

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор

ФГБОУ ВО «МИРЭА —

Российский технологический

университет»

Н.И. Прокопов

«10» 09 2025 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «МИРЭА –Российский технологический университет» (РТУ МИРЭА) по диссертационной работе Благовещенского Владислава Германовича на тему «Методологические основы автоматизации контроля органолептических показателей качества кондитерской продукции и создание на их базе интеллектуальных систем управления», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по научной специальности 2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по техническим наукам).

Диссертация выполнена на кафедре промышленной информатики Института искусственного интеллекта федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «МИРЭА- Российский технологический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Кандидат технических наук, доцент кафедры промышленной информатики РТУ МИРЭА Благовещенский Владислав Германович в 2018 г. с отличием окончил бакалавриат по направлению «Управление в технических системах» и затем с отличием окончил магистратуру ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств» по специальности «Информатика и вычислительная техника», после чего поступил в очную аспирантуру на кафедру «Автоматизированные системы управления биотехнологическими процессами» того же Университета. В 2021 г. защитил диссертацию на соискание уч. степени кандидата технических наук в МГУПП на тему: «Интеллектуальная автоматизированная система управления качеством халвы с использованием гибридных методов и технологий» по специально-

сти 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

В настоящее время им выполнена диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук на тему «Методологические основы автоматизации контроля органолептических показателей качества кондитерской продукции и создание на их базе интеллектуальных систем управления» по специальности 2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами. По результатам итогового доклада и его обсуждения на научном семинаре кафедры промышленной информатики РТУ МИРЭА диссертация Благовещенского В.Г. была рекомендована к защите в Диссертационном Совете 24.2.334.01 (Д 212.148.02) при ФГБОУ ВО «РОСБИО-ТЕХ». Диссертационная работа является обобщением научных исследований, проведенных Благовещенским В.Г. в 2016 – 2024 гг. В настоящее время по материалам диссертации опубликовано 250 научных работ. Из них 3 монографии, 2 учебных пособия, 1 патент на изобретение, 9 свидетельств о регистрации программы для ЭВМ, 2 свидетельства о регистрации базы данных, 25 статей в журналах, входящих в список ВАК (К1 – 4 статьи, К2 – 11 и К3 – 10), а также 211 статьи в других профессиональных журналах и научных сборниках.

Научный консультант – доктор физико-математических наук, профессор Краснов Андрей Евгеньевич, профессор кафедры информационных технологий, искусственного интеллекта и общественно-социальных технологий цифрового общества ФГБОУ ВО РТУ МИРЭА.

По итогам обсуждения на научном семинаре кафедры промышленной информатики (Приложение 1) принято следующее заключение:

Актуальность работы. На современном этапе экономического развития Российской Федерации на первый план выходят проблемы повышения качества и конкурентоспособности отечественных продуктов питания. Решение данных проблем в современных условиях возможно только на основе использования новейших научных достижений в области техники и технологии, обеспечения стабильности производственных процессов, оснащения поточно - механизированных линий современными средствами непрерывного автоматического контроля, регулирования и управления с использованием высокоэффективных интеллектуальных технологий.

Среди многих отраслей пищевой промышленности важнейшее место принадлежит кондитерской, продукция, которой пользуется неизменным и повышенным спросом у населения страны. Трудность решения проблемы

обеспечения 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 параметров хода процессов приготовления неоднородных кондитерских масс, и не позволяет получать стабильный по качеству готовый продукт.

Основная задача управления качеством кондитерской продукции – обеспечить стабильность производственных процессов, не допустить появление брака и других несоответствий выпускаемых кондитерских изделий установленным требованиям. Поэтому для эффективного управления производством необходимо наличия достоверных данных о показателях качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции. При этом важно, чтобы данные были получены в кратчайшие сроки, так как оперативность, достоверность и своевременность получения данных значительно влияет на скорость и правильность принятия решений.

Важнейшими показателями при оценке качества кондитерских продуктов являются органолептические показатели (вкус, цвет, запах, внешний вид и др.). Оценку этих свойств в настоящее время осуществляют в лабораториях кондитерских предприятий органолептическим путем эксперты-дегустаторы. Такой контроль не позволяет реализовать функции по автоматическому управлению качеством готовой кондитерской продукции и имеет фактор субъективности.

Решение данной проблемы требует наличия современных средств непрерывного автоматического контроля на поточной линии в реальном времени органолептических показателей качества сырья, полуфабрикатов и готовой кондитерской продукции за счет внедрения высокоэффективных интеллектуальных технологий в производственный процесс и создания на этой основе интеллектуальных автоматизированных систем управления.

Трудность решения задач автоматизации контроля на поточной линии в реальном времени данных органолептических показателей заключается в том, что кондитерские массы представляют собой сложные и неоднородные многокомпонентные смеси, состояние которых зависит от многих факторов (состава сырья, режимов работы оборудования, структурно-механических свойств и т.д.). Все это вызывает частые колебания параметров процессов приготовления многокомпонентных кондитерских масс, что отражается на качестве полуфабрикатов и готовой продукции.

Успешное решение этой проблемы возможно лишь при создании и внедрении в производственный процесс автоматизированных интеллектуальных систем контроля и управления с использованием искусственных нейронных сетей (ИНС), систем компьютерного зрения (СКЗ), мультиагентных имитационных технологий моделирования, цифровых двойников, виртуальной, дополненной реальности и других интеллектуальных технологий.

Создание такой системы позволит: непрерывно, в потоке контролировать органолептические показатели качества сырья, полуфабрикатов и готовой кондитерской продукции в течение всего технологического процесса; обеспечить стабильность производства кондитерских изделий; прогнозировать качество полуфабрикатов и готовой продукции; существенно уменьшить уровень брака, снизить потери рабочего времени, сырья и энергии, повысить качество готовой продукции.

Решение этих актуальных задач является крупной теоретической и практической проблемой, позволяющей значительно повысить эффективность сложных многостадийных ТП кондитерских производств.

Исходя из вышеизложенного, тема диссертационной работы «Методологические основы автоматизации контроля органолептических показателей качества кондитерской продукции и создание на их базе интеллектуальных систем управления» является актуальным направлением развития кондитерской промышленности, имеющим важное народнохозяйственное значение, а также актуальной научно-технической задачей специальности 2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Цель диссертационной работы

Целью диссертационной работы является разработка методологических основ цифровой трансформации производственных процессов кондитерской промышленности путем создания типовой интеллектуальной системы автоматического контроля и управления качеством кондитерских изделий с различной структурой

Личный вклад автора в получении результатов, изложенных в диссертации. В ходе работы над диссертацией соискатель выполнил большой объем теоретических исследований, а также провел серию вычислительных экспериментов. Им представлен системный анализ современного состояния исследований по автоматизации контроля показателей качества кондитерских изделий разной структуры (твердой, желеобразной, аморфной): плиточный шоколад; глазированные помадные конфеты; суфле; халва; мармелад; карамель; зефир; козинаки; драже; ирис. Проведено исследование основных этапов технологических процессов производства этой кондитерской

продукции, позволившее провести их структурно – параметрическое моделирование, выбрать и обосновать наиболее информативные входные параметры, оказывающие влияние на органолептические показатели качества кондитерской продукции. Определены основные органолептические показатели качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, контролируемые на каждой стадии производства кондитерской продукции. Проведен системный анализ методов, алгоритмов и технологий искусственного интеллекта для обоснования их использования при разработке интеллектуальных автоматизированных систем контроля и управления качеством кондитерской продукции. Разработан инструментарий для автоматического контроля в режиме реального времени органолептических показателей качества сырья, полуфабрикатов и готовых кондитерских изделий, с учетом областей их использования и применяемых интеллектуальных методов и технологий. Представлены разработанные структурно- параметрические, математические, ситуационные и имитационные модели процессов производства разнообразных типов кондитерской продукции. Разработана методика создания и использования цифровых моделей процессов производства кондитерских изделий, позволяющих прогнозировать ход этих процессов и определять необходимые при этом режимы работы используемого оборудования. Создана новая линейка оригинальной персонализированной кондитерской продукции нового поколения на основе использования технологий виртуальной, дополненной реальности и кастомизации. Разработана методика создания интеллектуальной автоматизированной системы контроля и управления качеством кондитерской продукции. Проведена практическая апробация разработанных моделей, алгоритмов, способов и результатов моделирования, а также разработанных принципов и методов автоматического контроля органолептических показателей на действующих кондитерских предприятиях, с целью повышения эффективности работы линий этих производств. Проведена производственная проверка результатов исследования на промышленном оборудовании кондитерских фабрик Холдинга «Объединенные кондитеры».

Степень достоверности полученных в работе результатов

Достоверность полученных в работе результатов подтверждается использованием методов системного анализа и теории принятия решений, экспериментальными исследованиями, проведенными в производственных условиях ОАО «Рот-Фронт» Холдинга «Объединенные кондитеры», а также обеспечивается совпадением расчетных данных и результатов эксперимента.

Научная новизна полученных в работе результатов.

1. Определены направления цифровизации ТП производства кондитерской продукции.
2. Разработаны методологические основы анализа ТП производства кондитерской продукции разной структуры как объектов автоматизации. Разработаны функционально-структурные схемы (ФСС) влияния показателей качества исходного сырья и промежуточных операций на формирование качества готовой кондитерской продукции с указанием необходимых точек контроля и регулирования.
3. Разработана концептуальная структурно- динамическая модель интеллектуальной системы автоматического контроля и управления качеством (ИСАКиУК) различной кондитерской продукции в процессе производства и на их основе получена стратегическая карта создания такой системы.
4. Разработана и теоретически обоснована методология создания нового поколения интеллектуальных средств автоматизации контроля основных органолептических показателей качества сырья, полуфабрикатов и готовой кондитерской продукции.
5. Предложены методы и способы автоматического контроля в режиме реального времени следующих органолептических показателей качества: коэффициента извлечения примесей в сырье; внешнего вида сырья и готовых изделий; угла естественного откоса; блеска поверхности готовых кондитерских изделий; формы, размера и количества изделий на транспортере; консистенции; вкуса; запаха; цвета; вязкости.
6. Проведено научное обоснование и разработан комплекс структурно – параметрических, математических, ситуационных и имитационных моделей ТП производства кондитерской продукции, позволяющий получать устойчивые решения ИСАКиУК в условиях ограниченной исходной информации.
7. Предложены научные основы создания цифровых двойников (ЦД) ТП производства кондитерской продукции на основе их структурно- параметрических, математических, ситуационных и имитационных моделей

8. Разработаны методологические основы автоматизации создания новой линейки персонализированной кондитерской продукции нового поколения. Разработана методика автоматического перевода новых изделий в цифровую форму.

9. Разработана концепция создания ИСАКиУК кондитерской продукции.

10. Разработаны методологические основы создания типовой ИСКАиУ качеством кондитерской продукции с применением нейросетевых прогнозирующих регуляторов и техническими решениями для обеспечения работы этой системы.

11. Представлены модернизированные функциональные схемы автоматизации (ФСА) основных этапов процессов производства кондитерской продукции разной структуры с включением в эти схемы разработанных интеллектуальных средств автоматического контроля органолептических показателей качества сырья, полуфабрикатов и готовых изделий.

Практическая значимость работы.

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

1. «Модуль расчета угла естественного откоса» (Свидетельство Роспатента о государственной регистрации программы для ЭВМ RU № 2025661081, 29.04.2025).

2. «Программа мониторинга извлечения примесей при сепарировании семян подсолнечника» (Свидетельство Роспатента о государственной регистрации программы для ЭВМ RU № 2025619028, 14.04.2025).

3. «МИКРОСПЕКТР. МОДУЛЬ 2» (Свидетельство Роспатента о государственной регистрации программы для ЭВМ RU № 2024613819, 15.02.2024).

4. «Модуль расчета консистенции с фиксированным таймингом» (Свидетельство Роспатента о государственной регистрации программы для ЭВМ RU № 2025614754, 25.02.2025).

5. «Конструктор внешнего вида и формы кондитерских изделий» (Свидетельство Роспатента о государственной регистрации программы для ЭВМ RU № 2025613322, 11.02.2025).

6. «Модуль машинного зрения для расчета консистенции» (Свидетельство Роспатента о государственной регистрации программы для ЭВМ RU № 2025615894, 11.03.2025).

7 «Модуль расчета вязкости» (Свидетельство Роспатента о государственной регистрации программы для ЭВМ RU № 2025662616, 22.05.2025).

8. «Программа для оценки цвета кондитерских изделий» (Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU № 2025666321, 25.06.2025).

9. «Модуль расчета оценки вкуса кондитерских изделий на производстве» (Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU № 2025682461, 22.08.2025).

10. «Программный модуль расчета для оценки запаха кондитерских изделий на производстве» (Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU № 2025683407, 03.09.2025).

Разработаны базы данных:

11. «Органолептические показатели качества современной кондитерской продукции» (Свидетельство Роспатента о государственной регистрации базы данных RU № 2024625642, 02.12.2024);

12. «Реологические показатели качества современной кондитерской продукции» (Свидетельство Роспатента о государственной регистрации базы данных RU № 2024626158, 19.12.2024).

13. Получен патент на «Способ и устройство для Фурье- анализа жидких светопропускающих сред» (Патент на изобретение RU № 2770415 С1, 15.04.2022. Заявка № 2021101580, 26.01.2021).

Разработанные методы, модели, алгоритмы, способы, структуры и программы прошли апробацию и были внедрены в кондитерском цехе ОАО «Рот-Фронт» Холдинга «Объединенные кондитеры», а также на других кондитерских фабриках Холдинга ООО «Объединенные кондитеры»; на ООО «СП

Автоматизация», что подтверждается соответствующими актами внедрения научно-технической продукции (Приложения 1 – 4).

Полученные в рамках настоящего исследования научные и практические результаты диссертационной работы внедрены в учебный процесс кафедры промышленной информатики ФГБОУ ВО «МИРЭА – РТУ», а также на кафедре «Автоматизированные системы управления биотехнологическими процессами» ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ» для студентов направлений подготовки «Автоматизация технологических процессов и производств» и «Управление в технических системах». Имеются соответствующие акты внедрения

Ценность научной работы.

Основным научным результатом является развитие *теории и практики промышленного кондитерского производства* кондитерских изделий на основе автоматизации контроля в режиме реального времени органолептических показателей их качества на всех этапах производства.

На основе современных интеллектуальных технологий создана оригинальная интеллектуальная автоматизированная система управления качеством кондитерской продукции, позволяющая осуществлять сбор, передачу, статистическую обработку, графическую визуализацию и хранение данных мониторинга о показателях качества кондитерской продукции различной структуры. Это совершенствует *приборную базу методов контроля органолептических показателей качества кондитерских изделий*.

В диссертации решена важная научно-прикладная проблема, имеющая большое народно-хозяйственное значение. В условиях нестабильности качества поступающего на производство сырья, сложной формализуемой обстановки, влияния многочисленных факторов и режимных параметров используемого оборудования на процесс производства кондитерской продукции, решением этих проблем является создание интеллектуальной автоматизированной системы управления качеством кондитерской продукции на основе использования нейросетевых технологий, системы технического зрения, имитационных моделей и эффективного сочетания этих методов и технологий.

Научные результаты, полученные в диссертации, доведены до практического использования. Они представляют непосредственный интерес для кондитерских предприятий в области автоматизации контроля и управления качеством кондитерской продукции.

Соответствие диссертации требованиям, установленным п.14 «Положения о присуждения ученых степеней»

Диссертация Благовещенского В.Г. прошла проверку на наличие неправомерных заимствований в системе «Антиплагиат», в результате которой выявлено, что диссертация при исключении из анализа трудов автора содержит 90% оригинального текста.

В диссертации отсутствуют заимствованные материалы без ссылок на авторов и (или) источники заимствования.

В диссертации отсутствуют результаты научных работ, выполненные соискателем ученой степени в соавторстве, без ссылок на авторов.

Соответствие диссертации научной специальности. Материалы диссертации соответствуют научной специальности 2.3.3 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами», а именно пунктам: «2. Автоматизация контроля и испытаний», «3. Методология, научные основы, средства и технологии построения автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) и производствами (АСУП), а также технической подготовкой производства (АСТПП) и т. д.», «4. Теоретические основы и методы моделирования, формализованного описания, оптимального проектирования и управления технологическими процессами и производствами», «6. Научные основы и методы построения интеллектуальных систем управления технологическими процессами и производствами», «11. Методы создания, эффективной организации и ведения специализированного информационного и программного обеспечения АСУТП, АСУП, АСТПП и др., включая базы данных и методы их оптимизации», «12. Методы создания специального математического и программного обеспечения, пакетов прикладных программ и типовых модулей функциональных и обеспечивающих подсистем АСУТП, АСУП, АСТПП и др., включая управление исполнительными механизмами в реальном времени».

Полнота изложенных результатов диссертации в работах, опубликованных автором.

Основное содержание диссертационной работы и ее результаты отражены в опубликованных 250 печатных работы. Из них 3 монографии, 2 учебных пособия, 1 патент на изобретение, 9 свидетельств о регистрации программы для ЭВМ, 2 свидетельства о регистрации базы данных, 25 статей в журналах, входящих в список ВАК (К1 – 4 статьи, К2 – 11 и К3 – 10), а также 211 статьи в других профессиональных журналах и научных сборниках.

Основные положения диссертационной работы опубликованы в следующих работах:

Публикации в изданиях, включенных в Перечень ВАК РФ:

1. Благовещенский, В.Г. Автоматизация контроля запаха кондитерской продукции с использованием искусственных нейронных сетей / В.Г. Благовещенский // Научно-технический вестник Поволжья. - 2025. - № 3. С. 77-82.
2. Благовещенский, В.Г. Использование искусственной нейронной сети YOLO в задаче автоматического распознавания бракованных кондитерских изделий / В.Г. Благовещенский // Научно-технический вестник Поволжья. - 2024. - № 10. С. 96-100.
3. Благовещенский, В.Г. Разработка новой линейки персонализированной кондитерской продукции с использованием технологий кастомизации / В.Г. Благовещенский // Научно-технический вестник Поволжья. - 2024. - № 12. С. 225 - 228.
4. Благовещенский, В.Г. Оптимизация пищевых производств с использованием технологий виртуальной, дополненной реальностей и инструментов Кайдзен / В.Г. Благовещенский, И.Г. Благовещенский, В.А. Холопов, АЕ Яблоков, М.М. Благовещенская // Научно-технический вестник Поволжья. - 2024. - № 12. С. 229-233.
5. Благовещенский, В.Г. Обучение работников ручной сборке изделий с использованием интерактивного сопровождения и машинного зрения / В.Г. Благовещенский, М.М. Клягин, В.А. Серебрянкин // Автоматизация. Современные технологии. - 2024. Т. 78. - № 4. С. 188-192. DOI: 10.36652/0869-4931-2024-78-4-188-192
6. Рылов, С.А. Концепция разработки ротационных вискозиметров на базе технологий промышленного интернета вещей / С.А. Рылов, И.В. Кротов, М.М. Благовещенская, В.Г. Благовещенский, И.Г. Благовещенский, А.Е. Яблоков // Хранение и переработка сельхозсырья. - 2024. - № 4. С. 70 - 83. DDI: 10.36107/spfp.2024.4.453
7. Веселов, М.В. Использование предприятиями кондитерской промышленности искусственных нейронных сетей в производстве пористого шоколада / М.В. Веселов, М.М. Благовещенская, А.Е. Яблоков, И.Г. Благовещенский, В.Г. Благовещенский, В.А. Холопов // Научно-технический вестник Поволжья. - 2024. - № 12. С. 234-236.
8. Благовещенский, В.Г. Адаптивное управление нестационарными процессами хранения семян подсолнечника на основе использования интеллектуальных технологий / В.Г. Благовещенский, П.М. Шкапов, И.Г. Благовещенский, И.В. Кротов, С.А. Мокрушин // Научно-технический вестник Поволжья. - 2024. - № 11. С. 89-93.
9. Яблоков, А.Е. Технология искусственных нейронных сетей в задаче интеллектуальной онлайн- диагностики технологического оборудования пи-

щевой отрасли / А.Е. Яблоков, М.А. Латышев, М.М. Благовещенская, В.Г. Благовещенский, А.В. Кайченков // Научно-технический вестник Поволжья. - 2024. - № 10. С. 139-142.

10. Шатунов, Д.В. Описание системы автоматизации технологического процесса розлива воды с использованием стандарта AUTOMATION MARKUP LANGUAGE / Д.В. Шатунов, С.А. Рылов, В.А. Холопов, В.Г. Благовещенский // Приборы. - 2024. - № 6 (288). С. 39-48.

11. Рылов, С.А. Протокол DDS как единая среда передачи данных в режиме реального времени / С.А. Рылов, С.В. Макаров, В.Г. Благовещенский, И.Ю. Зайцев // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. - 2024. Т. 71. - № 3 (56). С. 89-99. DOI: 10.22314/2658-4859-2024-71-3-89-99

12. Мокрушин, С.А. Введение алгоритма диагностики аварийных ситуаций в систему автоматизированного управления процессом стерилизации консервов / С.А. Мокрушин, И.Г. Благовещенский, М.М. Благовещенская, С.И. Охапкин, В.Г. Благовещенский // Хранение и переработка сельхозсырья. - 2024. - № 1. С. 108-119. DDI:10.36107/spfp.2024.1.415

13. Краснов, А.Е. Волновая сеть для распознавания изображений / А.Е. Краснов, М.Е. Головкин, Д.Н. Никольский, В.Г. Благовещенский // Автоматизация в промышленности. - 2022. - № 10. С. 28-33. DOI: 10.25728/avtprom.2022.10.06

14. Благовещенский, И.Г. Повышение эффективности технологических процессов на основе современных методов моделирования и оптимизации / И.Г. Благовещенский, М.Ю. Музыка, В.Г. Благовещенский, В.В. Головин, П.М. Шкапов // Инженерный журнал: наука и инновации. - 2022. - № 5 (125). С. 146-156.

15. Благовещенский, И.Г. Адаптивная система управления с идентификатором нестационарными процессами производства / И.Г. Благовещенский, В.Г. Благовещенский, П.М. Шкапов, А.С. Носенко, А.М. Аднодворцев // Инженерный журнал: наука и инновации. - 2022. - № 5 (125). С. 162-169.

16. Музыка, М.Ю. Интеллектуальный модуль- дегустатор для прогнозирования вкуса кефира / М.Ю. Музыка, И.Г. Благовещенский, М.М. Благовещенская, А.В. Бунеев, В.Г. Благовещенский // Хранение и переработка сельхозсырья. - 2022. - № 1. С. 173-193. DOI: 10.36107/spfp.2022.241

17. Музыка, М.Ю. Оценка возможности использования системы технического зрения для контроля маркировки готовой молочной продукции / М.Ю. Музыка, М.М. Благовещенская, И.Г. Благовещенский, А.М. Аднодворцев, В.Г. Благовещенский, А.В. Бунеев // Хранение и переработка сельхозсырья. - 2021. - № 4. С. 187-205. DOI: 10.36107/spfp.2021.265

18. Музыка, М.Ю. Использование методов имитационного моделирования для анализа функционирования процессов производства кефира / М.Ю. Музыка, И.Г. Благовещенский, В.Г. Благовещенский, С.А. Мокрушин, М.М. Благовещенская // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. - 2021. Т. 83.- № 4 (90). С. 17-24. DOI: 10.20914/2310-1202-2021-4-17-24
19. Музыка, М.Ю. Технические решения для реализации программно-аппаратного комплекса управления качеством пищевой продукции / М.Ю. Музыка, И.Г. Благовещенский, В.Г. Благовещенский, В.В. Головин, М.М. Благовещенская, И.А. Качура // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. - 2021. Т. 83. - № 4 (90). С. 49-56. DOI: 10.20914/2310-1202-2021-4-49-56
20. Благовещенский, В.Г. Применение нейросетевых технологий для управления качеством кондитерских изделий в процессе производства / В.Г. Благовещенский, А.Е. Краснов, Е.И. Баженов, М.М. Благовещенская, С.А. Мокрушин // Системы управления и информационные технологии. - 2021. - № 3 (85). С. 37-41. DOI: 10.36622/VSTU.2021.85.3.007
21. Благовещенский, В.Г. Разработка структурно- параметрической, математической и ситуационной моделей сепарирования семян подсолнечника / В.Г. Благовещенский, А.Е. Краснов, И.Г. Благовещенский, М.Ю. Музыка, В.В. Головин, М.М. Благовещенская // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. - 2021. - № 3 (49). С. 30-37. DOI: 10.17586/2310-1164-2021-14-3-30-37
22. Благовещенский, И.Г. Интеллектуальный анализ данных для систем поддержки принятия решений диагностики процессов производства пищевой продукции. В цифровизации агропромышленного комплекса / И.Г. Благовещенский, В.Г. Благовещенский, Е.А. Назойкин, А.Н. Петряков // Казанская наука. - 2020. Т. 1. С. 105.
23. Хамед Э.М.Т. Контроль качества розлива и маркировки пищевых продуктов с использованием интеллектуальных технологий / Э.М.Т. Хамед, И.Г. Благовещенский, В.Г. Благовещенский, Д.В. Зубов// Health, Food & Biotechnology. - 2020. Т. 2.- № 1. С. 112-127. DOI: 10.36107/hfb.2020.i1.s2
24. Благовещенский В.Г. Определение эффективности процесса сепарирования семян подсолнечника в потоке с использованием компьютерного зрения / В.Г. Благовещенский, А.Н. Петряков, В.А. Сумерин // Health, Food & Biotechnology. - 2020. Т. 2. - № 3. С. 40-47. DOI: 10.36107/ hfb.2020.i3.s70
25. Сантос Кунихан М.Р. Повышение качества молотого кофе «Арабика» за счет использования SCADA системы при автоматизации процесса объ-

емного дозирования / М.Р. Сантос Кунихан, И.Г. Благовещенский, В.Г. Благовещенский, А.Н. Петряков // Health, Food & Biotechnology. - 2019. Т. 1. - № 2. С. 121-135. DOI: 10.36107/hfb.2019.i2.s255

II. Публикации в изданиях, включенных в изданиях, рецензируемых в междунациональных базах данных (Scopus и WOS)

26. Blagoveschenskiy V.G. Hybrid algorithms for optimization and diagnostics of hydromechanical systems used in food production bio-technology. in materials science and engineering "fundamental and applied /Blagoveshchenskiy V.G., Sulimov V.D., Blagoveshchenskaya M.M.// Проблемы механики. 2018. № 2017. С. 012039.

27. Blagoveshchenskaya M.M., Blagoveshchenskiy V.G., Rogelio S.C.M., Petryakov A.N. Development of a neural network model for controlling the process of dosing bulk food masses // Journal of Physics: Conference Series. Сер. "Fundamental and Applied Problems of Mechanics, FAPM 2019" 2020. С. 012027.

28. Blagoveshchenskiy I.G., Blagoveshchenskiy V.G., Besfamilnaya E.M., Sumerin V.A. Development of databases of intelligent expert systems for automatic control of product quality indicators // Journal of Physics: Conference Series. Сер. "Fundamental and Applied Problems of Mechanics, FAPM 2019" 2020. С. 012019.

29. Blagoveschenskiy V.G. Selection of a system for automatic control of the sterilization process of canned food in an industrial autoclave / Mokrushin S.A., Nazoikin E.A., Zabenkova N.A., Blagoveschenskiy V.G., Terekhin A.R., Galkin N.S. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2022. – Vol. 1052, No. 1. – P. 012136. – DOI 10.1088/1755-1315/1052/1/012136.

30. Blagoveschenskiy I.G., Petryakov A.N., Blagoveschenskiy V.G. Using depth map algorithms to improve the quality of object identification on digital stereo images // Journal of Physics: Conference Series. Сер. "International Meeting - Fundamental and Applied Problems of Mechanics" 2019. С. 012021.

31. Blagoveschenskiy V.G. Comparative evaluation of the effectiveness of the separation process with various types of movement of the separating surface /Blagoveshchenskiy V.G., Blagoveshchenskaya M.M.// В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. Сер. "Fundamental and Applied Problems of Mechanics, FAPM 2019" 2020. С. 012036.

32. Blagoveschenskiy V.G. Development and research of mathematical models and control algorithms for the separation of bulk materials /Blagoveshchenskiy I.G., Blagoveshchenskiy V.G., Blagoveshchenskaya M.M., Krasnov A.E.//В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engi-

neering. Fundamental and Applied Problems of Mechanics (FAPM 2020). 2021. С. 012018.

III. Патенты, свидетельства Роспатента о регистрации базы данных, программ для ЭВМ

33. Благовещенский, В.Г. Конструктор внешнего вида и формы кондитерских изделий / В.Г. Благовещенский, И.Г. Благовещенский, И.В. Кротов // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2025613322, 11.02.2025. Заявка № 2025611139 от 24.01.2025.

34. Благовещенский, В.Г. Модуль расчета консистенции с фиксированным таймингом / В.Г. Благовещенский В.Г., Благовещенский И.Г., Кротов И.В. // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2025614754, 25.02.2025. Заявка № 2025613088 от 20.02.2025.

35. Благовещенский, В.Г. Модуль машинного зрения для расчета консистенции / В.Г. Благовещенский, И.Г. Благовещенский, И.В. Кротов // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2025615894, 11.03.2025. Заявка № 2025614363 от 05.03.2025.

36. Благовещенский, В.Г. Органолептические показатели качества современной кондитерской продукции / В.Г. Благовещенский, И.В. Кротов, И.Г. Благовещенский // Свидетельство о регистрации базы данных RU 2024625642, 02.12.2024. Заявка № 2024625359 от 16.11.2024.

37. Благовещенский, В.Г. Реологические показатели качества современной кондитерской продукции / В.Г. Благовещенский, И.Г. Благовещенский, И.В. Кротов // Свидетельство о регистрации базы данных RU 2024626158, 19.12.2024. Заявка № 2024625798 от 29.11.2024.

38. Дроханов, А.Н. Способ и устройство для Фурье- анализа жидких светопропускающих сред. / А.Н. Дроханов, В.Г. Благовещенский, А.Е. Краснов, Е.А. Назойкин // Патент на изобретение RU 2770415 С1, 15.04.2022. Заявка № 2021101580 от 26.01.2021.

39. Благовещенский, В.Г. МИКРОСПЕКТР. МОДУЛЬ 2. /В.Г. Благовещенский, М.В. Васильев, А.В. Горшков, В.Г. Дементьев, А.А. Кузьмина, А.Ф. Моор //Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2024613819, 15.02.2024. Заявка от 15.02.2024.

40. Благовещенский, В.Г. Модуль расчета вязкости / В.Г. Благовещенский, И.Г. Благовещенский, И.В. Кротов // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2025662616, 22.05.2025. Заявка № 2025660744 от 30.04.2025.

41. Благовещенский, В.Г. Программа мониторинга извлечения примесей при сепарировании семян подсолнечника / В.Г. Благовещенский, И.Г.

Благовещенский, И.В. Кротов // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2025619028, 14.04.2025. Заявка № 2025611139 от 24.01.2025.

42. Благовещенский, В.Г. Модуль расчета угла естественного откоса / В.Г. Благовещенский, И.Г. Благовещенский, И.В. Кротов // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2025661081, 29.04.2025. Заявка № 2025618862 от 12.04.2025.

43. Благовещенский, В.Г. Программа для оценки цвета кондитерских изделий / В.Г. Благовещенский, И.Г. Благовещенский, И.В. Кротов // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2025666321, 25.06.2025. Заявка № 2025664650 от 03.06.2025.

44. Благовещенский, В.Г. Модуль расчета оценки вкуса кондитерских изделий на производстве/ В.Г. Благовещенский, И.Г. Благовещенский, Е.Н. Зеленова, И.В. Кротов // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2025682461, 22.08.2025. Заявка № 2025681278 от 09.07.2025.

IV. Монографии

45. Благовещенский В.Г., Благовещенский И.Г. Интеллектуальная автоматизированная система управления качеством халвы с использованием гибридных методов и технологий / Благовещенский В.Г., Благовещенский И.Г.//Монография. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2022. – 186 с.

46. Благовещенский В.Г. и др. Разработка моделей, методов и алгоритмов интеллектуальной автоматизированной системы контроля и управления качеством кефира / И. Г. Благовещенский, В. Г. Благовещенский, Л. А. Крылова, М. М. Благовещенская // Монография. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – 216 с. –

47. Благовещенский В.Г. Методологические основы автоматизации контроля органолептических показателей качества кондитерской продукции и создание на их базе интеллектуальных систем управления. /Благовещенский В.Г.// Монография. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2024. – 558 с.

У. Научные публикации в других журналах:

48. Благовещенский В.Г. и др. Повышение качества за счет использования SCADA системы при автоматизации процесса объемного дозирования/ Сантос Кунихан М.Р., Благовещенский И.Г., Благовещенский В.Г., Петряков А.Н.// Health, Food & Biotechnology. 2019. Т. 1. № 2. С. 121-135.

49. Благовещенский В.Г и др. Контроль качества маркировки пищевых продуктов с использованием интеллектуальных технологий /Хамед Э.М.Т.,

Благовещенский И.Г., Благовещенский В.Г., Зубов Д.В.// Health, Food & Biotechnology. 2020. Т. 2. № 1. С. 112-127.

50. Благовещенский В.Г. и др. Автоматизация контроля показателей качества и выявления брака продукции с использованием системы компьютерного зрения / И.Г. Благовещенский, М.М. Благовещенская, С.М. Носенко // Кондитерское производство. 2016. - №3. – С. 26 – 30.

51. Благовещенский В.Г. Разработка ситуационной модели технологических процессов производства помадных конфет // Кондитерское производство. 2017. №3. – С.17 – 20.

52. Благовещенский, В. Г. Определение эффективности процесса сепарирования семян подсолнечника в потоке с использованием компьютерного зрения / В. Г. Благовещенский, А. Н. Петряков, В. А. Сумерин // Health, Food & Biotechnology. – 2020. – Т. 2, № 6. – С. 40-47. – DOI 10.36107/hfb.2020.i3.s70.

53. Благовещенский В.Г. Автоматизация процесса очистки семян подсолнечника при производстве халвы // Автоматизация и управление технологическими и бизнес-процессами в пищевой промышленности 2016. С. 58-62.

54. Благовещенский В.Г. и др. Разработка структурно-параметрической модели процесса приготовления помадного сиропа при производстве халвы // Автоматизация и управление технологическими и бизнес-процессами в пищевой промышленности. 2016. С. 86-91.

55. Благовещенский В.Г. и др. Автоматизация процесса приготовления помадного сиропа // Пищевая промышленность», №6, 2015. С. 42-45.

56. Благовещенский В.Г. и др. Разработка программно-аппаратного комплекса мониторинга производства халвы. Книга - Развитие пищевой и перерабатывающей промышленности России: кадры и наука. 2017. С. 196-199.

57. Благовещенский В.Г. и др. Разработка интеллектуальных аппаратно-программных комплексов мониторинга процессов сепарирования дисперсных пищевых масс на основе интеллектуальных технологий. В книге: Развитие пищевой и перерабатывающей промышленности России: кадры и наука. 2017. С. 199-201.

Выступления на конференциях.

Основные положения диссертационной работы были обсуждены и одобрены на:

- конференции " 21 век: фундаментальная наука и технологии " (« 21 century: fundamental science and technology V») ,10-11 ноября 2016 г., North Charleston, USA ;

- конференции «Автоматизация и управление технологическими и бизнес – процессами пищевой промышленности», 18 – 20 мая 2016 г., МГУПП;
- V международной научно-практической конференции «21 век фундаментальная наука и технологии» («21 century: fundamental science and technology V»), Институт вычислительных технологий СО РАН;
- Международной научно-практической конференции «Интеллектуальные системы и технологии в отраслях пищевой промышленности», МГУПП. 2019;
- Conference Series. Сер. «Inter-national Meeting – Fundamental and Applied Problems of Mechanics», Bauman Moscow State Technical University. 2019;
- II международной научно- практической конференции «Цифровизация Агропромышленного комплекса», Тамбов. 2020;
- II международной специализированной конференции- выставке «Фабрика будущего: переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам для отраслей пищевой промышленности», МГУПП. 2020;
- «Глобальный продовольственный Форум», Москва, 2021;
- «Цифровизация пищевой промышленности и продовольственных систем», Москва, 2021;
- «Информатизация и автоматизация в пищевой промышленности», Москва, 2022;
- III Международной специализированной конференции – выставки «Фабрика будущего: переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам для отраслей пищевой промышленности», Москва, 2022;
- IV Международной специализированной конференции – выставки «Фабрика будущего: переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам для отраслей пищевой промышленности», Москва, 2023;
- научно- практическая конференция с международным участием «Современные проблемы автоматизации ТП и производств», посвященная 100-летию со дня рождения Игоря Константиновича Петрова, Москва, октябрь, 2023.

Данная диссертационная работа представляет собой значимый вклад в развитие автоматизации технологических процессов в кондитерской промышленности, основанный на применении современных методов и технологий искусственного интеллекта. Автором разработаны теоретические, методологические и практические аспекты создания интеллектуальной системы

для контроля и управления качеством кондитерских изделий различной структуры и наименований в реальном времени. Решение поставленных задач обеспечено благодаря глубокому анализу и использованию методологических и математических основ построения систем поддержки принятия решений, применению теории автоматического управления, нейронных сетей, цифровой обработки изображений, а также методов системного анализа и математической статистики. Работа является законченным исследованием и вносит значительный вклад в развитие научного направления, связанного с автоматизацией производственных процессов на кондитерских предприятиях с использованием инновационных технологий искусственного интеллекта.

Выводы. Диссертация «Методологические основы автоматизации контроля органолептических показателей качества кондитерской продукции и создание на их базе интеллектуальных систем управления» Благовещенского Владислава Германовича рекомендуется к защите на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.3 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами».

Заключение принято на расширенном заседании кафедры «Промышленная информатика» ФГБОУ ВО «РТУ МИРЭА».

Результаты голосования:

«За» – 25 чел., «против» - 0 чел., «воздержались» - 0 чел.

Протокол № 2 от 28.08.2025 г.

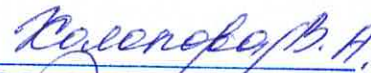
Зав. кафедрой промышленной информатики
кандидат техн. наук, доцент



В.А. Холопов

Секретарь кафедры

Подпись руки



УДОСТОВЕРЯЮ:

Начальник Управления кадров

М.М. Буханова

