

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.334.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РОССИЙСКИЙ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ (РОСБИОТЕХ)» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 02.12.2025 г. № 9

О присуждении **Антонову Сергею Валерьевичу**, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка методов и алгоритмов автоматизированного контроля технологических процессов производства вафель на основе цифрового двойника» по научной специальности 2.3.3 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами принята к защите 19.09.2025 (протокол заседания № 4) диссертационным советом 24.2.334.01, созданным на базе ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 125080, г. Москва, Волоколамское шоссе, 11, приказ № 105/нк от 11.04.2012, приказ о возобновлении деятельности № 355/нк от 17.04.2025 г.

Соискатель Антонов Сергей Валерьевич, 13 апреля 1994 года рождения.

В 2015 году соискатель окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный технический университет» с присвоением квалификации «бакалавр» по направлению 27.03.04 Управление в технических системах, в 2017 году – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский технологический университет» с присвоением квалификации «магистр» по направлению 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств, в 2021 году окончил аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «МИРЭА - Российский технологический университет» (РТУ МИРЭА) с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь» по направлению 09.06.01

Информатика и вычислительная техника. С 2019 года работает старшим преподавателем кафедры промышленной информатики Института искусственного интеллекта РТУ МИРЭА.

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.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент **Холопов Владимир Анатольевич**, заведующий кафедрой промышленной информатики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «МИРЭА – Российский технологический университет».

Официальные оппоненты:

Хаустов Игорь Анатольевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Информационные и управляющие системы» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий»;

Копейкин Роман Евгеньевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Автономные информационные и управляющие системы» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», город Москва, в своём положительном заключении, подписанном Рыжковой Еленой Александровной, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой «Автоматика и промышленная электроника» и утверждённым Первым проректором-проректором по образовательной деятельности ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», доктором экономических наук, профессором, Дембицким Сергеем Геннадьевичем, указала, что диссертационная работа «Разработка методов и алгоритмов автоматизированного контроля технологических процессов производства вафель на основе цифрового двойника» соответствует

требованиям пунктов 9-11, 13 и 14 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 16.10.2024 г.), а её автор, Антонов Сергей Валерьевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по научной специальности 2.3.3 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Соискатель имеет 11 опубликованных работ по теме диссертации, из них в рецензируемых научных изданиях по перечню ВАК РФ опубликовано 5 работ, 2 работы опубликованы в изданиях, включённых в международную базу Scopus. Общий объём публикаций составляет 3,50 печ. л., из которых 2,66 принадлежит лично соискателю. Недостоверные сведения об опубликованных работах соискателем учёной степени отсутствуют.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. **Антонов С.В.** Концептуальная модель мониторинга производства вафель на основе технологии цифрового двойника // Современные наукоемкие технологии. 2025. № 1. С. 10-16. DOI 10.17513/snt.40273. EDN: MLXXZW.

2. **Антонов С.В.** Функциональное моделирование системы мониторинга технологических процессов на основе концепции цифрового двойника // Автоматизация. Современные технологии. 2023. Т. 77, № 8. С. 345-351. DOI 10.36652/0869-4931-2023-77-8-345-351. EDN: WUQHVV.

3. Холопов В.А., **Антонов С.В.**, Курнасов Е.В., Каширская Е.Н. Разработка и применение цифрового двойника машиностроительного технологического процесса // Вестник машиностроения. 2019. № 9. С. 37-43. EDN: JAJSSU.

4. Холопов В.А., Гантц И. С., **Антонов С.В.** Применение информационных технологий при решении задач мониторинга выполнения производственных процессов в концепции Индустрии 4.0 // Промышленные АСУ и контроллеры. 2019. № 4. С. 49-58. EDN: ZCUHZR.

На диссертацию и автореферат поступило 7 положительных отзывов.

Отзывы поступили от: заведующего отделом узлов трения для экстремальных условий ИМАШ РАН, доктора технических наук, профессора Албагачиева Али Юсуповича; доцента кафедры механики СПбГТИ(ТУ), кандидата технических наук, доцента Арефьева Евгения Михайловича; заведующего кафедрой систем автоматизированного управления ФГБОУ ВО «МГУТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ)», кандидата технических наук, доцента Гончарова Андрея Витальевича; первого заместителя директора ФГБНУ

ФНАЦ ВИМ, доктора технических наук, профессора, академика РАН Дорохова Алексея Семёновича; доцента кафедры электроснабжения и теплоэнергетики имени академика И.А. Будзко ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, кандидата технических наук, доцента Лештаева Олега Валерьевича; заведующего кафедрой компьютерных систем управления, ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», доктора технических наук, профессора Мартинова Георги Мартинова; начальника лаборатории 251-1 АО «ГОСНИИП», кандидата технических наук Синельникова Антона Олеговича.

Основные замечания: в автореферате отсутствуют сведения о требованиях, которые налагает предложенный метод автоматизированного контроля на оборудование и производственные системы для обеспечения сбора и анализа данных; в автореферате даны определения новых сущностей α -ЦД и β -ЦД, однако корреляция с существующими определениями цифровых двойников (например, с цифровой тенью, двойником-прототипом, двойником-экземпляром, агрегированными двойниками и пр.) проведена не в полной мере; не раскрыты вопросы организации баз и хранилищ документации технологических процессов, архивов и отчетов и их применения; не приведены технические и программные решения, позволяющие утверждать, что предлагаемое решение работает в режиме реального времени; разработанный автором цифровой двойник технологического процесса производства вафель не имеет математических связей параметров технологического процесса и его ресурсного обеспечения; в автореферате недостаточно подробно освещены вопросы затрат на закупку необходимого оборудования, датчиков, производственных систем и т.п.; не представлен анализ производительности разработанных решений, алгоритмов и системы автоматизированного контроля; не приведены количественные показатели повышения эффективности производства; не рассмотрены возможные ограничения, например, требования к персоналу, цифровизации процессов, требования к измерениям данных, которые собирает предлагаемая система контроля и т.д.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что доктор технических наук, профессор Хаустов И.А. защитил докторскую диссертацию по специальностям 05.13.01 Системный анализ, управление и обработка информации (информационные технологии) и 05.13.06 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность), кандидат технических наук, Копейкин

Роман Евгеньевич – кандидатскую диссертацию по специальности 05.13.01 Системный анализ, управление и обработка информации (в технических системах), современные шифры (2.3.1 и 2.3.3) и наименования которых входят в группу научных специальностей 2.3. Информационные технологии и телекоммуникации. Оба оппонента имеют труды по направлению диссертации, опубликованные в рецензируемых научных изданиях.

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина» является компетентной организацией в области исследования, а у сотрудников данной организации имеются труды по данной тематике.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая научная идея применения двух типов связанных цифровых двойников процессов, α -ЦД и β -ЦД, для автоматизированного контроля технологических процессов производства вафель;

предложен новый научный подход к проектированию информационного обеспечения систем автоматизированного контроля на производстве вафель, основанный на двух видах цифровых двойников и комплексе предложенных в работе моделей, методов и алгоритмов их создания и применения, что позволило повысить эффективность сбора, обработки и анализа данных на уровне АСУТП;

доказаны перспективность использования предложенных цифровых двойников процессов для систематизации производственных данных и повышение эффективности деятельности предприятий в условиях многорецептурного пищевого производства;

введены новые понятия: α -ЦД – цифровой двойник технологического процесса, создаваемый разработчиком рецептуры для хранения требований к данному технологическому процессу, β -ЦД – цифровой двойник технологического процесса, созданный на основе реализуемого технологического процесса и содержащий фактические значения параметров.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана эффективность метода автоматизированного контроля параметров технологических процессов и его ресурсного обеспечения на основе цифровых двойников, который, являясь частью перспективного подхода к проектированию информационного обеспечения систем управления и модифицируя решение задач сбора и систематизации данных в АСУТП, вносит вклад в построение сложных систем контроля в условиях разных производств и технологических процессов;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован комплекс существующих базовых методов исследования, в том числе системного и регрессионного анализа, теории множеств, объектно-ориентированного и структурно-параметрического моделирования, что позволило формализовать связи между параметрами, цифровыми двойниками и процессами;

изложены положения о принципах построения новых производственных систем контроля и мониторинга технологических процессов, определяющие тенденции развития методов контроля пищевого производства, направленные на повышение эффективности сбора, обработки и анализа данных на уровне АСУТП;

раскрыто неполное решение существующих проблем контроля технологических процессов существующими системами в условиях многорецептурного и мелкосерийного многономенклатурного производства;

изучена связь параметров технологических процессов и их ресурсного обеспечения, влияющая на качество выпускаемой продукции, а также выявлены недостатки существующих систем контроля, неспособных в полном объеме решать задачи, связанные с охватом разных стадий жизненного цикла изделий;

проведена модернизация существующих подходов к проектированию информационного обеспечения систем автоматизированного контроля на производстве вафель на уровне АСУТП.

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

разработаны и внедрены методы и алгоритмы автоматизированного контроля технологических процессов многорецептурного производства вафель (степень внедрения: УГТ5 по ГОСТ Р 58048 – 2017);

определены пределы и перспективы практического использования предложенного метода автоматизированного контроля, позволяющего снизить издержки производства;

создана информационная модель системы автоматизированного контроля технологических процессов производства вафель, обеспечивающая систематизированное хранение данных и оперативный анализ параметров в режиме реального времени;

представлены рекомендации построения новых производств и модернизации действующих в соответствии с концепцией умного

производства и стратегического направления в области развития обрабатывающих отраслей промышленности на основе распоряжения Правительства Российской Федерации от 7 ноября 2023 г. № 3113-р, национальная программа «Цифровая экономика».

Оценка достоверности результатов диссертационного исследования выявила:

для экспериментальных работ – результаты моделирования основных стадий технологических процессов производства вафель получены на основе данных, снятых с сертифицированных и поверенных промышленных датчиков, устройств, приборов и измерительных систем ОАО «РОТ ФРОНТ»;

теория построена на известных, проверяемых данных, фактах, положениях и принципах системного и регрессионного анализа, теории и практики автоматизации технологических процессов, имитационного, структурно-функционального, объектно-ориентированного и структурно-параметрического методов моделирования процессов и систем, теории множеств и концепции умного производства, согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации и по смежным отраслям

идея базируется на анализе практики, обобщении передового опыта и современных тенденций развития производства;

установлено качественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике, а именно с работами и исследованиями Боровкова А.И., Краснова А.Е., Рота А., Шваба К., Шеви Г., Шеффер Э. и других.

использованы современные средства и методы статистических расчётов, проектирования информационного обеспечения в нотациях IDEF0, IDEF3, DFD и UML, разработки SCADA-систем и моделей баз данных.

Личный вклад автора состоит в научном обосновании проблемы, постановке цели и задач диссертационного исследования, выполнении лично автором полного объёма исследований на всех этапах процесса, включая идею применения двух типов связанных цифровых двойников, разработку комплекса моделей, методов и алгоритмов их применения при контроле технологических процессов производства вафель, разработку структуры цифрового двойника и способов хранения в нём параметров, проектирование информационной системы автоматизированного контроля технологического процесса, статистический анализ экспериментальных данных параметров рассматриваемого технологического процесса, классификационный анализ научных публикаций, непосредственное участие в апробации результатов

исследования на предприятиях ОАО «РотФронт», ООО «Векас» и ООО «ЭлитМатик», разработку набора иллюстративного материала, обработку и интерпретацию экспериментальных данных, а также подготовку основных публикаций по выполненной работе и их апробацию на конференциях.

В ходе проведения защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель Антонов С.В. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы, согласился с рядом замечаний и привёл собственную аргументацию.

На заседании 2 декабря 2025 года диссертационный совет принял решение: за разработку новых научно обоснованных методов и алгоритмов автоматизированного контроля технологических процессов на основе цифрового двойника, имеющих существенное значение для развития пищевой промышленности и импортозамещения, присудить Антонову Сергею Валерьевичу учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 9 человек, из них 8 докторов наук и 1 кандидат наук по специальности 2.3.3 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами, участвовавших в заседании из 11 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» – 9, «против» – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель

диссертационного совета

Каргин Виталий Александрович

Ученый секретарь

диссертационного совета

Полевщиков Иван Сергеевич

02 декабря 2025 г.