

**Аналитический обзор
о работе Второй Всероссийской акустической конференции,
совмещенной с XXX сессией Российского акустического общества
(Нижний Новгород, ИПФ РАН, 6 – 9 июня 2017 года)**

ВВЕДЕНИЕ

Вторая Всероссийская акустическая конференция состоялась спустя три года после первой такой конференции (прошедшей в Президиуме РАН в октябре 2014 г.), на которой было принято решение о регулярном, с 3-летней периодичностью, проведении Всероссийской акустической конференции как главного форума отечественных специалистов в области акустики.

Несмотря на фактическое начало новой традиции, конференция имеет значительную предысторию. По сути, она продолжила многолетнюю традицию Всесоюзных акустических конференций (первая из которых была проведена в 1931 году, а последняя – 11-я – в 1991-м). Затем, в 1990-е – 2000-е годы, в разных городах страны регулярно проводились политематические сессии Российского акустического общества (последняя такая сессия состоялась в 2012 году в Таганроге). Таким образом, традиция научных конференций по широкому спектру исследований в области акустики и ее приложений является весьма прочной и востребованной в акустическом сообществе страны, и прошедшая конференция это вновь показала.

Всероссийские акустические конференции 2014 и 2017 годов и сессии РАО состоялись при поддержке РФФИ, что указывает на значительную роль Фонда в современном развитии этой важной для отечественной науки традиции.

Сопредседателями конференции являлись:

академик В.А. Акуличев (ТОИ ДВО РАН), президент Российского акустического общества,

профессор И.Б. Есипов (АКИН), председатель Научного совета по акустике РАН, член-корреспондент РАН Е.А. Мареев (ИПФ РАН).

Проведение конференции в Федеральном исследовательском центре «Институт прикладной физики РАН» было приурочено к 40-летию юбилею института, который является одним из ведущих научных центров страны в области акустики.

Основная цель конференции заключалась в обсуждении новых результатов и обмене опытом исследований и разработок по широкому кругу направлений акустики. Тематика конференции включала 14 направлений, обсуждавшихся на соответствующих секциях:

- акустика океана
- акустика речи, акустические проблемы прикладной лингвистики
- акустические измерения
- акустоэлектроника
- архитектурная и строительная акустика
- аэроакустика
- биомедицинская акустика
- геоакустика
- нелинейная акустика
- оптоакустика и акустооптика
- распространение и дифракция звуковых волн
- ультразвук и ультразвуковые технологии
- физическая акустика
- шумы и вибрации.

Отбор докладов (около 350) и формирование программы производились программным комитетом, в состав которого вошли многие из ведущих специалистов страны; сопредседатели комитета – профессор С.Н. Гурбатов (ННГУ) и академик О.В. Руденко (МГУ).

Политематический характер конференции и проведение ее в ИПФ РАН привлекли к ней широкое внимание в акустическом сообществе страны. В работе конференции приняли фактическое участие более 250 специалистов из около 60 научных институтов, университетов и научно-производственных предприятий. Ее участники представляли различные регионы страны – от Петропавловска-Камчатского и Владивостока до Калининграда и от Санкт-Петербурга и Апатит до Севастополя. Многие из представленных докладов были подготовлены совместными коллективами авторов из нескольких организаций, в том числе, с участием зарубежных коллег (из Беларуси, Франции, Великобритании, США, КНР).

Организационный комитет конференции, в состав которого вошли сотрудники ИПФ РАН, ННГУ и РАО, предпринял особые усилия к тому, чтобы привлечь к ней по возможности более широкое внимание со стороны научной молодежи. Была анонсирована заранее и реализована в ходе конференции специальная «молодежная программа», которая включала в себя финансовую поддержку (частичную оплату билетов для иногородних молодых участников, компенсацию регистрационного взноса), проведение конкурса докладов молодых ученых, выполнение трех работ экспресс–практикума для аспирантов и студентов в акустических лабораториях ИПФ РАН и ННГУ. Эти усилия полностью оправдались – в работе конференции приняли участие достаточно много молодых акустиков (около 70 человек), успешно представивших свои результаты; при этом на некоторых секциях число докладов, сделанных молодыми учеными, составляло заметную часть (до половины) от общего числа.

Финансовую поддержку конференции оказали РФФИ (грант № 17-02-20190 г), АО «Концерн «Океанприбор» (Санкт-Петербург), АО «ЦКБ МТ «Рубин» (Санкт-Петербург), ООО «Акустик Групп» (Москва).

ОБЗОР НАУЧНОЙ ПРОГРАММЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Ежедневная научная программа начиналась с пленарных сессий, две из которых были тематическими и посвящены знаменательным датам.

Открывающая конференцию пленарная сессия была посвящена 40-летию ИПФ РАН, которое отмечалось в институте незадолго до начала конференции. На сессии были представлены два обзорных доклада: директора института академика А.М. Сергеева о современном состоянии исследований в институте и руководителя Центра гидроакустики ИПФ РАН П.И. Коротина об исследованиях и разработках в области акустического проектирования. Оба доклада вызвали большой интерес участников, который был подкреплен посещением ряда экспериментальных стендов института в последний день работы конференции.

Другое знаменательное событие, отмеченное специальной пленарной сессией – 100-летие со дня рождения академика Л.М. Бреховских (1917 – 2005 гг.), внесшего выдающийся вклад в становление и развитие акустики океана в нашей стране и в мире. Эта сессия началась с доклада о научном и жизненном пути Л.М. Бреховских, который сделал один из его многочисленных учеников А.Н. Серебряный (ИО РАН, АКИН). Затем своими воспоминаниями поделился член-корреспондент В.А. Зверев (ИПФ РАН), особо подчеркнувший то большое влияние, которое Л.М. Бреховских оказал на развитие акустических исследований в Нижнем Новгороде (в то время – в Горьком). Мемориальная часть сессии была органично продолжена двумя научными докладами, отражающими современное состояние тех направлений акустики, которыми занимался Л.М. Бреховских: докладом А.Л. Вировлянского (ИПФ РАН) «Устойчивые компоненты акустического поля в подводном звуковом канале» и докладом К.В. Авилова (ИМАШ РАН), С.Н. Куличкова и

О.Е. Попова (ИФА РАН) «Моделирование акустических сигналов при дальнем распространении звука в природных средах: в океане, в осадочной толще, в атмосфере и их комбинациях». Более широкое обсуждение этих и других актуальных вопросов акустики океана продолжилось затем на тематической секции «Акустика океана».

На третьей пленарной сессии обсуждалось современное состояние исследований по некоторым из наиболее актуальных направлений прикладной акустики. На этой сессии были представлены обзорные доклады С.В. Егерев (АКИН) «Фемто-, пикосекундная и терагерцовая оптоакустика: применения для исследования окружающей среды»), О.А. Сапожникова (МГУ) «Физическая акустика почечных камней: диагностика, манипуляция, фрагментация» и В.Б. Жукова, А.А. Катунина, И.А. Селезнева (Концерн «Океанприбор») «Гидроакустические преобразователи на основе перспективных пьезоматериалов». Все три доклада вызвали большой интерес и многочисленные вопросы слушателей, их тематика также дополнительно обсуждалась на соответствующих секциях.

Основная масса докладов конференции была представлена на 14 тематических секциях и 2 стендовых сессиях. Наиболее активно, с большим количеством участников и дискуссиями, прошли заседания секций по акустике океана (51 доклад, включая стендовые), геоакустике (31 доклад), шумам и вибрациям (30 докладов), физической акустике (27 докладов), нелинейной акустике (26 докладов), распространению и дифракции звуковых волн (22 доклада), биомедицинской акустике (18 докладов), т.е. по тем направлениям, по которым ведутся фундаментальные исследования и прикладные разработки во многих научных центрах страны.

Наиболее крупной тематической секцией конференции традиционно (с учетом опыта сессий РАО в прошлые годы и Первой конференции в 2014 году) была секция «Акустика океана» (руководители секции – В.Г. Петников (ИОФ РАН) и А.Л. Вировлянский (ИПФ РАН)). Несмотря на регулярное проведение всероссийских конференций по этой же тематике (школа-семинар «Акустика океана» им. акад. Л.М. Бреховских, которая проходит каждые два года в ИО РАН), активность участников секции была высокой: по ней были представлены на конференцию более 60 заявок, из которых были отобраны 37 устных и 14 стендовых докладов. Большинство докладов были представлены по вопросам, которые относятся непосредственно к акустике океана – по распространению и рассеянию звуковых волн в океане, акустическим шумам океана, акустической диагностике и томографии океана. На секции активно обсуждались также последние результаты по методам обработки гидроакустических сигналов, разработке новых технических средств гидроакустики и морской сейсморазведки. В большинстве докладов были представлены совместные результаты, полученные специалистами из различных организаций.

Особое внимание на секции было уделено актуальным вопросам акустики шельфовых зон океана и мелкого моря, включая анализ пространственной структуры и затухания звукового сигнала на шельфе, влияние ледового покрова, поля внутренних волн и ветрового волнения, газонасыщенности донных осадков (цикл докладов из ИОФ РАН, АКИН, ИПФ РАН, совместные доклады из Воронежского университета (ВГУ) с Институтом акустики Китайской АН и Океанографическим институтом в Вудсхолле, США), а также вопросы акустической диагностики и томографии гидрофизических параметров шельфовых акваторий (доклады из МГУ, ИО РАН, АКИН), построения перспективных систем подводного наблюдения (совместные доклады из ИПФ РАН, ЦНИИ «Атолл», Концерн «Электроприбор»). Ряд докладов был посвящен использованию векторно-фазовых приемников и антенн на их основе в качестве помехоустойчивых средств регистрации акустических полей источников с высоким пространственным разрешением (совместные доклады из ИОФ РАН, ВНИИФТРИ, ЮФУ). Новые алгоритмы пеленгации и локализации удаленных источников сигнала в подводных звуковых каналах обсуждались в серии докладов из ИПФ РАН, ИОФ РАН и ВГУ. Задачи морской сейсмоакустики (реконструкции геоакустических параметров морского дна) и

новые методы их решения анализировались в докладах из ИПФ РАН, ТОИ ДВО РАН; новое техническое средство – цифровая буксируемая сейсмокоса для морской инженерной сейсморазведки – было представлено в докладе из АКИН, статистические характеристики обратного донного рассеяния анализировались в докладе из Концерна «Океанприбор».

На секции «*Геоакустика*» (руководитель – А.С. Вознесенский (Горный институт НИТУ МИСиС)) традиционно обсуждается широкий круг вопросов, связанных с линейными и нелинейными акустическими свойствами горных пород, их диагностикой и теоретическими моделями, с методами сейсмоакустического зондирования. На секции были представлены 22 устных (в том числе, 1 приглашенный) и 9 стендовых докладов. Отличительной особенностью секции было то, что на ней было проведено обсуждение текущих результатов работ, выполняемых по грантам РФФИ в рамках конкурса «Фундаментальные задачи акустической томографии и мониторинга, ориентированные на современные проблемы освоения Арктики» (тема 602 офи_м на 2016 – 2018 гг.). По данной теме выполняются 8 проектов в различных организациях (ИФЗ РАН, ИПФ РАН, ИОФ РАН, ТОИ ДВО РАН, ИАПУ ДВО РАН, РГУ нефти и газа, МФТИ, МГУ), руководители которых сделали сообщения по тематике и результатам своих проектов. Помимо этого, значительное внимание на секции было уделено нелинейным эффектам в среде горных пород различного типа и их теоретическому описанию (доклады из ИПФ РАН), результатам скважинного геофизического мониторинга (доклады из ИВиС ДВО РАН, ИМГиГ ДВО РАН, совместный доклад из ИФЗ РАН и ИПФ РАН), экспериментальному исследованию и моделированию акустических свойств горных пород различных типов и метаморфизма (доклады из ГУ НИТУ МИСиС, ИНГГ СО РАН, ГИ КНЦ РАН, Тюменского филиала ИТПМ СО РАН, совместный доклад из МФТИ и Московского исследовательского центра «Шлюмберже»).

В рамках секции на загородном полигоне ИПФ РАН был проведен экспресс-практикум для аспирантов и студентов по методам сейсмоакустических измерений с использованием сигналов различных источников. Практикум был организован совместно специалистами ИПФ РАН и ООО «Геодевайс» (представители этой фирмы участвовали в выставке оборудования с демонстрацией ряда своих разработок).

Секция «*Шумы и вибрации*» (руководитель – Ю.И. Бобровницкий, ИМАШ РАН) также была одной из наиболее многочисленных, для участия в ней было отобрано 18 устных (из них 4 приглашенных) и 12 стендовых докладов. Большая часть докладов (около 2/3) была посвящена применению традиционных методов снижения шума и вибраций в различных областях промышленности – самолетостроении, судостроении, строительстве, на транспорте (доклады из ПАО «Туполев», ЦИАМ, МГТУ, Крыловского научного центра, НИИСФ РААСН, МЭИ, БГТУ «Военмех»). В остальных докладах рассматривались новые задачи виброакустики или новые методы решения известных задач. Особое внимание было уделено вибрационной и акустической защите в космической технике, где эта проблема с каждым годом становится все более актуальной (два доклада из СамГУ и ИМАШ РАН). Большой интерес вызвало рассмотрение предельных возможностей систем активного гашения звука (доклад из ИПФ РАН). Проектирование новых высокоэффективных поглотителей звука на основе акустических метаматериалов, а также применение аддитивных технологий для их изготовления обсуждались (с демонстрацией образцов) в докладах из ИМАШ РАН и СамГУ. Большой интерес участников вызвал также доклад из ООО «Алгоритм-Акустик» о современных тенденциях развития техники измерения шумов и вибраций (представители этой фирмы также участвовали в выставке оборудования с демонстрацией комплекса измерительной аппаратуры).

В рамках секции на загородном полигоне ИПФ РАН был проведен экспресс-практикум для аспирантов и студентов по многоканальным виброакустическим измерениям с использованием оригинальных методов и аппаратуры, разработанных в ИПФ РАН.

На секции «*Физическая акустика*» (руководитель – О.А. Сапожников (МГУ)) были представлены 21 устный и 6 стендовых докладов по различным вопросам акустики материальных сред (пьезоэлектрических материалов, металлов, жидкостей), а также по исследованию динамики различных объектов в поле акустических (в основном, ультразвуковых) волн. Цикл докладов из МГУ был посвящен физическим эффектам под действием закрученных ультразвуковых пучков (захват и перемещение твердых микрочастиц, вращение поглощающих объектов), которые активно исследуются в настоящее время, в том числе, в связи с разработкой методов манипуляции почечными камнями в процессе литотрипсии. Другой цикл докладов из МГУ был посвящен экспериментальным исследованиям динамики крутильных волн в образцах поликристаллической меди и упругих свойств предельных углеводородов на примере тетракозана в различных фазовых состояниях, ультразвуковой кавитации в суспензиях кремниевых наночастиц, результаты которых также имеют интересные технические приложения. Серия докладов из ИРЭ РАН была посвящена теоретическому исследованию характеристик обратных акустических волн в пьезоэлектрических материалах, которые могут быть полезны для постановки экспериментальных работ в этом направлении, развитию резонансного метода определения материальных констант пьезокерамических материалов. Совместный доклад группы авторов из РГУ нефти и газа, АКИН, ИОФ РАН и ИФА РАН был посвящен разработке и апробации оригинального акустического метода реконструкции параметров (скорости и положения в пространстве) турбулентного течения, основанного на использовании многочастотного зондирующего сигнала. Подробное экспериментальное исследование режимов эмиссии капель и колебаний границы несмешивающихся жидкостей при различных интенсивностях импульсно-периодического ультразвукового пучка и перспективы приложений возникающих при этом эффектов были представлены в докладе международной группы авторов из ИОФ РАН, Института электроники, микроэлектроники и нанотехнологий (Лилль, Франция) и Университета Лилля. Новый алгоритм акустической дефектоскопии (локализации дефектов) тонкостенных объектов на основе анализа дисперсионных характеристик волн Лэмба был рассмотрен в докладе из ИФМ УрО РАН. Обзор работ по акустической кавитации и сонолюминесценции в экстремальных режимах, создающих предпосылки для акустического термоядерного синтеза, был представлен в докладе из РФЯЦ–ВНИИЭФ.

На секции «*Нелинейная акустика*» (руководитель – С.Н. Гурбатов (ННГУ)) были представлены 26 докладов различной тематической направленности (из них 18 устных, включая 3 приглашенных доклада). Наибольшее число работ было представлено по тематике, связанной с распространением интенсивных акустических пучков. Это цикл теоретических и экспериментальных работ по взаимодействию и самовоздействию интенсивных регулярных и шумовых акустических пучков в однородной жидкости (приглашенный доклад из ННГУ) и отражению сфокусированных пучков от мягкой границы (также из ННГУ), два доклада из МГУ по распространению интенсивных акустических пучков в вязкоупругой среде с полостями и исследованию особенностей нелинейной трансформации акустических волн при наклонном падении на границу двух твердых тел. Несколько докладов из МГУ были представлены по медицинским приложениям интенсивного ультразвука, которые активно развиваются в последнее время для хирургических, терапевтических и диагностических целей (близкие к ним работы обсуждались затем на секции «Биомедицинская акустика»). Традиционными для этой секции являются работы по нелинейной акустике твердых тел, в том числе, горных пород (эта тематика также обсуждалась на секции «Геоакустика»). В частности, были представлены новые результаты по влиянию точечных дефектов на пространственную локализацию нелинейных волн, исследованию самоподобных волн в средах с разномодульной и гистерезисной нелинейностью (доклады из ИПФ РАН), по исследованию упругих свойств графита, возбуждению стоячих волн в вязкоупругом резонаторе при наличии статической деформации сдвига (доклады из МГУ).

Значительный интерес вызвал приглашенный доклад из ТОИ ДВО РАН по акустической нелинейности верхнего слоя моря, в котором обсуждались механизмы возникновения аномальной нелинейности и обширные данные натуральных экспериментов. Задачи нелинейной акустической диагностики различных сред, также традиционные для этой секции, обсуждались в докладах по акустическому профилированию течений жидкости и по использованию спектров высших порядков в обратных задачах нелинейной акустики (доклады из ННГУ и ИПФ РАН). Большой интерес вызвали доклады с прикладными результатами на стыке нелинейной акустики и механики – по струнным виброударным системам с распределенными ударными элементами (доклад из ИМАШ РАН) и динамике резьбовых соединений при продольных ультразвуковых колебаниях (доклад из МАДИ). Многие доклады на этой секции отражали сложившуюся устойчивую кооперацию специалистов из различных организаций, включая зарубежные. Например, несколько докладов были представлены соавторами из ИПФ РАН и ННГУ, из МГУ и ННГУ, из МГУ и Университета штата Вашингтон (США), из ИОФ РАН и Гидрофизического института Академии науки Абхазии.

На секции «Биомедицинская акустика» (руководитель – И.Ю. Демин (ННГУ)) были представлены 18 докладов (из них 15 устных), в основном, из МГУ (9 докладов) и ННГУ (4 доклада). Особенностью работы секции была высокая активность молодых ученых – аспирантов и студентов этих двух вузов (11 докладов), представивших свои работы на хорошем уровне. Основная направленность докладов из МГУ была связана с одним из наиболее актуальных направлений в данной области акустики – с использованием в медицинских приложениях интенсивных сфокусированных акустических пучков (High Intensity Focused Ultrasound: HIFU), круг применений которых заметно расширяется в последнее время. В частности, на секции были рассмотрены его возможности в интересах терапии и неинвазивной хирургии, диагностики (визуализации) структур мозга и почечных камней, фрагментации почечных камней (ударно-волновой литотрипсии). Большой интерес вызвал доклад по импульсной ультразвуковой микроскопии материалов и объектов тканевой инженерии, представленный совместно ИБХФ РАН, НИЦ «Курчатовский институт», ИНЭОС РАН, КГМУ и НТЦ уникального приборостроения РАН, в котором были изложены результаты экспериментального исследования микроструктуры тканевого матрикса, выполненного из тонких натуральных и синтетических волокон и губчатых материалов на основе хитозана.

В рамках секции на кафедре акустики ННГУ был проведен экспресс-практикум для аспирантов и студентов по использованию открытой акустической системы Verasonics для измерения скорости сдвиговых волн в полимерных фантомах.

На секции «Распространение и дифракция звуковых волн» (руководитель – М.А. Миронов (АКИН)) традиционно обсуждаются вопросы, связанные с особенностями формирования звуковых полей в различных средах, поэтому эта секция обладает широкой тематической направленностью и при этом является смежной с рядом других секций. На секцию были заявлены 22 доклада, 16 из которых были заслушаны как устные. Доклады на секции были представлены специалистами из ряда институтов РАН и университетов Нижнего Новгорода, Москвы, Санкт-Петербурга, Тулы. Более половины устных докладов были сделаны молодыми учеными, что сделало эту секцию одной из самых «молодежных». Тематика ряда докладов была близка к секции «Акустика океана» (доклады из ИОФ РАН по анализу структуры векторно-скалярного звукового поля в мелком море и возможностей ее практического использования для гидроакустической метрологии, доклад из ННГУ по моделированию рассеяния звука на донных дискретных неоднородностях, доклад из АКИН по излучению диполя в произвольно широком волноводе). В ряде докладов были рассмотрены важные теоретические вопросы – о классификации и моделировании собственных волн в анизотропном волноводе (доклад из МГУ совместно с Московским исследовательским центром «Шлюмберже»), о расчете нелинейного фокусированного поля с использованием широкоугольного параболического

приближения, позволившего существенно повысить точность вычислений (доклад из МГУ), об описании функций Грина неоднородного слоя, лежащего на упругом полупространстве (доклад из МИРЭА), о дифракции звука на неоднородном шаре (два доклада из Тульского университета), о потенциальных возможностях применения т.н. «акустических черных дыр» для поглощения звука и вибраций (доклад из АКИН). Актуальные прикладные задачи также были рассмотрены на секции: по дифракции звука на модельных препятствиях (доклад из Крыловского научного центра), по измерению сечения рассеяния препятствий, помещенных в недиффузное звуковое поле (совместный доклад МГТУ и АКИН), по проектированию направленных микрофонов бегущей волны (доклад из МТУСИ).

Некоторые из секций конференции собрали относительно небольшое (около 10) докладов, но в то же время нельзя не признать их важности для конференции в целом. Их тематика является традиционной для конференций по акустике, и несмотря на относительную малочисленность участников, эти секции существенно обогатили «палитру» сделанных докладов и вызвали оживленные дискуссии специалистов.

На секции «Аэроакустика» (руководитель – В.Ф. Копьев (ЦАГИ)) преимущественно рассматривались акустические задачи, решение которых важно для современного самолетостроения, в силу чего большинство из 14 устных докладов были представлены специалистами из профильных институтов (ЦАГИ, ЦИАМ, ПНИПУ, факультета аэромеханики и летательной техники МФТИ). Ряд докладов, касающихся генерации шума и звукопоглощающих конструкций, тематически был близок к секции «Шумы и вибрации».

На секции «Акустические измерения» (руководитель – И.Е. Кузнецова (ИРЭ РАН)) традиционно обсуждаются прикладные вопросы, связанные с анализом и метрологией звуковых полей и стандартизацией акустических измерений для различных приложений. Доклады на секции были представлены авторами из МГУ, ИПФ РАН, СПбПУ, АКИН, МГСУ, МТУСИ, Крыловского научного центра. Эта секция также может быть отнесены к числу «молодежных» – половина докладов была представлена молодыми участниками. Три доклада были посвящены особенностям акустических измерений в гидроакустических устройствах и методам обработки гидроакустических сигналов. Рассматривались также вопросы анализа звукового поля в помещении с целью выделения поля отдельного источника на фоне других при помощи решетки микрофонов, методы определения акустических характеристик напряженно-деформированных материалов, вопросы конструкции сабвуфера и разработки температурного датчика на поверхностных акустических волнах. В целом, тематика докладов была смежной с рядом других секций конференции.

Основная тематика секции «Акустоэлектроника» (руководитель – И.Е. Кузнецова (ИРЭ РАН)) связана с развитием методов и технических средств микро- и наноэлектроники на основе акустических принципов преобразования и модуляции сигналов. На ней были рассмотрены вопросы создания акустоэлектронных датчиков жидкости на различных принципах, таких как использование щелевой моды в акустических линиях задержки, вопросы использования анизотропии и вариативности волн высших порядков в пьезоэлектрических линиях задержки, использования пьезоэлектрических резонаторов с поперечным возбуждающим полем, использования принципа гибридности для объединения акустоэлектронных и наноэлектронных датчиков (серия докладов из Саратовского филиала ИРЭ РАН и ИРЭ РАН). Кроме того, были рассмотрены фундаментальные акустоэлектронные эффекты в наноразмерных гетеролазерах (доклад из ФТИ РАН). В этом докладе был представлен анализ влияния переменной ультразвуковой деформации на энергетические параметры носителей заряда в квантовых ямах гетероструктур $\text{In}_{28}\text{GaAs}/\text{GaAs}$ и $\text{InAs}/\text{In}_{15}\text{GaAs}/\text{GaAs}$, предложен ряд объяснений наблюдаемой неожиданно большой эффективности вращения вектора поляризации. Особый интерес вызвали предложенные в одном из докладов (из НИИ

«Элпа» и ИРЭ РАН) датчики для распознавания жидкости микролитрового объема, позволяющие построить акустические изображения вкуса жидких продуктов питания, что важно с точки зрения анализа их качества и соответствия заданным стандартам. Также впервые была предложена интересная идея объединения нанодатчиков с акустическими линиями задержки.

На секции *«Акустика речи, акустические проблемы прикладной лингвистики»* (руководитель – Е.Е. Ляксо, СПбГУ)) освещались вопросы прикладной лингвистики и речевой акустики. В докладе из МГУ были представлены данные интонационного анализа просодических характеристик произнесения русских фраз носителями иностранных языков, сделано заключение о том, что в русской речи иноязычных носителей межъязыковая интерференция проявляется на сегментном и на суперсегментном уровнях, что следует учитывать при обучении иностранному языку. В докладе из МГЛУ были представлены данные о возможности использования лингвистической информации в целях разработки перспективных технологий сжатия речевого сигнала. В совместном докладе из МГТУ, МТУСИ и МГУ была предложена алгоритмы преобразования «текст – речь» в целях разработки системы речевого взаимодействия «человек – машина». В докладах, посвященных изучению акустики речи, основной акцент был сделан на исследовании возрастной динамики акустических характеристик речи детей и сравнительном анализе акустических и перцептивных характеристик речи типично развивающихся детей и детей с атипичным развитием (доклады из СПбГУ, Института физиологии РАН). Представленные в них результаты имеют значительную практическую ценность. Отмечено, в частности, что полученные данные способствуют расширению представлений о развитии когнитивных и вокальных способностей детей с отклонениями в умственном развитии и могут быть использованы при разработке стратегии проведения индивидуальных развивающих занятий с такими детьми. Сравнительный анализ акустических характеристик речи детей с различными формами атипичного развития позволяет предложить количественные методы диагностики состояния ребенка по характеристикам его голоса и речи (это исследование является первым на материале русского языка).

На секции *«Архитектурная и строительная акустика»* (руководитель – Н.Г. Канев (АКИН)) основное внимание докладчиков было уделено практическим вопросам акустического проектирования зданий. В четырех докладах (из НИИСФ РААСН, ООО «Лаборатория архитектурной акустики», Уральской государственной консерватории, АКИН, МГТУ) обсуждались проблемы акустики различных помещений: учебных аудиторий, концертных залов и арен большой вместимости. Два доклада посвящены экспериментальному исследованию звукоизоляции ограждающих конструкций с предложением новых идей, направленных на повышение звукоизоляции хорошо известных решений – многослойных перегородок (доклады из ННГАСУ, ООО «Акустик Групп»). При обсуждении результатов участники неоднократно возвращались к вопросу объективной оценки акустики помещений. В отечественной нормативной литературе установлены требования только ко времени реверберации, хотя выполненные исследования показывают, что полноценная оценка на основе только одного параметра невозможна. С другой стороны, субъективные предпочтения аудитории изменяются с течением времени, поэтому и требования к акустике должны регулярно актуализироваться. Представленные на секции доклады отразили современные тенденции к формированию комплексных подходов к оценке акустике помещений.

Тематически близкой к секции *«Физическая акустика»* была секция *«Ультразвуковые технологии»* (руководитель – О.А. Сапожников (МГУ)), на которой были рассмотрены практические возможности и технические решения по применению ультразвука в машиностроении, химической и нефтегазовой промышленности. Яркими примерами таких проблемно-ориентированных исследований могут служить работы по развитию известного метода диагностики металлоконструкций на основе эффекта

акустоупругости в условиях циклической нагрузки (доклад из СПбПУ), по оптимизации режимов воздействия ультразвука на повышение эффективности синтеза гидроксиапатита (материала, близкого к природной костной ткани и потому важного для медицинских приложений) (совместный доклад из МГУ, АКИН и Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники), по ультразвуковой микроскопии процессов деградации современных композитных материалов на основе углеводородного волокна под действием механических и климатических нагрузок (совместный доклад из ИБХФ РАН, НТЦ уникального приборостроения РАН, ЦАГИ), по разработке и промышленной апробации ультразвукового расходомера газа в металлических трубах с накладными датчиками, без врезки их в стенки трубы (доклад из ИПФ РАН).

На секции «*Оптоакустика и акустооптика*» (руководитель – В.Б. Волошинов (МГУ)) было рассмотрено равное количество докладов по акустооптическим преобразователям и модуляторам для различных приложений (доклады из МГУ и НИИ «Полус», МГУ, ИОФ РАН и АО «Гиредмет», МГУ и ФТИ РАН) и оптико-акустическим методам диагностики для медицинских приложений (доклады из ИПФ РАН) и материаловедения (доклад из Института механики металлополимерных систем НАН Беларуси). Оригинальная перспективная разработка была представлена в докладе из ИПФ РАН – макет сканирующего оптико-акустического микроскопа для диагностики биотканей, позволяющего осуществлять комплексное (оптоакустическое, ультразвуковое и диффузно-оптическое) зондирование тканей на глубину до 3 мм с поперечным разрешением до 50 мкм/25 мкм/3,5 мкм соответственно.

Большой интерес участников конференции вызвал семинар специалистов ООО «Комсол» с демонстрацией возможностей программного пакета COMSOL Multiphysics® на примерах моделирования различных акустических систем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Большое количество участников конференции, высокая активность обсуждений на секциях и стендовых сессиях дает основания полагать, что Вторая Всероссийская акустическая конференция стала важным событием в жизни акустического сообщества страны и стимулом для дальнейшего развития исследований по многим направлениям акустики. Конференция убедительно продемонстрировала, что современная акустика решает многочисленные актуальные задачи фундаментального и прикладного характера, и что по многим из них российские специалисты получают результаты на самом передовом уровне, активно участвуют во внутрироссийских и международных научных кооперациях. На закрытии конференции было отмечено также, как один из важных и позитивных результатов конференции в целом, большое количество участвовавших в ней молодых ученых, аспирантов и студентов и высокий уровень представленных ими результатов (25 молодых участников конференции, чей возраст не превышает 30 лет, стали лауреатами конкурса докладов молодых ученых).

С учетом сильной неравномерности секций по числу докладов (что отражает объективные различия в числе активно работающих научных групп в тех или иных направлениях исследований), одной из рекомендаций для проведения следующей Всероссийской акустической конференции в 2020 году является рассмотрение Программным комитетом вопроса об объединении ряда секций близкой тематической направленности.

Проведение III Всероссийской акустической конференции запланировано на 2020 год.

А.И. Малеханов (ИПФ РАН)