

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.111.01,
созданного на базе Федерального государственного бюджетного учреждения
науки Института радиотехники и электроники им. В.А.Котельникова
Российской академии наук, по диссертации на соискание ученой степени
кандидата наук.

аттестационное дело N _____
решение диссертационного совета от 20 марта 2026 г., № 03

**О присуждении Агейкину Никите Алексеевичу, гражданину России,
ученой степени кандидата физико-математических наук.**

Диссертация на тему: «Влияние анизотропии пьезоэлектрических
пластин на взаимодействие акустических волн различных типов с
нагрузкой, расположенной на поверхности пластины» принята к защите 19
декабря 2025 года, протокол № 18, диссертационным советом 24.1.111.01,
созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения
науки Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова Российской
академии наук (ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН) (125009, Москва, ул. Моховая,
д.11. корп.7) (приказ Рособнадзора о создании совета № 2397-1776 от
07.12.2007 г.; приказ Минобрнауки РФ о продлении деятельности совета №
75/нк от 15.02.2013 г.)

Соискатель Агейкин Никита Алексеевич, 1996 года рождения, в 2020 г.
закончил Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Саратовский национальный
исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» с
присвоением квалификации Магистр по направлению подготовки 11.04.04.
«Электроника и микроэлектроника».

С октября 2021 г. по сентябрь 2025 г. Агейкин Никита Алексеевич обучался
в очной аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения
науки Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова
Российской академии наук по специальности 1.3.8. – «Физика
конденсированного состояния». Справка о сдаче им кандидатских экзаменов
выдана в 2025 году Отделом аспирантуры, докторантуры и стажировки
Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института
радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова Российской академии наук.

В настоящее время Агейкин Н.А. работает в лаб. № 173
«Акустоэлектронные процессы в твердотельных структурах» Федерального
государственного бюджетного учреждения науки Института радиотехники и
электроники им. В.А. Котельникова Российской академии наук (ИРЭ им. В.А.
Котельникова РАН) в должности младшего научного сотрудника.

Работа выполнена в лаборатории №173 «Акустоэлектронные процессы в
твердотельных структурах» ФГБУН Институт радиотехники и электроники им.
В.А. Котельникова РАН.

**Научный руководитель: Кузнецова Ирен Евгеньевна, доктор физико-
математических наук, доцент, профессор РАН, главный научный сотрудник
лаборатории № 173 «Акустоэлектронные процессы в твердотельных структурах.**

Официальные оппоненты:

Дамдинов Баир Батуевич, доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры общей физики Института инженерной физики и радиоэлектроники ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет».

Петронюк Юлия Степановна, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник ФГБУН Институт биохимической физики имени Н.М. Эмануэля Российской академии наук.

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» (ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»), **в своем положительном отзыве**, утвержденном проректором по научной работе и цифровому развитию ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», доктором физико-математических наук, профессором Короновским Алексеем Александровичем, подготовленным и подписанным доктором физико-математических наук, руководителем Научно-технического центра «Микро- и нанoeлектроника» ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» Сучковым Сергеем Германовичем, **указала**, что диссертация Агейкина Никиты Алексеевича «Влияние анизотропии пьезоэлектрических пластин на взаимодействие акустических волн различных типов с нагрузкой, расположенной на поверхности пластины» является законченным научным исследованием и удовлетворяет пп. 9-14 «Положения о присуждении степени», предъявляемым к кандидатским диссертациям физико-математического профиля, а ее автор, Агейкин Н.А., **достоин** присуждения искомой ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. – «Физика конденсированного состояния».

В отзыве отмечено, что диссертационная работа Агейкина Н.А. представляет собой экспериментальное и теоретическое исследование, проведенное на высоком научном уровне, и обладает значительной научной и практической значимостью.

Основное содержание и тема диссертации соответствует паспорту научной специальности 1.3.8. – Физика конденсированного состояния (п.2 – Теоретическое и экспериментальное исследование физических свойств упорядоченных и неупорядоченных неорганических и органических систем, включая классические и квантовые жидкости, стекла различной природы, дисперсные, и квантовые системы, системы с пониженной размерностью).

В отзыве указаны следующие замечания:

1. По направлениям 30 и 60 градусов с осью X углы отклонения потока энергии не равны нулю и различны для мод разного порядка. Остается не ясным, как влияет отклонение потока энергии волн Лэмба на анизотропной пластине ниобата лития на потери сигнала в структуре с 4-мя каналами, направленными не по акустической оси, когда ВШП не имеют наклонных штырей.

2. Не дано физическое объяснение наличию слабозатухающих акустических волн в пластине YX-среза LiNbO_3 в направлениях под углами 30° и 60° к оси X при фазовом переходе «вода-лед», в то время как другие волны при этом исчезают.

3. При фазовом переходе жидкости в лед изменяется угол отклонения потока энергии акустических волн в неосевых направлениях. Учитывалось ли это изменение?

Основные результаты диссертации опубликованы в 6 научных работах, в том числе: в 4 статьях в журналах, входящих в Международные реферативные базы данных и системы цитирования Web of Science и Scopus, в Белый список, а также в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК, в 2 докладах, опубликованных в трудах Всероссийских конференций. Публикации по материалам диссертации отражают основные результаты диссертационной работы.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Ageykin N., Anisimkin V., Smirnov A., Fionov A., Li P., Qian Zh., Ma T., Awasti K., Kuznetsova I. An electronic «tongue» based on multimode multidirectional acoustic plate wave propagation // Sensors. – 2024. – 24. – 6301. – <https://doi.org/10.3390/s24196301>

2. Агейкин Н.А., Анисимкин В.И., Воронова Н.В., Тельминов О.А., Шамин Е.С. Получение и обработка акустических откликов волн Лэмба в датчиках водных растворов базовых вкусов. Радиотехника. Наносистемы. Информационные технологии. – 2024. – Т.16. – №3. – С. 325-330. (перевод Ageykin N.A., Anisimkin V.I., Voronova N.V., Telminov O.A., Shamin E.S. Measurement and processing of the acoustic Lamb wave responses towards water solutions of basic flavors // Radioelectronika. Nanosistemy. Informacionnye Technologii. – 2024. – 16(3). – P. 325-330. – DOI: 10.17725/j.rensit.2024.16.325).

3. Smirnov A.V., Anisimkin V.I., Ageykin N.A., Datsuk E.R., Kuznetsova I.E. Influence of lamb wave anisotropy on detection of water-to-ice phase transition // Sensors. – 2024. – 24. – 7969. – <https://doi.org/10.3390/s24247969>

4. Агейкин Н.А., Анисимкин В.И., Воронова Н.В., Смирнов А.В. Анализ радиационного поглощения акустических волн Лэмба в пластинах, нагруженных невязкой непроводящей жидкостью // Радиотехника и электроника. – 2023. – Т. 68. – №. 10. – С. 1030-1034 DOI: 10.31857/S0033849423100029. (перевод: Ageykin N. A., Anisimkin V. I., Voronova N. V., Smirnov A. V. Analysis of Radiation Absorption of Acoustic Lamb Waves in Plates Loaded with Inviscid Nonconducting Liquid // Journal of Communications Technology and Electronics. – 2023. – Т. 68. – №. 10. С. 1243-1247. DOI: 10.1134/S1064226923100029.)

Результаты диссертации опубликованы в следующих трудах Российских конференций:

5. Агейкин Н.А., Анисимкин В.И., Смирнов А.В., Фионов А.С. Акустоэлектронный датчик вкуса // Труды XXXVI Сессии РАО, г. Москва, 2024.- С. 601. DOI: 10.34756/GEOS.2024.17.38901

6. Агейкин Н.А., Анисимкин В.И., Смирнов А.В. Радиационные потери акустических волн Лэмба в пластинах, нагруженных невязкой непроводящей жидкостью // Труды XXXVII Сессии Российского акустического общества. – 2025. – С. 600. DOI:10.34756/GEOS.2025.17.39301

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

На автореферат диссертации поступили отзывы из:

- Из НИЦ «Курчатовский институт», Курчатовский комплекс технологических исследований сверхтвердых и новых углеродных материалов от доктора физико-математических наук, профессора, главного научного сотрудника Сорокина Бориса Павловича. Отзыв положительный.

Замечания:

1. В тексте автореферата (стр.10) применено неудачное выражение «Изменение амплитуды этой величины под действием исследуемых жидкостей...», тогда как речь идёт об изменении величины вносимых потерь S_{12} (Рис.3).

2. В работе использован набор пьезоэлектрических пластин из ниобата и танталата лития, а также ST-срез кварца. Не сделан вывод, какие и в каких условиях подложки следует применить для достижения оптимальных параметров сенсоров.

- Из АО «НИИМЭ» от кандидата физико-математических наук, начальника лаборатории фундаментальных научных исследований микро- и наноэлектроники Шарапова Андрея Анатольевича. Отзыв положительный.

Замечания:

1. Основной акцент сделан на водных растворах (в т.ч., моделирующих «вкусы»), дистиллированной воде, отдельных биосредах и масляных суспензиях, тогда как реальные промышленные жидкости часто имеют более сложный состав, широкий диапазон электропроводности, рН и температур.

2. Для биологических сред рассмотрены лишь две бактериальные культуры и одна питательная среда; этого недостаточно, чтобы уверенно говорить об универсальности предложенного подхода к микробиологической идентификации.

3. Исследование фазового перехода вода-лёд проводится в сравнительно узком диапазоне температур (от около $+20^{\circ}\text{C}$ до $15...-20^{\circ}\text{C}$) и при атмосферном давлении; не рассматриваются условия быстрых термоциклов, неоднородного обледенения, присутствия примесей (солей, органики), характерных для реальных эксплуатационных условий.

4. Не обсуждается воспроизводимость характеристик сенсорных структур при многократных циклах замораживание оттаивание и возможная деградация клеевых соединений, электродов и поверхности пластины.

Обоснование выбора официальных оппонентов и ведущей организации:

Дамдинов Баир Батуевич, доктор физико-математических наук (специальность 01.04.07 – Физика конденсированного состояния), доцент, профессор кафедры общей физики Института инженерной физики и радиоэлектроники ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»,

является специалистом в области исследования вязкоупругих свойств жидкостей с помощью акустики.

Петронюк Юлия Степановна – кандидат физико-математических наук (специальность 01.04.06 – Акустика), ведущий научный сотрудник лаборатории акустической микроскопии ФГБУН Институт биохимической физики имени Н.М. Эмануэля Российской академии наук, является заслуженным специалистом в области акустической микроскопии.

Официальные оппоненты широко известны своими достижениями в данных отраслях науки, имеют многочисленные научные труды в рецензируемых научных журналах, способны определить актуальность, новизну, научную и практическую ценность оппонируемой диссертации.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» (ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского») известно своими разработками и исследованиями в области теоретического и экспериментального анализа свойств акустических волн в различных структурах, развития акустоэлектронных устройств обработки сигналов и акустических датчиков. Многочисленные работы его сотрудников в области оппонируемой диссертации свидетельствуют об их способности адекватно оценить результаты, представленные автором для защиты.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований: обнаружено, что при помощи многопараметрического акустического датчика, основанного на использовании множественных акустических волн, распространяющихся в различных направлениях в пьезоэлектрической пластине, возможно построение полярных ориентационных диаграмм вносимых потерь для различных жидкостей, характеризующихся набором различных физических параметров. Эти диаграммы могут однозначно описывать такие 0.9% водные растворы как NaCl, глюкозы, экстракт полыни, глютамата натрия и лимонной кислоты, основываясь на наборе их физических свойств (плотность, вязкость, модуль упругости, электропроводность и диэлектрическая проницаемость). Также показано, что данный метод позволяет анализировать процесс преобразования воды в лед. При этом в пластине $Y, X+30^\circ \text{LiNbO}_3$ ($h/\lambda = 2.5$) переход из воды в лед приводит к полному поглощению всех акустических волн в диапазоне частот 10...60 МГц, за исключением одной волны с поперечно-горизонтальной поляризацией на частоте $f = 36.8$ МГц. Кроме того, данный метод позволяет регистрировать присутствие различных типов микробиологических объектов в суспензиях на основе питательной среды Бертрана-Лурье и оценивать загрязнение масла микрочастицами железа и оксида железа. Показано также, что доминирующим механизмом при формировании радиационных потерь является присутствие большой нормальной к поверхности пластины компоненты смещения U_3 .

Теоретическая значимость исследования: Теоретический анализ влияния анизотропии пьезоэлектрических пластин на взаимодействие акустических волн различных типов с жидкостями, обладающими различными акустическими и

электро-физическими свойствами, а также в присутствии фазового перехода вода/лед показал возможность реализации многомодовых акустических устройств на основе не только 128YX ниобата лития, но и на других пьезоэлектрических пластинах. Основным критерием выбора материала и его среза для реализации многомодовых многопараметрических устройств должна служить его анизотропия в плоскости пластины. Проведенный анализ позволил выбрать наиболее подходящие для реализации устройства геометрические размеры электродных структур и толщину пластины.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что: экспериментальные исследования, проведенные в диссертационной работе Агейкина Н.А., показали возможность разработки акустоэлектронных идентификаторов жидкости на основе многопараметрических многомодовых устройств. Эти устройства при дальнейшей доработке могут быть использованы в качестве эффективных анализаторов для контроля свойств технических жидкостей в машиностроении, нефтепереработке, а также в организациях, связанных с санитарно-эпидемиологическими и экологическим контролем. Разработанные акустические методы также позволяют решать прикладные задачи, связанные с контролем оледенения авиационных конструкций.

Оценка достоверности результатов исследования выявила: для исследования влияния различных жидкостей на свойства акустических волн, распространяющихся в различных анизотропных пьезоэлектрических пластинах, использовался акустический метод, основанный на использовании волн в пьезоэлектрических пластинах, который был апробирован ранее в работах других авторов. Результаты теоретических и экспериментальных исследований хорошо соответствуют друг другу. Для проведения теоретического анализа распространения акустических волн в пьезоэлектрических пластинах использовался хорошо известный метод матрицы передачи.

Достоверность представленных в диссертации результатов обусловлена использованием широко известных методов измерения характеристик акустических сигналов, подтверждается их воспроизводимостью, надежностью примененных методов исследования и обработки данных. Полученные результаты не противоречат устоявшимся представлениям, приведенным в научной литературе, а дополняют их. Полученные результаты были признаны научной общественностью при обсуждениях на специализированных конференциях и опубликованы в рецензируемых научных журналах.

Личный вклад соискателя: Автором непосредственно выполнено планирование экспериментов, их постановка и все эксперименты. Автором также проведена обработка всех полученных экспериментальных данных, на основании которых были построены полярные гистограммы. Обсуждение полученных результатов проводилось в том числе, с соавторами работ, опубликованных по теме диссертации. Автор принимал участие в теоретических

исследованиях, обсуждении полученных результатов и сравнении этих данных с результатами экспериментов.

Диссертация соответствует шифру специальности 1.3.8. «Физика конденсированного состояния» по пункту 2 – Теоретическое и экспериментальное исследование физических свойств упорядоченных и неупорядоченных неорганических и органических систем, включая классические и квантовые жидкости, стекла различной природы, дисперсные, и квантовые системы, системы с пониженной размерностью.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было. На все заданные в ходе заседания вопросы Агейкин Н.А. дал аргументированные ответы.

На заседании 20 марта 2026 г. диссертационный совет принял решение: за решение научной задачи, развивающей представление о взаимодействии акустических волн различных типов, распространяющихся в анизотропных пластинах, с жидкостями, фазовым переходом вода-лёд, а также за вклад в совершенствование акустических методов исследования различных материалов, присудить Агейкину Н.А. ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. – Физика конденсированного состояния.

При проведении тайного голосования участвующие в заседании члены диссертационного совета в количестве 15 человек, из которых 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из общего числа 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 15, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Заместитель председателя диссертационного совета,
доктор физико-математических наук, академик РАН



С.А. Никитов

И.О. ученого секретаря диссертационного совета,
доктор физико-математических наук

А.Р. Сафин

«20» марта 2026 г.