

В диссертационный совет 24.2.334.01
(Д 212.148.02) на базе ФГБОУ ВО
«Российский биотехнологический
университет (РОСБИОТЕХ)» по адресу
109316, г. Москва, ул. Талалихина, д.33

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

кандидата технических наук Бунеева Алексея Владимировича на диссертационную работу Ерещенко Виктора Валерьевича на тему «Управление процессом холодной сушки гидробионтов с применением технологии интернета вещей и тепловизионного анализа», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3. — Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки)

На отзыв представлены диссертация и автореферат диссертации.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы (130 наименований, в том числе 47 – иностранных авторов), списка работ по теме диссертации, списка иллюстративного материала и десяти приложений. Работа изложена на 195 страницах, содержит 111 рисунков и 13 таблиц. В приложениях представлены акты внедрения, свидетельства о регистрации программ для ЭВМ и патент на полезную модель.

Автореферат диссертации изложен на 20 страницах, включая список основных публикаций по теме.

В результате ознакомления с представленными материалами установлено следующее.

Актуальность темы выполненной работы

Автором проведен достаточно подробный аналитический обзор научных публикаций литературы по анализу современного состояния промышленности в области обезвоживания. Рассмотрены вопросы внедрения современных информационных технологий в технологические процессы.

Представлены основные сведения о технологическом процессе. Обозначены основные направления совершенствования технологического процесса. Обоснована необходимость разработки систем автоматического

управления и методов, позволяющих достичь низкого энергопотребления и повышения качества готовой продукции.

В целом, обоснование актуальности темы, цели и постановка задач исследований проведены достаточно корректно. В представленном виде они не вызывают принципиальных возражений. Диссертационная работа является актуальной и своевременной, и представляет несомненный научный интерес.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Достоверность представленных в работе результатов исследований обеспечивается:

- изучением Федеральных законов, документов и ГОСТОВ в области консервирования пищевых продуктов
- тщательной проработкой моделей исследуемых процессов,
- корректным применением методов аппроксимации, идентификации и теории оптимального управления;
- использованием апробированных расчетных методик, согласованием данных расчетов и экспериментов;
- экспериментальными исследованиями, проведенными на малогабаритной сушильной установке УПОР-М, которая находится на территории исследовательского цеха Мурманского Арктического Университета;

Основные результаты работы представлены и обсуждены на ежегодных научно-практических конференциях. Отдельные этапы работ были выполнены в рамках госбюджетной научно-исследовательской работы «Исследование, разработка и модернизация систем автоматического управления технологическими и производственными процессами» и проекта № 22-26-20116 «Создание ресурсо-энергосберегающих технологий конвективной тепловой обработки водных биоресурсов Северного бассейна» при поддержке Российского научного фонда и гранта Министерства образования и науки Мурманской области по направлению «Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований малыми отдельными научными группами».

Научная новизна и практическая значимость результатов исследований

Научной новизной обладают следующие результаты диссертационной работы:

- разработанный способ управления процессом обезвоживания по температуре и влагосодержанию;

- разработанный программно-аппаратный комплекс для исследования режимов обезвоживания;
- разработанный интеллектуальный датчик температуры поверхности рыбного сырья с применением тепловизионного анализа;
- разработанные алгоритмы и программное обеспечение передачи потока данных с применением технологии интернета вещей.

Научные результаты, полученные в диссертации, доведены до практического использования.

Практическая значимость диссертационной работы определяется, в первую очередь, совокупностью результатов, связанных с разработкой программно-аппаратных решений:

- элементы аппаратной составляющей комплекса;
- информационный шлюз с поддержкой формата ВТФ;
- массоизмерительная подсистема для отслеживания динамики изменения массы в секции сушки;
- система непрерывного контроля теплового состояния поверхности продукта в секции сушки;
- управляющие программы для элементов программно-аппаратного комплекса;
- программное обеспечение системы управления и контроля процесса холодной сушки;
- методика построения подсистемы передачи данных с применением современных технологий интернета вещей;
- методика построения дистанционного графического web-интерфейса оператора управления технологическим процессом.

Оценка содержания диссертации и автореферата

Во введении обоснована актуальность работы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, определены цели и задачи, сформулированы положения, выносимые на защиту.

В первой главе диссертационной работы проведен обзор научно-технической отечественной и зарубежной литературы, проанализированы публикации, посвященные исследованиям систем автоматического управления технологических процессов обезвоживания пищевых продуктов. Проведен анализ современных технологий применяемых в промышленности. Определены основные направления совершенствования процесса обезвоживания.

Во второй главе представлена программно-целевая модель исследований, описаны объекты и методы исследования. Проведен обзор существующей системы для исследования режимов сушки сырья.

Рассмотрены вопросы модернизации и дооснащения малогабаритной сушильной установки УПОР-М датчиками, исполнительными механизмами и регулирующими органами. Описана разработка оконечных устройств в рамках модернизации программно-аппаратного комплекса. Среди них выделяются подсистемы: массоизмерительная и тепловизионного контроля поверхности продукта. Для всех устройств описаны правила взаимодействия с ними.

Предложен способ организации взаимодействия между собой датчиков и исполнительных механизмов в программно-аппаратном комплексе на базе промышленного протокола передачи данных MQTT. Предложен собственный двоичный формат VTF передачи данных по протоколу MQTT. Предложен способ передачи данных VTF по частям для встраиваемых систем. Для унификации взаимодействия датчиков и исполнительных механизмов на базе VTF предложена реализация информационного шлюза. Для человеко-машинного интерфейса предложена программная реализация на базе библиотеки визуальных компонентов ImGui и протокола WebSocket. Предложено программно-аппаратное решение подсистемы управления процессом.

В третьей главе представлены результаты исследований, получение моделей, разработка и подтверждение предлагаемых решений.

Предложена математическая модель системы автоматического управления технологическим процессом по температуре и влажностному содержанию учитывающая связь между этими двумя параметрами. Проведена оценка эффективности работы регулятора по интегральной оценке и предложены варианты улучшения качества управления. Проведено сравнение переходных процессов модели и эксперимента.

В рамках реализации подсистемы контроля температуры поверхности сырья описана предлагаемая система технического зрения. Предложен способ ее калибровки и получения совмещенного изображения. Описаны два способа задания зон контроля поверхности сырья.

Проведены эксперименты по передаче видеопотока в формате VTF и сделан вывод о применимости передачи данных в формате VTF во встраиваемых системах.

Предложен способ объединения трехмерных моделей технологических аппаратов и их численных моделей в единое целое.

Предложен N-участковый переменный способ обезвоживания позволяющий достичь повышения энергоэффективности до 10%. Предложенный способ имеет универсальный характер и может быть использован в установках схожей конструкции и принципа действия.

Подтверждена гипотеза о зависимости температуры поверхности рыбы от скорости удаления влаги и потери массы. Делается вывод о возможности реализации адаптивного N-участкового способа с использованием предлагаемых программно-аппаратных решений, который позволит ускорить процесс обезвоживания и снизить энергопотребление.

В заключении подведены итоги диссертационного исследования, изложены его основные выводы и обобщающие результаты.

Приложения к диссертации содержат материалы, подтверждающие научную новизну и практическую значимость результатов исследования.

Проведенный анализ материалов диссертации, автореферата, публикаций автора позволяет сделать вывод, что их содержание в целом соответствует цели и поставленным задачам. Цель и задачи, поставленные автором в диссертации, следует признать реализованными.

Автореферат, а также приведенные выводы в достаточной степени отображают содержание диссертационной работы.

Диссертация и автореферат по содержанию, структуре и объему соответствуют требованиям Положения о присуждении ученых степеней ВАК РФ.

Замечания по диссертационной работе и автореферату

При общей положительной оценке работы считаю необходимым отметить следующие замечания:

1. В подпункте 2.4.2 предлагается использовать промышленный протокол MQTT. Проводилось ли сравнение с другими протоколами?

2. В подпункте 2.4.10 описывается предлагаемое устройство непрерывного бесконтактного измерения температуры поверхности продукта, использующее ИК-камеру MLX90640. В формируемой тепловизионной снимке устраняется ли дефект, связанный с особенностями сканирования датчика своей матрицы?

3. Нет описания структуры применяемого ПИД-регулятора в системе.

4. В пункте 3.5 приведено описание способа автоматического поиска контура продукта. Целесообразно было бы указать применяемые методы.

5. Какова повторяемость проведенных в исследованиях экспериментов?

6. В работе нет анализа затрат и предполагаемого эффекта от внедрения предлагаемых решений в промышленных установках.

Указанные замечания не являются критичными, не носят принципиального характера и не снижают общей ценности представленной работы. Их следует рассматривать, как пожелание автору более внимательно относиться к редакционной работе и как предложение по дальнейшему развитию научных исследований.

Заключение по диссертации

Диссертация Ерещенко Виктора Валерьевича, представившего научную работу на тему «Управление процессом холодной сушки гидробионтов с применением технологии интернета вещей и тепловизионного анализа», соответствует 4, 5, 6, 11 и 12 областям исследований паспорта специальности 2.3.3. — Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Диссертация соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г. (в действующей редакции), предъявленным к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами».

На основании экспертизы диссертации, автореферата и публикаций автора считаю, что диссертационная работа является законченным научным трудом, имеющим важное практическое значение.

Диссертация выполнена на актуальную тему и решающую важную прикладную проблему повышение энергетической эффективности процесса холодной сушки и технологических характеристик готовой рыбной продукции при автоматическом управлении с применением технологии интернета вещей, динамического контроля потерь массы и тепловизионного анализа.

Автор, Ерещенко Виктор Валерьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент:

Директор по развитию ООО «СП Автоматизация»,
кандидат технических наук

Адрес: 105082, г. Москва, пл. Спартаковская,
д. 14, стр. 3, пом. 10Н/2, офис 183
Телефон: +7 495 970 84 00
E-mail: a.buneev@sp-automation.ru

Подпись:  Бунеев А. В.

«01» сентября 2023 г.

