

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 37.2.007.03, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ» ФЕДЕРАЛЬНОГО АГЕНТСТВА ПО РЫБОЛОВСТВУ,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 24 сентября 2026 года № 9

о присуждении **Левичевой Оксана Игоревна**, гражданство – Российская Федерация, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Совершенствование процесса трубопроводного транспортирования плавленых сыров» по специальности 4.3.3. Пищевые системы (технические науки) принята к защите 01 июля 2026 г., протокол № 8 диссертационным советом 37.2.007.03, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Калининградский государственный технический университет», Федеральное агентство по рыболовству, 236022, г. Калининград, Советский проспект, д. 1, приказ Минобрнауки России № 1239/нк от 12.10.2022 г.

Соискатель Левичева Оксана Игоревна 1976 года рождения в 2009 г. окончила ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» по специальности «Комплексное использование и охрана водных ресурсов».

Работает преподавателем кафедры техносферной безопасности и природообустройства ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет».

Диссертация выполнена на кафедре инжиниринга технологического оборудования в ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», Федеральное агентство по рыболовству Российской Федерации.

Научный руководитель:

доктор технических наук, профессор **Наумов Владимир Аркадьевич**,
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет».

Официальные оппоненты:

Арсеньева Тамара Павловна, доктор технических наук, профессор,
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО»;

Устинова Юлия Владиславовна, кандидат технических наук, ФГБОУ
ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.
Тимирязева»;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет» (ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»), г. Ставрополь, в своем положительном отзыве, подписанном Мамаем Дмитрием Сергеевичем, кандидатом технических наук, доцентом, заведующего кафедрой агроинженерии факультета пищевой инженерии и биотехнологий имени академика А.Г. Храмцова, Бабенышевым Сергеем Петровичем, доктором технических наук, профессором, профессором кафедры агроинженерии факультета пищевой инженерии и биотехнологий имени академика А.Г. Храмцова и утвержденном Зенченко Светланой Вячеславовной, доктором экономических наук, профессором, проректором по научной работе, указали, что диссертация соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор, Левичева Оксана Игоревна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.3. Пищевые системы (технические науки).

Соискатель имеет 26 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 26 работ, из них в рецензируемых научных изданиях, из перечня рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, опубликовано 11 работ, 1 патент на полезную модель, 1 свидетельство Роспатента о регистрации программы для ЭВМ.

Общий объем публикаций соискателя с соавторами 11 печатных листов, из которых соискателю принадлежит 4,5 печатных листа. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных работах.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

1. Наумов В.А., **Левичева О.И.** Оценка энергетической эффективности центробежных насосов для пищевой промышленности // Известия КГТУ. 2021. № 63. С. 89-100.
2. Наумов В.А., Ахмедова Н.Р., **Левичева О.И.** Критерии подбора установок для перекачивания маловязких пищевых жидкостей вихревыми насосами // Известия КГТУ. 2022. № 66. С. 78-88.
3. Наумов В.А., Ахмедова Н.Р., **Левичева О.И.** Гидравлический расчет технологического трубопровода для перекачивания молочных продуктов центробежным насосом // Вестник КрасГАУ. 2022. № 5(182). С. 216-225.
4. Наумов В.А., Ахмедова Н.Р., **Левичева О.И.** Влияние вязкости жидких пищевых продуктов на производительность кулачковых насосов (на примере перекачивания рыбного жира) // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2022. № 3. С. 74-81.
5. Наумов В.А., Ахмедова Н.Р., **Левичева О.И.** Влияние вязкости жидких пищевых продуктов на энергетическую эффективность кулачковых насосов // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2023. № 5-6 (394). С. 83-93.
6. **Левичева О.И.** Анализ рабочих характеристик коловратного насоса при перекачивании пищевых жидкостей с высокой вязкостью // Вестник науки и образования Северо-Запада России. 2024. Т. 10. С. 24-32.
7. Наумов В.А., Ахмедова Н.Р., **Левичева О.И.** Оценка рабочих характеристик установок для подачи высоковязких пищевых масс с помощью кулачковых насосов российского производства // Известия КГТУ. 2024. № 72. С. 41-56.
8. Наумов В.А., Ахмедова Н.Р., **Левичева О.И.** Гидравлический расчет системы подачи плавленого сыра кулачковым насосом // Вестник КрасГАУ. 2024. № 6 (207). С. 146-156.

9. Наумов В.А., Левичева О.И. Сравнительный анализ производительности пищевых коловратных насосов при подаче высоковязких сред // Известия КГТУ. 2025. № 78. С. 67-80.

10 Левичева О.И. Усовершенствование аналитической модели нагрузочных характеристик пищевых коловратных насосов // Вестник науки и образования Северо-Запада России. 2025. Т.11. № 1. С. 18–27.

11. Наумов В.А., Левичева О.И. Допустимая частота вращения ротора коловратного насоса при транспортировании плавленых сыров // Сыроделие и маслоделие. 2025. № 3. С. 30-35.

На диссертацию и автореферат поступило 11 отзывов, все положительные.

Один отзыв без замечаний получен от Максимовой С.Н., докт. техн. наук, профессор, заведующая кафедрой технологии продуктов питания ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет».

В отзыве Скрипко О.В., докт. техн. наук, доцента, профессора кафедры автоматизации производственных процессов и электротехники ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет», предлагается пояснить, как зависит температура плавленого сыра от частоты оборотов насоса, и каково обратное влияние температуры на скорость подачи. В отзыве Алексеева Г.В., докт. техн. наук, профессора, профессора кафедры информационных технологий и инженерного образования ГАОУВОЛО «Гатчинский государственный университет» предлагается пояснить, как влияет перепад давления на технологический процесс и какое влияние оказывает положительный перепад и какое - отрицательный. В отзыве Петрова Б.Ф., канд. техн. наук, доцента, заведующего кафедрой технологий пищевых производств ФГАОУ ВО «Мурманский арктический университет» предлагается пояснить причины расхождения в тексте и на графиках изменения показателя удельных энергетических затрат от безразмерной динамической вязкости перекачиваемой среды при различных значениях безразмерного перепада давления; дать пояснение по обозначению плавленых сыров по тексту автореферата; пояснить, могут ли быть распространены полученные аналитические зависимости на

неисследованные коловратные насосы и образцы плавленных сыров. В отзыве Яшонкова А.А, канд. техн. наук, доцента, заведующего кафедрой машины и аппараты пищевых производств ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет» предлагается пояснить критерии, по которым были отобраны производители коловратных насосов в качестве объектов исследования; пояснить обоснование выбора именно степенной модели Оствальда-де Вааля для описания реологического поведения плавленных сыров всех исследуемых марок; разъяснить диапазон ограничения и границы применимости разработанной методики по температуре, вязкости, производительности и геометрическим параметрам трубопровода. В отзыве Гроховского В.А., докт. техн. наук, профессора, профессора кафедры технологии пищевых производств ФГАОУ ВО «Мурманский арктический университет» и Волченко В.И., канд. техн. наук, профессора кафедры технологии пищевых производств ФГАОУ ВО «Мурманский арктический университет» отмечена необходимость разъяснения, чем обусловлен выбор именно этих конкретных образцов плавленных сыров для эксперимента; разъяснить причины отсутствия контрольных образцов продукта; предлагается пояснить причины определения реологических параметром плавленных сыров без указания их числовых значений: для плавленого сыра «Городского» они взяты из данных других исследований, но приведены на рисунке, а для плавленого сыра «Сливочного» собственные исследования, будучи более ценными, не представлены ни численно, ни графически; предлагается уточнить была ли проверена адекватность моделей. В отзыве Нугманова А.В., докт. техн. наук, профессора, и.о. заведующего кафедрой технологии хранения и переработки плодоовощной и растениеводческой продукции ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева и Каниной К.А., канд. техн. наук, доцента кафедры технологии хранения и переработки продуктов животноводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, предлагается пояснить предусматривает ли разработанная автором математическая модель возможность учёта изменения реологических характеристик плавленных сыров при варьировании в них содержания сухих веществ; пояснить, как увеличение доли сухих веществ влияет на физико-

химические показатели качества плавленого сыра, а также каким образом эти изменения реологии отражаются на режимах работы насосного оборудования. В отзыве Колбиной А.Ю., канд. техн. наук, доцента, доцента кафедры технологии продуктов питания животного происхождения ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет» отмечено, что в автореферате недостаточно подробно освещены вопросы влияния длительной эксплуатации коловратных насосов на изменение их рабочих характеристик из-за износа роторной группы, что могло бы повысить практическую ценность рекомендаций; предложенная феноменологическая гипотеза о связи эффективного градиента скорости с частотой вращения ротора требует более строгого обоснования и желательной экспериментальной верификации на реальном промышленном оборудовании. В отзыве Бояриновой И.В., докт. техн. наук, доцента, профессора базовой кафедры пищевой и клеточной инженерии факультета агропищевых биотехнологий и пищевой инженерии передовой инженерной школы «Институт биотехнологий, биоинженерии и пищевых систем» ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет» предлагается разъяснить корректность теоретических выводов без экспериментальных испытаний на реальных плавленых сырах, и чем подтверждается их достоверность; актуальность исследования для Калининградской области. В отзыве Романчикова С.А., докт. техн. наук, доцента, доцента кафедры материального обеспечения ФГКВУ ВО «Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева» требуется уточнить проводилась ли оценка расхождения между теорией и экспериментом; почему поршневой насос не был рассмотрен в сравнительном анализе, т.к. непригоден для решения данной задачи. В отзыве Резниченко И.Ю., докт. техн. наук, профессора, профессора кафедры биотехнологий и производства продуктов питания ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный аграрный университет им. В.П. Полецкого» к автору имеются вопросы о том, чем обоснован выбор образцов плавленых сыров и сколько математических моделей разработано.

В отзывах отмечен высокий научный уровень диссертации, её актуальность, научная новизна и достоверность результатов исследований,

апробация разработанной технологии в промышленности и научных публикациях, соответствие требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а также указано, что соискатель достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован их соответствием критериям пунктов 22-24 «Положения о присуждении ученых степеней», компетентностью, наличием публикаций, широкой известностью своими достижениями, способностью определить научную и практическую ценность диссертации, а также их официальным согласием.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана методика гидравлического расчёта систем трубопроводного транспортирования плавленых сыров коловратными насосами, учитывающая реологические свойства продукта (коэффициент консистенции K и индекс течения m , зависящие от температуры и состава), нагрузочные и энергетические характеристики насосного оборудования, а также гидравлическое сопротивление трубопровода, что позволяет обоснованно выбирать тип насоса, частоту вращения ротора и диаметр трубопровода для обеспечения требуемой производительности при минимальных удельных энергозатратах;

предложен оригинальный методологический подход к математическому описанию рабочих характеристик коловратных насосов при перекачивании неньютоновских пищевых сред, основанный на учёте зависимости эффективной динамической вязкости от частоты вращения ротора, перепада давления и температуры продукта, что позволяет прогнозировать производительность и энергопотребление насосов различных марок, в том числе при отсутствии полных данных заводских испытаний (с использованием метода аналогий для российских насосов серии КНП);

доказано наличие немонотонной зависимости показателей энергетической эффективности коловратных насосов от вязкости перекачиваемой среды, причем данный эффект наблюдается у всех исследованных насосов разных производителей, но значения экстремумов и

соответствующих им величин безразмерной вязкости заметно различаются, что обосновывает необходимость индивидуального подбора насоса под конкретные реологические свойства продукта и режимные параметры процесса;

введены безразмерные характеристики коловратного насоса (безразмерная подача, безразмерный перепад давления, безразмерная эффективная динамическая вязкость), позволяющие корректно сравнивать насосы разных производителей при перекачивании высоковязких пищевых сред, а также режимные параметры процесса транспортирования, обеспечивающие снижение энергозатрат и сохранение структуры продукта.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана рациональность и эффективность применения комплексной математической модели процесса межоперационного транспортирования неньютоновских жидкостей коловратными насосами (на примере плавленых сыров), включающей модель степенной жидкости Оствальда — де Вааля, расходные и энергетические характеристики насоса и характеристику трубопровода, для прогнозирования производительности, энергопотребления и определения оптимальных режимов работы насосного оборудования;

применительно к проблематике диссертации эффективно использован комплекс существующих инструментальных и расчётных методов исследования, включая реологические, статистические (регрессионный анализ, метод наименьших квадратов), численные и компьютерные методы моделирования для определения качественных и энергетических характеристик процесса транспортирования плавленых сыров;

изложены экспериментальные данные, устанавливающие зависимость реологических параметров плавленых сыров (коэффициент консистенции K и индекс течения m) от температуры и состава продукта, а также обосновывающие возможность использования степенной модели Оствальда — де Вааля для описания их течения в исследованном диапазоне температур (65–95 °C);

раскрыта возможность повышения энергетической эффективности процесса транспортирования плавленых сыров путём обоснованного выбора

типа коловратного насоса, частоты вращения ротора и диаметра трубопровода с учётом вязкости продукта и температурного режима; показано, что рост гидравлического КПД насоса в системе не всегда свидетельствует об улучшении общей энергоэффективности, что подтверждает целесообразность использования показателя удельных энергетических затрат в качестве основного критерия оптимизации;

изучено влияние вязкости перекачиваемой среды на производительность и затраченную мощность коловратных насосов, а также установлено наличие экстремума показателей энергетической эффективности при изменении безразмерной динамической вязкости;

проведена модернизация методики гидравлического расчёта системы транспортирования плавленых сыров, заключающаяся в научном обосновании и введении последовательного расчёта реологических параметров продукта, рабочей точки насосной установки, энергетических показателей и экономических критериев оптимизации.

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

разработана и внедрены в производство сливочного плавленого сыра торговой марки «Витако» ООО «Плавит» расчётная методика и алгоритм гидравлического расчёта системы транспортирования плавленых сыров, учитывающие реологические свойства продукта, характеристики коловратного насоса и трубопровода, а также в учебный процесс ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» при подготовке и выполнении лабораторных работ по дисциплинам «Насосы и насосные станции» и «Компьютерное моделирование в профессиональной деятельности»;

определены перспективы использования разработанной методики для выбора параметров коловратных насосов и трубопроводов при проектировании и эксплуатации систем межоперационного транспортирования высоковязких пищевых сред в молочной и других отраслях пищевой промышленности;

создана система практических рекомендаций по подбору типа коловратного насоса, допустимой частоты вращения ротора и оптимального

диаметра трубопровода для обеспечения требуемой производительности и минимальных удельных энергозатрат;

представлены результаты успешной апробации разработанных моделей и алгоритмов, подтверждающие снижение энергозатрат и повышение эффективности транспортирования плавленых сыров, в том числе количественные оценки: снижение диаметра трубопровода с 50 до 36 мм при прочих равных условиях приводит к росту удельных энергозатрат, а повышение температуры продукта с 75 до 95 °С снижает удельные энергозатраты.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ использовано сертифицированное современное оборудование (ротационный вискозиметр и др.), а также стандартизированные методики определения реологических параметров пищевых сред, что обеспечило высокую точность и воспроизводимость полученных данных;

теория построена на известных, проверяемых данных и согласуется с опубликованными экспериментальными результатами по теме диссертации, а также с данными, полученными ранее другими исследователями в области реологии пищевых сред, гидравлики неньютоновских жидкостей и теории гидравлических машин;

идея базируется на обобщении передового опыта и анализе научно-технической информации в области создания и эксплуатации систем трубопроводного транспортирования высоковязких пищевых продуктов;

использованы материалы проведенных автором исследований и их сравнение с данными, представленными в известной научной литературе и технической документации производителей колесчатых насосов;

установлено качественное и количественное соответствие авторских результатов с результатами, представленными в независимых научных источниках по тематике реологии плавленых сыров и рабочих характеристик колесчатых насосов, при этом противоречий не выявлено;

использованы современные методы математического моделирования, статистической обработки данных (включая регрессионный анализ и метод

наименьших квадратов), а также численные методы расчёта гидравлических систем, что позволило оптимизировать параметры процесса транспортирования плавленых сыров.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии на всех этапах исследовательского процесса: в выборе направления, формулировании цели и задач, разработке программы исследований; в проведении аналитического обзора литературы; в выполнении экспериментальной части работы, включая определение реологических параметров образца плавленого сыра «Сливочный»; в статистической обработке данных испытаний коловратных насосов различных производителей; в разработке математической модели, алгоритма и компьютерной программы расчёта параметров системы транспортирования плавленых сыров; в обработке полученных данных; в апробации результатов исследований на конференциях, подготовке основных публикаций по выполненной работе, получении патента на полезную модель и свидетельства о регистрации программы для ЭВМ, а также в написании текста диссертации.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: недостаточно полно обоснован выбор экспериментальных образцов плавленых сыров и коловратных насосов для их перекачивания; отсутствует оценка экономической эффективности предложенных мероприятий по совершенствованию процесса трубопроводного транспортирования плавленых сыров.

Соискатель Левичева Оксана Игоревна частично согласилась со сделанными замечаниями, частично ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию.

На заседании 24 сентября 2026 года диссертационный совет 37.2.007.03 принял решение присудить Левичевой Оксане Игоревне ученую степень кандидата технических наук за решение научной задачи по разработке методики гидравлического расчёта систем трубопроводного транспортирования плавленых сыров коловратными насосами, учитывающей реологические свойства продукта и эксплуатационные характеристики оборудования.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 9 человек, из них 9 докторов наук по научной специальности 4.3.3. Пищевые системы, участвовавших в заседании, из 11 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» – 9 чел., «против» 0 чел., недействительных бюллетеней - 0.

Председатель совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук 37.2.007.03, д.т.н., доцент



Фролова Нина Анатольевна

Ученый секретарь совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук 37.2.007.03, д.т.н., доцент

Агеев Олег Вячеславович

24 сентября 2026 г.