

## ИНФОРМАЦИЯ О РАБОТЕ СЕМИНАРА “АКУСТИКА НЕОДНОРОДНЫХ СРЕД” ПОД РУКОВОДСТВОМ С.А. РЫБАКА В 2006 ГОДУ

В 2006 году прошло 15 заседаний семинара Научной школы С.А. Рыбака (Акустический институт им. акад. Н.Н. Андреева). Были представлены доклады по активному гашению звука, аэроакустике, медицинской акустике, биоакустике, геоакустике, акустике океана, нелинейной акустике, ультразвуковой дефектоскопии. По материалам докладов был выпущен сборник трудов семинара.

Юбилейное заседание, посвященное 85-летию профессора С.А. Рыбака, состоялось 20 сентября. М.А. Миронов в докладе “О работах С.А. Рыбака в области аэроакустики” изложил историю исследований излучения звука турбулентным пограничным слоем, в которой ключевую роль сыграла идея С.А. Рыбака о преобразовании вязких волн в звуковые на обтекаемой границе (см. работы К.А. Наугольных, С.А. Рыбака “Об излучении звука турбулентным пограничным слоем” (Труды АКИН. 1971. № 16. С. 129–134) и “Об излучении звука турбулентным пограничным слоем” (Акуст. журн. 1980. Т. 26. № 6. С. 890–894)). Учет вязких волн приводит к существенному увеличению излучаемой мощности. Были приведены результаты основных экспериментов.

В докладе Г.А. Максимова (МИФИ) “О вариационном принципе в диссипативной гидродинамике” сформулирован принцип, позволяющий обобщить уравнения гидродинамики диссипативных сред путем обобщения вариационных принципов Гамильтона и Онзагера. Введение дополнительных тензорных параметров, ответственных за релаксацию вязкости и инерционности продольного поля тепловых смещений позволило получить конечную скорость распространения малых возмущений в высокочастотном пределе.

В докладе Ю.И. Бобровницкого (Институт машиноведения РАН) “Черное тело и наилучший поглотитель звука” предложена импедансная теория рассеяния, исследованы экстремальные свойства мощности поглощения и рассеяния звука упругими телами в акустической среде. Получены условия импедансного типа на поверхности наилучшего поглотителя, идеального рассеивателя и тела Макдональда. Изучены их поглощающие и рассеивающие свойства в сравнении с черным телом Кирхгофа.

В.В. Арабаджи (ИПФ РАН, Нижний Новгород) в докладе “Алгоритм активного согласова-

ния жесткой поверхности с полем падающих волн” предложил систему активного гашения звукового поля, рассеянного жесткой поверхностью с целью формирования “акустической невидимости” объекта. Она состоит из подсистемы формирования заданного распределения нормальных колебательных скоростей наружной поверхности активного покрытия и подсистемы захвата и сопровождения падающих волн. Система способна реагировать на гасимые поля практически мгновенно, оставаясь компактной надстройкой защищаемого тела.

В докладе В.Ф. Копьева, С.А. Чернышева, М.Ю. Зайцева, Н.Н. Острикова (ЦАГИ) “Роль крупных вихрей в шуме турбулентной дозвуковой струи” анализируется шум, вызванный локализованными вихрями. С помощью 20-ти канальной системы сбора и анализа данных измерены усредненные спектры азимутальных гармоник шума турбулентной струи, со скоростью истечения 120 м/сек, возбужденной на частоте 2000 Гц. Турбулентный шум разбит на мелкомасштабный и крупномасштабный, порождаемый когерентными вихрями. Данные измерений позволили оценить вклад вихревых колец в суммарный шум струи. Энергетический вклад вихревых колец в шум струи в рассматриваемых диапазонах частот составляет от 30 до 45% в зависимости от номера гармоники и диапазона частоты.

А.В. Ведерниковым и В.Г. Андреевым (Физический факультет МГУ) в докладе “Генерация и распространение сдвиговых волн в резиноподобных средах с неоднородностями сдвигового модуля” реализована методика возбуждения и регистрации волн сдвига в резиноподобных средах с помощью ультразвука. Волна возбуждалась при поглощении сфокусированного ультразвукового импульса. Профиль волны и скорость ее распространения определялись с помощью фокусирующего преобразователя по смещению замороженной в образец пенопластовой частицы миллиметрового размера, увлекаемой волной. Измеренная скорость волны согласуется с рассчитанной по модулю сдвига, измеренному независимо. Метод можно использовать для диагностики патологий в мягких тканях, а также в материаловедении для измерения упругих свойств резин.

В докладе О.А. Сапожникова, Ю.А. Пищальникова, А.В. Морозова, А.Е. Пономарева, М.А. Смагина, С.И. Булатицкого (Физический факультет МГУ) "Акустическая голография и оптические методы визуализации для измерения скорости поверхности ультразвуковых источников и исследования излучаемых ими полей" показана возможность применения временного обращения волн в рамках метода нестационарной акустической голографии. Данный метод позволяет восстановить распределение скорости колебаний на излучателе по измерениям формы волны в точках поверхности, расположенной между источником и точкой наблюдения. Приведены результаты восстановления распределения пикового нормального ускорения на поверхности одноэлементного датчика, применяемого для эхоэнцефалографии. Удалось полностью восстановить характер колебаний поверхности с дефектом (неизлучающая 2-мм полоска). Качество восстановления определяется размером голограммы и пространственным шагом дискретизации измеряемого поля.

В докладе А.Н. Серебряного (АКИН) "Слики и сулееобразующие явления в мелком море" приведен обзор сликов (уединенные полосы выглаженной воды) и сулоев (полосы толчеи или более крутого волнения) в мелком море, основанный на более чем 30-летнем экспедиционном опыте автора в Черном, Белом, Японском и Южно-Китайском морях, а также в Индийском и Тихом океане. Вскрыты механизмы их генерации. Особое внимание уделено поверхностным проявлениям интенсивных внутренних волн, вызванными их орбитальными течениями.

В докладе В.С. Гостева, И.Б. Есипова, О.Е. Попова, С.П. Тарасова, В.А. Воронина (АКИН, ТГРУ) "Дисперсия сигнала параметрического излучателя в мелком море" обсуждалась возможность сжатия широкополосного звукового сигнала (фокусировка) во времени при его распространении в мелком море за счет специального выбора его частотной модуляции, соответствующей дисперсии скорости звука в конкретном морском волноводе. Приведены результаты экспериментальных исследований в Таганрогском заливе Азовского моря.

В докладе Ю.М. Заславского, Б.В. Кержакова, В.В. Кулинича (ИПФ РАН, Нижний Новгород) "Численное моделирование сейсмоакустических полей в шельфовой зоне океана. Приложение к задачам акустической томографии с ориентацией на поиск нефtezалежей в придонных слоях" проведено численное моделирование сейсмоакустического поля (диапазон частот ниже 100 Гц) в слоистой структуре – кристаллический фундамент и три покрывающих слоя, включая верхний слой жидкости, при его возбуждении как одиночным источником, так и фазированной вертикальной

антенной. Определены частоты и углы фазирования, обеспечивающие оптимальное озвучивание донных слоев, а также углы, необходимые для оптимальной селекции сдвиговых волн в донных слоях. Данный режим полезен для поиска залежей во флюидосодержащих слоях с пониженной скоростью сдвига.

Во время доклада В.А. Ларичева, Д.Н. Лесонена, Г.А. Максимова, Е.В. Подъячева, А.В. Дерова (МИФИ) "Математическая модель трехмерной геологической среды с разломами для решения прямых и обратных задач геофизики" участникам семинара была продемонстрирована работа программного комплекса для расчета в лучевом приближении сейсмических полей в сложной геологической среде. Среда моделировалась набором трехмерных слоев, границы которых сильно искривлены.

В работе С.П. Токмаковой (АКИН) "Анизотропия коэффициента Пуассона трансверсально-изотропных геоматериалов" проанализированы особенности информативной характеристики – коэффициента Пуассона (КП), который отражает структуру породы, в частности, свойства пород в зависимости от водонасыщения. Рассмотрены породы гексагональной анизотропии с вертикальной осью симметрии, в том числе с аномальной поляризацией акустических волн, для которых скорость поперечной волны в некоторых направлениях может быть больше скорости продольной. Показана связь между эффектом аномальной поляризации и отрицательным знаком КП таких сред. Расчет проведен в терминах параметров Томсена (Leon Thomsen. "Weak elastic anisotropy". Geophysics. 1986).

В докладе А.И. Потапова и А.А. Лемеховой (Нижегородский филиал ИМАШ РАН) "Особенности дисперсии акустических волн в двумерной решетке с внутренними степенями свободы" проанализированы дисперсионные свойства волн в двумерной решетке, состоящей из сложных частиц: ядра, помещенные в центр тонкой оболочки, совершающей радиальные колебания. Выведены уравнения движения и проведен анализ их дисперсионных зависимостей от параметров оболочечной структуры. Показано, что дисперсия носит резонансный характер. Определены области частот с близкими значениями групповых скоростей акустических и оптических фононов и низкими значениями групповых скоростей акустических фононов. Рассмотренные эффекты аналогичны замедлению света в твердотельных кристаллических структурах.

В докладе В.Е. Назарова, А.В. Радостина, А.Б. Колпакова (ИПФ РАН) "Распространение однополярных акустических импульсов в средах с гистерезисной нелинейностью и линейной диссипацией" решена задача распространения однопо-

лярных возмущений в средах с гистерезисной квадратичной нелинейностью и линейной вязкой диссипацией. Получены точные аналитические выражения, описывающие распространение и эволюцию первоначально треугольного импульса в такой среде.

Доклад В.В. Казакова (ИПФ РАН) "Нелинейный модуляционный способ обнаружения трещин" содержал оригинальный метод идентификации трещин с учетом их линейных и нелинейных характеристик, основанный на модуляции параметров трещин низкочастотными изгибными колебаниями объекта при их одновременной когерентной импульсной ультразвуковой локализации. Методика протестирована на ряде модельных объектов, включая фрагмент газопровода.

В докладе Н.Г. Бибикова, Д.Ю. Григорьева (АКИН) "Использование искусственных нейронных сетей для классификации акустических сигналов по импульсной активности слуховых нейронов" продемонстрировано усиление слабой амплитудной модуляции звука нейронами слуховой системы за счет адаптивных нелинейных пороговых механизмов клетки. Импульсная активность нейронов лягушки, синхронизированная с огибающей, подавалась на вход простой нейронной сети. Такая сеть моделировала механизм преобразования временного кодирования частоты модуляции звука периферическими нейронами в пространственный код центральных нейронов

слуховой системы. Оказалось, что нейросеть с изменяемыми синаптическими весами может осуществлять эту операцию только при наличии информации о фазе модуляции подаваемого на вход сети сигнала.

В работе И.А. Урусовского (АКИН) "Космологическая подпитка внутриземного тепла в ее шестимерной трактовке в рамках 6-мерной трактовки расширения Вселенной как трехмерной сферы проводится учет влияния возрастания скорости света на зависимости наблюдаемых величин от красного смещения, на выделение тепла внутри Земли и трех небесных тел. Трехмерная сфера рассматривается как результат пересечения трех равномерно расширяющихся 5-мерных сфер. Скорость света в полном пространстве считается постоянной во времени, что равнозначно сохранению энергии каждой элементарной частицы. Оценивается средняя по объему Земли и небесных тел плотность тепловой энергии, соответствующая данному механизму накачки тепла.

Семинар проходит в Акустическом институте (улица Шверника 4) раз в две недели по четвергам. Начало семинара в 11.00. Подробную информацию можно найти в Интернете <http://www.akin.ru>. Заявки для участия просьба подавать по телефону руководителю семинара Рыбаку С.А., секретарю семинара Токмаковой С.П. 8-499-7236160 или направлять по адресу: [sveta@akin.ru](mailto:sveta@akin.ru).

Сдано в набор 11.07.2007 г.

Подписано к печати 12.09.2007 г.

Формат бумаги 60 × 88<sup>1</sup>/<sub>8</sub>

Цифровая печать

Усл. печ. л. 18.0

Усл. кр.-отг. 3.9 тыс.

Уч.-изд. л. 18.5

Бум. л. 9.0

Тираж 216 экз.

Зак. 647

Учредитель: Российская академия наук

Издатель: Академиздатцентр "Наука", 117997, Москва, Профсоюзная ул., 90

Оригинал-макет подготовлен МАИК "Наука/Интерпериодика"

Отпечатано в ППП "Типография "Наука", 121099, Москва, Шубинский пер., 6