



## СТРУКТУРА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГНОЗИРУЮЩИХ МОДЕЛЕЙ

Р.Н. Миркевич, О.Н. Пупена

*Национальный университет пищевых технологий, Украина, Киев*

## STRUCTURE AUTOMATED CONTROL SYSTEM PRODUCTION OF MILK PRODUCTS USING PREDICTIVE MODELS

R.N. Mirkevich, O.N. Pupena

*National University of Food Technologies, Kiev, Ukraine*

### **Abstract**

*Analysis of current developments in related industries and modern global trends create computer-integrated production, to create effective computer integrated control systems dairies, the following main objectives: - Analysis of existing dairy production control systems - Development of mathematical models of basic processes milk; - Development of predictive simulation models technological complex dairy plant; - Development of a prototype automated control system by production based on MES-systems with predictive simulation model; Existing automated control system of milk production does not take into account the comprehensive control all the criteria of technological complex. To build effective control systems need to develop new criteria and algorithms as part of MES systems based on predictive models. After analyzing international practices develop MES systems produced a set of further work on the analysis and design control systems technological complex milk production.*

**Keywords:** *Manufacturing Execution System, predictive models, milk products.*

### **Введение**

Молочное производство характеризуется высокой степенью сложности технологических процессов, положенных в основу выпуска многоассортиментной продукции, значительным изменением качества сырья, большим количеством электрического и механического оборудования, участвующего в технологическом процессе, изменением количества, стоимости и качества сырья в зависимости от времени года. Эффективная работа молочного предприятия возможна только при функционировании единой интегрированной системы управления. Несмотря на высокий уровень автоматизации отдельных технологических процессов, автоматизировать весь процесс производства в составе единой интегрированной автоматизированной системы управления молочным предприятием является проблематичным. Эти проблемы связаны как с особенностями производства конкретного предприятия, так и реализации существующих

систем управления технологическими процессами, что требует индивидуального подхода к разработке системы уровня MES/MOM. В любом случае, в составе системы управления должна присутствовать модель производства, на основе которой функционируют все модули MES/MOM. Разработка моделей технологических процессов, как составляющих единой имитационной модели молочного производства и способы их интеграции в систему управления производством и является предметом наших исследований. В данной работе мы рассматриваем структуру автоматизированной системы управления производством молочной продукции с использованием таких моделей.

### **Материалы и методы**

Молочное предприятие функционирует в условиях переменного спроса на продукцию, скачков цен на сырье и ресурсы, переменного количества и качества сырья в зависимости от сезона. При этом необходимо обеспечивать



максимальную эффективность его работы, которая зависит от правильного использования и распределения материальных и энергетических ресурсов, прогнозирования и предотвращения возникновения неблагоприятных ситуаций. Несмотря на высокий уровень автоматизации технологических процессов (уровень АСУТП) и бизнес-деятельности (уровень ERP) на молочном производстве встречаются ряд следующих проблем:

1. Автоматизация на уровне технологических процессов, а не производств в целом. Современные молочные предприятия автоматизированные на уровне технологических процессов. Во многих случаях встречается также горизонтальная интеграция АСУТП, однако только с целью реализации функций координированного управления технологическим процессом. Встречается частичная связь АСУТП с системами ERP, однако в большинстве случаев для реализации функций учета ресурсов. Таким образом, на большинстве молочных предприятий производство не есть достаточно наблюдательным и управляемым, что делает невозможным эффективное управление.

2. В большинстве случаев системы управления построены на оборудовании и ПО разных производителей и на основе различных подходов и парадигм. Большинство предприятий молочного производства является результатом постоянного их совершенствования и наращивания мощностей. Это обусловило значительное разнообразие в подходах к автоматизации и использования интеллектуальных устройств различных производителей.

3. Необходимость в изменении технологических режимов из-за изменения качества сырья. На предприятиях данного типа качество готовой продукции сильно зависит от начальных характеристик сырья, и чтобы достичь максимального качества продукции необходимо менять ход технологического процесса в зависимости от характеристик сырья.

4. Большие ресурсные потери в связи с штатным и нештатным простоем оборудования. Поскольку предприятия молочных производств характеризуются большим количеством периодических процессов и быстрой порчей продукции

возникает необходимость в координации всех технологических процессов. С одной стороны ряд оборудования не задействовано, другое может использоваться чрезмерно часто. Особой проблемой является нештатная остановка процесса в результате поломок оборудования. В таких ситуациях персонал должен быстро среагировать и исправить ситуацию, однако даже определение проблемы и необходимого персонала является нетривиальной задачей.

Эти проблемы характерны для большинства типов производств, а не только молочного производства. Их решение возможно при построении систем MES/MOM (Manufacturing Execution System/Manufacturing Operation Management). Такие системы успешно внедряются по всему миру, а удачный опыт закрепляется в документах и стандартах MESA (Manufacturing Enterprise Solutions Association <http://mesa.org>) и ISA (International Society of Automation [www.isa.org](http://www.isa.org)). Особенно важными стандартами в этой области является ISA-88 и ISA-95 и их аналоги IEC, а также новый разрабатываемый сейчас стандарт ISA-106. Хотя решения данных проблем не является однозначным а методы постоянно совершенствуются, значительная часть подходов и лучшие практики закреплены в приведенных выше стандартах а также в ряде монографий [1] - [3].

Несмотря на такие весомые результаты в решении проблем разработки MES, они скорее является теоретической основой, которая в свою очередь требует прикладных решений, а следовательно дополнительных исследований для разных типов промышленности и конкретных объектов. Ведь системы MES базируются на разработанной модели предприятия, по сути является центром системы. Особенно это видно по стандартам ISA-88, который разрабатывался для периодических процессов уровня АСУТП, и ISA-95, который хоть и направлен на решение проблем интеграции MES/MOM и ERP, но довольно подробно определяет требования к функциям программного обеспечения уровня MES/MOM.

В частности стандартами определяется требования к функциям и структуры модели производства и много рекомендаций к их построению. Конечно, они не включают любое представление модели конкретных типов



производств, или их компонентов. Это целиком и полностью определяется разработчиками системы, особенностями объекта и инструментария. Тем не менее большинство производственных процессов вмещает однотипное оборудование и сходные процессы. Это побуждает к разработке "паттернов" или по крайней мере набора математических и имитационных моделей и проработанного механизма их реализации и интеграции в системах MES/MOM.

Следует отметить, что необходимость моделей в составе структуры системы управления диктуется не только функциями уровня MES/MOM но и АСУТП. Учитывая необходимую интегрированность систем, модели одного и того же оборудования и процессов не могут быть разрозненными, ведь результаты их работы будут отличаться, что противоречит принципам интеграции. Таким образом, при использовании моделей на разных уровнях возникает задача в их декомпозиции и агрегатирования. Следует также учитывать, что типы моделей и их назначение для каждого оборудования/процесса может существенно отличаться, тем не менее они должны быть связным.

В ISA-95 все производство представляется через комплекс моделей ресурсов, возможностей, определения изделия и производства. Кроме этого, комплекс моделей должен также обеспечивать такие функции на уровне производства и процесса [3]:

- Проверка достоверности данных;
- Расчет косвенных измерений;
- Обработка исходных данных на основе модели процесса и оборудования;
- Расчет показателей для различных типов потребителей (стейкхолдеров);
- Прогнозирование материальных и энергетических затрат при заданных начальных условиях;
- Прогнозирование простоев с учетом статистической и ретроспективной информации.

Модель производства является частью информационной платформы MES/MOM, которую также называют Manufacturing Information System (MIS). Для сопровождения системы в течение всего жизненного цикла она должна состоять из универсальных

компонентов, которые настраиваются без написания программ.

Таким образом, для построения эффективных систем управления конкретным производством необходимо в первую очередь разработать комплекс моделей оборудования/процессов (паттерны), которые будут удовлетворять приведенным выше требованиям, а именно:

- Использоваться для решения основных задач MES/MOM;
- Использоваться для решения дополнительных задач информационной системы производства;
- Быть непротиворечивыми при реализации моделей или их составляющих одного и того же оборудования/процесса на разных уровнях управления;
- Легко адаптироваться к конкретному производству;

Предметом наших исследований являются:

1. Разработка комплекса моделей технологических процессов и технологического оборудования, как составляющих единой имитационной модели молочного производства, в частности:
  - универсального технологического оборудования для многих производств (например насосы, двигатели, приводы мешалок, теплообменники и т.д.);
  - оборудования молочного производства (пастеризаторы, танки, гомогенизаторы и т.д.);
  - оборудования инфраструктуры производства;
  - приборы инфраструктуры управления.
2. Разработка способов интеграции имитационных моделей в систему управления производством.
3. Разработка алгоритмов диагностики процесса и оборудования.
4. Разработка элементов MES/MOM молочным производством с использованием указанных моделей.

### Результаты и обсуждение

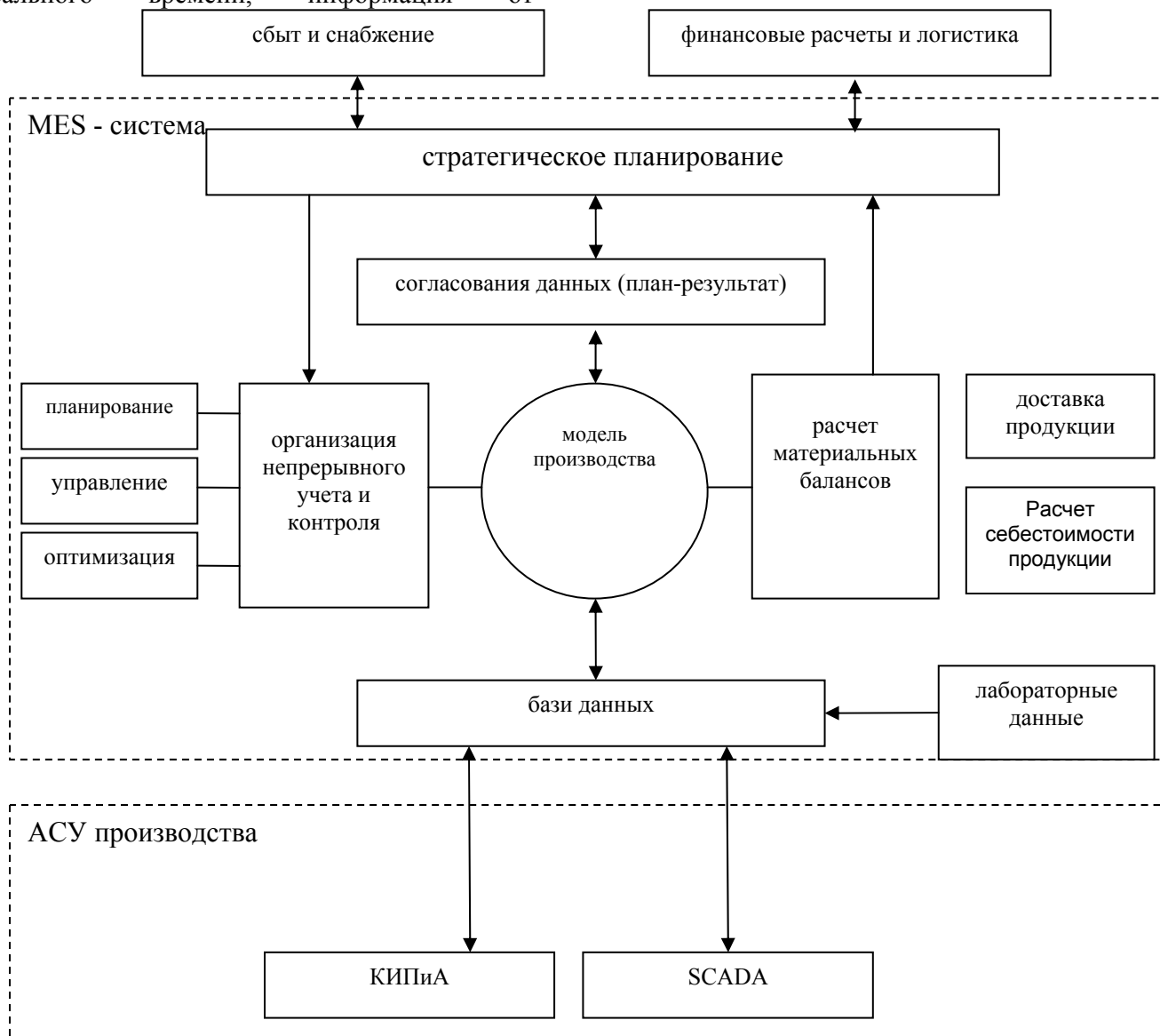
На данном этапе исследования определена структура системы управления молочным производством с моделью (рисунок 1).

Роль имитационной модели как важнейшего звена, которое реализует интеграцию задач автоматизированной системы управления

технологическим процессом с задачами автоматизированного управления предприятием.

измерительных приборов КИПиА и АСУТП передается на

С использованием автоматизированных информационных систем и единой базы данных предприятия, работа в режиме реального времени, информация от



**Рис 1. Интеграция модели в АСУ предприятия**

верхний уровень АСУП, где решается комплекс финансово-экономических и логистических задач, а также задач стратегического планирования производства и оперативного управления предприятием.

К важнейшим задачам модели производства при их использовании в автоматизированных информационных системах современных интегрированных предприятий относятся:

1. Расчет материальных и тепловых балансов различных производств.
2. определении выхода различных продуктов производства.
3. Оценка экономической эффективности процесса.
4. Расчет неизмеряемых параметров технологического процесса.
5. Прогнозирование различных ситуаций на производстве: оптимальных и неоптимальных.



### **Заклучение**

Имеющиеся АСУТП молочного производства не учитывают комплексные критерии управления всем ТК. Для построения эффективных систем управления производством, необходимо разработать новые критерии и алгоритмы в составе MES системы, основанные на прогнозирующих моделях. После анализа мировых практик построения MES выработан комплекс дальнейших работ по анализу и разработке систем управления ТК молочным производством.

### **Литература**

- [1] Kletti J. Manufacturing Execution Systems – MES / Jürgen Kletti. – Berlin: Springer, 2007. – 272 с.
- [2] Meyer H. Manufacturing Execution Systems. Optimal Design, Planning, and Deployment / H. Meyer, F. Fuchs, K. Thiel. – New York: The McGraw-Hill Companies, Inc, 2009. – 248 с.
- [3] Ицкович Э. Л. Методы комплексной автоматизации производства предприятий технологических отраслей / Эммануил Львович Ицкович. – Москва: Красандр, 2013. – 232 с.