

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.515.01,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
АВТОНОМНОГО НАУЧНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ «ВСЕРОССИЙСКИЙ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МОЛОЧНОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА  
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от «21» мая 2026 г. № 26

О присуждении Архипову Даниле Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Моделирование и разработка 3D-печатного комбинированного продукта на молочной основе» по специальности 4.3.3 Пищевые системы принята к защите 20 марта 2026 г. (протокол № 13) диссертационным советом 24.1.515.01, созданным на базе Федерального государственного автономного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности» (ФГАНУ «ВНИМИ»), Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 115093, г. Москва, ул. Люсиновская, д. 35, корп. 7, приказ о создании диссертационного совета № 1184/нк от 09 декабря 2025 г.

Соискатель Архипов Данила Сергеевич, 01 мая 1988 года рождения, в 2025 году окончил программу подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре ФГАНУ «ВНИМИ» по научной специальности 4.3.3 Пищевые системы. Работает инженером в лаборатории технологий молочных продуктов ФГАНУ «ВНИМИ», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена в лаборатории технологий молочных продуктов ФГАНУ «ВНИМИ», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации. Научный руководитель – доктор технических наук, Агаркова Евгения Юрьевна, ФГАНУ «ВНИМИ», лаборатория технологий молочных продуктов, старший научный сотрудник.

Официальные оппоненты:

Бредихин Сергей Алексеевич, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кафедра процессов и аппаратов перерабатывающих производств, профессор;

Захарова Василина Александровна, кандидат химических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова Российской академии наук, лаборатория гетероцепных полимеров, младший научный сотрудник дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий», г. Воронеж, в своем положительном отзыве, подписанном Станиславской Екатериной Борисовной, доктором технических наук, доцентом, профессором кафедры технологии продуктов животного происхождения указала, что диссертация Архипова Данилы Сергеевича является актуальной и представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение актуальной научно-технической задачи – создание аддитивной технологии 3D-продукта на молочной основе для сегмента HoReCa. В отзыве отмечены обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, а также опубликованность и апробация основных результатов исследования. Практическая реализация результатов подтверждена разработанным программным обеспечением (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024667797), техническими условиями на плавленый сыр с начинкой, производимый на пищевом 3D-принтере, «ПринтЧиз» (ТУ 10.51.40-111-00419785-2025), а также успешным промышленным внедрением разработанной аддитивной технологии на предприятиях сегмента HoReCa. Таким образом, содержание диссертации отражает высокий уровень научной проработки темы, а ее структура и завершенность соответствуют требованиям, предъявляемым к работам на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.3 Пищевые системы.

Соискатель имеет 8 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 8 научных работ, из них в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК опубликовано 4 работы. Общий объем опубликованных по теме диссертации работ составляет 9,1 печатного листа, из которых авторский вклад соискателя составляет 5,9 печатного листа, или 64,8 %. Результаты диссертационного исследования также опубликованы в 1 монографии, 2 публикациях в журналах и материалах конференций, индексируемых в РИНЦ, а также в 1 свидетельстве о государственной регистрации программы для ЭВМ. В ходе проверки сведений об опубликованных соискателем научных работах, содержащих основные

результаты диссертации, фактов недостоверности указанных сведений, а также заимствования материалов или отдельных результатов без ссылки на соответствующие источники не выявлено. Содержание опубликованных научных работ отражает основные положения и результаты выполненного диссертационного исследования.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Семипятный, В.К. Киберфизическая система пищевой промышленности Х.0. Цифровые и аддитивные технологии: монография / В.К. Семипятный, Д.С. Архипов – М.: ВНИМИ, 2025. – 180 с.

2. Агаркова, Е.Ю. Исследование зависимостей свойств 3D пищевых систем от их состава / Е.Ю. Агаркова, В.В. Кондратенко, Д.С. Архипов, М.А. Малюшина, А.Г. Галстян // Пищевая промышленность. – 2025. – №8. – С. 101-106. DOI: 10.52653/PPI.2025.8.8.025.

3. Архипов, Д.С. Разработка теоретической модели устойчивости 3D пищевых систем / Д.С. Архипов, С.В. Мотылев, Е.Ю. Агаркова, В.К. Семипятный, А.Г. Галстян // Пищевая промышленность. – 2025. – №10. – С. 28-32. DOI: 10.52653/PPI.2025.10.10.005.

4. Кондратенко, В.В. Разработка модели формирования дисперсных биосистем на молочной основе / В.В. Кондратенко, О.В. Соколова, Е.Ю. Агаркова, О.Б. Федотова, Д.С. Архипов // Пищевая промышленность. – 2025. – №10. – С. 6-10. DOI: 10.52653/PPI.2025.10.10.001.

5. Архипов, Д.С. Исследование прочностных характеристик пищевых 3D-систем, приготовленных по технологии плавленого сыра / Д.С. Архипов, С.В. Мотылев, Е.Ю. Агаркова, В.К. Семипятный, Д.М. Мясенко // Сыроделие и маслоделие. – 2025. – №4 – С. 42-47. DOI: 10.21603/2073-4018-2025-4-38.

На диссертацию и автореферат поступило 8 положительных отзывов:

1. В отзыве директора ГБУ «Ярославский государственный институт качества сырья и пищевых продуктов», д-ра техн. наук, заслуженного работника пищевой индустрии Российской Федерации Гаврилова Г.Б. имеется следующее замечание: 1. В анкетировании приняли участие респонденты из 12 стран. Стоит пояснить, наблюдались ли статистически значимые различия в потребительских предпочтениях между российскими и зарубежными респондентами? 2. Разработанная Вами теоретическая модель прочностных характеристик апробирована на объекте кубической формы. Насколько заложенные основы применимы к объектам других форм?

2. В отзыве профессора кафедры продуктов питания и пищевой биотехнологии ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина», д-ра техн. наук, профессора Гавриловой Н.Б. имеется следующее замечание: В автореферате не обнаружено микробиологических

показателей как модельных образцов, так и разработанного комбинированного продукта.

3. В отзыве заведующего кафедрой технологии продуктов питания животного происхождения ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет» поступил отзыв, д-ра техн. наук, профессора Курбановой Марины Геннадьевны следующие замечания и пожелания: 1. В таблице 2 (с. 12 автореферата приведены значения коэффициента спонтанной деформации ( $K_{сд}$ ) для образцов с сухим цельным молоком (СЦМ). Образец №0 имеет массовую долю белка 24,4% и  $K_{сд} = 15,3\%$ , а образец №3 – 19,5% белка и  $K_{сд} = 47,3\%$ . Получается, что чем меньше белка, тем больше деформация. Это логично. Но почему тогда образец №5 с ещё меньшим содержанием белка (15,9%) имеет  $K_{сд} = 78,9\%$ , то есть деформация снова выросла? Почему зависимость не прямая, а с изломом? 2. Учитывая высокую практическую значимость разработанной технологии для сегмента NoReCa и наличие программного обеспечения для расчёта геометрических параметров 3D-продуктов (свидетельство о регистрации программы для ЭВМ №2024667797), было бы целесообразно в дальнейших исследованиях расширить номенклатуру исследуемых геометрических форм, выйдя за рамки кубической конфигурации, и создать библиотеку верифицированных моделей (например, цилиндрических, сферических или более сложных архитектурных форм) с соответствующими рекомендациями по толщине стенок и параметрам печати для каждой из них.

4. В отзыве доцента кафедры технологии молока и молочных продуктов ФГБОУ ВО «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина», канд. техн. наук Куренковой Людмилы Александровны имеются следующие замечания: 1. В автореферате детально исследовано влияние массовой доли белка и жира на структурно-механические характеристики, однако из текста не ясно, учитывалась ли роль минеральной составляющей, в частности солей-плавителей, на реологические свойства «пищевых чернил» в момент фазового перехода при экструзии. Данный аспект важен для понимания полной картины структурообразования. 2. Предложенная теоретическая модель предельного равновесия апробирована автором исключительно на примере изделия кубической формы. В автореферате не приведено комментариев относительно границ применимости разработанного математического аппарата для более сложных, несимметричных геометрических тел, что часто востребовано в сегменте NoReCa.

5. Отзыв заведующего кафедрой переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет», д-ра биол. наук, профессора Погосяна Давида Гарегиновича без замечаний.

6. В отзыве профессора кафедры технологии переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет», д-ра техн. наук Решетник Е.И. имеются следующие замечания: 1. В автореферате на стр.14 при обсуждении результатов органолептической оценки написано: «В образцах СЦМ во вкусовых ощущениях была зафиксирована неприятная липкость и клейкость, обусловленная более высоким содержанием казеина». Однако, это утверждение ничем не подтверждено. 2. В технологической схеме изготовления 3D продукта отсутствует начинка (мед).

7. В отзыве главного научного сотрудника ВНИИ маслоделия и сыроделия – филиала ФГБУН «ФНЦ пищевых систем имени В.М. Горбатова» РАН, д-ра техн. наук Смыкова И.Т. содержатся следующие замечания: 1. Некоторая сумбурность представления материала диссертации в автореферате и излишнее наукообразие. 2. Отсутствует описание алгоритма разработанной программы для ЭВМ и конкретный пример её использования. 3. При разработке «пищевых чернил» и оценке их прочностных характеристик не учтено и не исследовано количественное влияние таких важнейших факторов, как молокосвёртывающий фермент, хлористый кальций, кислотность, температура и содержание белка в молоке. 4. Отсутствует валидация разработанной методологии проектирования и принципа моделирования 3D-продукта на достаточном объёме готовой продукции, обеспечивающая необходимую достоверность. 5. Не рассмотрены вопросы упаковки и хранения готового продукта (очевидно, что на поверхности плавленого сыра сразу образуется корка). 6. Не оценены вопросы микробиологической безопасности при производстве продукта. 7. Некорректно представлены экспериментальные данные (Таблица 5). 8. В работе неоправданно использован термин «доказано», но в науке это означает, что вероятность события равна единице, здесь же доверительная вероятность, как указывает автор, 0,95.

8. В отзыве заведующего кафедрой – руководителя Высшей школы биотехнологии ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», д-ра техн. наук, профессора Тихонова С.Л. отражены следующие вопросы: 1. Чем руководствовался автор при выборе заквасочной микрофлоры для получения калье? 2. Какие виды механических испытаний проведены для оценки прочностных характеристик 3D-печатных образцов?

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их квалификацией, наличием публикаций в соответствующей области исследований и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**разработана** методология проектирования и моделирования комбинированного 3D-печатного продукта на молочной основе, базирующаяся на интеграции расчета геометрических и конструктивных параметров изделия с реологическими и физико-химическими свойствами «пищевых чернил»;

**предложен** новый методический подход к оценке прочностных характеристик 3D-продуктов, включающий расширение области оценочных критериев показателями напряжения сдвига, сжатия и растяжения;

**доказана** перспективность использования предложенной методологии проектирования 3D-продукта для сегмента HoReCa; определяющая роль массовой доли белка в составе «пищевых чернил» как фактора, обеспечивающего стабильность геометрической формы, а также наличие существенного запаса устойчивости 3D-изделий кубической формы для всех исследованных рецептур, подтвержденного сравнением расчетных значений максимальных напряжений с экспериментальными значениями физических пределов текучести материала для 3D печати;

**введены** новые расчетные характеристики и методические положения в области аддитивных технологий пищевых систем, в частности «коэффициент спонтанной деформации» и «методология предельного равновесия» применительно к проектированию 3D-продуктов на молочной основе».

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

**доказаны** положения, расширяющие представления о влиянии массовой доли белка на структурно-механические свойства молочно-белковых систем пластично-вязкой консистенции, а также о механизмах деформационной устойчивости 3D-печатных форм;

**применительно к проблематике диссертации результативно использован** комплекс современных и стандартизированных методов исследования, включая методы физико-химического анализа молочных систем, реологические испытания, математическое моделирование на основе теории упругопластических деформаций, потребительское анкетирование с охватом 1211 респондентов из 12 стран, а также разработку программного обеспечения;

**изложены** результаты комплексных исследований, согласно которым для комбинированного 3D-продукта на основе сухого обезжиренного молока рациональными являются рецептуры с массовой долей белка не менее 22,56 %, а для 3D-продукта на основе сухого цельного молока – в интервале от 21,11 до

24,05 %; влияние жировой составляющей на характер деформационных процессов, свидетельствующее о нелинейном вкладе состава «пищевых чернил» в стабильность 3D-печатных форм; положения теоретической модели, позволяющей рассчитывать максимальные напряжения сдвига, растяжения и сжатия в сечениях изделия и прогнозировать его устойчивость;

**раскрыты** проблемы недостаточной изученности получения и использования молочных систем в качестве «пищевых чернил» для 3D-печати, отсутствия систематизированных подходов к проектированию комбинированных 3D-продуктов на молочной основе и ограниченности существующих инструментальных методов оценки их прочностных характеристик;

**изучены** факторы, определяющие пригодность молочно-белковых систем к экструзионной 3D-печати, включая влияние состава (массовая доля белка, жира, углеводов), условий подготовки «пищевых чернил» и параметров печати на качество готового изделия;

**проведена модернизация** алгоритма 3D-печати путем корректировки управляющего G-кода, что позволило адаптировать процесс печати к получению комбинированного 3D-продукта на молочной основе с начинкой.

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

**разработан и внедрен** документ по стандартизации ТУ 10.51.40-111-00419785-2025 «Сыр плавленый «ПринтЧиз» на предприятиях сегмента HoReCa;

**определены** перспективы практического использования разработанной технологии для производства персонализированных молочных продуктов с программируемой формой и составом;

**создана** программа для ЭВМ (свидетельство о государственной регистрации № 2024667797), позволяющая рассчитывать оптимальные геометрические параметры 3D-изделий в зависимости от свойств материала или решать обратную задачу – определять требуемые механические свойства рецептуры при заданной геометрии изделия;

**представлены** технико-экономические расчеты, демонстрирующие срок окупаемости технологии не более 8 месяцев при внедрении в сегменте HoReCa.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

**для экспериментальных работ** результаты получены с использованием современного приборного обеспечения и сертифицированного аналитического оборудования, включая пищевой 3D-принтер FELIX Food Switch Head, универсальную испытательную машину

Shimadzu EZ-LX-1, стандартизированные методы контроля молочной продукции и оригинальные методики оценки прочностных характеристик 3D-печатных форм;

**теория** построена на фундаментальных положениях механики деформируемого твердого тела, теории упругости и теории пластичности, базируется на гипотезе Людвика о существовании единой диаграммы деформирования и согласуется с опубликованными данными по теме диссертации;

**идея базируется** на анализе и обобщении зарубежного и отечественного опыта в области пищевых аддитивных технологий, 3-D печати пищевых систем, применения молочных продуктов и их компонентов в качестве сырья для «пищевых чернил»;

**использованы** анализ и сравнение авторских данных с результатами, полученными ранее другими исследователями по рассматриваемой тематике;

**установлено** качественное совпадение расчетных и экспериментальных значений напряжений, подтверждающее адекватность разработанной теоретической модели, а также показана оригинальность авторских результатов, подтвержденная значительным объемом экспериментальных данных, публикациями в рецензируемых научных журналах и апробацией в производственных условиях;

**использованы** современные методики сбора и анализа экспериментальных данных, включая методы статистической обработки, регрессионного анализа и многокритериальной оптимизации с применением функции желательности Харрингтона, обеспечивающие воспроизводимость и сходимость полученных результатов.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии на всех этапах выполнения диссертационного исследования, включая формулирование научной проблемы, определение цели и задач работы, разработку общей структуры исследования, обоснование объектов и методов исследований. Соискателем лично выполнены экспериментальные исследования, получены, обобщены и интерпретированы экспериментальные данные; разработана методология проектирования 3D-модели, произведена корректировка G-кода, сформулированы основные результаты и выводы по итогам проведенной работы. Самостоятельно разработан документ по стандартизации. Автор принимал непосредственное участие в апробации результатов исследования и подготовке основных публикаций по теме диссертации.

В ходе защиты диссертации не были высказаны следующие критические замечания.

Соискатель Архипов Д.С. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

Диссертационное исследование соответствует пп.: 5. Технология мясной, молочной и рыбной продукции и холодильных производств; 11. Технологии пищевых продуктов с заданными потребительскими свойствами; 18. Фронтальные, природоподобные и аддитивные технологии в пищевых системах паспорта научной специальности 4.3.3 Пищевые системы, а также требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, установленным пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842.

На заседании 21 мая 2026 года диссертационный совет принял решение: за новые научно обоснованные технологические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития пищевых технологий, заключающиеся в создании аддитивной технологии 3D-продукта на молочной основе для сегмента HoReCa с интегрированной методологией расчета параметров потребительской модели, присудить Архипову Д. С. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 7 докторов наук по специальности 4.3.3 Пищевые системы (технические науки), участвовавших в заседании, из 14 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 12 против – нет действительных бюллетеней – нет.

Председатель  
диссертационного совета



Галстян Арам Генрихович

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Бычкова Татьяна Сергеевна

22.05.2026 г.