

7. Хобин В.А., Степанов М.Т. Системы гарантирующего управления: анализ замкнутых альтернативных структур // Тр. Одес. политех. ун-та: научный и производственно-практический сборник по техническим и естественным наукам. – Одесса, 2001. – Вып. 3(15). – 305 с. – Яз. рус., укр. – С. 163-166.
8. Адаптивная система управления потенциально опасным объектом: А.с. 1291926 СССР, МКИ G05 В 11/01 / В.А. Хобин, В.М. Левинский, А.И. Трач (СССР). – Заявлено 27.02.85; Опубл. 23.02.87, Бюл. № 7. – 10 с.
9. Адаптивная система управления потенциально опасным объектом: А.с. № 1423977 СССР, МКИ G05В 11/01 / В.А. Хобин, В.М. Левинский, Г.М. Редунов (СССР). – Заявлено 19.01.87; Опубл. 15.09.88, Бюл. № 34. – 14 с.
10. Адаптивная система управления потенциально опасным объектом: А.с. 1513416 СССР, МКИ G05В, 11/01 / В.А. Хобин, С.А. Воинова, В.М. Левинский (СССР). – Заявлено 05.11.87; Опубл. 07.10.89, Бюл. № 37. – 12 с.
11. Хобин В.А., Бабинов А.Ю. Исследование систем гарантирующего управления экстремальными нестационарными объектами с ограничениями // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузево машинобудування, автоматизація: Зб. наук. пр. / Кіровоград. держ. техн. ун-т. – Кіровоград, 2002. – Вип. 11. – С. 54-57.

УДК: 664.1: 65.011.56

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ АСУТП СВЕКЛОСАХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Жуковский Э.И., д.т.н., профессор; Скаковский Ю.М., к.т.н.; Витвицкий В.Д.; Шайкова О.П.; Бабков А.В.

Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Рассматриваются вопросы развития системы автоматизации для сахарного завода на основе опыта создания ряда систем на заводах Украины.

On the basis of experience of creation of some systems at Ukraine factories the questions of development the automation systems for sugar plant, are considered.

Ключевые слова: системы автоматизации, оперативный учет, основные показатели, алгоритм, технологический участок, свеклосахарное производство.

Введение

На крупных предприятиях пищевой промышленности (ПП), в настоящее время, создаются современные системы автоматизации класса АСУТП [1], строящиеся на основе информационных сетевых решений. В частности, на сахарных заводах подобные системы создаются в виде автоматизированных рабочих мест (АРМ) операторов технологических участков, с последующим объединением их в единую локальную информационно-вычислительную сеть с АРМами сменного технолога (диспетчера), руководителей: главного технолога, главного инженера, технического директора и т.п. Данные системы являются многоуровневыми, с точки зрения структуры и иерархии задач контроля и управления. Комплекс задач, решаемых в составе таких многоуровневых систем, включает как традиционные задачи контроля, поддержания режимных параметров в пределах регламентных зон, программно-логического управления процессами и аппаратами периодического действия, задачи оптимизации режимов, так и задачи оперативного учета, оценивания качества регулирования, а также координации работы технологических участков [2, 3].

Отличительной особенностью сахарной промышленности является сезонность, разветвленность и сложная структура сети технологических участков, существенное влияние нестационарности процессов, случайного характера возмущений на качество управления.

При автоматизации сложных объектов управления, таких как сахарный завод, возникает необходимость применения методов системного анализа для построения сложных систем управления, обеспечивающих высокие технико-экономические показатели функционирования системы. Системный подход позволяет найти оптимальные решения при выборе критериев управления отдельными подсистемами, обеспечить координацию работы элементов (технологических участков) технологических комплексов (ТК), управляемых посредством сложных многоуровневых систем управления, и только в этом случае удастся обеспечить наилучшие технико-экономические показатели функционирования автоматизированных ТК [4].

Традиционные критерии управления заводом, принятые в производстве сахара, при их наглядной интерпретации могут быть полезными не только при анализе успешности функционирования предприятия за сутки, декаду, месяц, но и при текущем анализе внутрисменной работы.

Основные технические решения

В Одесской национальной академии пищевых технологий совместно с НПО «Пищепроматоматика» (г. Одесса) выполнены работы по разработке и внедрению АСУТП на ряде сахарных заводов Украины. В частности, на Староконстантиновском свеклосахарном заводе (СЗ) Хмельницкой области в 2007-м году завершен первый этап создания системы, охватывающий основные технологические отделения завода: диффузионное, сокоочистительное, выпарной станции и продуктового. Для каждого отделения создано автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора-технолога на базе программируемого управляющего микропроцессорного контроллера (МПК) и рабочей станции на базе персонального компьютера (ПК). АРМы операторов-технологов связаны с АРМами руководителей – главного инженера и диспетчера завода локальной информационной сетью на базе технологии Ethernet [5].

На АРМах операторов-технологов решаются комплексные задач по контролю основных технологических параметров и состояния оборудования, стабилизации режимных параметров, оценивания качества управления и оперативному учету перерабатываемого сырья (свекловиной стружки). Предусмотрено оптимальное управление режимом работы диффузионной установки путем минимизации комплексного показателя, включающего потери сахара в стружке, определяемого по данным лабораторного анализа, и содержанию сухих веществ в диффузионном соке. В продуктовом отделении на АРМах операторов-технологов решаются задачи программно-логического управления процессом уваривания сахарных утфелей 1-го, 2-го и 3-го продуктов, стабилизации режимных параметров (температуры исходных растворов, плотности клеровок), температурного режима в мешалках-кристаллизаторах, оперативного учета сваренного утфеля, оценки количества утфельного верстата по продуктам. На АРМах ведутся архивы технологических параметров, а также архивы предаварийных состояний, сопровождаемых выдачей операторам речевых сообщений о них и технологических рекомендаций.

На рис. 1 приведена основная экранная форма АРМ оператора диффузионного отделения, где помимо информации о режимных параметрах и состоянии оборудования приведены результаты оперативного почасового учета расхода стружки, поступающей в дифаппарат, а также табло «ПЛАН-ФАКТ». Указанные результаты наглядно показывают ритмичность работы участка в течение смены, и наряду с графическими представлениями текущего и интегрированного коэффициента ритмичности работы позволяют проводить диспетчеру объективный анализ работы и, при необходимости, своевременно вносить коррективы.

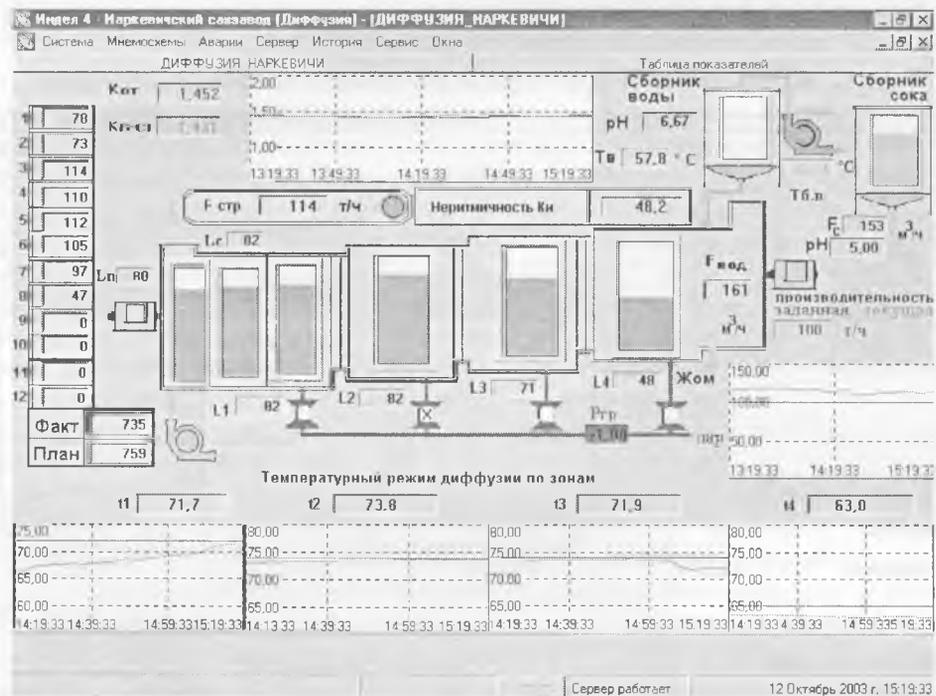


Рис. 1 – Основная экранная форма АРМ оператора диффузионного отделения

На рис. 2 приведена экранная форма отчета о текущих и итоговых результатах работы смены для АРМ оператора сокоочистительного отделения. Критерии оценивания носят интегральный характер, и после масштабирования принимают в течение смены численные значения в диапазоне 0,...,100%. Кроме того, по согласованию с руководством предприятия диапазон изменения разбит на три зоны, и критерии представлены в виде словесных оценок. Представляемая таким образом информация может быть при необходимости распечатана для ведения журналов, и использоваться при объективном оценивании качества работы оперативного персонала с целью поощрения работников за высокие результаты.

На рис. 3 приведена основная экранная форма оператора 1-ой кристаллизации продуктового отделения, где представлены в виде динамических графиков временные диаграммы процесса уваривания сахарного утфеля,

результаты оперативных расчетов продукта, находящегося на верстате, а также количество сваренного утфеля в течение смены. Кроме того, для каждого аппарата разработаны формы для настройки программы варки, вызываемые при интерактивной работе с экраном.

Аналогичная основная экранная форма функционирует на АРМе оператора участков 2-ой и 3-ей кристаллизаций. Все АРМы предусматривают возможность вызова истории процессов в виде наборов динамических графиков, удобных для анализа, за любой промежуток времени.

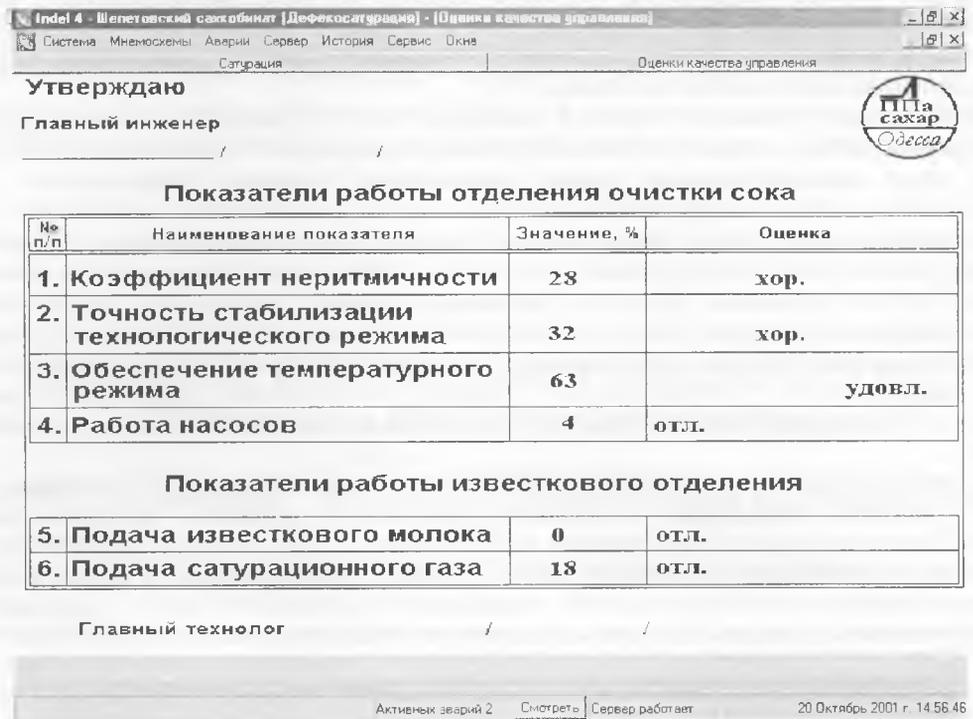


Рис. 2 – Экранная форма оценок работы отделения сокоочистки за смену



Рис. 3 – Основная экранная форма оператора 1-ой кристаллизации продуктового отделения

На АРМах руководителей представляется вся информация, доступная операторам-технологам отделений, включая сводные архивы технологических параметров, в течение всего сезона эксплуатации, а также обобщенные общезаводские мнемосхемы. Кроме того, на АРМе диспетчера предусмотрена организация ввода в

систему даних лабораторного аналізу (доброкачественность утфелей 1-го продукта) показателей, которые не могут контролироваться автоматически, а также выводятся результаты решения задачи оперативного учета сваренного утфеля в каждом вакуум-аппарате в течение смены (журнал варки 1-го продукта).

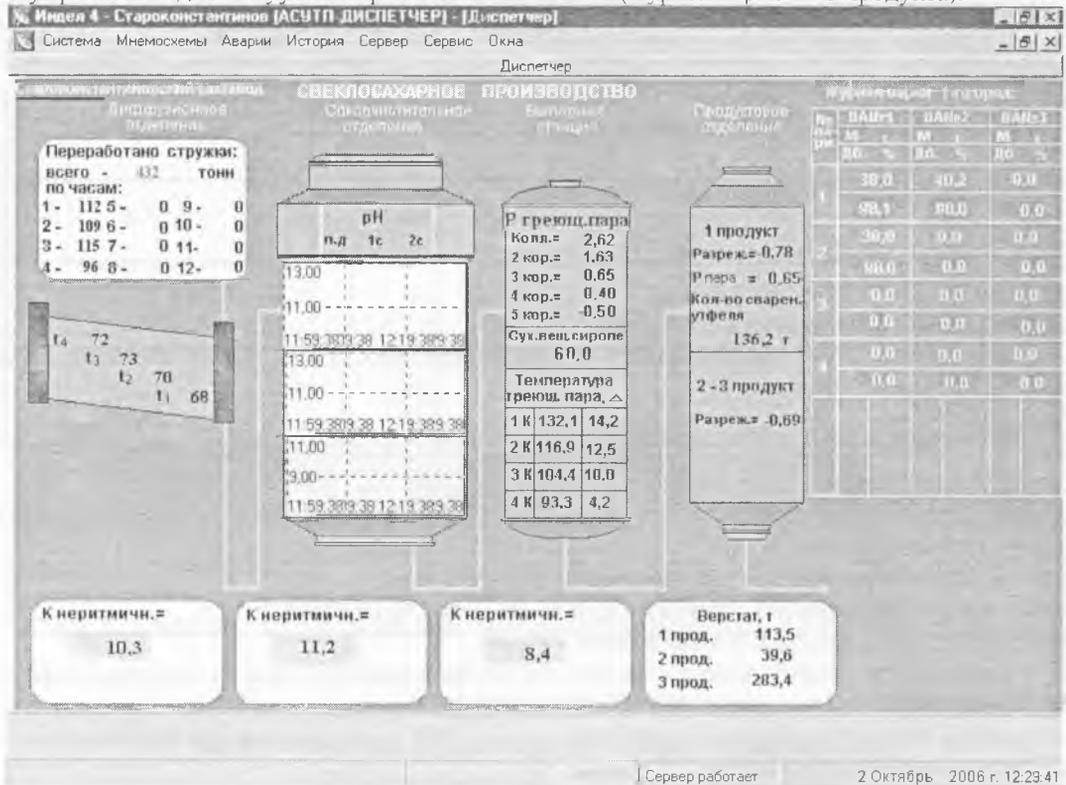


Рис. 4 – Основная экранная форма диспетчера СЗ

Структура комплекса технических средств (КТС) АСУТП отделений включает помимо МПК, ПК, датчиков, преобразователей и исполнительных механизмов, миниатюрные щиты контроля и управления, обеспечивающие возможность реализации дистанционного режима управления основными технологическими процессами, кроме того, в структуру КТС продуктового отделения входят семь индивидуальных пультов управления (по числу вакуум-аппаратов). Программное обеспечение АРМов построено на базе SCADA-системы ИНДЕЛ (разработка предприятия «ИНФОТЕХПРОМ», г. Полтава), функционирующей под управлением программной оболочки WINDOWS.

На втором этапе разработки системы планируется создание АРМ главного технолога завода, а также разработка ряда задач и дополнительных форм представления информации, в частности, подсистемы контроля водоподготовки и водоиспользования, и оперативного учета основных технико-экономических показателей работы завода.

Последняя предназначена для автоматического расчета и представления основных оперативных показателей работы свеклосахарного завода.

Представление результатов расчета производится на различных уровнях управления (АРМах) для диспетчера (начальника смены), главного инженера, главного технолога, директора и т.п. При необходимости, экранные формы, таблицы, графики и т.п. могут быть распечатаны и сведены в архивы бумажных документов.

Представляемые данные используются техническими руководителями завода для оперативного контроля, анализа и своевременного принятия решений по управлению технологическими процессами свеклосахарного производства (корректировки режимов, производительности и т.п.), оценки работы отдельных смен и завода в целом.

Подобные корректировки позволят минимизировать удельные затраты ресурсов, в том числе расхода газа, электроэнергии, потребляемой из городской сети, свежей воды, пара и тепла (с паром), передаваемые на выпарную станцию (ВС) из ТЭЦ, при выпуске готовой продукции требуемого качества.

Такой подход представляет собой первый этап создания подсистемы автоматизированного принятия решений по эффективному управлению заводом, опирающихся на оперативные объективные показатели - текущие удельные затраты основных ресурсов.

Основные показатели, используемые в подсистеме

1. Оперативный учет потребляемого заводом газа осуществляется по данным устанавливаемого на входе завода счетчика газа с аналоговым выходным сигналом $F_{газ}(t)$ либо по данным действующих систем, установленных предприятием поставщиком газа.

По данному сигналу, в течение каждой i -ых суток, осуществляется расчет накопленного (интегрированного) количества потребленного заводом газа (по сменам), в соответствии с формулами:

$$F_{\bar{a}\bar{a}\bar{c}}^1 = \int_{t_0}^{t_1} F_{\bar{a}\bar{a}\bar{c}}(t) dt, i^3; F_{\bar{a}\bar{a}\bar{c}}^2 = \int_{t_1}^{t_2} F_{\bar{a}\bar{a}\bar{c}}(t) dt, i^3; F_{\bar{a}\bar{a}\bar{c}}^{\bar{n}\bar{o}\bar{o}} = F_{\bar{a}\bar{a}\bar{c}}^1 + F_{\bar{a}\bar{a}\bar{c}}^2, i^3,$$

где $F_{\bar{a}\bar{a}\bar{c}}(t)$ – мгновенное значение расхода газа, m^3/c ($m^3/ч$);

$F_{\bar{a}\bar{a}\bar{c}}^1$ – количество потребленного газа за 1-ю смену, m^3 ;

$F_{\bar{a}\bar{a}\bar{c}}^2$ – то же за 2-ю смену, m^3 ;

t_0 – время начала 1-ой смены i -ых суток;

t_1 – время окончания 1-ой смены (начала 2-ой);

t_2 – время окончания 2-ой смены (начала 1-ой смены очередных суток), длительность смен одинакова и составляет: [0;12] ч, или [0;720] мин.;

$F_{\bar{a}\bar{a}\bar{c}}^{\bar{n}\bar{o}\bar{o}}$ – количества потребленного газа за i -ые сутки, m^3 .

Аналогично рассчитываются следующие показатели:

– количество потребляемой электроэнергии (из городской сети), при установке счетчика с аналоговым выходным сигналом – $F_{\bar{e},z}$, $кВт$;

– количество потребленного пара, переданного на ВС – F_n , m^3 ;

– количество тепла, переданного с паром из ТЭЦ на ВС – F_m , $ккал(кДж)$;

– количество потребленной свежей воды в завод – F_v , m^3 .

Одновременно представляются данные о количестве переработанной свеклы из отделения диффузии и о количестве сваренного утфеля 1-го продукта из продуктового отделения.

Рассчитываемые показатели сводятся в отчетную форму ТЭП, представляемую в общезаводских экранных формах на АРМ руководителей по вызову.

Все приведенные рассчитываемые показатели архивируются с возможностью анализа динамических (временных) графиков за любой промежуток времени в течение сезона.

2. Поскольку для сравнительного анализа работы смен и завода в целом, объективными показателями являются **усредненные удельные затраты ресурсов** (т. е. отнесенные к расходу переработанного сырья), то предлагается рассчитывать и представлять эти показатели в соответствии с формулами:

$$F_{\bar{a}\bar{a}\bar{c}}^{\bar{o}\bar{a}} = \frac{\overline{F_{\bar{a}\bar{a}\bar{c}}(t)}}{\overline{F_{\bar{n}\bar{a}}(t)}}, m^3/m; F_{\bar{v},\bar{a}}^{\bar{o}\bar{a}} = \frac{\overline{F_{\bar{v},\bar{a}}(t)}}{\overline{F_{\bar{n}\bar{a}}(t)}}, кВт ч/м; F_{\bar{a}}^{\bar{o}\bar{a}} = \frac{\overline{F_{\bar{a}}(t)}}{\overline{F_{\bar{n}\bar{a}}(t)}}, m^3/m;$$

где $F_{\bar{a}}^{\bar{o}\bar{a}}$ – удельные затраты j -го ресурса (отнесенного к затратам сырья) $j=1$ – газ; $j=2$ – электроэнергия (из городской сети); $j=3$ – свежая вода, поступающая в завод;

$\overline{F_{\bar{n}\bar{a}}(t)}$ – усредненное значение за период [0; Tср].

Для расходов пара и тепла передаваемых на ВС целесообразно, при оценке усредненных удельных показателей, относить их к расходу сока, поступающего на ВС.

$$F_n^{\bar{o}\bar{a}} = \frac{\overline{F_n(t)}}{\overline{F_{\bar{n}}(t)}}, m^3/m^3$$

$$F_{\bar{n}}^{\bar{o}\bar{a}} = \frac{\overline{F_{\bar{n}}(t)}}{\overline{F_{\bar{n}}(t)}}, ккал / m^3 (кДж / m^3).$$

Все приведенные оценки архивируются и представляются пользователям в виде **наборов динамических графиков** за любой промежуток времени. Например, для оценивания удельного расхода газа удобный набор:

1 – $F_{\bar{a}\bar{a}\bar{c}}(t)$; 2 – $F_{\bar{c},\bar{v}}(t)$; 3 – $F_{\bar{a}\bar{a}\bar{c}}^{\bar{o}\bar{a}}$

По согласованию со специалистами Заказчика отдельные графики удельных показателей могут быть выведены на экранных формах диспетчера, главного инженера, главного технолога для постоянного представления.

В лабораторных условиях проводилось имитационное моделирование работы подсистемы. Предлагаемая экранная форма представления результатов функционирования подсистемы представлена на рис.5. Результаты в виде динамических графиков, отражающих текущие изменения анализируемых показателей, представлены в нижней части формы, а таблица количественных показателей основных ресурсов вызывается на экран по желанию пользователя в любой момент времени.

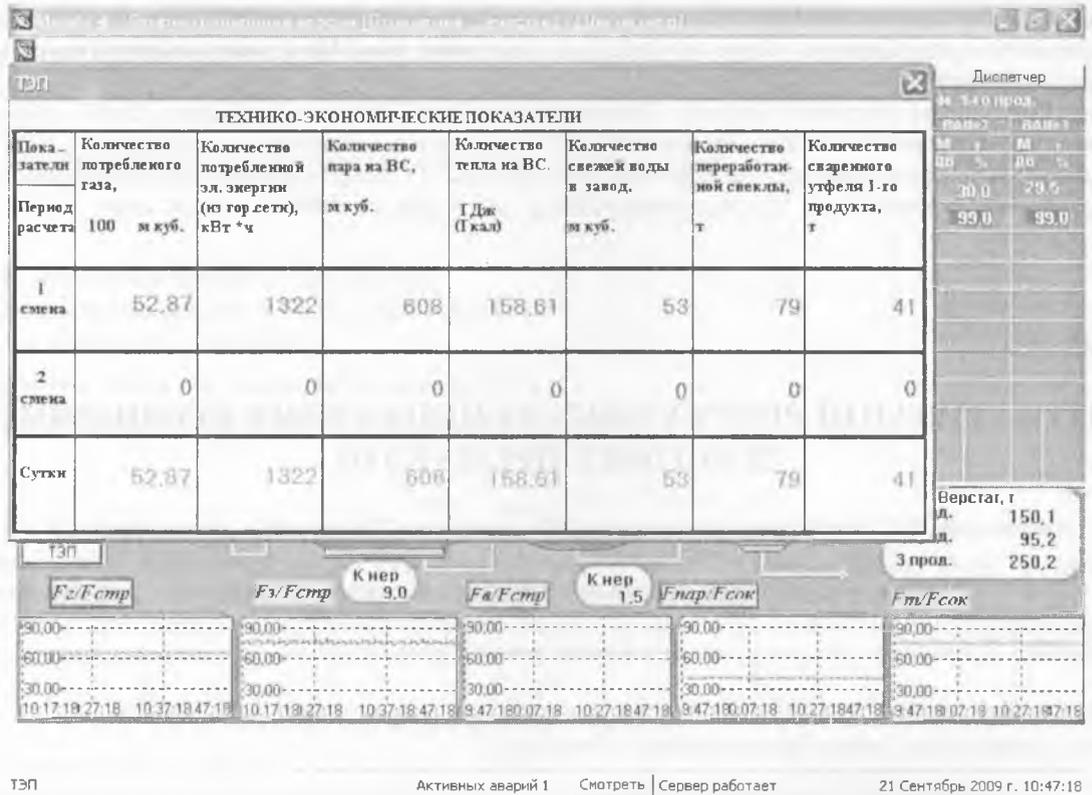


Рис.5 – Основная экранная форма главного инженера СЗ

В перспективе для подобных систем предусматривается разработка алгоритмов координации работы технологических участков (отделений), как на основе моделей статики, так и реализация задач динамической координации. Задачи последнего вида актуальны при возникновении так называемых «узких мест» в технологических потоках, когда после устранения возникших ограничений, необходимо оптимальным способом перевести систему в номинальный режим по производительности. В этом случае, задача может быть сведена к классическому виду задач с закрепленными концами траектории и фиксированным временем решения. Используемый интегральный критерий носит технологический смысл, связанный с минимизацией дополнительных потерь, вызванных переходными режимами. При этом он может содержать, как слагаемые содержащие квадраты изменений производительности участков, так и дифференциальную составляющую этих изменений, поскольку быстрые изменения потоков более опасны, чем медленные.

Другим перспективным направлением развития систем автоматизации СЗ является объединение локальной сети АСУТП с локальной сетью, на базе которой решаются задачи административно-хозяйственного, бухгалтерского направления. При наличии объединенной сети возможно создание интегрированных систем управления предприятием, на базе общего сервера, что позволит повысить оперативность и объективность решения общезаводских задач управления.

Выводы

Современные системы автоматизации СЗ, строящиеся на базе микропроцессорных контроллеров, персональных компьютеров, локальных сетей, позволяют решать комплексы задач контроля и управления технологическими процессами, оперативного контроля за качеством функционирования задач управления, оперативного учета основных технико-экономических показателей работы завода и т.п.

Внедрение систем автоматизации СЗ обеспечивает снижение удельных затрат топлива и вспомогательных материалов, потерь сахара, в том числе неучтенных, что позволяет повысить выход сахара из свеклы. Аналогичные разработки с реализацией частных решений проведены на ряде заводов Хмельницкой и Волынской областей: Городокский СЗ, Наркевичский СЗ, Шепетовский сахкомбинат, Иванический СЗ, Вишневчикский СЗ, Красиловский СЗ.

На всех предприятиях ввод в действие локальных АСУТП отделений и элементов АСУТП завода привели к повышению экономических показателей работы и улучшению качества продукции.

Литература

1. Общепромышленные руководящие методические материалы по созданию и применению АСУТП в отраслях промышленности (ОРММ-3). – Москва, 1986.
2. Вітвицький В.Д., Скаковський Ю.М. Рішення задач оцінювання якості управління в АСУТП ділянок цукробурякового виробництва //Наук. пр. Одес. нац. акад. харч. техн./ Міністерство освіти і науки України. – Одеса: 2003 – Вып. 25. – С.130-137.

3. Вітвицький В.Д., Скаковський Ю.М. Рішення задач оперативного обліку в АСУТП ділянок цукробурякового виробництва // Наук. пр. Одес. нац. акад. харч. техн./ Міністерство освіти і науки України. – Одеса: 2004 –Вип. 27. – С.213-221.
4. Ладанюк А.П. Основи системного аналізу. Навчальний посібник.–Вінниця, Нова книга, 2004. – 176 с.
5. Жуковский Э.И., Скаковский Ю.М., Витвицкий В.Д. Современные тенденции и перспективы автоматизации сахарных заводов //Автоматика-2008: доклады XV международной конференции по автоматическому управлению. 23-26 сентября 2008 г., т.1. – Одесса: ОНМА. – С.197-200.

УДК 664.696-933.6

АВТОМАТИЗАЦІЯ РОЗРАХУНКУ РЕЦЕПТУРНИХ КОМПОЗИЦІЙ ЗЕРНОВИХ ПРОДУКТІВ

Небогатова І.С., магістрант; Валевська Л.О., аспірант; Трішин Ф.А., к.т.н., доцент;
Мардар М.Р., к.т.н., доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Розглядаються питання створення систем автоматизації розрахунку рецептурних композицій зернових продуктів.

We consider the creation of automation rate of prescription of the compositions of grain products.

Ключові слова: рецепт, зерно, автоматизація, харчування.

Проблема здорового харчування населення має важливе соціально-економічне значення. Поряд із традиційним підходом до проблеми харчування і ролі харчових продуктів у формуванні здоров'я людини в останні роки отримало розвиток функціональне харчування, під яким розуміють використання таких продуктів природного походження, що при систематичному вживанні справляють регульовальний вплив на організм у цілому або на його певні системи та органи [1]

Споживчі властивості функціональних продуктів включають три складники: харчову цінність, смакові якості, фізіологічний вплив. У порівнянні зі звичайними повсякденними продуктами функціональні повинні бути корисними для здоров'я, безпечними з позицій збалансованого харчування та живильної цінності продуктів. Продукти здорового харчування, не будучи ліками і не лікуючи, допомагають запобігти хворобам та старінню організму в теперішньому місці існування сучасної людини [2]. Одне із найважливіших завдань щодо поліпшення структури харчування населення – збільшення продуктів масового споживання з високою харчовою і біологічною цінністю. Сучасне харчування повинно не тільки задовольняти фізіологічні потреби організму людини в харчових речовинах і енергії, але й виконувати профілактичні та лікувальні функції і, звичайно, бути абсолютно безпечним.

Розробка продуктів харчування із заданими якісними характеристиками можлива за допомогою математичного моделювання їх рецептурного складу. Завдання моделювання полягає в обґрунтованому кількісному підборі основної сировини і збагачувальних добавок, що в сукупності забезпечить отримання харчової композиції продукту з поліпшеними споживчими властивостями, а саме, високою органолептичною цінністю, збалансованістю за хімічним складом, заданим рівнем енергетичної цінності і, що дуже важливо, низькою вартістю.

У даний час на кафедрі товарознавства та експертизи товарів Одеської національної академії харчових технологій (ОНАХТ) проводяться дослідження з розробки рецептур та оцінки споживчих властивостей нових видів екструдованих продуктів на основі зернових культур, збагачених добавками тваринного і рослинного походження. При розробці рецептури як основну сировину використовували пшеничну і кукурудзяну крупу, а в якості додаткової – добавки тваринного (яловиче м'ясо та субпродукти) і рослинного походження (коренеплоди моркви, селери, петрушки), суміш прянощів. Введення збагачених добавок крім підвищення харчової та біологічної цінності сприяє поліпшенню органолептичних показників готового продукту, а саме, надає йому певний смак, аромат і колір. Кількість компонентів у вихідних харчових композиціях велика, тому виникає необхідність у проведенні значної кількості розрахунків для отримання оптимальних відсотків введення компонентів, які дозволяють отримати готовий продукт з найкращими (заданими) споживчими властивостями.

Завдання вирішується за допомогою використання обчислювальної техніки (ПК), які дозволяють автоматизувати даний розрахунок. Програмне забезпечення (ПЗ), що реалізує розрахунок рецептури, повинне забезпечувати додавання, зберігання, відображення та редагування інформації про компоненти (найменування, хімічний склад та ін.), що використовуються при формуванні зернових композицій, а також оптимізувати знайдене розрахункове значення.