

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.334.01
(Д 212.148.02), СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФГБОУ ВО «РОССИЙСКИЙ
БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (РОСБИОТЕХ)»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА
ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от «27» июня 2024 года № 07

О присуждении Благовещенскому Владиславу Германовичу, гражданину РФ, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Методологические основы автоматизации контроля органолептических показателей качества кондитерской продукции и создание на их базе интеллектуальных систем управления», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук по научной специальности 2.3.3 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки)», принята к защите 20.03.2024 (протокол заседания № 02) диссертационным советом 24.2.334.01 (Д 212.148.02), созданным на базе ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 125080, г. Москва, Волоколамское шоссе, 11, утвержденного приказом от 11.04.2012 г. № 105/нк.

Соискатель Благовещенский Владислав Германович 18 января 1996 года рождения.

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук «Интеллектуальная автоматизированная система управления качеством халвы с использованием гибридных методов и технологий» по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами, защитил в 2021 г. в диссертационном совете, созданном на базе ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации. С 2022 года по настоящее время работает в ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет» в должности доцента кафедры промышленной информатики Института искусственного интеллекта.

Диссертация выполнена в ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный консультант – доктор физико-математических наук, профессор **Краснов Андрей Евгеньевич**, профессор кафедры математического обеспечения и стандартизации информационных технологий Института информационных технологий ФГБОУ ВО «МИРЭА - Российский технологический университет».

Официальные оппоненты:

Шкапов Павел Михайлович, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана» (Национальный исследовательский университет), заведующий кафедрой «Теоретическая механика»;

Петров Сергей Михайлович, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ)», профессор кафедры «Системы автоматизированного управления»;

Кайченев Александр Вячеславович, доктор технических наук, доцент, ФГАОУ ВО «Мурманский арктический университет», заведующий кафедрой «Автоматика и вычислительная техника»

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» в своем **положительном** заключении, подписанном **Игорем Алексеевичем Авциновым**, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой «Автоматизированные системы управления» и утвержденным и. о. проректора по научной и инновационной деятельности ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет инженерных технологий», доктором биологических наук, профессором, **Ольгой Сергеевной Корнеевой**,

указала, что диссертационная работа «Методологические основы автоматизации контроля органолептических показателей качества кондитерской продукции и создание на их базе интеллектуальных систем управления» является законченным научным исследованием, в котором решена важная научно-техническая проблема, и по актуальности проблематики, решенной на современном теоретическом уровне, научной новизне и практической значимости полученных результатов она соответствует требованиям пп.9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 29.09.2013 № 842 (в ред. от 01.10.2018, с изм. от 26.05.2020 и ред. от 25.01.2024), а ее автор, Благовещенский Владислав Германович, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.3

– Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Соискателем по теме диссертации опубликовано 160 печатных научных работ, общим объемом 78,43 п.л., все они отражают основные результаты диссертационного исследования. Из них 3 монографии, 1 патент РФ на изобретение, 1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ, 13 статей в журналах, рекомендуемых ВАК РФ, и 7 - в изданиях, включенных в международные базы данных (Scopus и Web of Science), 6 – в других изданиях, а также 129 докладов в сборниках научных докладов международных конференций. 10 статей и 1 монография опубликованы без соавторов. Во всех остальных статьях личный вклад автора является основным и составляет не менее 75%.

Наиболее значительные научные работы:

1. Благовещенский В.Г. Методологические основы автоматизации контроля органолептических показателей качества кондитерской продукции и создание на их базе интеллектуальных систем управления. /В.Г. Благовещенский// Монография. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – 407 с.
2. 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.
3. Благовещенский В.Г., Благовещенский И.Г. Интеллектуальная автоматизированная система управления качеством халвы с использованием гибридных методов и технологий / В.Г. Благовещенский, И.Г. Благовещенский//Монография. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2022. – 186 с.
4. Благовещенский В.Г. и др. 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.
5. Благовещенский В.Г. и др. 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 15.01.2024.
6. Blagoveschensky I.G., Petryakov A.N., Blagoveschensky 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.

7. 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.

8. 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.

9. 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.

10. Blagoveschenskiy V.G. HYBRID ALGORITHMS FOR OPTIMIZATION AND DIAG-NOSTICS 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.

11. Blagoveschenskiy V.G. COMPARATIVE EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF THE SEPARATION PROCESS WITH VARIOUS TYPES OF MOVEMENT OF THE SEPA-RATING 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.

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

13. Благовещенский В.Г и др. Интеллектуальный модуль- дегустатор для прогнозирования вкуса / М.Ю. Музыка, И.Г. Благовещенский, М.М. Благовещенская, А.В. Бунеев, В.Г. Благовещенский// Хранение и переработка сельхозсырья. 2022. № 1. С. 173-193.

14. Благовещенский В.Г и др. 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.
15. Благовещенский В.Г и др. Повышение эффективности технологических процессов на основе современных методов моделирования и оптимизации / Благовещенский И.Г., Музыка М.Ю., Благовещенский В.Г., Головин В.В.// Инженерный журнал: наука и инновации. – 2022. – № 5(125). – С. 146-156.
16. Благовещенский В.Г. и др. Введение алгоритма диагностики аварийных ситуаций в систему автоматизированного управления процессом стерилизации /С.А. Мокрушин, И.Г. Благовещенский, М.М. Благовещенская, С.И. Охупкин, В.Г. Благовещенский // Хранение и переработка сельхозсырья. 2024;(1). <https://doi.org/10.36107/spfp.2024.1.415>
17. Благовещенский В.Г и др. Адаптивная система управления с идентификатором нестационарными процессами производства / И.Г. Благовещенский, В.Г. Благовещенский, А.С. Носенко, А.М. Аднодворцев// Инженерный журнал: наука и инновации. – 2022. – № 5(125). – С. 162-169.
18. Благовещенский В.Г. и др. 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.
19. Благовещенский В.Г. и др. 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.40-52.
20. Благовещенский В.Г. и др. Методология расчета динамических характеристик пищевых производств при их моделировании / В.Г. Благовещенский, А.С. Носенко // Хранение и переработка сельхозсырья. 2021. - №2. – С. 45 – 48.
21. Благовещенский В.Г. и др. Структурно - параметрическое моделирование и идентификация модели технологического процесса формования помадных масс как объекта управления / И.Г. Благовещенский, В.Г. Благовещенский, М.А. Скрипка, А.С. Носенко // Хранение и переработка сельхозсырья. 2021. - №4. – С. 45 – 50.
22. Благовещенский В.Г. и др. Структурно-параметрическое моделирование процесса глазирования корпусов помадных конфет как начальный этап

- разработки имитационной модели / И.Г. Благовещенский, В.Г. Благовещенский, А.С. Носенко // Хранение и переработка сельхозсырья. 2021. - №3. – С. 67 – 74.
23. Благовещенский В.Г. и др. Интеллектуальный анализ данных для систем поддержки принятия решений диагностики процессов производства пищевой продукции / И.Г. Благовещенский, В.Г. Благовещенский, Е.А. Назойкин, А.Н. Петряков// Казанская наука. 2020. №. 1. С. 105 – 109.
24. Благовещенский В.Г. и др. Применение метода объектно-ориентированного программирования для контроля показателей качества кондитерской продукции /А.Н. Петряков, М.М. Благовещенская, В.Г. Благовещенский, Л.А. Крылова// Кондитерское и хлебопекарное производство. 2018. № 5-6 (176). С. 21-23.
25. Благовещенский В.Г. и др. Математическое моделирование тепловых и влажностных процессов в камере обезвоживания пищевых продуктов / В.В. Ерещенко, В.В. Яценко, И.Г. Благовещенский, В.Г. Благовещенский // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия: Технические науки. 2022. № 4 (16). С. 76-87.
26. Благовещенский В.Г. и др. Повышение качества за счет использования SCADA системы при автоматизации процесса объемного дозирования/ М.Р. Сантос Кунихан, И.Г. Благовещенский, В.Г. Благовещенский, А.Н. Петряков// Health, Food & Biotechnology. 2019. Т. 1. № 2. С. 121-135.
27. Благовещенский В.Г. и др. Контроль качества 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.
28. Благовещенский В.Г. и др. Автоматизация контроля показателей качества и выявления брака продукции с использованием системы компьютерного зрения / И.Г. Благовещенский, В.Г. Благовещенский, М.М. Благовещенская, С.М. Носенко // Кондитерское производство. 2016. - №3. – С. 26 – 30.
29. Благовещенский В.Г. Разработка ситуационной модели технологических процессов производства помадных конфет // Кондитерское производство. 2017. №3. – С.17 – 20.
30. Благовещенский В.Г. и др. 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.

На диссертацию и автореферат поступило 12 отзывов.

Все отзывы положительные.

В них отмечены следующие недостатки работы:

1. Доктор технических наук, профессор **Лисицын Андрей Борисович**, научный руководитель ФГБНУ «Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, Академик РАН, Заслуженный деятель науки РФ в качестве замечаний отмечает определенную перегруженность текста автореферата ситуационными моделями процессов производства кондитерской продукции разной структуры, которые достаточно подробно описаны в самой диссертации, а отсутствие некоторых из них в автореферате никак не повлияло бы на семантику разработанных моделей и результатов проведенных исследований. Данное обстоятельство, кстати, повлияло и на объем автореферата.

Данное замечание не снижает в целом положительную оценку работы.

2. Доктор технических наук, профессор **Носенко Сергей Михайлович**, заместитель Председателя Совета директоров управляющей компании «Объединенные кондитеры», Президент Российской Ассоциации предприятий кондитерской промышленности (АСКОНД), Председатель Совета Ассоциации кондитерской отрасли стран Таможенного Союза «АСКОНД-ТС», отмечает, что в автореферате автором не уделено достаточного внимания подробному описанию всех элементов разработанной интеллектуальной автоматизированной системы управления качеством кондитерской продукции. Следовало чуть больше внимание уделить механизму взаимодействия между различными элементами данной интеллектуальной системы.

Данные замечания не снижают в целом положительную оценку работы.

3. Доктор физико-математических наук **Гладышев Владимир Олегович**, руководитель научно-учебного комплекса фундаментальных наук (НУК ФН), декан факультета «Фундаментальные науки», ФГБОУ ВО МГТУ им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет) дал положительный отзыв, имеются следующие замечания:

- к сожалению, в автореферате не приведены примеры конкретных результатов использования разработанных виртуальных датчиков контроля вкуса и запаха в конфетных массах и интеллектуального датчики контроля цвета конфетных масс.

- на реализованные автором программные продукты следовало получить Свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ. Это значительно повысило бы практическую ценность работы.

Перечисленные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

4. Доктор технических наук, профессор **Громов Юрий Юрьевич**, директор института автоматизации и информационных технологий Тамбовского

государственного технического университета в качестве замечания выделил, что, к сожалению, в автореферате недостаточно полно изложена техническая структура предложенной интеллектуальной системы.

Указанный недостаток не снижает высокий научный уровень диссертации, которая представляет собой законченную научную работу, соответствующую критериям ВАК Минобрнауки РФ.

5. Доктор технических наук, доцент **Никитина Марина Александровна**, ведущий научный сотрудник Центра «Экономико-аналитических исследований и информационных технологий» ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН указала следующие замечания:

- в автореферате очень много графического материала без объяснений и комментариев. В табл. 4.1 (с. 25 – 26) представлены структурно-параметрические и математические модели технологических операций без пояснений, что является входными, выходными, регулируемыми и контролируемыми параметрами;

- поясните, для чего были получены регрессионные зависимости (табл. 4.1) и как осуществлялась проверка их значимости и адекватности? В тексте автореферата не содержится данных о критерии Фишера, также, как и о количестве экспериментальных данных. Как в дальнейшем используются полученные уравнения регрессии?

- чем обусловлен выбор CNN YoLOv3 (с.17)? Какие метрики качества Вы получили, используя данную CNN? Было ли проведено сравнение с другими CNN?

- в какой среде получен цифровой двойник технологического процесса кондитерского изделия? И какого именно изделия?

- из текста автореферата не совсем понятно, как будет разрабатываться профилограмма персонализированного кондитерского изделия, учитывающая индивидуальные запросы потребителя.

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

6. Доктор технических наук, профессор **Дунченко Нина Ивановна**, заведующий кафедрой управления качеством и товароведения ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» в качестве замечания отметила, что при оценке качества кондитерских изделий следовало бы оценивать не только органолептические показатели, но и химические, регламентируемые в нормативной документации на продукт. Кроме того, в оценку качества входит и определение показателей безопасности продукта. Однако, представленные предложения носят, скорее,

дискуссионный характер и не оказывают существенного влияния на общую положительную оценку представленной диссертации.

7. Доктор технических наук, доцент **Сидоркина Юлия Анатольевна**, профессор кафедры СМ-5 «Автономные информационные и управляющие системы» ФГБОУ ВО МГТУ им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), считает, что при прочтении текста автореферата, возникли некоторые вопросы, обусловленные научным интересом к выполненной работе, и не снижающие научную и практическую ценность выполненного исследования:

- из текста автореферата (стр. 23) не совсем понятен размер представленной базы данных, а также можно ли ее отнести к BigData и почему?

- к сожалению, в автореферате недостаточно полно изложена техническая структура предложенной интеллектуальной автоматизированной системы контроля и управления.

8. Кандидат технических наук **Головин Виктор Викторович**, директор департамента технической политики и инноваций Холдинга «Объединенные кондитеры» сделал по автореферату следующие замечания:

- желательно указать для каждого пункта научной новизны соответствующий пункт паспорта научной специальности 2.3.3;

- не раскрыто содержание предложенной методологии создания цифровых двойников производства кондитерской продукции (концепция, принципы, методы, алгоритмы).

Данные замечания не снижают в целом положительную оценку работы.

9. Кандидат технических наук **Бунеев Алексей Владимирович**, генеральный директор ООО «ЭлитМатик» (разработка и внедрение средств автоматизации и управления) отмечает, что

- из текста автореферата не совсем понятен размер представленной базы данных, а также можно ли ее отнести к BigData и почему?

- какое решение предлагает автор при реализации цифрового двойника процесса производства шоколада?

Данные вопросы обусловлены научным интересом к выполненной работе и не снижают научную и практическую ценность выполненного исследования.

10. Кандидат технических наук **Апанасенко Сергей Игоревич**, коммерческий директор Компании «Альбига» (Разработка компьютерного программного обеспечения) отметил, что к недостатку можно отнести отсутствие подробного описания в автореферате разработанного автором модуля автоматического контроля цвета кондитерских масс с использованием системы компьютерного зрения.

Указанный недостаток не снижает высокий научный уровень диссертации.

11. Доктор технических наук, профессор **Матвеев Юрий Николаевич**, профессор кафедры электронных вычислительных машин ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет» отметил следующие замечания по автореферату:

- в формулировке цели работы отмечено, что планируется разработка основ создания «типовой интеллектуальной автоматизированной системы контроля и управления качеством кондитерских изделий» с различной структурой (стр. 5). Если структура систем различна, то системы не будут типовыми;

- в соответствии с действующими нормами ЕСКД (ГОСТ 2.701) при проектировании АСУ разрабатываются отдельно схемы функциональные и схемы структурные, понятие «функционально- структурные схемы (ФСС)», введенное автором требуют пояснений или замены на «комбинированные схемы»;

- на рисунках (например, рис. 1.1, 1.2) и в таблицах (например, табл. 4.1 – 4.9) приведены обозначения, большая часть которых не расшифрована, диаграммы (профилограммы) в табл. 1.1 имеют нечитаемые надписи.

Следует отметить, что замечания не снижают научной и практической значимости представленной диссертационной работы.

12. Доктор технических наук, доцент, директор учебно- научного технологического института **Петрешин Дмитрия Ивановича**, профессор кафедры «Автоматизированные технологические системы» ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет» сделал следующие замечания по автореферату:

- на стр. 4 автореферата автор отмечает «Решение этих актуальных задач является крупной теоретической и практической проблемой, позволяющей значительно повысить эффективность сложных многостадийных ТП кондитерских производств ...», а также в цели работы автор формулирует «Целью диссертационной работы является повышение эффективности производства кондитерской продукции ...», однако в автореферате нет информации, на сколько повышена эффективность кондитерского производства, что, вообще, понимается под эффективностью кондитерского производства?

- на рис. 7.1 представлена обобщенная функциональная структура интеллектуальной автоматизированной системы контроля и управления качеством кондитерской продукции в процессе производства. Т.к. система автоматизированная, то в структуре системы должен присутствовать человек

(оператор). На схеме место человека не обозначено. Какова функция человека в данной структуре и, где его место в данной структуре?

- объем автореферата очень большой, начиная с п. 32 (стр. 46) и до конца автореферата, на мой взгляд, можно было не показывать, тем самым сократив объем автореферата на 10 стр. Рисунки в таблице 1.1, и некоторая информация в табл. 3.1 не читаемы, очень мелкие. Графики, представленные в таблице 4.1, не информативны, т.к. отсутствует обозначение осей.

Выбор официальных оппонентов обосновывается наличием у доктора технических наук, доцента Шкапова Павла Михайловича, доктора технических наук, профессора Петрова Сергея Михайловича, доктора технических наук, доцента Кайченова Александра Вячеславовича высокой компетентности, которая подтверждена значительным количеством квалификационных научных публикаций и патентов в области автоматизации и управления технологическими процессами и производствами в пищевой промышленности, в том числе в рецензируемых научных изданиях, что позволяет оценить научную и практическую ценность диссертации.

Ведущей организацией выбрано Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий», коллектив которого широко известен своими достижениями при проведении фундаментальных и прикладных исследований в области информационных технологий, автоматизации управления сложными процессами пищевых производств, интеграции цифровых технологий в процесс принятия решений при управлении показателями качества продуктов разного состава и свойств.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Проанализированы технологические процессы линий производства кондитерской продукции разной структуры и видов как объектов автоматизации, Выявлены, обобщены, систематизированы и проанализированы особенности данных производств, дана характеристика основных стадий и материальных потоков при производстве кондитерской продукции.

Разработаны и предложены функционально-структурные схемы (ФСС) влияния показателей качества исходного сырья, промежуточных операций на качество готовой кондитерской продукции на всех стадиях производства с указанием необходимых точек контроля и регулирования, а также функциональные схемы автоматизации (ФСА) всех этапов производства различных видов кондитерской продукции с включением в них интеллектуальных датчиков автоматического контроля в режиме реального

времени органолептических показателей качества сырья, полуфабрикатов и готовых изделий.

Разработана структура целей научной работы, выявлен основной спектр решаемых в диссертации задач, создана системная диаграмма решения выявленной проблемы, разработана концептуальная структурно- динамическая модель создания интеллектуальной автоматизированной системы управления качеством кондитерской продукции различной структуры в процессе производства.

Разработаны структурно-параметрические, математические, ситуационные и имитационные модели основных этапов ТП производства кондитерской продукции различной структуры, что послужило основой создания интеллектуальной автоматизированной системы контроля и управления.

Представлена методология автоматизации контроля в потоке основных органолептических показателей качества сырья, полуфабрикатов и готовых кондитерских изделий.

Созданы с использованием искусственных нейронных сетей (ИНС), систем компьютерного зрения (СКЗ), мультиагентного моделирования и реологических методов интеллектуальные модули автоматического контроля в режиме реального времени коэффициента извлечения примесей в сырье; угла естественного откоса сыпучих масс; вкуса; запаха; цвета, внешнего вида, размера изделия, состояния поверхности готовых изделий, в том числе блеска поверхности, а также консистенции и вязкости кондитерских масс.

Разработаны методологические основы создания цифровых двойников производства кондитерских изделий.

Представлены методологические основы создания персонализированной линейки оригинальной кондитерской продукции нового поколения с использованием технологий виртуальной, дополненной реальностей и кастомизации. **Разработаны** основные этапы кастомизации кондитерских изделий. **Представлены** способы разработки трехмерных моделей новой линейки конфет.

Создана типовая система мониторинга и управления процессом производства различных видов кондитерских изделий и автоматического контроля в потоке их органолептических показателей качества, и управлять процессом этого производства с использованием нейроконтроллера.

Спроектирована типовая архитектура интеллектуальной автоматизированной системы контроля и управления, обеспечивающая получение данных об органолептических показателях качества сырья,

полуфабрикатов в потоке и, на этом основании, принимающая решение о необходимости управления процессом производства определенного вида кондитерской продукции.

Разработана концепция создания интеллектуальной автоматизированной системы контроля и управления качеством кондитерской продукции. **Созданы** основные виды обеспечения данной системы: информационное, математическое и программное. **Представлены** обобщенная функциональная структура, архитектура и основные этапы реализации интеллектуальной системы.

Представлены технические решения для реализации интеллектуальной автоматизированной системы контроля и управления качеством кондитерской продукции в процессе производства. Осуществлен подбор технических средств для данной интеллектуальной системы.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

Разработаны методологические основы системного анализа подготовленности ТП производства кондитерской продукции к внедрению интеллектуальных автоматизированных систем контроля и управления органолептическими показателями качества кондитерских изделий.

Получены функционально - структурные схемы (ФСС) влияния показателей исходного сырья и промежуточных операций на формирование качества кондитерской продукции разной структуры и видов на всех стадиях производства с указанием необходимых точек контроля и регулирования.

Разработана методология создания нового класса интеллектуальных устройств первичного сбора и анализа данных в реальном режиме времени для автоматического контроля и прогнозирования основных органолептических показателей качества сырья, полуфабрикатов и готовой кондитерской продукции с использованием системы компьютерного зрения и нейросетевых технологий.

Разработан комплекс структурно – параметрических, математических, ситуационных и имитационных моделей процессов производства кондитерской продукции с нейросетевой технологией распознавания ситуаций в условиях неопределенности и выявлением наиболее значимых причинных факторов.

Предложена методика создания цифровых двойников производства кондитерской продукции.

Представлен алгоритм создания новой линейки персонализированной кондитерской продукции нового поколения. **Показаны** основные этапы кастомизации формы, вкуса и цвета создаваемых оригинальных кондитерских изделий. **Предложена** методика процесса разработки цифровых трехмерных

моделей конфет, помогающая определить ключевые элементы дизайна нового изделия, такие как форма, размер, текстура и цвет конечного продукта.

Предложена концепция создания типовой интеллектуальной автоматизированной системы контроля и управления качеством кондитерской продукции.

Предложен оригинальный комплекс алгоритмического, математического и программного обеспечения интеллектуальной автоматизированной системы контроля и управления качеством кондитерской продукции в реальном времени с использованием интеллектуальных технологий.

Разработаны ФСА процессов производства кондитерской продукции разной структуры с включением в эти схемы интеллектуальных средств автоматического контроля органолептических показателей качества сырья, полуфабрикатов и готовых изделий.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

Разработано новое поколения интеллектуальных средств автоматического контроля в режиме реального времени основных органолептических показателей качества сырья, полуфабрикатов и готовой кондитерской продукции.

Созданы цифровые двойники процессов производства кондитерских изделий, используемые для оптимизации этих производств.

Разработана новая линейка оригинальной персонализированной кондитерской продукции с использованием технологий виртуальной, дополненной реальностей и кастомизации.

Создана оригинальная интеллектуальная автоматизированная система контроля и управления в режиме онлайн органолептическими показателями качества кондитерской продукции в процессе производства, позволяющая осуществлять сбор, передачу, статистическую обработку, графическую визуализацию и хранение данных мониторинга о показателях качества кондитерской продукции разной структуры и видов.

Внедрены в производство и учебный процесс технологии, методики, модели, алгоритмы, способы, структуры и программы, предложенные в рамках диссертационного исследования.

Научные и практические результаты настоящего исследования **используются** при проведении лекционных и практических занятий в рамках учебного процесса кафедры промышленной информатики ФГБОУ ВО «МИРЭА – РТУ», а также на кафедре «Автоматизированные системы управления биотехнологическими процессами» ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ» для бакалавров направлений 15.03.04 «Автоматизация технологических

процессов и производств», 15.03.06 «Мехатроника и робототехника», 27.03.04 «Управление в технических системах», а также магистров направлений 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника» и 27.04.04 «Управление в технических системах».

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены на сертифицированном оборудовании, показана воспроизводимость результатов исследования в различных условиях;

теория построена на известных проверяемых данных и согласуется с опубликованными экспериментальными данными;

идея базируется на обобщении передового опыта и анализе практики, **использован** анализ авторских данных и данных, полученных ранее по близкой тематике при обосновании цели и задач исследования;

использована представительная выборочная совокупность экспериментальных данных, полученных в производственных условиях кондитерской фабрики ОАО «Рот-Фронт» Холдинга «Объединенные кондитеры» и соответствующие методы их математической обработки;

установлена оригинальность авторских результатов, подтверждаемая большим объемом экспериментальных данных;

использованы современные методы сбора и обработки информации результатов исследований с применением MatLab и Anylogic, цифровые технологии и математический аппарат, а также языки программирования Borland Delphi, МЭК-языки программирования.

Личный вклад соискателя состоит в научном обосновании, постановке цели и задач исследования, самостоятельном проведении всех этапов исследования, разработке теоретических положений диссертации, анализе современного состояния проблематики исследования, активном участии соискателя в получении исходных данных и проведении научных экспериментов, формулировании практических рекомендаций по разработке и внедрению интеллектуальной автоматизированной системы контроля и управления качеством кондитерской продукции, личном участии в организации, планировании и проведении экспериментов, обработке и обобщении результатов исследований, подготовке основных публикаций по выполненной работе, участии в конференциях.

На заседании 27.06.2024 диссертационный совет принял решение присудить Благовещенскому В.Г. ученую степень доктора технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них, докторов наук 12 и кандидатов наук 1 по

специальности 2.3.3 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами», участвовавших в заседании, из 16 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за - 12 , против - нет , недействительных бюллетеней - 1 .

Председатель заседания
Диссертационного Совета
24.2.334.01 (Д 212.148.02)



Николаев Николай
Сергеевич

Ученый секретарь
Диссертационного Совета
24.2.334.01 (Д 212.148.02)

Мокрушин Сергей
Александрович

28.06.2024г.