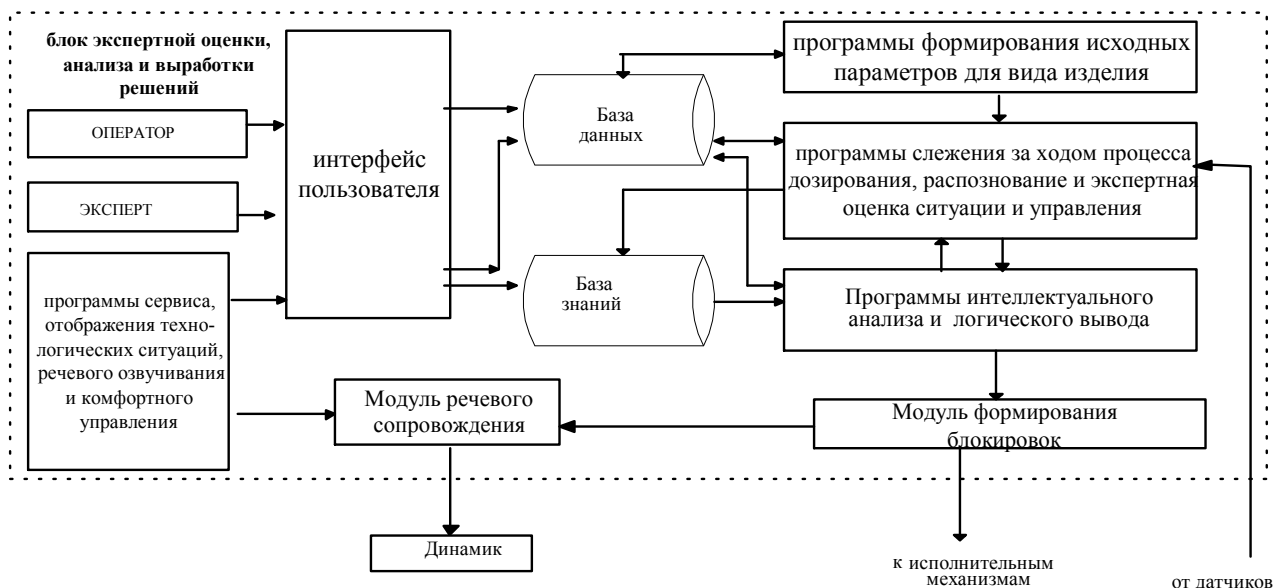


Рисунок 3 — Структурная схема экспертной системы принятия решений

Выводы.

1. Предложена структура экспертной системы, реализующая оптимизацию системы управления технологическим процессом дозирования.

2. Определены функции взаимодействия моделирующих и технологических операций на основании разработанных математических моделей сопровождения, выполнение которых обеспечивает интеллектуализацию принятия решений в реальном времени.

Литература

1. Маршалкин Г.А. Технологическое оборудование кондитерских фабрик. — М.: Легкая и пищевая промышленность. — 1990. — 448 с.
2. Кафка Б.В., Лурье И.С. Технохимический контроль кондитерского производства. — М.: Пищевая промышленность. — 1967. — 282 с.
3. Чичикало Н.И., Тарасюк В.П. Моделирование процесса дозирования в рецептурной станции приготовления пралиновых масс. — Вісник ЧІТІ. — 2000. — №4.
4. Зайцев Г.Ф. Теория автоматического управления и регулирования. — К.: Выща школа. Гол. Изд, 1989. — 431с.

Сдано в редакцию:

Рекомендовано к печати: д.т.н., проф. Зори А.А.