

## УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по науке  
Федерального государственного  
бюджетного научного учреждения  
«Федеральный научный центр  
агроэкологии, комплексных мелиораций  
и защитного лесоразведения Российской  
академии наук» (ФНЦ агроэкологии  
РАН)

д. с.-х. н., профессор

Ю.Н. Плескачев

« 04 » июня 2019 г.

## ОТЗЫВ

ведущей организации – Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН) на диссертационную работу Долгого Николая Алексеевича на тему «Автоматизированная система контроля герметичности консервов в поточном производстве», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (пищевая промышленность)»

**Общая характеристика работы.** Диссертация на тему «Автоматизированная система контроля герметичности консервов в поточном производстве» выполнена на кафедре «Автоматизация производственных процессов» ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет». Работа состоит из введения, 5 глав, списка используемых сокращений, библиографического списка из 83 источников, 3 приложений. Работа содержит 51 рисунок и 2 таблицы и по формальным признакам соответствует требованиям п.п.9 – 11 Положения ВАК РФ о порядке присуждения ученых степеней кандидата технических наук.

**Актуальность темы.** Работа решает важнейшую задачу безопасности консервов – контроль и обеспечение герметичности



консервов в поточном производстве на основе применения системы технического зрения. Автором предложено создание имитатора технического зрения для ускорения внедрения системы автоматизированного контроля и герметизации консервов в поточном производстве с использованием системы технического зрения.

Предложенный автором подход позволяет реализовать комплексную автоматизацию консервной линии, включая герметизацию консервных банок, контроль подтеков и прочих нарушений их герметичности.

### **Структура и содержание диссертационной работы.**

Во **введении** обоснована актуальность диссертационной работы, определены цель и задачи исследования и практическая значимость полученных результатов.

В **первой** главе показано, что существующие системы автоматизации линий рыбоконсервных производств не содержат функциональных подсистем, обеспечивающих герметизацию консервов и контроль их герметичности в процессе производства, что является одним из основных недостатков существующих систем автоматизации рыбоконсервных производств. Указанный недостаток устранен использованием в структуре управления линией систем технического зрения, позволяющих локализовать подтеки и прочие нарушения герметичности консервных банок в ходе производственного процесса.

Указанное предложение может использоваться после закатки консервов и их стерилизации, что является базовым решением применительно к консервному производству.

Автор предложил повысить чувствительность системы технического зрения введением в структуру консервной линии устройства для вакуумирования среды, в котором находится банка. Такое решение увеличивает перепад давлений между банкой и окружающей средой, что упрощает визуализацию подтеков.

Основные виды дефектов закаточного шва и методы их обнаружения приведены во **второй** главе, при этом предложено пересмотреть методы дефектоскопии, заменив ручные операции определения подтеков средствами технического зрения, что снижает влияние человеческого фактора на результаты контроля качества продукции.

В **третьей** главе рассмотрены предложения по улучшению воспроизводимости закаточного шва, которые можно характеризовать долей дефектных банок или среднеквадратичным отклонением элементов шва от их среднестатистического значения.



Управление качеством продукции поточного производства базировалось на результатах выборочного контроля. Подобные исследования обычно выполняют с объемом выборки от 5 до 30 банок. Снизить брак можно, увеличивая объем выборки или частоту проверок.

В работе представлена функциональная структура системы контроля герметичности консервов с применением средств технического зрения и механического вскрытия шва.

Алгоритмы коррекции внешних и внутренних элементов закаточного шва при настройке закаточной машины изложены в **четвертой** главе. Настройку закаточной машины, как показали предварительные эксперименты, целесообразно проводить используя систему технического зрения и механического вскрытия шва.

Измерения внутренних элементов закаточного шва методом рентгенодефектоскопии согласуются с результатами, полученными при механическом вскрытии шва с погрешностью не превышающей 10%. Это делает возможным использование рентгенодефектоскопии без применения механического вскрытия шва.

Моделирование подсистемы позиционирования и перемещения ленточного конвейера изложено в **пятой** главе диссертации.

При моделировании подсистемы позиционирования изменялись расстояние между банками, от видеокамеры до банки и угол поворота видеокамеры так, чтобы регистрировался весь закаточный шов. Это условие выполняется при угле поворота видеокамеры  $\pm 15^\circ$  (для банки №6). Перемещение конвейера осуществлялось системой, построенной по принципу подчиненного регулирования. Динамика движения конвейера определялась на основе баланса сил, создаваемых двигателем конвейера и моментом трения в подшипнике скольжения конвейера.

Разработанная система удовлетворяет требованиям по точности, быстродействию и колебательности скорости конвейера.

В **заключении** работы обобщены полученные результаты и сформулированы выводы по диссертационному исследованию.

По результатам диссертации автором опубликовано 12 печатных работ, в том числе 3 статьи в журналах, рецензируемых и рекомендованных ВАК, получены патент РФ на изобретение и три патента РФ на полезные модели, а также свидетельство о регистрации программы на ЭВМ.

Результаты диссертационной работы приняты рыбокомбинатом «За Родину» в качестве прототипа при совершенствовании системы контроля герметичности консервов.



Содержание автореферата соответствует положениям, представленным в диссертации.

### **Научно-технические результаты работы**

1. Ручные операции контроля герметичности предложено заменить средствами технического зрения.
2. Показано, что предотвратить разгерметизацию консервов можно измерением баночных концов системой технического зрения.
3. Автоматизировать определение утечек из консервов можно измерением средствами технического зрения размеров и частоты появления пузырьков газа.
4. Обоснована возможность применения оптических методов для контроля герметичности, размеров закаточных швов и глубины посадки крышки, использовано машинное обучение для дефектоскопии консервов.
5. Разработаны алгоритмы настройки закаточной машины средствами технического зрения и механического вскрытия закаточного шва.
6. Компьютерным моделированием определены координаты расположения фиксаторов банок и начальные углы поворота видеокамер.

**Обоснованность и практическая значимость полученных результатов** диссертационной работы Долгого Н.А. заключается в разработке способа и устройства контроля герметичности консервов в металлической таре средствами технического зрения (Пат. РФ 2396529), а также линии для производства рыбных консервов (Пат. на полезную модель РФ 127589) с устройством загрузки консервных банок различной вместимости на транспортер и их позиционирования в условиях переменной производительности поточного производства (Пат. на полезную модель РФ 105263 и 153576). Получено Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ 2016662244 Рос. Федерация «Программа анализа изображений дефектов консервных банок с целью контроля их герметичности».

К основным теоретическим и практическим результатам можно отнести:

1. Методы контроля и обеспечения герметичности при производстве консервов.
2. Разработку имитатора технического зрения.

Однако, по содержанию диссертационной работы можно сделать следующие **замечания** и уточнить следующие вопросы:



1. Не определены экономические потери в условиях нарушения синхронности функционирования отдельных подсистем линии, а также изменение производительности конвейера при его переменной загрузке;
2. Получены ли оптимальные значения дозы продукта в банке с учетом разгерметизации при стерилизации вследствие превышения коэффициента термического расширения продукта над коэффициентом термического расширения металла;
3. Определены ли оптимальные значения температур масла, необходимые для фиксации подтеков?;
4. Обоснованы ли параметры ленточного конвейера, в частности скорость перемещения, необходимой для эффективного применения предлагаемой автоматизированной системы?;
5. В диссертации и автореферате отсутствуют рекомендации производству, а также перспективы дальнейшей разработки темы.

### **Заключение по диссертационной работе**

Отмеченные недостатки не снижают научную и практическую ценность работы.

В диссертационной работе предложено изменить технологию дефектоскопии консервов, заменив ручные операции контроля автоматизированными на основе средств технического зрения. Обосновано использование операторных моделей для систематизации процедур контроля и управления технологическими операциями консервных линий, а также повышение чувствительности контроля герметичности использованием вакуумных технологий и повышением температуры продукта. Использование средств технического зрения позволяет автоматизировать измерение расхода среды, вытекающей из консервов, путем измерения размеров и частоты появления пузырьков газа. Доказана возможность применения оптических методов для контроля герметичности, размеров закаточных швов и глубины посадки крышки, а также машинного обучения для дефектоскопии консервов. Разработана система контроля герметичности и качества закаточного шва консервов при их перемещении ленточным конвейером. Особое внимание уделено подсистеме позиционирования, обеспечивающей полный обзор закаточных швов при движении консервной линии. Синтезированы алгоритмы настройки закаточной машины, обеспечивающие дефектоскопию консервов с учетом коррекции элементов закаточного шва.

Методом компьютерного моделирования определены условия, обеспечивающие фиксацию закаточного шва: координаты расположения



фиксаторов банок и угол поворота видеокамер. Оценивая работу в целом, считаем, что диссертационная работа Долгого Николая Алексеевича является законченным научным исследованием, в котором решена важная научно-техническая задача, имеющая теоретическое значение и практическую значимость. Выводы и рекомендации автора достаточно обоснованы.

По актуальности проблемы, решенной на современном теоретическом уровне, научной новизне и практической значимости диссертационная работа Долгого Николая Алексеевича «Автоматизированная система контроля герметичности консервов в поточном производстве» отвечает требованиям п.9-11 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (Постановление Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842, с изменениями и дополнениями от 30 июля 2014 г., 21 апреля, 2 августа 2016 г., 29 мая, 28 августа 2017 г., 1 октября 2018 г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Долгий Николай Алексеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (пищевая промышленность)».

Отзыв на диссертационную работу Долгого Николая Алексеевича рассмотрен и одобрен на расширенном заседании научно-технического совета лаборатории биотехнологий Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН).

Протокол № 1 от 04.06. 2019 г.


Г.н.с., заведующий лабораторией  
биотехнологий ФНЦ агроэкологии РАН,  
доктор тех. наук



Н.И. Лебедь

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН), 400062, Волгоградская обл., г. Волгоград, просп. Университетский, д. 97. Адрес электронной почты: [info@vfanc.ru](mailto:info@vfanc.ru). Официальный сайт: <https://vfanc.ru>. Контактный телефон: 8 (8442) 46-25-67, факс: 8 (8442) 46-25-13

*Подпись Лебедь Н.И.*  
*Менеджер по персоналу*



*Составлен №*  
*04.06.2019г.*