

**Министерство науки и высшего
образования РФ**

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования**

**«ВОРОНЕЖСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

394036 г. Воронеж, пр. Революции, 19

Тел. +7(473) 255-42-67, 255-35-21,

Факс +7(473) 255-42-67

E-mail: post@vsuet.ru

№ 0405 от «24» 09

2026 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный университет
инженерных технологий», кандидат
физико-математических наук

Н.И. Репников

«23» сентября 2026 г.

**ОТЗЫВ
ведущей организации**

Федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Воронежского государственного университета инженерных технологий» (ФГБОУ ВО «ВГУИТ») о диссертационной работе Рыскина Дмитрия Сергеевича на тему: «Структурное моделирование рециклинга нереализованной молочной продукции», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.3. – Пищевые системы

Актуальность темы диссертационной работы

Ежегодное образование около 17 млн тонн пищевых отходов за счет нереализованной и просроченной продукции в розничных сетях и логистических цепях создает серьезную экологическую и экономическую нагрузку на агропромышленный комплекс страны. Продукция молочной отрасли формирует значимую часть отходов: короткие сроки годности, высокое влагосодержание и биологическая активность молочного сырья обуславливают значительные объемы возвратных потоков, которые в настоящее время преимущественно направляются на захоронение без извлечения ресурсного потенциала.

Приоритет утилизации и повторного использования ресурсов закреплен Федеральным законом от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации (Указ Президента РФ от 21.01.2020 № 20), Стратегией развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов

производства и потребления на период до 2030 года. Национальный проект «Экологическое благополучие» (Указ Президента РФ от 07.05.2024 № 309) прямо предусматривает снижение доли пищевых отходов, направляемых на захоронение, и стимулирует создание интеллектуальных систем управления ресурсными потоками. Стратегия научно-технологического развития РФ (Указ Президента от 01.12.2016 № 642) относит цифровое моделирование логистических потоков пищевой продукции к приоритетным направлениям.

Вместе с тем разработка научно обоснованных инструментов для оценки целесообразности и маршрутизации рециклинга нереализованной молочной продукции с учетом переменного компонентного состава и динамики деградации исходного сырья остается нерешенной задачей. Существующие подходы либо ориентированы на переработку однородных продуктов, либо носят качественный характер и не предполагают автоматизации принятия технологических решений. Разработка предиктивных моделей и цифровых инструментов, интегрирующих критерии экономической, технологической и экологической оценки, является актуальным направлением как с научной, так и с практической точки зрения и полностью отвечает приоритетам государственной политики в области обращения с отходами и цифровой трансформации агропромышленного комплекса.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Степень обоснованности и достоверности является высокой и подтверждается комплексом проведенных исследований. Стратегия работы основана на научно-методологическом подходе, включающем детальное описание задач, разработку структурированного и аргументированного плана эксперимента. В процессе исследования использовалась современная материально-техническая база ФГАНУ «ВНИМИ» с применением стандартизированных и общепринятых методов, обеспечивающих точность и воспроизводимость полученных данных. Достоверность результатов подтверждается трехкратной повторностью каждого опыта и статистической обработкой методом дисперсионного анализа (ANOVA и PERMANOVA) с уровнем значимости 0,05 и пост-хок тестом Тьюки. Это обеспечивает надежность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Полученные результаты доложены на научных площадках различного уровня, включая международный форум «Антиконтрафакт», агропромышленную выставку «Золотая осень» и международную научно-практическую конференцию «Окружающая среда, устойчивость природных экосистем и проблемы экологической инженерии». Уровень исследований подтверждается публикацией 6 печатных работ, в том числе 3 статей в изданиях перечня ВАК РФ, 1 статья в журнале Белого списка, а также свидетельством о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Научная новизна диссертации и личный вклад соискателя в разработку научной проблемы

Научная новизна диссертационного исследования и полученных результатов заключается в следующих ключевых положениях:

- сформирована многоуровневая система цифрового профилирования смесей молочных отходов с интегральным индексом приоритизации на основе взвешенных критериев экономической целесообразности (0,25), технологической оснащенности (0,20) и экологического воздействия (0,55), позволившая ранжировать 16 групп молочных продуктов по перспективности рециклинга;
- разработан принципиально новый предиктивный подход к моделированию рециклинга нереализованной пищевой продукции, учитывающий децентрализованный логистический сбор и динамическое перераспределение возвратных потоков переменного состава;
- установлены закономерности трансформации жирнокислотного состава смешанных молочных систем в хранении; на основе кластерного анализа жирнокислотных профилей методом Уорда определена ведущая роль исходной матрицы продукта (35% объясненной дисперсии) по сравнению с временным сдвигом (28%);
- выявлены биомаркеры маршрутизации переработки – пороговые значения кислотного (AV) и перекисного (PV) чисел, а также содержания ЛЖК – позволяющие экономически эффективно дифференцировать поступающие субстраты между тремя технологическими маршрутами утилизации.

Личный вклад соискателя включает проведение полного цикла экспериментальных исследований. Автором самостоятельно осуществлены выбор и обоснование методологического подхода, реализован полнофакторный эксперимент по ускоренному хранению шести модельных молочных систем, проведены физико-химический и хроматографический анализ образцов, разработаны регрессионные уравнения и математическая модель прогнозирования показателей жировой фазы, создано и апробировано облачное программное обеспечение, реализован принцип «признак – критерий – желательность» в виде цифрового СТО 0023498–022–2025. Полученные данные систематизированы и проанализированы, что позволило разработать инвариантную технологическую схему переработки нереализованной молочной продукции и провести ее апробацию на предприятиях молочной промышленности. Все разделы диссертации, включая теоретическую и экспериментальную части, подготовлены автором самостоятельно на основании проведенных исследований.

Результаты диссертационной работы имеют важное значение для развития научных знаний, позволяющих совершенствовать подходы к

управлению возвратными потоками молочной продукции и минимизации экологического ущерба от пищевых отходов.

Результаты работы рекомендуется использовать как основу для дальнейших исследований в области рециклинга пищевых систем, для внедрения на предприятиях молочной промышленности, а также в учебном процессе вузов по направлениям «Биотехнология» и «Продукты питания растительного и животного происхождения».

Соответствие диссертации и автореферата требованиям «Положения о присуждении ученых степеней»

Диссертационная работа и автореферат Рыскина Дмитрия Сергеевича соответствуют требованиям ВАК РФ. Работа является научно-квалификационной, обладает теоретической и практической значимостью. В диссертации содержится решение научной задачи, имеющей существенное значение для развития молочной промышленности. Диссертационное исследование содержит новые научные положения и результаты их практической реализации.

Диссертация Рыскина Д.С. соответствует пп. 3, 19, 35, 36 паспорта специальности 4.3.3. – Пищевые системы.

Основные научные результаты работы опубликованы в рецензируемых научных изданиях. Количество публикаций удовлетворяет требованиям к соискателям на ученую степень кандидата технических наук согласно «Положению о присуждении ученых степеней», утвержденному Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 25.01.2024).

Оценка содержания диссертации и ее завершенность

Диссертационная работа изложена на 128 страницах, содержит 17 таблиц, 13 рисунков и 2 приложения. Список литературы включает 156 источников. Автореферат полностью соответствует основному содержанию диссертации и по оформлению отвечает требованиям ВАК РФ.

Введение диссертационной работы обосновывает ее актуальность, сформулированы цели и задачи исследования, аргументирована научная новизна, практическая значимость работы и основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе представлен анализ мирового опыта работы с пищевыми отходами, позволивший выявить иерархические подходы к их утилизации и оценить пост-потребительские свойства нереализованной пищевой продукции. Рассмотрены современные методы валоризации возвратных потоков, включая пути повышения ценности анаэробного дигестата, производство энергоносителей и материалов с высокой добавленной стоимостью. Обобщен практический опыт реализации рециклинговых технологий, в том числе применения интеллектуальных систем для обеспечения эффективности замкнутой экономики.

Аналитический обзор выполнен на достаточном уровне и служит убедительным обоснованием актуальности и направленности исследования.

Во второй главе описаны объекты исследования – сливки (ГОСТ 31451–2013), сметана (ГОСТ 31452–2012), кефир (ГОСТ 31454–2012) и их бинарные смеси (50/50 по массе), – а также методы работы (физико-химические, реологические, хроматографические и статистические) и схема проведения исследований. Детально описаны этапы экспериментальной работы. Методический арсенал соответствует современным требованиям и охватывает как стандартизированные методы, так и адаптированные методики, что обеспечивает корректность полученных данных.

В третьей главе разработана многоуровневая модель цифрового профилирования нереализованной молочной продукции, основанная на каскадном принципе «признак – критерий – желательность». Весовые коэффициенты трех признаков определены по методу парных сравнений Саати на основании опроса 18 экспертов (отношение согласованности 0,057). Рассчитан интегральный показатель целесообразности переработки для 16 групп молочных продуктов; установлено, что наиболее перспективны для рециклинга сливки (0,72), сметана (0,70) и кефир (0,69). Модель реализована в виде облачного программного обеспечения, прошедшего государственную регистрацию.

В четвертой главе проведен полнофакторный эксперимент по ускоренному хранению шести модельных систем при 32 °С в течение 144 ч (эквивалентно 77 суткам при 5 °С по уравнению Аррениуса). Исследована кинетика изменения pH, титруемой кислотности, условной вязкости, жирнокислотного состава, а также кислотного (AV) и перекисного (PV) чисел. Получены регрессионные уравнения с $R^2 = 0,898$ для PV и $R^2 = 0,905$ для AV. Дополнительно определен профиль органических кислот: введен биомаркер на основе содержания ЛЖК > 1000 мг/л, сигнализирующий о целесообразности направления субстрата на анаэробное сбраживание. Построена фазовая диаграмма экономической эффективности трех маршрутов переработки с определением «тройной точки» равной рентабельности при координатах (109 ч, pH 5,27).

В пятой главе разработана инвариантная технологическая схема переработки нереализованной молочной продукции, включающая три маршрута: кормовую сушку, отделение жировой фракции с получением технического лактата и анаэробное сбраживание. Схема интегрирована в программный комплекс на основе машинного обучения. Разработан и внедрен на предприятиях молочной промышленности цифровой СТО 0023498–022–2025. Экономическая эффективность маршрутов подтверждена расчетами: для смеси сметаны и кефира при предельном сроке хранения маршрут «Технический жир + L-лактат» обеспечивает прибыль +5,82 руб./л, маршрут анаэробного сбраживания – +1,97 руб./л, тогда как маршрут кормовой сушки при указанных параметрах является убыточным (-2,84 руб./л), что обоснованно ограничивает его область применения.

Выводы отражают результаты поставленных в работе задач.

Вопросы, замечания и рекомендации по диссертационной работе

По результатам анализа диссертационной работы выявлены следующие вопросы:

1. В главе 4 предельные значения $PV < 5 \text{ мэкв } O_2/\text{кг}$ и $AV < 2,5 \text{ мг КОН/г}$ обозначены как установленные «согласно ГОСТ 31757-2012 и ГОСТ 54760-2011», тогда как оба стандарта регламентируют методы определения, но не устанавливают нормируемых значений. Каков источник использованных пороговых величин?
2. Во введении и в разделе 2.6 диссертации упоминается апробация методологии на двух предприятиях молочной промышленности, но не раскрывается, на каком конкретно технологическом переделе используется разработанный СТО. Можете уточнить, каков фактический масштаб апробации разработанной технологической схемы на данных предприятиях?
3. В разделе 2.3 для перекисного числа в сводном перечне приведен ГОСТ 31757-2012, а в детальном описании – ГОСТ Р 51487-99; для кислотного числа аналогично: ГОСТ 54760-2011 и ГОСТ 31648-2022. Какие стандарты применялись фактически?
4. Бинарные смеси исследовались только в соотношении 50/50. Применимы ли полученные кинетические закономерности к смесям с иными соотношениями, характерными для реальных возвратных потоков?
5. Выявление биомаркеров маршрутизации на основе профиля органических кислот заявлено как элемент научной новизны, однако динамика органических кислот как индикатор порчи молочных продуктов подробно описана в литературе. В чем конкретно состоит отличие от ранее опубликованных результатов?
6. Двухуровневая система контроля предполагает определение профиля органических кислот методом капиллярного электрофореза, требующим специализированного оборудования. Каким образом предполагается реализация данной системы на предприятиях молочной промышленности, не располагающих аналитической лабораторией соответствующего уровня? Рассматривались ли доступные экспресс-методы в качестве альтернативы?

Поставленные вопросы не снижают ценность выполненной работы и носят дискуссионный характер.

Заключение

Диссертация Рыскина Дмитрия Сергеевича на тему: «Структурное моделирование рециклинга нереализованной молочной продукции» является научно-квалификационной работой, в которой на основании проведенных исследований представлен комплексный теоретический и практический подход к управлению возвратными потоками молочной продукции с предельным сроком годности.

Представленные данные отличаются высокой степенью достоверности и подтверждаются значительным объемом экспериментального материала, а разработанный СТО 0023498–022–2025 и программный комплекс на основе машинного обучения обладают выраженной прикладной значимостью.

По актуальности, новизне, содержанию, оформлению и практической значимости диссертационная работа соответствует требованиям пп. 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г. (в ред. от 16.10.2024 г.), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Рыскин Дмитрий Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.3. – Пищевые системы.

Отзыв рассмотрен и утвержден на заседании кафедры технологии продуктов животного происхождения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий».

Присутствовало на заседании кафедры 15 чел. В обсуждении приняли участие 5 чел. Результаты голосования: «за» - 15 чел., «против» - 0 чел., «воздержалось» - 0 чел., протокол № 1 от «04» сентября 2026 г.

Отзыв подготовили:

Доктор технических наук по специальности
05.18.04 – Технология мясных, молочных и рыбных
продуктов и холодильных производств, доцент,
профессор кафедры технологии продуктов
животного происхождения  Екатерина Борисовна Станиславская

Доктор технических наук по специальности
05.18.04 – Технология мясных, молочных и рыбных
продуктов и холодильных производств, профессор,
заведующий кафедрой технологии продуктов
животного происхождения  Аркадий Николаевич Пономарев

Контактные данные:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Воронежский государственный
университет инженерных технологий»
(ФГБОУ ВО ВГУИТ)

394036 г. Воронеж, пр. Революции, д. 19

тел. +7 (473) 255-45-00, e-mail: post@vsuet.ru,

Web-сайт: <https://vsuet.ru>.

