

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

кандидата технических наук, доцента кафедры «Автоматизация производственных процессов» ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» Долгого Николая Алексеевича на диссертацию Благовещенского Владислава Германовича «Интеллектуальная автоматизированная система управления качеством халвы с использованием гибридных методов и технологий», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в пищевой промышленности)

Актуальность диссертационного исследования

Диссертационная работа Благовещенского В.Г. решает одну из важнейших и актуальных задач в пищевой промышленности, связанных с созданием автоматизированных систем управления качеством пищевых продуктов на основе технологий искусственного интеллекта. Использование предлагаемых автором интеллектуальных автоматизированных систем управления качеством продукции в поточном производстве позволит значительно повысить эффективность сложных многостадийных кондитерских производств, в частности, производства халвы, которое является сложным многоэтапным процессом, автоматизацию которого осуществить достаточно трудно в силу специфических свойств данной продукции. На основе методов системного анализа и использования интеллектуальных технологий автором была разработана автоматизированная система управления качеством халвы.

Трудность решения проблемы повышения качества производства кондитерских изделий обусловлена нестабильностью свойств поступающего на переработку сырья, многообразием перерабатываемых полуфабрикатов по физико-химическим и структурно-механическим свойствам. Все это вызывает частые колебания режимов работы оборудования, а также технологических параметров хода процессов приготовления неоднородных кондитерских масс и не позволяет получать стабильный по качеству готовый продукт.

Существующие в настоящее время методы оценки показателей качества кондитерских изделий субъективны, определяются только путем лабораторных измерений, ввиду невозможности технического решения по организации их автоматического контроля в потоке. Интеллектуальные системы автоматического управления качеством кондитерской продукции

позволят своевременно предупреждать появление дефектов и несоответствий хода протекающих процессов производства халвы.

Для исследования перспектив решения данной проблемы диссертантом была рассмотрена, исследована и проанализирована линия производства халвы, поскольку халва - ценный кондитерский продукт, содержащий значительное количество жира, минеральных веществ, витаминов В и Е, углеводов и полноценных белковых веществ. В настоящее время халва пользуется все более возрастающим спросом, объясняющимся ее относительно невысокой стоимостью и постоянно обновляемым ассортиментом.

В этой связи, тема диссертации «Интеллектуальная автоматизированная система управления качеством халвы с использованием гибридных методов и технологий» является актуальным направлением развития кондитерской промышленности, имеющей важное народнохозяйственное значение, а также актуальной научно-технической задачей специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в пищевой промышленности)».

Содержание диссертационной работы

Диссертационная работа Благовещенского В.Г. содержит введение, пять глав, заключение, список используемых сокращений, библиографический список литературы, состоящий из 117 российских и зарубежных источников и два приложения. Общий объемом работы составляет 219 страниц, включая 70 рисунков и 29 таблиц.

Во **введении** изложены актуальность, цель и задачи исследования, научная новизна и практическая значимость работы, оценивается степень достоверности полученных результатов.

В **первой** главе исследованы технологические процессы производства халвы. Представлена характеристика основных стадий и материальных потоков при производстве халвы, проведена классификация основных типовых операций процесса производства халвы и выбраны факторы, определяющие эффективность технологических операций линии в целом. Проанализирована информативность всех исследованных параметров. Разработана функционально - структурная схема технологических процессов производства халвы на всех этапах ее производства с указанием необходимых точек контроля и регулирования. Показана необходимость разработки методов и средств для автоматизации контроля в потоке органолептических показателей качества халвы с использованием интеллектуальных технологий.

Диссертантом предложено, что для управления такими сложными многоэтапными технологическими процессами, как производство халвы, в условиях неопределенности исходной информации, целесообразно использовать интеллектуальные методы и технологии.

Во **второй** главе проведен системный анализ методов, алгоритмов и технологий с точки зрения возможности и эффективности их использования при разработке интеллектуальной автоматизированной системы управления качеством халвы в процессе производства. Выполнен анализ возможности использования методов искусственного интеллекта для решения задач интеллектуализации управления качеством производства халвы. Рассмотрены варианты использования нейросетевых технологий, генетических алгоритмов, экспертных систем, систем технического зрения и мультиагентных имитационных моделей в решении задач интеллектуализации управления качеством производства халвы.

В **третьей** главе описаны экспериментальные исследования и разработаны имитационные, структурно-параметрические, математические и ситуационные модели основных этапов процессов производства подсолнечной халвы. На базе полученной имитационной модели были проведены эксперименты, направленные на совершенствование исследуемого производственного процесса и его виртуальное тестирование. Экспериментальные исследования, проведенные на базе кондитерских предприятий, позволили получить матрицы экспертных оценок наличия связей между параметрами на отдельных участках производства подсолнечной халвы, а также выявить факторы, влияющие на качество готовых конфет халвы. Эти данные позволили разработать ситуационные модели качества всех этапов производства халвы.

Проведенные экспериментальные исследования основных этапов технологического процесса производства халвы позволили определить значимость входных параметров. Это дало возможность оптимизировать технологические режимы и обеспечить управление качеством производства халвы на современном уровне с использованием методов и технологий искусственного интеллекта.

Четвертая глава посвящена использованию интеллектуальных технологий для решения задачи автоматизации контроля в потоке органолептических показателей качества сырья, полуфабрикатов и готовой халвы. Сформулированы требования к интеллектуальной автоматизированной системе управления качеством халвы и основные этапы ее реализации.

Разработан программно-аппаратный комплекс автоматического контроля в потоке органолептических показателей качества сырья для производства халвы. Использование разработанного комплекса позволяет управлять качеством халвы при ее производстве.

Для решения задачи автоматизации контроля в потоке одного из важнейших органолептических показателей качества сырья при производстве подсолнечной халвы - коэффициента извлечения примесей при сепарировании семян подсолнечника, в работе был использован метод объектно-ориентированных языков программирования с использованием системы технического зрения (СТЗ). На основании проведенных исследований были определены оптимальные места монтажа и расположения системы технического зрения в линии производства подсолнечной халвы, а также ее техническое обеспечение.

Полученные автором данные показали перспективность использования методов объектно - ориентированных языков программирования в СТЗ совместно с использованием нейронной сети для применения в интеллектуальной автоматизированной системе управления качеством халвы при автоматизации контроля в потоке коэффициента извлечения примесей. Были проведены исследования по использованию нейронных сетей на основе многослойного персептрона по распознаванию типов и видов семян подсолнечника, полученных с использованием СТЗ. Анализ проведенных исследований нейросетевых методов распознавания семян подсолнечника, основанных на использовании многослойного персептрона, с использованием системы технического зрения показал, что точность распознавания типов и видов семян подсолнечника составляла около 90 %.

Приведены и проанализированы существующие схемы и архитектуры нейросетевого управления. Показано, что для решения задач управления качеством производства подсолнечной халвы необходимо применение многослойных нейронных сетей. Рекомендовано для управления качеством халвы в процессе производства использование нейрорегуляторов, выполненных на базе многослойных нейронных сетей. Рекомендована архитектура нейронного управления, использующая алгоритм обратного распространения.

Разработана схема системы мониторинга и управления процессом сепарирования семян подсолнечника и автоматического контроля в потоке содержания лузги, позволяющая анализировать качество получаемого после сепарирования сырья по органолептическим параметрам с помощью СТЗ и

управлять процессом сепарирования семян подсолнечника с использованием нейроконтроллера. Исследованы и разработаны с использованием интеллектуальных технологий функциональные схемы автоматизации всех стадий технологического процесса производства подсолнечной халвы с внесением новых решений по автоматизации контроля органолептических показателей качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции.

Пятая глава посвящена разработке технических решений для реализации интеллектуальной автоматизированной системы управления качеством халвы (ИАСУКХ) в процессе производства. Показаны основные задачи и требования к разрабатываемой системе, сформулированные специалистами кондитерских предприятий и предложены основные этапы ее реализации. Проработана методология управления качеством в условиях многоэтапного производства халвы. Разработана структурная схема ИАСУКХ. Разработаны база данных (БД) и база знаний (БЗ) ИАСУКХ. Проработаны основные фазы и этапы проектирования БД ИАСУКХ. Представлена разработанная специализированная БД ИАСУКХ. Для реализации разработанной ИАСУКХ осуществлен подбор комплекса технических средств.

В **заключении** отражены результаты работы и сформулированы выводы.

Основные научные результаты, полученные соискателем

1. Разработаны и предложены новые функционально - структурные схемы (ФСС) формирования качества халвы с указанием необходимых точек контроля и регулирования, а также функциональные схемы автоматизации (ФСА) основных этапов процессов производства халвы с включением в эти схемы интеллектуальных датчиков автоматического контроля в потоке органолептических показателей качества сырья, полуфабрикатов и готовых конфет халвы.
2. На основе структурно - параметрического и мультиагентного имитационного моделирования разработаны имитационная модель и параметрические, математические и ситуационные модели основных стадий технологического процесса производства халвы.
3. Разработаны с использованием искусственных нейронных сетей и систем технического зрения интеллектуальные модули автоматического контроля в потоке коэффициента извлечения примесей в семенах подсолнечника и внешнего вида семян (размер, цвет, состояние поверхности, целостность) в режиме реального времени.

4. Предложена методика разработки базы данных и формирования базы знаний интеллектуальной автоматизированной системы управления качеством халвы в процессе ее производства.

5. Разработаны основные виды обеспечения интеллектуальной автоматизированной системы управления качеством халвы: информационное, математическое и программное.

6. Разработана методика построения ИАСУКХ с использованием имитационного моделирования, системы технического зрения и искусственных нейронных сетей.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций полученных в работе подтверждается использованием методов системного анализа и теории принятия решений, экспериментальными исследованиями ТП производства халвы, проведенными в производственных условиях ОАО «Рот-Фронт» Холдинга «Объединенные кондитеры», а также обеспечивается совпадением расчетных данных и результатов эксперимента.

Практическая значимость полученных выводов и результатов

Основные позиции, определяющие практическую ценность работы, заключаются в следующем:

1. Разработаны интеллектуальные датчики автоматического контроля коэффициента извлечения примесей в семенах подсолнечника и внешнего вида семян (размер, цвет, состояние поверхности, целостность) в режиме реального времени.

2. Разработана база данных и база знаний ИАСУКХ.

3. Разработано информационное, математическое и программное обеспечение интеллектуальной автоматизированной системы управления качеством халвы.

4. Проработаны технические решения для реализации интеллектуальной автоматизированной системы управления качеством халвы в процессе производства. Осуществлен подбор технических средств для реализации этой интеллектуальной системы.

Разработанные методы, модели, алгоритмы, способы, структуры и программы прошли апробацию и были переданы для внедрения на кондитерских предприятиях Холдинга «Объединенные кондитеры», что подтверждается соответствующим актом внедрения научно-технической продукции.

Замечания по проведенному исследованию

Положительно оценивая работу в целом, считаю целесообразным отметить некоторые замечания:

1. В 1 главе п.1.2.4, посвященной обзору и анализу существующих современных инструментальных методов и средств контроля основных показателей качества сырья, полуфабрикатов и готовых кондитерских изделий, иногда отсутствуют ссылки на литературу по ходу изложения материала.

2. С учетом постановки задач исследования (введение, стр. 12) в первой главе не уделено достаточного внимания методам и алгоритмам построения многомерных моделей технологических процессов производства халвы на основе имеющейся экспериментальной информации.

3. Автору следовало бы более аккуратно выбирать обозначения различных величин в математических выкладках. Так, на стр. 33 « P_u » – это давление греющего пара, а на стр. 112 « P_{ij} »- коэффициенты линейной множественной регрессии.

4. В диссертации отсутствует формализованная постановка задачи оптимизации технологических процессов при использовании интеллектуальной автоматизированной системы управления в режиме «Совет оператору». Отсутствует пример решения хотя бы типовой задачи в данном режиме. В целом, необходимо было бы более подробно изложить данный вопрос, так как он имеет большую практическую значимость.

5. Хотя в целом работа написана технически грамотным языком, но по тексту диссертации встречаются опечатки.

Отмеченные замечания не снижают общей ценности диссертации Благовещенского В.Г., ее научной и практической значимости.

Заключение по диссертационной работе

Анализ содержания диссертации позволяет сделать следующие выводы:

1. Несмотря на вышеизложенные замечания, диссертационное исследование заслуживает общей положительной оценки.

2. Диссертация достаточно грамотно структурирована, результаты хорошо проиллюстрированы, оформление соответствует требованиям ВАК. Автореферат отражает основное содержание работы и личный вклад автора в проведенное исследование.

3. Цель и задачи диссертации обусловлены потребностями науки и практики.

4. Поставленная цель диссертационного исследования достигнута и сформулированные задачи решены на высоком научно – техническом уровне.

5. Диссертация представляет собой научно – квалификационную работу, направленную на создание новых методов и алгоритмов контроля и управления качеством кондитерских изделий.

6. Разработки практической направленности, содержащиеся в диссертации, используются промышленными кондитерскими предприятиями и рекомендуются к дальнейшему тиражированию при проектировании интеллектуальных автоматизированных систем управления качеством кондитерской продукции.

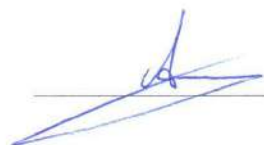
7. Основные научные положения и результаты диссертации апробированы на международных и российских конференциях. Соискателем опубликованы 36 научных работ, из них 3 входят в список Scopus, 4 статьи - в список журналов ВАК, 1 – в других изданиях, а также 28 докладов в сборниках научных докладов международных конференций.

На основании вышеизложенного, оценивая диссертационную работу В.Г. Благовещенского в целом, с уверенностью можно заключить, что она представляет собой законченное, самостоятельно выполненное исследование, содержит новые решения научной и практической проблем, актуальна для отрасли, имеет практический выход, позволяет решать проблемы автоматического контроля в потоке органолептических показателей качества халвы, способствует получению на кондитерских предприятиях значительного экономического эффекта.

По актуальности, научной новизне и практической значимости диссертационная работа «Интеллектуальная автоматизированная система управления качеством халвы с использованием гибридных методов и технологий» соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (Постановление Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор – Благовещенский Владислав Германович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 — «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (пищевая промышленность)» (технические науки).

Официальный оппонент,
кандидат технических наук,
доцент кафедры автоматизации

производственных процессов
ФГБОУ ВО «Калининградский
государственный технический университет»

 Долгий Н.А.

Федеральное государственное бюджетное
Образовательное учреждение высшего
Образования «Калининградский
государственный технический университет»
236022, г. Калининград, Советский проспект, 1,
Телефон: (4012) 99-53-51, +79114587171
Электронная почта: dolgi@klgtu.ru, nic7493@mail.ru
Почтовый адрес: 236022, Калининград, Советский проспект, 1, кафедра АПП,
ауд. 257

Подпись к.т.н., доцента кафедры автоматизации
производственных процессов
ФГБОУ ВО «Калининградский
государственный технический университет» Долгого Н.А.
ЗАВЕРЯЮ

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО «Калининградский
государственный технический университет»,
кандидат физико-математических наук; доцент



 Кострикова Н.А.