

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 КАНДИДАТА
НАУК

Аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 28 декабря 2023 г. № 09

О присуждении Шибанову Эдуарду Дмитриевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Автоматизированная система контроля и управления технологическим процессом пищевой 3D печати шоколадом с использованием системы технического зрения», представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук по научной специальности 2.3.3 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами», принята к защите 16.10.2023 (Протокол заседания № 10) Диссертационным советом 24.2.334.01 (Д 212.148.02), созданным на базе ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)», 125080, г. Москва, Волоколамское шоссе, 11, утвержденным приказом от 11.04.2012 г. № 105/нк.

Соискатель Шибанов Эдуард Дмитриевич, 1995 года рождения, в 2017 году окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт» получив квалификацию «бакалавр» по направлению 15.03.01 «Машиностроение», а в 2019 году окончил магистратуру, получив квалификацию «магистр» по специальности 13.04.03 «Энергетическое машиностроение». В 2023 году окончил аспирантуру в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский биотехнологический университет» с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь» по специальности 27.06.01 «Управление в технических системах».

В период подготовки диссертации соискатель Шибанов Эдуард Дмитриевич работал в должности ассистента кафедры прикладной механики и инжиниринга технических систем ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ», а на текущий момент работает в должности инженера в лаборатории инжиниринга, прототипирования и аддитивных технологий, являющейся его структурным подразделением.

Диссертация выполнена на кафедре автоматизированных систем управления биотехнологическими процессами в Институте промышленной инженерии, информационных технологий и мехатроники Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)».

Научный руководитель

Благовещенский Иван Германович – доктор технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)», кафедра информатики и вычислительной техники пищевых производств, профессор.

Официальные оппоненты:

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

Копейкин Роман Евгеньевич – кандидат технических наук, ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», кафедра автономных информационных и управляющих систем факультета специального машиностроения научно-учебного комплекса специального машиностроения, доцент

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Мурманский арктический университет», город Мурманск, в своем положительном отзыве, подписанном Кайченковым Александром Вячеславовичем, доктором технических наук, доцентом, заведующим кафедрой автоматизации и вычислительной техники и утверждённом проректором по научной и инновационной деятельности ФГАОУ ВО «МАУ», доктором экономических наук, кандидатом физико-математических наук, доцентом Гогоберидзе Георгием Гививичем,

указала, что диссертационная работа «Автоматизированная система контроля и управления технологическим процессом пищевой 3D печати шоколадом с использованием системы технического зрения» соответствует требованиям пунктов 9 – 11, 13, 14 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 26.10.2023 г.), а её автор, Шибанов Эдуард Дмитриевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их квалификацией, достижениями и наличием публикаций в данных отраслях науки, способностью определять научную и практическую ценность диссертации.

Соискатель имеет 16 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 10 работ, из них – 4 статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ.

Научные статьи отражают основные результаты диссертационной работы. Общий объем публикаций составляет 3,82 п.л., из которых авторский вклад - 2,84 п.л. (74,2%).

Наиболее значительные работы по теме диссертации:

1. Шибанов Э.Д., Благовещенский И.Г., Назойкин Е.А. Визуальная оценка состояния шоколадной массы при помощи системы технического зрения // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2023. №4. – DOI 10.36107/spfr.2023.4.420
2. Шибанов Э.Д., Рылов С.А., Благовещенский И.Г. Алгоритм автоматизированного контроля и управления процессом 3D печати шоколадной массой // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». – 2023. – Т16 – №8. – С. 57-63. – DOI 10.32603/2071-8985-2023-16-8-57-63.
3. Шибанов Э.Д. Классификация дефектов 3D печати тонкостенных фигур из шоколадной глазури // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. – 2023. – № 8-2. – С. 146-151. DOI 10.37882/2223-2982.2023.8-2.37.
4. Благовещенский И. Г., Шибанов Э. Д., Загородников К. А. Оптимизация 3D-печати на примере использования шоколадной глазури // Пищевая промышленность. – 2020. – № 12. – С. 70-73. – DOI 10.24411/0235-2486-2020-10147. – EDN ZZVVRE.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Доцент кафедры «Инновационных технологий наукоёмких отраслей» НИУ «МЭИ», кандидат технических наук, доцент, **Щербатов Иван Анатольевич** дал положительный отзыв, имеются замечания:

- Не совсем понятно, почему именно данные параметры выбраны для расчёта коэффициентов корреляции (таблица 1), ранее на рисунке 1 представлено больше параметров;
- В блоке проверки условия на рис. 4 приведены переменные A и B, не совсем понятно, что это условие означает и почему выбрана граница 0,05;
- На блок-схеме алгоритма, представленного на рис. 5, имеются два блока проверки условия, имеющие два одинаковых условия, из описания не понятно назначение каждого из блоков;
- Без описания рис. 8 плохо воспринимается, кроме того, не описана архитектура нейронной сети, представленной на рис. 10, отсутствуют количественные показатели обучающей, контрольной и тестовой выборки;
- Формулы не имеют сквозной нумерации, например, формула (4.9) располагается выше по тексту формулы (4.1), формула (4.10) отсутствует и т.д., имеются два рисунка с номером 10.

2. Директор по развитию ООО «Альбига», кандидат технических наук, **Апанасенко Сергей Игоревич** дал положительный отзыв, имеются замечания:

- В тексте не приводится объяснение, какая из конфигураций нейронной сети YOLOv8 была использована для поиска дефектов и каким образом осуществлялся её выбор;
- Нарушена нумерация рисунков в автореферате;

3. Генеральный директор ООО «ЭлитМатик», кандидат технических наук, **Бунеев Алексей Владимирович** дал положительный отзыв, имеются замечания:

- В работе не сказано про анализ затрат и о предполагаемых эффектах от внедрения;
- В некоторых случаях автором использована узкоспециализированная терминология, требующая дополнительных пояснений;

4. Ведущий специалист по информационным технологиям Отдела систем искусственного интеллекта в энергетике, кандидат технических наук ФГБОУН Институт систем энергетики им Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук, **Копайгородский Алексей Николаевич** дал положительный отзыв, имеются замечания:

- К сожалению, в автореферате диссертации не приведены пояснения к функционально-структурной схеме влияния параметров печати на результат (рисунок 1);
- В работе автором используется СУБД MySQL, имеющая проприетарную лицензию, следовало бы вместо этого использовать аналогичную по функциональности СУБД MariaDB, имеющую лицензию GNU GPL;

5. Доцент (квалификационная категория «ординарный доцент») факультета биотехнологии Университета ИТМО, кандидат технических наук, доцент **Баракова Надежда Васильевна** дала положительный отзыв, имеются замечания:

- В автореферате не приводится информация об условиях освещения, необходимого для корректного функционирования модуля оценки состояния верхнего слоя нанесённого материала. Непонятно, насколько точной будет оценка при динамическом изменении освещения.

6. Заместитель директора Института общей профессиональной подготовки НИЯУ МИФИ, кандидат физико-математических наук, доцент **Самарченко Дмитрий Александрович** дал положительный отзыв, имеются замечания:

- В автореферате диссертации следовало бы добавить пояснения к функционально-структурной схеме (рис. 1);
- В работе не были затронуты исследования реологических свойств контролируемого сырья.

7. Доцент кафедры математического обеспечения и стандартизации информационных технологий ФГБОУ ВО РТУ МИРЭА, кандидат технических наук, **Чернов Евгений Александрович** дал положительный отзыв, имеются замечания:

- Результаты классификации дефектов, представленные на рисунке 11, плохо читаемы, а дефекты на изображениях трудно различимы;
- В автореферате отсутствуют пояснения к переменным точной настройки параметров технологического процесса, присутствующих на графическом интерфейсе (рисунок 15).

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненного соискателем исследования:

предложен научно-обоснованный метод визуальной оценки состояния верхнего слоя нанесённого сырья в процессе пищевой 3D печати шоколадных фигур, позволяющий добиться повышения скорости печати, предотвращая перегрева печатаемого изделия,

разработан интеллектуальный датчик детекции поверхностных дефектов, позволяющий обнаруживать и классифицировать различные типы дефектов, возникающих в процессе 3D печати шоколадом,

проработаны технические решения для реализации интеллектуальной автоматизированной системы управления органолептическими показателями качества в процессе пищевой 3D печати и осуществлён подбор технических средств,

разработана адаптивная система управления параметрами технологического процесса пищевой 3D печати с использованием искусственных нейронных сетей и систем технического зрения.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

разработана функционально-структурная схема формирования качества получаемого блюда в процессе пищевой 3D печати шоколадом с указанием факторов, влияющих на органолептические показатели качества,

проведены экспериментальные исследования технологического процесса пищевой 3D печати шоколадом с последующей математической обработкой результатов,

введено новое понятие «классификация дефектов тонкостенных фигур» в контексте пищевой 3D печати шоколадом, а также проанализированы причины их возникновения,

изложены, систематизированы, обобщены и адаптированы к пищевой 3D печати идеи по автоматизации контроля органолептических показателей качества печатаемого продукта, с применением программно-технического инструментария,

разработан алгоритм управления скоростью выращивания трёхмерного изделия, основанный на проведении визуальной оценки состояния шоколада в процессе печати,

разработана адаптивная система управления параметрами технологического процесса пищевой 3D печати с использованием искусственных нейронных сетей и системы технического зрения,

решена задача повышения эффективности контроля и управления технологическим процессом пищевой 3D печати шоколадом, за счёт оснащения 3D принтера интеллектуальным модулем оценки органолептических показателей качества с применением искусственных нейронных сетей и систем технического зрения, а также системой принятия решений;

Применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс принятых методов исследования и обработки результатов,

проведён анализ предметной области, выявлены проблемы и оценена возможность автоматизации контроля качества рассматриваемого технологического процесса,

изложены возможности применения современных интеллектуальных технологий и цифровых подходов к вопросам контроля качества продукта, получаемого методом пищевой 3D печати шоколадом, а также проведена их систематизация и адаптация.

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

внедрены в учебный процесс и производство решения, предложенные в рамках диссертационной работы,

определены перспективы практического использования предложенных программно-аппаратных решений,

представлены предложения по дальнейшему совершенствованию автоматизированной системы контроля и управления технологическим процессом пищевой 3D печати.

Результаты работы **используются** в учебном процессе, в лекционных курсах, при проведении лабораторных и практических занятий, в курсовом проектировании, при выполнении выпускных квалификационных работ кафедре автоматизированных систем управления биотехнологическими процессами ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)» при подготовке бакалавров направлений «Автоматизация технологический процессов и производств», «Мехатроника и робототехника», «Управление в технических системах», а также магистров направлений «Информатика и вычислительная техника» и «Управление в технических системах».

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

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 и соответствующие методы их математической обработки,

установлена оригинальность авторских результатов, подтверждаемая достаточным объемом выборки на экспериментальных данных,

использованы современные методы сбора и обработки исходной информации, цифровые технологии и математический аппарат, а также высокоуровневый язык программирования Python.

Личный вклад автора состоит в: научном обосновании, постановке цели и задач исследования, самостоятельном проведении всех этапов исследования, разработке экспериментальной установки, разработке теоретических положений диссертации, анализе современного состояния проблематики исследования, организации, планировании и проведении эксперимента, обработке и обобщении результатов исследования, подготовке результатов к опубликованию, участию в конференциях.

На заседании 28.12.2023 диссертационный совет принял решение присудить Шибанову Э.Д. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **12** человек, из них 11 докторов наук по специальности 2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами, и 1 кандидат наук 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 **0**, недействительных бюллетеней **0**.

Председатель
Диссертационного Совета
24.2.334.01 (Д 212.148.02)

Благовещенская Маргарита Михайловна

Ученый секретарь
Диссертационного Совета
24.2.334.01 (Д 212.148.02)

Мокрушин Сергей Александрович

29.12.2023 г.

