

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЕМ С МОНИТОРИНГОМ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Белоусова М.Н., Полуэктов А.И.

Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского, г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В работе получена многоцелевая оптимизация процесса производства пахлавы на базе технологий агентских систем, интеллектуальной среды АСУТП. Разработана общая архитектура интеллектуальной среды АСУТП с агентскими технологиями распознавания аномальных ситуаций и синтезированы адаптивные регуляторы производства пахлавы. Предложенный подход к построению АСУТП с интеллектуальной средой позволит повысить эффективность производства пахлавы.

Ключевые слова: АСУТП, мониторинг, агентские системы, оборудование, пахлава, управление.

DEVELOPMENT OF EQUIPMENT MANAGEMENT SYSTEM WITH MONITORING OF WORKING CHARACTERISTICS OF TECHNOLOGICAL PROCESSES

Belousova M.N., Poluektov A.I.

K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management, Moscow, Russian Federation

Annotation. In this work, we have obtained multi-purpose optimization of the baklava production process based on technologies of agent systems and the intelligent process control environment. The general architecture of the control system intelligent environment with agent technologies for recognizing abnormal situations is developed and adaptive baklava production regulators are synthesized. The proposed approach to the construction of an automatic process control system with an intelligent environment is to increase the efficiency of baklava production.

Key words: process control system, monitoring, agent systems, equipment, baklava, management.

Постановка проблемы. Проведенный анализ известных технологий производства пахлавы позволил сделать вывод, что такое производство является типичным, нелинейным, многоуровневым процессом пищевой промышленности. Для данного производства реализация программ интеллектуального управления и его роботизация связана с разработкой на базе агентских систем [4] технологий мониторинга рабочих характеристик и диагностикой технологического оборудования с адаптивным контролем и управлением качеством продукции [3].

Анализ последних достижений и публикаций. Разработкой адаптивных систем управления занимались М.М. Благовещенская [1], И.Г. Благовещенский [3], Е.А. Назойкин [3], А.В. Татаринov [3]. В их работах доказано, что за счет внедрения АСУТП производства продукции значительно улучшаются исходные показатели. В то же время для производства продуктов здорового питания необходимо добавить факторы интеллектуального управления предприятию пищевой промышленности с контурами мониторинга качества и рабочих характеристик оборудования на базе агентских систем. Это позволяет производить продукцию с инновационными характеристиками. Итак, разработка систем интеллектуального управления и мониторинга технологического оборудования и качества сырья и продукции на базе агентских систем с целью эффективного управления нестационарными объектами является актуальной научной задачей.

Цель работы. Повышение эффективности управления производством пахлавы путем использования систем мониторинга рабочих характеристик технологического оборудования и адаптивного управления на основе интеллектуальной среды АСУТП.

Результаты исследования. Рассмотрим технологическую линию производства пахлавы. Технологическая линия по производству пахлавы, начиная от загрузки муки до получения готовой продукции, представляет собой сложную динамическую систему с распределенными во времени параметрами управления; характеризуется задержкой в 9-10 часов, а следовательно, является объектом исследований с позиции разработки робототехнологического оборудования, систем мониторинга рабочих характеристик и внедрения энергоэффективных технологий производства.

Современные системы автоматизированного управления, контроля и диагностики технологических процессов производства пахлавы относятся к сложным, динамическим, многоуровневым системам, в которых знания о нечетких характеристиках объекта управления и окружающей среды (в котором работает предприятие) формируются в процессе обучения и адаптации. Полученная при этом информация используется в системах автоматического принятия решений таким образом, что эффективность управления технологическими аппаратами, машинами и технологическими линиями по производству N-видов продукции и предприятия в целом улучшается [1].

Текущие линии производства пахлавы состоят из n элементарных технологических операций в которых лицо, принимающее решение (ЛПР), взаимодействует с операторами и экспертными системами поддержки оптимальных решений.

Многоцелевую оптимизацию процесса производства пахлавы запишем следующим образом:

$$\left. \begin{array}{l} P_{\text{произ}}(x_i, y_i) \rightarrow \max \\ W_e(x_i, y_i) \rightarrow \min \\ Q_{\text{пахлава}}(x_i, y_i) \rightarrow \text{optim} \end{array} \right\} \quad (1)$$

при ограничениях

$$\left. \begin{array}{l} x_{i\min} \leq x_i \leq x_{i\max} \\ y_{i\min} \leq y_i \leq y_{i\max} \end{array} \right\}, \quad (2)$$

где $x_{i\min} \dots, x_{i\max}$ и $y_{i\min} \dots, y_{i\max}$ - диапазоны изменения рабочих характеристик машин и аппаратов и параметров процесса производства пахлавы (балансовые ограничения), $y_i(x_i)$ - функционалы, отражающие взаимосвязи параметров технологических процессов производства пахлавы (Структурные ограничения) $W_e(x_i, y_i)$ - энергетические параметры производства одной тонны продукции; $Q_{\text{пахлава}}$ - качество пахлавы соответствующей нормам содержания сахара.

В условиях нечеткой оптимизации необходимо проводить мониторинг как рабочих характеристик оборудования, так и качества сырья, воды, опары, теста, компонентов. Мониторинг рабочих характеристик оборудования, качества воды, сырья, опары, теста позволяет ОПР использовать информацию для: анализа достоверности мгновенных значений и изъятие недостоверных параметров из базы данных (БД); накопления значений расчетных параметров, характеризующих состояние оборудования и его рабочих характеристик для дальнейшего усреднения и анализа тренда этих параметров; усреднения значения каждого параметра (сначала в минуту, затем в час); прогнозирования на конкретные периоды времени T_1, T_2, \dots, T_n значения параметров качества опары, теста и расходов энергоносителей.

В общей архитектуре интеллектуальной среды важную роль играют:

- локальные системы;
- интеллектуально-информационные системы;
- технологии экспертной оценки и поддержки принятия решений ЛПР;
- системы диагностики оборудования и технологических рабочих характеристик;
- системы распознавания, диагностики и развития аномальных ситуаций.

В процессе анализа текущего состояния объекта управления (ОУ) и построения модели оперативной деятельности создаются база данных (БД), база знаний (БЗ) и экспертные системы поддержки принятия решений (ЭСППР).

В интеллектуальную среду включены оперативный уровень, аппаратные средства, операционные системы и объекты мониторинга рабочих характеристик и управления производством пахлавы. Интеллектуальная среда АСУТП взаимодействует с «on-line user agent». При построении интеллектуальной среды АСУТП использован ряд теоретических положений агентских технологий, разработанных авторами [3, 4].

Рассмотрим подробнее основные понятия агентской теории для реализации процессов мониторинга сложных технологических процессов производства пахлавы, качества входящего сырья и готовой продукции. При реализации систем мониторинга необходимо учесть следующее: технологические процессы автоматизированного производства пахлавы представляют собой распределенную в пространстве ряд последовательных операций с гетерогенными характеристиками.

Каждая технологическая операция может быть описана математической моделью с множеством входящих-исходящих параметров $\{X\}$, $\{Y\}$ и управленческих и возмущающих воздействий. Будем считать, что агент - это субъект, который может принимать информацию из внешней среды и своевременно реагировать на внешние возмущения. Формальное описание агента выполнен авторами работы [3], который определяется следующим набором:

$$\langle S, P_{\text{час}}, \text{Eff}, \text{Arch}, P, A, G, E \rangle, \quad (3)$$

где E (environment) - внешняя среда, в которой функционирует агент; S (sensors) - множество входов, с помощью которых агент получает информацию из внешней среды; P_{час.} (Program) - функция, определяющая зависимость реакции агента от входных воздействий; Eff (Effectors) - множество выходов; Arch (architecture) - физическая оболочка, объединяющая все базовые элементы агента; P (percepts) - информация, которую получает агент; A (actions) – реакция агента; G (goal) - цель, которую может достичь агент.

При этом P_{час.}: P@A; а набор {S, P_{час.}, Eff, Arch} - определяет базовую конструкцию агента; факторы {P, A., G, E} - определяют содержательное «наполнения», где E – многомерная система объектов, рабочих характеристик, технологических режимов и тому подобное. Агенты имеют некоторые характерные свойства: автономность; реактивность (свойство агента реагировать на изменения во внешней среде за определенный период времени); активность (способность агента решать поставленные задачи), то есть свойство взаимодействовать (общаться) с другими агентами (возможно с человеком) с помощью языка общения агентов (ACL - Agent Communication Language) мобильность (свойство агентов двигаться во внешней среде) адаптивность (свойство агентов адаптироваться к внешней среде). Для реализации системы мониторинга рабочих характеристик будем использовать программных агентов (soft agents). Они представляют собой компьютерные программы и функционируют в виде компьютерных систем в интеллектуальной среде АСУТП. Для программного агента E это компьютерная система; Arch - это программа (код); S и Eff - некоторые функции, с помощью которых агент обменивается информацией с внешней средой.

На рис. 1 представлена общая структура интеллектуальной среды АСУТП производства пахлавы.

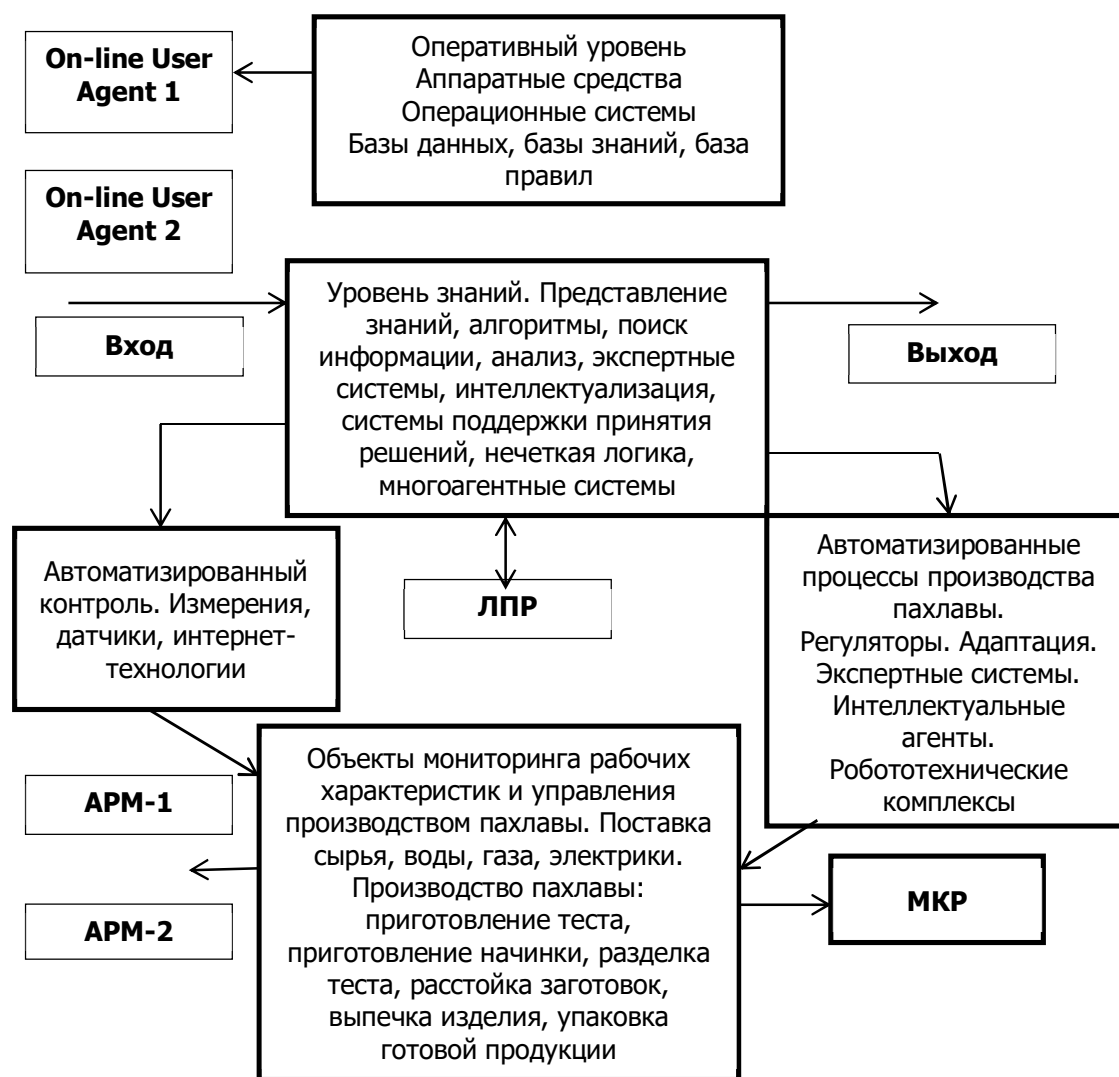


Рисунок 1 - Общая структура интеллектуальной среды АСУТП производства пахлавы

На основе агентских технологий авторами разработана система диагностики оборудования, которая построена на базе инструментария Diagnose Tools. Система диагностики приведена на рис. 2. Она выполняет следующие задачи:

- Simovis - диагностика и оценка параметрических данных статических преобразователей частоты Simovert Master Drive;
- DIGSI - обслуживание, диагностика, анализ эксплуатационных данных и факторов о случаях выхода оборудования из строя;
- централизованная диагностика и параметрическая оценка сети производства;
- параметрическая оценка цифровых регулировочных устройств SIMADYN D;
- диагностика устройств управления SIMATIC S7 и студийной шины P.

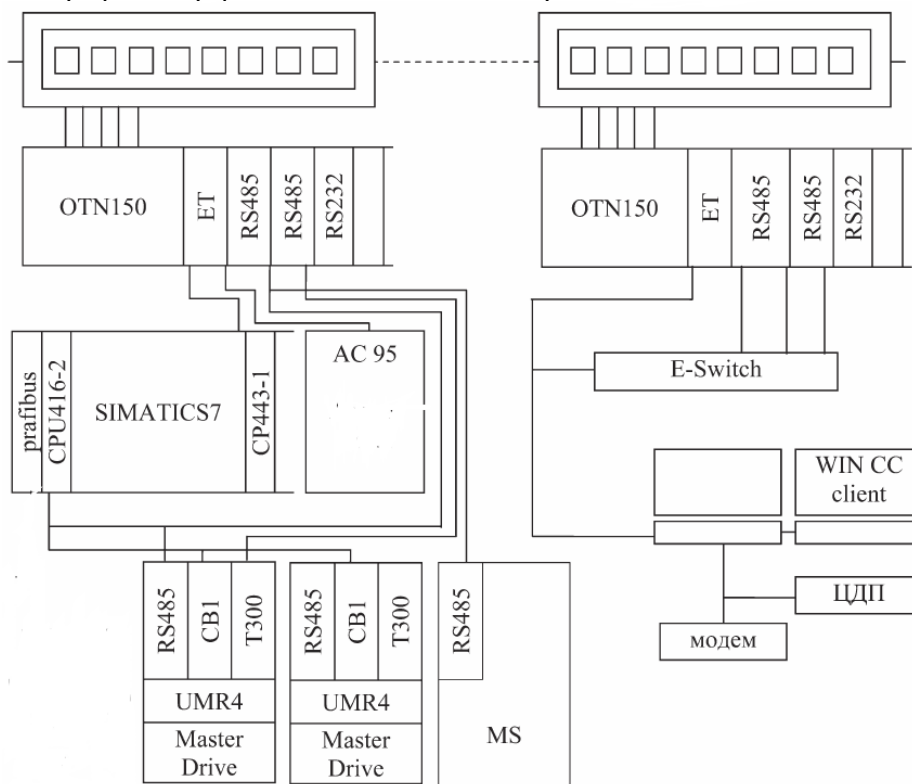


Рисунок 2 - Система диагностики оборудования

Выводы. Системы мониторинга рабочих характеристик оборудования и качества воды, сырья, опары, теста выполнены на основе агентских технологий, что дает возможность на базе адаптивных регуляторов построить робототехнические системы управления тестоприготовительным комплексом и выпечкой пахлавы. Разработана общая архитектура интеллектуальной среды АСУТП с агентскими технологиями распознавания аномальных ситуаций и синтезированы адаптивные регуляторы производства пахлавы. Предложенный подход к построению АСУТП с интеллектуальной средой полить повысить эффективность производства пахлавы.

Список использованных источников

1. Благовещенская, М.М. Информационные технологии систем управления технологическими процессами / М. М. Благовещенская, Л. А. Злобин. – М.: Высшая школа, 2005. – 768 с.
2. Благовещенский И.Г., Назойкин Е.А., Татаринев А.В. Основы создания экспертных систем контроля качества пищевых продуктов с использованием интеллектуальных технологий // Пищевая промышленность. 2017. №4. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovy-sozdaniya-ekspertnyh-sistem-kontrolya-kachestva-pischevyh-produktov-s-ispolzovaniem-intellektualnyh-tehnologiy> (дата обращения: 18.01.2020).
3. Скакун, С.В. Реализация нейросетевой модели пользователей компьютерных систем на основе агентной технологии/ С. В. Скакун, Н. Н. Куссуль, А. Г. Лобунец // Проблемы управления и информатики. — 2005. –№2. — С. 3–102.
4. Luck, M., McBurney, P., Preist, C. (2003). Agent technology: Enabling next generation computing. N. Y., Agent Link, 94 p.