

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ИНСТРУМЕНТ ОЦЕНКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЛИНИИ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ САХАРА С ЗАДАНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Егорова М.И., канд. техн. наук, Райник В.В., Кретьова Я.А.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт сахарной промышленности» (Курск)

Реферат. Показана актуальность применения информационных технологий для создания современного инструментария обеспечения безопасности и качества сахара. Раскрыты особенности архитектуры разработанного специализированного программного комплекса в виде контрольно-аналитической системы для мониторинга технологической линии производства сахара, приведен механизм обработки информации в комплексе на примере одного из модулей. Программный комплекс охарактеризован как инструмент оценки технологических возможностей линии при получении сахара с заданными характеристиками и управленческих решений по их повышению.

Ключевые слова: сахар, производство сахара, требования потребителей, технологическая линия, контрольно-аналитическая система, алгоритм

Summary. The relevance of information technologies use for the creation of modern tools for ensuring the safety and quality of sugar is shown. The architecture features of the developed specialized software package in the form of control and analytical system for monitoring the technological line of sugar production have been revealed; mechanism for processing information in a complex is given, using the example of one of the modules. The software package is described as a tool for assessing technological opportunities of the line in obtaining sugar with specified characteristics and management decisions in properties amplification.

Key words: sugar, sugar production, consumer requirements, technological line, control and analytical system, algorithm

Введение. Современное предприятие, претендующее на выпуск конкурентоспособной продукции, должно оперативно реагировать на требования рынка, вести свою деятельность в соответствии с возрастающими требованиями по обеспечению безопасности и качества продукции. При этом процессы оперативного управления производством все в большей степени становятся автоматизированными, базирующимися на применении информационных технологий – методов поиска, сбора, хранения, обработки, предоставления, распространения информации и способов осуществления таких процессов и методов.

Получившие распространение подходы к обеспечению качества и безопасности пищевой продукции привели к значительному росту объемов циркулирующей информации, что увеличивает затраты ресурсов на ее контроль, обработку и интерпретацию. В связи с этим, явно прослеживается необходимость создания инструментария, который бы позволил при минимальном уровне затрат обеспечить выпуск качественной и безопасной продукции, удовлетворяющей требованиям потребителей. В качестве такого инструментария могут служить программные комплексы различного уровня сложности, призванные оптимизировать и упростить работу технологов и сотрудников инженерных служб. Указанное в полной мере относится и к технологическим линиям производства сахара, реализованным на предприятиях отрасли, которым требуется при изменяющихся параметрах сырья обеспечивать выпуск сахара с заданными характеристиками по требованиям промышленных потребителей.

Объекты и методы исследований. Методы исследований – аналитические, включающие системный анализ и синтез с элементами процессного подхода, позволившие структурировать информационные потоки в технологии сахара, выделить основные структурные элементы в архитектуре контрольно-аналитической системы управления технологическими процессами производства сахара.

Обсуждение результатов. Систематизация современных подходов и общемировой практики создания аналитических систем показывает [1-3], что в общем виде архитектура любой информационно-аналитической системы строится на схеме с тремя блоками: извлечение, преобразование и загрузка данных; хранение данных; анализ данных. Процесс производства сахара является многофакторным, основанным на определенных сочетаниях огромного числа технологических параметров [4], что затрудняет разработку информационных систем. Поэтому целесообразно провести декомпозицию совокупности источников первичных данных в производстве сахара для выделения их в качестве объектов мониторинга сквозной контрольно-аналитической системы на следующие этапы: сахарная свекла → участки технологического потока → сахар. Тогда архитектура контрольно-аналитической системы будет представлена в следующем виде: в качестве главного структурного элемента выделяется информационно-вычислительный комплекс, состоящий из трех модулей, отражающих специфику производства в виде блоков сырья, готовой продукции и технологических процессов; ему сопутствует комплекс знаний, основанный на нормативных документах, регламентирующих работу предприятий отрасли, и блок экспорта данных, позволяющий передавать результаты мониторинга, выполненные расчеты и составленные отчеты внешним заинтересованным лицам.

Для практической реализации функционирования системы разработаны модели значимых и управляемых процессов, алгоритмы практического управления технологическими операциями производства сахара, создан комплект современных методик оценки показателей безопасности готовой и побочной продукции. Сформированная структура и проведенное наполнение всех блоков позволяет функционировать контрольно-аналитической системе, получившей наименование СКАС «Сахар», в стандартной комплектации, выполняя информационное сопровождение технологической линии при выработке сахара унифицированного качества категории ТСЗ.

Вместе с тем, в современных условиях более 50 % сахара является сырьем для производства продуктов питания, в том числе 30 % – кондитерских изделий, 4 % – безалкогольных напитков. Требования многочисленных промышленных потребителей значительно варьируют по показателям качества и безопасности сахара. В то же время, в вышеуказанной структуре сквозной контрольно-аналитической системы не нашли отражения вопросы индивидуализации требований потребителей к сахару.

Следует отметить, что в большинстве применяемых автоматизированных систем переработки информации, опирающихся на множество моделей, чаще всего получает выражение какой-то определенный аспект, который транслируется ракурсно в виде предназначения системы. Учитывая, что технологическая линия производства сахара может быть перенастроена на выпуск продукции 4 категорий, внутри которых может быть разветвленная градация требований промышленных потребителей, для разрабатываемой системы в качестве такого аспекта выдвинута позиция производства качественного и безопасного сахара в соответствии с требованиями конкретных потребителей.

В современных условиях к сахару предъявляются требования не только на основании нормативной документации, но и дополнительные требования промышленных потребителей, возникшие в результате соответствующих исследований влияния свойств сахара на протекание технологических процессов и качество готовой пищевой продукции. Ито-

гом их обобщения стала единая база требований к качеству сахара для 5 основных групп потребителей, включая население и 4 промышленных потребителей. Для каждой группы представлены требования по 5 физико-химическим показателям, нормируемым ГОСТ 33222-2015 «Сахар белый. Технические условия», и дополнительные показатели для промышленных потребителей, такие как мутность и pH раствора, содержание взвешенных частиц, солей кальция, крахмала, диоксида серы, сапонины, флокк-потенциал, микробиологические показатели. Таким образом, комплекс знаний СКАС «Сахар» пополнен систематизированной сформированной базой данных требований потребителей к качеству и безопасности сахара.

В результате модуль «Готовая продукция» в составе СКАС «Сахар» представляет собой диалоговую форму (рис. 1), которая включает в себя элемент с исходными данными по 5 подэлементам, отражающим основных промышленных потребителей сахара.

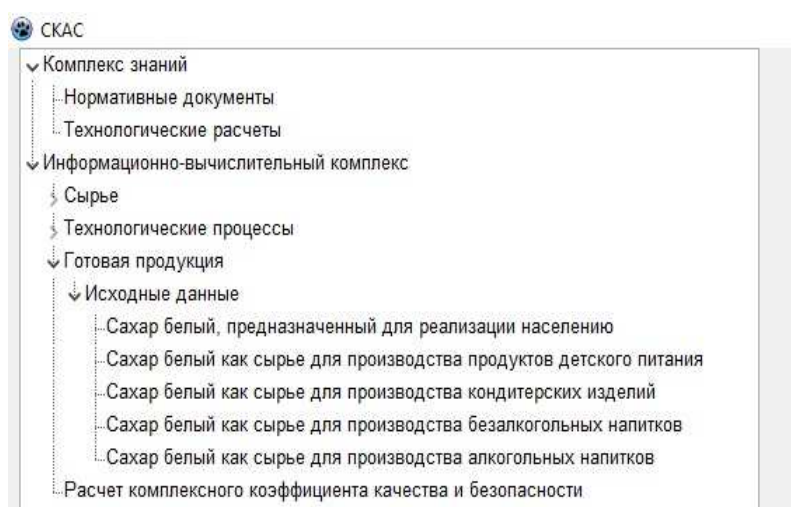


Рис.1. Фрагмент экранной формы СКАС «Сахар»

Нормативные значения параметров сахара транслируются из сформированной базы данных комплекса знаний (табл.).

Основными функциями модуля «Готовая продукция» является прогноз качества и безопасности выпускаемого сахара, установление причины возможных нарушений по модели в случае возникновения отклонений от норматива

$$Q = f(Z_g, \Delta Z_g, \tau_k),$$

где Q – показатель нарушений в технологической линии производства сахара;

Z_g – нормативное значение параметра технологической линии;

ΔZ_g – допустимое отклонение от нормативного значения параметра технологической линии;

τ_k – период времени, в который осуществляется прогнозирование.

Формирование стратегии производства готовой продукции в СКАС «Сахар» осуществляется в режиме диалога «выбор оператором потребителя сахара и оценка возможности технологической линии производства сахара для заданных условий». В основе формируемого решения лежит последовательный анализ данных, полученных из модулей «Сырье» и «Технологические процессы».

Таблица – Совокупность требований к сахару потребителями

| Показатель | Промышленные потребители сахара – производители | | | | Население |
|---|---|-------------------------|----------------------|------------------------------|---------------|
| | кондитерских изделий | безалкогольных напитков | алкогольных напитков | продуктов детского питания | |
| Основные требования | | | | | |
| Массовая доля сахарозы по прямой поляризации, % | 99,50...99,80 | 99,70...99,80 | 99,70...99,80 | 99,50...99,80 | 99,50...99,80 |
| Массовая доля влаги, % | 0,10...0,15 | не более 0,10 | не более 0,10 | 0,10...0,15 | 0,10...0,15 |
| Массовая доля редуцирующих веществ, % | 0,030...0,065 | 0,030...0,035 | 0,030...0,035 | 0,030...0,065 | 0,030...0,065 |
| Массовая доля золы, % | 0,027...0,050 | 0,027...0,036 | 0,027...0,036 | 0,027...0,050 | 0,027...0,050 |
| Цветность в растворе, ед. опт. пл. (ICUMSA) | 45,0...195,0 | 45,0...60,0 | 45,0...60,0 | 45,0...195,0 | 45,0...195,0 |
| Дополнительные требования | | | | | |
| Соли кальция, % | не более 0,004 | – | – | – | – |
| Мутность, ед. опт. пл.: свекловичного сахара; | не более 20 | не более 20 | – | – | – |
| из тростникового сахара-сырца | – | не более 70 | – | – | – |
| рН | не более 7,0 | – | – | – | – |
| Сапонин, мг/кг | не более 1,5 | – | – | – | – |
| Взвешенные частицы, мг/кг | не более 0,02 | не более 0,0002 | – | – | – |
| SO ₂ , мг/кг | – | менее 6,0 | – | – | – |
| Крахмал, мг/кг | – | не более 60 | не более 10 | – | – |
| БГКП; патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонелла | – | – | – | не допускаются | – |
| КМАФАнМ | – | – | – | не более 1,0•10 ³ | – |
| Плесневые грибы, дрожжи | – | – | – | не более 1,0•10 | – |
| Флокк-потенциал | – | прохождение теста | – | – | – |

Практическая реализация описанных механизмов происходит следующим образом: в модуле «Готовая продукция» фиксируются показатели по выпуску продукции по требованиям одной из групп потребителей. Данные фактических показаний контрольно-измерительных приборов в потоке онлайн или периодически по данным контроля лаборатории поступают в режиме реального времени в исходные данные модулей «Сырье» и «Технологические процессы», далее происходит расчет коэффициентов уровня влияния каждого из этапов производства сахара и комплексного коэффициента, которые сопоставляются с заданными значениями из модуля «Готовая продукция». При установлении различий заданных и фактических значений коэффициентов подаются команды на корректирующие действия, которые проводятся до тех пор, пока не установится заданное значение. Алгоритм обработки информации в модуле «Готовая продукция» представлен на рис. 2.

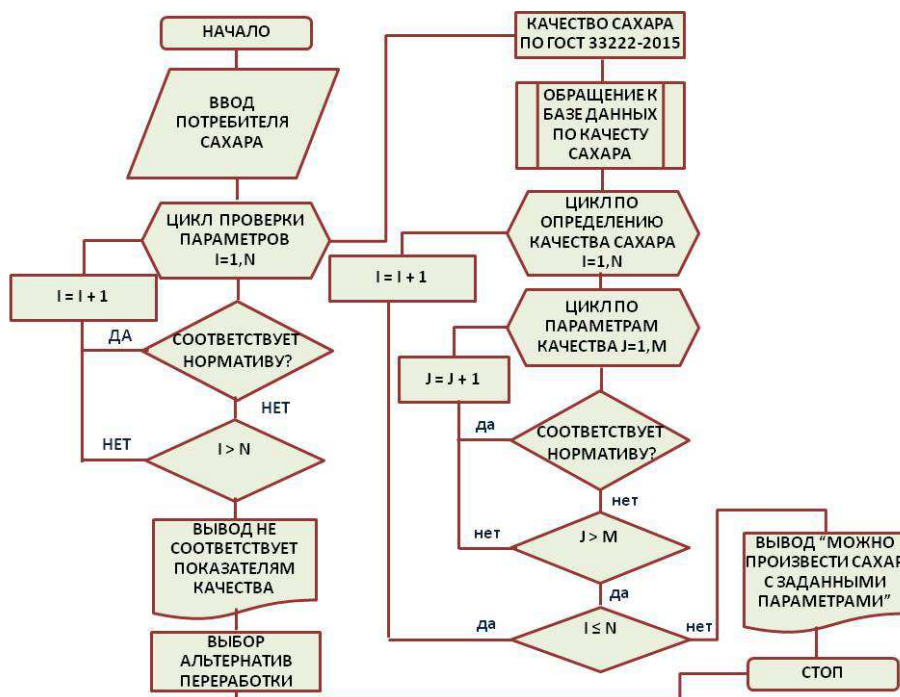


Рис. 2. Алгоритм обработки информации

Таким образом, интерфейс модуля «Готовая продукция» на основании соответствующих модели и алгоритма позволяет по установленным оператором требованиям к качеству готовой продукции оценивать технологические возможности линии по выработке сахара с заданными характеристиками. Если технологические возможности линии окажутся ограниченными, то есть линия не способна произвести сахар с определенными показателями, система покажет причины, ограничивающие возможность линии, и решения, которые следует применить в линии для повышения ее возможностей и выпуска сахара с заданными характеристиками.

Выводы. Специализированный программный комплекс СКАС «Сахар» позиционирован как инструмент оценки технологических возможностей линии при получении сахара с заданными характеристиками по требованиям промышленных потребителей. Его разработка велась с учетом современных подходов к созданию аналитических систем, а его использование позволит существенно снизить роль человеческого фактора в обеспечении достоверного контроля работы технологической линии предприятия.

Литература

1. Белов, В.С. Информационно-аналитические системы: основы проектирования и применения // Учеб. пособие – М.: ЕАОИ, 2010. – 111 с.
2. Уринцов А.И. Электронный обмен данными // Учеб. пособие – М. : Евразийский открытый институт, 2011. – 181 с.
3. Шапцев, В.А, Бидуля Ю.В. Теория информации. Теоретические основы создания информационного общества // Учеб. пособие. – М.: Юрайт, 2017. – 177 с.
4. Егорова, М.И. Формализация значимых факторов жизненного цикла сахара как инструмент обеспечения его безопасности и качества / М.И. Егорова, С.И. Казакова, Л.С. Чугунова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2009. – № 8. – С. 44–47.