

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.129.01, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ТЕПЛОФИЗИКИ ИМ. С.С. КУТАТЕЛАДЗЕ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 24.12.2025 № 16/2025

О присуждении Дементьеву Юрию Анатольевичу, гражданину Российской Федерации,
учёной степени кандидата физико-математических наук

Диссертация «Экспериментальное исследование двухфазных течений в плоских микроканалах» по специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы принята к защите 24.10.2025, протокол № 12-1/2025 диссертационным советом 24.1.129.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук (ИТ СО РАН) Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 630090, г. Новосибирск, проспект Академика Лаврентьева, 1, приказы Минобрнауки России от 11.04.2012 № 105/нк, от 03.06.2021 № 561/нк.

Соискатель Дементьев Юрий Анатольевич, 27.08.1996 года рождения, на момент защиты диссертации работает в должности младшего научного сотрудника в лаборатории энергоэффективных технологий для наземных и космических применений ИТ СО РАН. В 2020 году соискатель окончил магистратуру Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (НГУ) по направлению 03.04.02 – Физика, в 2024 году окончил очную аспирантуру НГУ по направлению 03.06.01 Физика и астрономия, направленность образовательной программы 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы.

Диссертация выполнена в лаборатории энергоэффективных технологий для наземных и космических применений и в лаборатории интенсификации процессов теплообмена Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук Министерства науки и высшего образования Российской Федерации. Научный руководитель – Чиннов Евгений Анатольевич, доктор физико-математических наук, основное место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук, главный научный сотрудник лаборатории интенсификации теплообмена.

Официальные оппоненты:

Дедов Алексей Викторович, чл.-корр. РАН, доктор технических наук (01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника), профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет "МЭИ"», заведующий кафедрой общей физики и ядерного синтеза (ОФИЯС).

Солнышкина Ольга Александровна, кандидат физико-математических наук (1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы), доцент, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Уфимский университет науки и технологий», старший научный сотрудник.

дали положительные отзывы на диссертацию Дементьева Юрия Анатольевича.

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук в своем положительном заключении, подписанном директором доктором физико-математических наук А.И. Мизёвым и заведующей лабораторией вычислительной гидродинамики, заслуженным деятелем науки РФ, доктором физико-математических наук, профессором Любимовой Татьяной Петровной, «Институт механики сплошных сред Уральского отделения Российской академии наук» - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук, указала, что результаты работы могут быть рекомендованы к ознакомлению в научных подразделениях университетов (физический и механико-математический факультеты МГУ, Московский энергетический институт, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Пермский государственный университет и др.), а также в академических институтах РАН (Институт механики сплошных сред Уро РАН, Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского, Институт высоких температур РАН, Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН).

Соискатель имеет 33 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации опубликована 31 работа, из них в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, опубликовано 15 работ, общим объёмом 156 страниц. В диссертации недостоверных сведений об опубликованных соискателем ученой степени работах не содержится. В опубликованных работах постановка задач исследований проводилась автором совместно с научным руководителем д.ф.-м.н. Чинновым Е.А. Автор лично разработал и изготовил рабочие участки с плоскими мироканалами. Все экспериментальные данные,

представленные в диссертации, их обработка и анализ получены лично автором. Публикация в научных журналах и представление на конференциях результатов исследования осуществлялись соискателем совместно с научным руководителем Чинновым Е.А.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации Дементьева Ю.А:

1. **Dementyev Y. A., Vozhakov I.S., Degtyarev S.A., Chashina M.S., Chinnov E.A.** Modification of the Lockhart-Martinelli model for prediction two-phase frictional pressure drop in microchannels taking into account gas quasi-compressibility effect // *International Journal of Heat and Mass Transfer*. – 2025. – Vol. 240. – P. 126605.
2. **Dementyev Y. A., Chinnov E.A., Kochkin D.Y., Ronshin F. V., Evstrapov A.A., Gusev V.S., Kabov O.A.** An experimental investigation of adiabatic two-phase flow patterns in a slit microchannel with 1:800 aspect ratio // *Experimental Thermal and Fluid Science*. – 2024. – Vol. 154. – P. 111153.
3. **Ronshin F.V., Dementyev Y.A., Chinnov E.A., Cheverda V.V., Kabov O.A.** Experimental investigation of adiabatic gas-liquid flow regimes and pressure drop in slit microchannel // *Microgravity Science and Technology*. – 2019. – Vol. 31. – P. 693-707.
4. **Роньшин Ф. В., Чиннов Е.А., Дементьев Ю.А, Кабов О.А.** Мостиковый режим течения в микроканалах // *Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки*. – 2021. – Т. 499. – №. 1. – С. 43-47.
5. **Роньшин Ф. В., Дементьев Ю. А., Чиннов Е. А.** Формирование и деформация капель жидкости в микроканалах // *Письма в Журнал технической физики*. – 2020. – Т. 46. – №. 15. – С. 18-21.

На автореферат диссертации поступило 6 отзывов. Все отзывы положительные. В отзывах отмечено, что экспериментальное исследование является законченным и выполнено на высоком научном уровне, тема работы является актуальной, полученные результаты обладают научной новизной и практической значимостью, способствуют пониманию процессов на микроуровне.

В отзыве на автореферат д.ф.-м.н. **Исаева С.А.**, профессора, заведующего лабораторией фундаментальных исследований ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова», содержится одно замечание: «Каковы неопределенности представленных экспериментальных результатов?».

В отзыве на автореферат к.т.н. **Панкратова Е.В.**, доцента кафедры «Теплоэнергетика и теплотехника» ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова», содержатся два замечания:

1. Как изменение физико-химических свойств рабочей жидкости — например, вязкости или поверхностного натяжения — в зависимости от температуры или состава сказывается

на границах режимов течения и на параметре межфазного взаимодействия? В работе использованы три жидкости, однако неясно, рассматривались ли дополнительные вариации их свойств внутри каждого диапазона, что могло бы уточнить универсальность обобщённых зависимостей.

2. В каких режимах проявляются наиболее существенные расхождения между модифицированной моделью раздельного течения и экспериментальными данными? Хотелось бы увидеть границы применимости разработанной корреляции, в частности предельные значения массовых скоростей и степеней осушения стенок, особенно в условиях локального теплообмена.

В отзыве на автореферат д.т.н. **Кузма-Кичты Ю.А.**, профессора кафедры инженерной теплофизики ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» возникли следующие замечания:

1. При получении корреляции параметра межфазного взаимодействия не использованы данные других авторов.
2. В опытах с теплообменом не представлены данные по теплоотдаче.
3. При обработке полученных данных по гидродинамике газожидкостных потоков не использованы методы хаотической динамики.

В отзыве на автореферат к.т.н. **Белавиной Е.А.**, доцента, старшего научного сотрудника лаборатории инженерной теплофизики и возобновляемой энергетики ФГБУН Объединённый институт высоких температур Российской академии наук, имеется ряд вопросов, требующих дополнительного пояснения при защите:

«1. Вы вводите новый термин для описания неустойчивости. Можно ли формально, через анализ линейной устойчивости (например, модифицировав уравнение Ралея–Тейлора или Саффмана–Тейлора с учетом конечной высоты канала и ламинарного течения), получить дисперсионное соотношение, которое бы предсказало характерные пространственные масштабы наблюдаемых пальцев? Какие члены в таком уравнении были бы доминирующими в ваших условиях ($Ca < 1$, $We < 1$)?»

2. Наблюдали ли вы при постоянных внешних параметрах (G_g , G_l) переходы между режимами во времени, то есть гистерезис или стохастическое переключение? Или течение всегда стационарно и детерминировано? Это важно для понимания, является ли предложенная вами классификация строгой, или же некоторые режимы — метастабильные состояния.

3. Вы показали, что нагрев радикально меняет гидродинамику (осушение, изменение перепада давления). А существует ли обратная связь? Влияет ли выявленная вами "капиллярно-модуляционная неустойчивость" на интенсивность теплообмена? Например, приводит ли пальцеобразование к интенсификации испарения за счет увеличения межфазной площади и нарушения термического пограничного слоя?

4. В условиях локального нагрева и интенсивного испарения наблюдали ли вы признаки кризиса теплообмена (кризиса кипения), такие как резкий скачок температуры нагревателя? Если да, то как выявленные вами режимы течения и механизмы осушения пленки влияют на наступление этого кризиса?»

В отзыве на автореферат д.ф.-м.н. **Буляницы А.Л.**, ведущего научного сотрудника лаборатории информационно-измерительных био- и хемосенсорных микросистем ФГБУН Институт аналитического приборостроения Российской академии наук содержатся следующие замечания:

- 1.оборот «среднее абсолютное отклонение 12% на стр. 5 и стр. 24 представляется некорректным.
2. В описанном на стр. 13 критерии от струйного к вспененному режиму в приведенном неравенстве $\langle S_{\text{Film}}/S_{\text{channel}} \rangle > 0$, » скорее всего, отсутствует последняя цифра(ы);
3. Рис. 9 на стр. 18 содержит три графика, в которых для обозначения одна и та же величина обозначается, как G_g или G_{gas} с единицами $\text{кг/м}^2 \text{ с}$ или $\text{кг/м}^2 \text{ с}$.

В совместном отзыве на автореферат д.т.н. **Гусакова А.А.**, профессора Высшей школы атомной и тепловой энергетики ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», и к.т.н. **Зайнуллиной Э.Р.** доцента Высшей школы атомной и тепловой энергетики ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», содержатся следующие замечания:

1. Отсутствует оценка плотности теплового потока, подводимого к смеси в микроканале. Как учитывались тепловые потери в окружающую среду?
2. Как производилась калибровка ИК-камеры в условиях эксперимента? Какая степень черноты задавалась при измерении температуры ИТО-нагревателя,
3. На какие смеси, помимо рассмотренных рабочих жидкостей, могут быть распространены корреляции, полученные автором?

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой квалификацией в областях науки, непосредственно связанных с темой диссертации. Ведущая организация является одним из лидеров в области исследования гидродинамических неустойчивостей и динамики дисперсных систем, в ней работают специалисты, которые могут дать полноценную экспертную оценку научной и практической значимости результатов работы (д.ф.-м.н. Мизёв А.И., д.ф.-м.н. Любимова Т.П. и др.). Официальные оппоненты чл.-корр. Дедов А.В. и к.ф.-м.н. Солнышкина О.А. являются признанными специалистами в области мини- и макромасштабных течений, что подтверждается наличием у них публикаций в рецензируемых научных изданиях.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований газожидкостных течений в ранее не изученной геометрии каналов с щелевым вводом жидкости выявлены новые особенности микромасштабных течений.

Впервые предложена классификация режимов течения, основанная на обнаруженных гидродинамических особенностях и специфических неустойчивостях, характерных для микромасштабных условий. Выявлен новый режимобразующий фактор — капиллярно-модуляционная неустойчивость, обусловленная развитием пальцеобразования под действием локальных возмущений, вызванных инерцией газовой фазы. На основе установленных критериев определены границы режимов течений в безразмерных координатах, которые демонстрируют высокую обобщающую способность. Экспериментально получены зависимости перепада давления двухфазных потоков от массовой скорости фаз в исследуемом диапазоне высот микроканалов. Модифицирована модель раздельного течения для предсказания перепада давления двухфазных потоков, предложена физически обоснованная корреляция параметра межфазного взаимодействия, применимая в указанном диапазоне высот каналов.

Теоретическая значимость работы обоснована потенциальной применимостью модифицированной модели для обобщения большого объема данных по перепаду давления для микроканалов различной геометрии и выявлением универсальных корреляций для предсказания перепада давления двухфазных течений. Результаты анализа режимов течений и их границ расширили базу знаний о гидродинамике многофазных сред в условиях микромасштаба. В работе впервые выявлена капиллярно-модуляционная неустойчивость как основной механизм пальцеобразования при $Ca_l \ll 1$ и $We_g \ll 1$, что вносит существенный вклад в понимание физики микромасштабных систем.

Значение представленных соискателем результатов для практики подтверждается тем, что полученные в работе новые экспериментальные данные важны для разработки новых микроэлектромеханических систем (МЭМС), микроканальных систем охлаждения, микротеплообменников, для оптимизации работы охлаждающих устройств с использованием двухфазного теплоносителя, а также для микрофлюидных устройств. Оптический шпирен-метод визуализации с использованием цветной видеосъемки обеспечивает полную информацию о распределении жидкости и газа в канале, что является критически важным для эффективного перемешивания компонентов при биокаталитических и других медицинских реакциях.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что достоверность полученных результатов подтверждается применением современных экспериментальных методов измерения и визуализации, проведением калибровки контрольно-измерительного оборудования, количественным анализом неопределённостей, а также высокой воспроизводимостью экспериментальных данных. Используемые методики прошли предварительную проверку, а полученные результаты согласуются с известными теоретическими зависимостями. Дополнительным подтверждением надёжности данных

служит их публикация в строго рецензируемых научных журналах, включая издания, входящие в первый квартиль (Q1) международных баз цитирования.

Личный вклад соискателя включает: разработку и сборку экспериментальных стендов и рабочих участков, организацию и непосредственное выполнение всех описанных в работе исследований, настройку контрольно-измерительного оборудования, а также всестороннюю обработку и интерпретацию полученных данных. Кроме того, вклад заключается в подготовке к публикации статей в рецензируемых научных изданиях, а также в представлении результатов на российских и международных научных конференциях. Общая концепция исследования, постановка задач и выбор методологической основы были предложены научным руководителем — доктором физико-математических наук Чинновым Евгением Анатольевичем.

Диссертационным советом 24.1.129.01 сделан вывод о том, что диссертация Дементьева Юрия Анатольевича представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой решена задача экспериментального установления закономерностей двухфазных течений в плоских микроканалах с щелевым вводом жидкости в условиях доминирования капиллярных сил, имеющая существенное значение для механики многофазных систем.. Представленная диссертационная работа соответствует критериям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013.

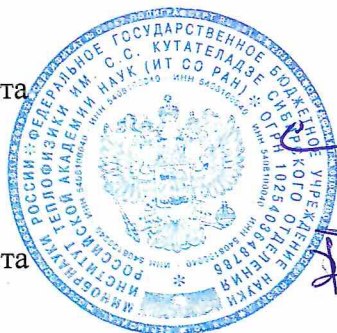
На заседании 24 декабря 2025 года диссертационный совет 24.1.129.01 принял решение присудить Дементьеву Юрию Анатольевичу ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 21 человек, из них 7 докторов наук по профилю специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы, участвовавших в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, проголосовали за присуждение ученой степени – 21, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

24 декабря 2025 года

Председатель
диссертационного совета
академик РАН

Ученый секретарь
диссертационного совета
профессор РАН



С.В. Алексеенко

В.В. Терехов