

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.287.01,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФГБОУ ВО «ВОРОНЕЖСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РФ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ  
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**

Аттестационное дело № \_\_\_\_\_

Решение диссертационного совета от «21» декабря 2022 года № 22

О присуждении Крыловой Ларисе Александровне, гражданке РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка моделей, методов и алгоритмов интеллектуальной автоматизированной системы контроля и управления качеством кефира», по специальности 2.3.3 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки)», принята к защите 07.10.2022 (протокол заседания № 15) диссертационным советом 24.2.287.01, созданным на базе ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 394036, Россия, г. Воронеж, проспект Революции, 19, утвержденного приказом от 02.10.2018 г. № 180/нк.

Соискатель Крылова Лариса Александровна 31.10.1966 года рождения, Почетный работник высшей школы. Начала заниматься научной деятельностью с 1989 года, обучаясь в Московском ордена Трудового Красного Знамени технологическом институте пищевой промышленности (МТИПП), и одновременно работая заведующим лабораторией кафедры Автоматизация технологических процессов МТИПП. В 1990 году окончила МТИПП по специальности 220301 «Автоматизация технологических процессов и производств» с присвоением квалификации инженер.

В период подготовки диссертации Крылова Лариса Александровна работала в ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет пищевых производств» сначала с 1987 года в должности лаборанта кафедры «Автоматизация технологических процессов», затем инженера, с 1989 года - заведующего лабораторией, затем ассистента и старшего преподавателя. С 2010 по 2014 годы обучалась в заочной аспирантуре кафедры АСУБП МГУПП. С 2018 г. по настоящее время работает доцентом кафедры «Информатика и вычислительная техника пищевых производств» ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

К настоящему моменту Ларисой Александровной опубликовано 47 научных статей и докладов, в том числе 14 статей в изданиях, рекомендованных ВАК Российской Федерации, а также 6 статей в изданиях, рецензируемых в международных базах данных (Scopus и WOS).

Диссертация выполнена на кафедре «Автоматизированные системы управления биотехнологическими процессами» ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

**Научный руководитель** – Заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор **Благовещенская Маргарита Михайловна**, заведующий кафедрой Автоматизированные системы управления биотехнологическими процессами ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств».

**Официальные оппоненты:**

**Дворецкий Станислав Иванович** – Заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», профессор кафедры технологии и оборудование пищевых и химических производств;

**Лабутин Александр Николаевич** – доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО "Ивановский государственный химико-технологический университет", профессор кафедры технической кибернетики и автоматизации

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация:** ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем имени В.М. Горбатова» РАН, город Москва, в своем **положительном** отзыве, подписанным Никитиной Мариной Александровной, доктором технических наук, доцентом, ведущим научным сотрудником, руководителем направления «Информационные технологии» Центра экономико-аналитических исследований и информационных технологий, и утвержденном Кузнецовой Оксаной Александровной, доктором технических наук, директором ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем имени В.М. Горбатова» РАН, указали, что диссертация Крыловой Ларисы Александровны является законченным научным исследованием, в котором решена важная научно-техническая задача.

По актуальности проблемы, решенной на современном теоретическом уровне, научной новизне и практической значимости полученных результатов диссертационная работа «Разработка моделей, методов и алгоритмов интеллектуальной автоматизированной системы контроля и управления качеством кефира» соответствует Паспорту специальности 2.3.3, отвечает требованиям п. 7 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842), предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Крылова Лариса Александровна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3 - Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

**Соискатель имеет** 47 опубликованных научных работ общим объемом 318 страниц, все они по теме диссертации. Из них 14 статей опубликованы в ведущих российских научных периодических изданиях, включенных в Перечень ВАК при Минобрнауки РФ, а также в 6 статей опубликованы в изданиях, рецензируемых в международных базах данных (Scopus и WOS).

Подана 1 заявка на патент РФ и 1 заявка – на свидетельство о регистрации базы данных. 3 статьи опубликованы без соавторов. Во всех остальных статьях личный вклад автора является основным и составляет не менее 75% и состоит в

получении экспериментальных данных, в обсуждении результатов и выводов и участии в написании статей.

**Наиболее значительные научные работы:**

1. Крылова Л.А. и др. Использование нейронных сетей как фактора повышения качества и безопасности производства пищевых продуктов при решении задач автоматизации / М.М. Благовещенская, И.Г. Благовещенский, Л.А. Крылова // «Автоматизация Технологических и Бизнес - Процессов», Одесса. - № 1, 2015 г., с. 7 – 11.

2. Krylova L.A and others. Automated system for monitoring compliance of educational programs with new generation standarts 13th International Technology, Education and Development Conference Valencia (Spain), 11-13.03.2019. S. 9703-9710. Shipareva M.G., Aitov V.G., Chekin I.I., Krylova L.A.

3. Krylova L.A and others. IDENTIFICATION OF READINESS FOR INNOVATIVE ACTIVITIES OF EMPLOY-EES OF MODERN ORGANIZATIONS. Donnik I.M., Pechenaya L.T., Ivanovashvets L.N., Krylova L.A. В сборнике: INTED2019 13th International Technology, Education and Development Conference. Conference proceedings. 2019. С. 9473-9479.

4. Krylova L.A. and others. The model of ensuring the quality of life and nutrition security in the education sector Proceedings of the Nutrition Society, 2018. Krylova L.A., Afanas'eva G.A., Tarasova V.V., Tokareva T.Yu., Karelina N.N.

5. Крылова Л.А. и др. Разработка структурно-параметрической, математической и ситуационной моделей процессов сепарирования / В.Г. Благовещенский, А.Е. Краснов, И.Г. Благовещенский, Л.А. Крылова, В.В. Головин, М.М. Благовещенская// Научный журнал НИУ ИТМО. Серия "Процессы и аппараты пищевых производств", 2021. №3 (49). С.40-52.

6. Крылова Л.А. и др. Использование системы компьютерного зрения для автоматизированного определения органолептических показателей качества сырья / А.Н. Петряков, П.М. Шкапов, Л.А. Крылова, И.Г. Благовещенский //«Хранение и переработка сельхозсырья». 2017. № 12. С. 53-58.

7. Крылова Л.А. и др. Методика автоматической оценки качества пищевых изделий на основе теории искусственных нейронных сетей / М.М.

Благовещенская, И.Г. Благовещенский, Е.А. Назойкин, Л.А. Крылова // «Пищевая промышленность», №.2, 2015. - С. 42 – 45.

**На диссертацию и автореферат поступило 13 отзывов.**

**Все отзывы положительные.**

**В них отмечены следующие недостатки работы:**

- доктор технических наук, профессор кафедры «Систем автоматизированного управления» ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского» (Первый казачий университет), Петров Сергей Михайлович отмечает, что, судя по автореферату, работа выиграла бы, если бы автор более детально рассмотрел методы и способы автоматического контроля в потоке внешнего вида, цвета и вкуса кефира с применением нейросетевых технологий и систем компьютерного зрения. А также отмечает, что на стр. 12 автореферата в выражении вязкости молока величиной 1,75 – 2,0 Пас следовало указать десятичный множитель  $10^{-3}$ .

- доктор технических наук Семипятный Владислав Константинович, заведующий лабораторией комплексного рециклинга пищевых систем ФГАНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности» отмечает, что в автореферате представлено имитационное моделирование технологического процесса производства кефира, но четко не выражены результаты этого моделирования.

- Заведующий кафедрой «Теоретическая механика» ФГБОУ ВО Национального Исследовательского университета «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана», доктор технических наук, доцент Шкапов Павел Михайлович в качестве замечания указал, что автору следует уделить больше внимания вопросу реализации интеллектуальной автоматизированной системы. В частности, уделить внимание вопросам технического оснащения, а также требованиям, предъявляемым к оборудованию на предприятиях молочной промышленности.

- Кандидат технических наук, доцент кафедры Информационных технологий и систем ФГБОУ ВО «Российский государственный гуманитарный университет» Карелина Екатерина Борисовна считает, что к сожалению, в

автореферате во- первых, не везде раскрыты размерности коэффициентов в полученных математических моделях и, во вторых, не проведена оценка быстродействия разработанной интеллектуальной автоматизированной системы контроля и управления качеством кефира.

- Генеральный директор «СЕРВИСАГРОПРОМ-АВТОМАТИКА», кандидат технических наук, доцент Смирнов Николай Николаевич в качестве замечания указал, что, к сожалению, нет информации о возможности использования разработанной интеллектуальной автоматизированной системы контроля и управления в других отраслях пищевой промышленности.

- Заведующий кафедрой Автоматики и вычислительной техники ФГБОУ ВО «Мурманский государственный технический университет», кандидат технических наук, доцент Кайченев Александр Вячеславович указывает, что автору следует уделить больше внимания вопросу реализации интеллектуальной автоматизированной системы контроля и управления качеством кефира. В частности, уделить внимание вопросам технического оснащения, требованиям, предъявляемым к оборудованию, на предприятиях молочной промышленности.

- Заведующий кафедрой промышленной информатики ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», кандидат технических наук, доцент Холопов Владимир Анатольевич отметил, что, к сожалению, в автореферате автором не достаточно внимание уделено подробному описанию всех элементов интеллектуальной автоматизированной системы контроля и управления качеством кефира. Следовало чуть больше внимание уделить механизму взаимодействия между различными элементами разработанной интеллектуальной системы.

- Профессор кафедры автоматизации технологических процессов ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», доктор технических наук, доцент Ахремчик Олег Леонидович в качестве замечания отметил, что, во первых, в автореферате не указано в соответствии с какими планами эксперимента (1 или 2 порядка) осуществлялась вариация уровней параметров производства кефира (стр. 8) и, во вторых, некоторые рисунки в автореферате

избыточны (например, вместо рис.2.5 и 2.6 можно ограничиться одним рисунком 2.6, стр. 10), что увеличило объем автореферата.

В отзывах доктора технических наук, профессора Громова Юрия Юрьевича, директора института автоматизации и информационных технологий Тамбовского государственного технического университета, а также руководителя отдела продаж. Пищевая промышленность. ООО «Омрон Электроникс», кандидата технических наук Бунеева Алексея Владимировича замечаний по автореферату нет.

**Выбор официальных оппонентов обосновывается** наличием у Заслуженного деятеля наук РФ, доктора технических наук, профессора Дворецкого Станислава Ивановича и доктора технических наук, профессора Лабутина Александра Николаевича их высокой компетентностью, 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 значимость диссертации.

**Ведущей организацией выбрано** Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр пищевых систем имени В.М. Горбатова» РАН, коллектив которого широко известен своими достижениями при проведении фундаментальных и прикладных исследований в области информационных технологий, управления сложными процессами пищевых производств, интеграции цифровых технологий в процесс принятия решений при разработке пищевых продуктов заданного состава и свойств.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**Разработаны** функционально-структурные схемы (ФСС) формирования качества кефира с обоснованием выбора точек контроля и регулирования; математические модели основных этапов технологического процесса производства кефира; интеллектуальные модули автоматического контроля внешнего вида, цвета, вкуса и консистенции кефира в потоке с использованием

искусственных нейронных сетей (ИНС), систем технического зрения (СТЗ), мультиагентного моделирования и реологических методов.

**Предложены** оригинальная методика автоматического контроля вкуса кефира с использованием нейросетевых технологий.

**Доказана** перспективность использования методов и алгоритмов автоматического контроля в потоке органолептических показателей качества на практике в структуре интеллектуальной автоматизированной системы контроля и управления качеством кефира (ИАСКУК).

Новые понятия не вводились.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

Доказана полнота и непротиворечивость организации системы автоматизированного контроля и управления качеством кефира и обоснованность выбора оцениваемых показателей качества, методов математического моделирования, что позволило в производственных условиях организовать эффективные режимы производства кефира.

**Применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован комплекс** базовых методов исследования, в том числе методы функционального, математического и имитационного моделирования, вычислительной математики, натурального и вычислительного эксперимента, методы технического зрения, реологии, оптимизации и системного анализа.

**Изложены** основные стадии производства кефира; основные факторы влияющие на изменение качества продукции на всех этапах и возможные интервалы изменения параметров для обеспечения выполнения технологических режимов и получения кефира высокого качества; структурная схема системы автоматического контроля внешнего вида и цвета, алгоритм обработки и анализа изображений; этапы построения виртуального датчика автоматического контроля вкуса, основные этапы построения ИАСКУК; структура комплекса программного обеспечения для расчета показателей качества кефира.



**Раскрыты** существующие проблемы сезонного изменения характера возмущающих воздействий, влияющих на качество входного сырья .

**Изучены** технологические стадии производства кефира как объекты управления, закономерности их организации; структура логического взаимодействия отдельных стадий производства; диаграммы сырьевых потоков.

**Проведена модернизация** автоматизированной системы управления технологическим процессом производства кефира с учетом применения интеллектуальных и реологических средств контроля органолептических показателей качества.

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

**Разработана и внедрена** оригинальная интеллектуальная автоматизированная система контроля и управления в режиме онлайн показателями качества кефира в процессе производства, позволяющая осуществлять сбор, передачу , статистическую обработку, графическую визуализацию и хранение данных о показателях качества кефира. Модели , методы, алгоритмы прошли апробацию и внедрены на молочных предприятиях: ООО «Гжельское подворье» и АО «Жуковомолоко». Полученные научные и практические результаты используются в учебном процессе кафедр «Автоматизированные системы управления биотехнологическими процессами » и «Информатика и вычислительная техника пищевых производств» ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств» при подготовке бакалавров направлений 15.03.05- 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.

**Определены** перспективы применения разработанной ИАСКУК на предприятиях молочной промышленности.

**Создана** система практических рекомендаций в виде функциональной модели работы ИАСКУК, комплекса технических средств и функциональной схемы автоматизации процессов сквашивания и созревания.

**Представлены рекомендации** по повышению эффективности управления технологическими процессами производства кефира за счет использования новых решений в области контроля и управления.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**Для экспериментальных работ** результаты получены на сертифицированном оборудовании, калиброванном и поверенным перед проведением эксперимента (измерений); на предприятиях внедрения доказана воспроизводимость результатов исследования в производственных условиях.

**Теория** построена на известных, проверенных данных и фактах из предметных областей системного анализа, математического моделирования и управления и согласуется с опубликованными экспериментальными данными других авторов по теме диссертации и смежным отраслям.

**Идея** базируется на анализе практики и обобщении передового опыта в области моделирования и построения автоматизированных систем управления технологическими процессами пищевых производств.

**Использовано** сравнение авторских результатов и информации, полученной ранее, по рассматриваемой тематике.

**Установлено** качественное и количественное соответствие авторских результатов известным результатам, представленным в независимых источниках по данной тематике.

**Использованы** современные методики сбора и обработки экспериментальных данных, позволяющие повысить воспроизводимость и объективность исходных данных, обработки исходной информации, технические средства проведения лабораторных исследований параметров качества кефира.

Достоверность результатов проведённых исследований базируется на строгих доказательствах и использовании апробированных математических методов. Ряд выявленных автором теоретических положений непосредственно согласуется с общепризнанными результатами в смежных областях исследования. Все научные положения, выводы и рекомендации, изложенные в диссертационной работе, обоснованы и подтверждены экспериментальными исследованиями и материалами.

**Личный вклад соискателя** в научном обосновании, постановке цели и

задач исследования, самостоятельном проведении всех этапов исследования, разработке теоретических положений, анализе современного состояния проблематики исследования, активном участии в получении исходных данных и проведении научных экспериментов, формулировании практических рекомендаций по внедрению ИАСКУК, участии в апробации результатов исследования, подготовке основных публикаций по выполненной работе.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. Необходимо более детально рассмотреть методы и способы автоматического контроля в потоке внешнего вида, цвета и вкуса кефира с применением нейросетевых технологий и систем компьютерного зрения.

2. В выражении вязкости молока величиной 1,75 – 2,0 Пас следовало указать десятичный множитель  $10^{-3}$ .

3. Требуется разъяснение результатов имитационного моделирования технологического процесса производства кефира.

4. Необходимо пояснить каким образом и где на технологическом оборудовании необходимо устанавливать цифровые камеры.

5. Какими неопределенностями автор руководствовался при постановке задач диссертационного исследования.

6. Неясно в чем заключается экономический эффект при внедрении результатов исследования.

7. Каким образом учитывается качество сырья при производстве кефира и где это учтено.

Соискатель Крылова Л.А. ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию.

По тематике, методам исследования, предложенным новым научным положениям диссертационная работа соответствует следующим пунктам паспорта специальности 2.3.3 - «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами»:

П2. Методология, научные основы и формализованные методы построения автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) и производствами (АСУП), а также технологической подготовкой производства (АСТПП) и т. д.

П3. Теоретические основы и методы математического моделирования организационно-технологических систем и комплексов, функциональных задач и объектов управления и их алгоритмизация.

П11. Методы контроля, обеспечения достоверности, защиты и резервирования информационного и программного обеспечения АСУТП, АСУП, АСТПП и др.

П14. Теоретические основы, методы и алгоритмы интеллектуализации


решения прикладных задач при построении АСУ широкого назначения (АСУТП, АСУП, АСТПП и др.).

На заседании 21 декабря 2022 г. диссертационный совет принял решение присудить Крыловой Ларисе Александровне ученую степень кандидата технических наук за решение научной задачи разработки интеллектуальной автоматизированной системы контроля и управления качеством кефира, имеющей существенное значение для развития страны.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 8 докторов наук по специальности 2.3.3. «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами», участвовавших в заседании, из 21 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 20, против 0, недействительных бюллетеней 0

Председатель диссертационного совета  
по защите диссертаций  
на соискание ученой степени  
кандидата наук, на соискание  
ученой степени доктора наук 24.2.287.01,  
д.т.н., профессор



 Битюков  
Виталий Ксенофонтович

Ученый секретарь совета  
по защите диссертаций  
на соискание ученой степени  
кандидата наук, на соискание  
ученой степени доктора наук 24.2.287.01,  
к.т.н., доцент



Иванов  
Андрей Валентинович

Дата оформления заключения «21» декабря 2022 года.