

## ХРОНИКА

## VI МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ ПО НЕЛИНЕЙНОЙ АКУСТИКЕ

8-10 июля 1975 г. в Москве проходил VI Международный симпозиум по нелинейной акустике (VI МСНА), организованный Московским государственным университетом им. М. В. Ломоносова при участии Акустического института АН СССР. Предыдущие симпозиумы проводились в 1968, 1969 (США), 1971 (Англия), 1972 (США), 1973 гг. (Дания). В работе симпозиума приняли участие ведущие специалисты в области нелинейной акустики из СССР и зарубежных стран. Всего был 261 участник, в том числе 42 иностранных ученых.

На пленарных и секционных заседаниях симпозиума было сделано 104 доклада. В отличие от предыдущих симпозиумов, на московском симпозиуме дополнительно была представлена секция нелинейной акустики твердого тела, работа которой вызвала значительный интерес.

Результаты симпозиума показывают, что нелинейная акустика привлекает все большее внимание как специалистов-акустиков, так и специалистов в других областях физики. Характерным здесь является взаимное проникновение интересов, идей и методов из ряда смежных областей физики (общей теории нелинейных волн, физики твердого тела, кристаллофизики, геофизики и др.). Остановимся кратко на основных направлениях, которые были представлены на симпозиуме.

Одним из основных направлений работы секции «Общие вопросы нелинейной акустики» была проблема нелинейного взаимодействия шумовых сигналов: взаимодействие шум — звук, поглощение звука из-за взаимодействия с равновесными и неравновесными шумами, трансформация шумовых спектров как узкополосных, так и широкополосных, генерация высших гармоник узкополосным шумом. Рассматривалось взаимодействие случайных волновых ансамблей с частичной когерентностью фаз (сильная волновая турбулентность) и без нее, анализировались условия равновесия в системе трех случайных волн. К этой же группе докладов может быть отнесено и исследование разборчивости речи в условиях разговорного шума, так называемого «эффекта вечеринки».

Другим интересным направлением, представленным на этой секции рядом докладов, было распространение нелинейных волн в регулярно и случайно неоднородных средах. Наряду с общими методами здесь были рассмотрены вопросы, касающиеся распространения нелинейных волн в нормальной атмосфере, формирования в верхней атмосфере ударных волн и солитонов. Для трехволнового взаимодействия в нерегулярных средах были получены асимптотические решения в предельных случаях слабых и сильных расстройках фаз из-за неоднородности среды. Были также рассмотрены особенности формирования разрывов в турбулентной среде, генерация звука вихрем, движущимся над неоднородной упругой поверхностью.

Важное направление, связанное с получением точных решений нелинейных уравнений методом обратной задачи рассеяния, было представлено докладом о неустойчивости солитонов в средах с дисперсией звука.

Группа докладов была посвящена рассмотрению традиционных для нелинейной акустики вопросов о формировании разрывов. При этом использовалось уравнение Бюргерса для бегущих волн. Анализ римановских инвариантов на характеристиках позволил решить задачу о взаимодействии встречных сильных ударных волн. Был проведен анализ формирования сильного разрыва в релаксирующих газах. Решение неоднородного уравнения Бюргерса позволило проанализировать задачу об электрострикционном возбуждении гиперзвука в поле двух лазеров и задачу о тепловом возбуждении звука. Было проанализировано нелинейное отражение звука на границе двух сред.

Ряд докладов касался проблем нелинейной дифракции, самовоздействия и проблемы акустического пучка. Разработка численных методов позволила установить некоторые новые особенности формирования пилообразных волн в акустическом пучке. Временные и пространственные формы волны при нелинейной дифракции на отверстии удалось получить в приближении нелинейной геометрической акустики. Анализировалось влияние на фокусировку звука нагревания среды и возникающих потоков, а также явление самофокусировки (или дефокусировки); последние вопросы

обобщались также на неоднородные среды. К этой же группе может быть отнесен доклад о модификации принципа Гюйгенса для нелинейных задач.

Было рассмотрено также комбинационное взаимодействие первого звука со вторым в жидком гелии.

Ряд экспериментальных работ был посвящен исследованию неколлинеарного взаимодействия поверхностных волн оптическими методами и исследованию нелинейных свойств жидкостей. Было показано, что жидкости с пузырьками имеют существенно больший нелинейный параметр, чем каждая из компонент отдельно. Исследовалась природа возникновения акустических течений в звуковых полях сложной конфигурации, а также близкий к этому вопрос о возникающей в скрещенных звуковых полях акустической турбулентности, наблюдавшейся экспериментально.

Работа секции показала, что развитие общей нелинейной акустики идет по многим интересным и перспективным направлениям.

Значительное внимание на секции «Нелинейная акустика. Подводные применения» было уделено параметрическим низкочастотным антеннам, позволяющим получить узкую характеристику направленности при небольшой апертуре источника звука. Здесь был представлен ряд теоретических докладов, касающихся различных режимов работы антенны. В экспериментальных исследованиях изучались особенности формирования характеристики направленности таких антенн, в частности при слабосходящихся и слабо расходящихся первичных пучках, рассматривалась оптимальная модуляция первичных пучков и возникающие при этом нелинейные искажения низкочастотного сигнала, изучалось влияние кавитации, рассматривалась возможность использования среды с большими, чем у воды, нелинейными параметрами, исследовалась эффективность преобразования в широком диапазоне частот. Результаты симпозиума показывают, что это направление успешно развивается как в области теории, так и экспериментально.

На секции «Кавитация» были широко представлены работы по воздействию на кавитацию внешних полей (электрического и магнитного) и частиц (космического и искусственного излучения), а также работы, связанные с определением порога кавитации по отдельным субгармоникам и гармоникам кавитационного шума. Большое развитие получили в последнее время исследования паровой кавитации в криогенных жидкостях, представляющие физическую основу для разработки ультразвуковых пузырьковых камер. Динамике кавитационных пузырьков, а также особенностям несферического захлопывания кавитационных полостей с образованием кумулятивной струйки было уделено на секции значительное внимание.

Наиболее многочисленной по числу докладов и участников была секция «Нелинейная акустика твердого тела». В определенной мере это можно понять, так как в этой области нелинейная акустика наиболее тесно переплетается с рядом важных научных и прикладных направлений в современной физике (физика твердого тела, кристаллофизика, акустоэлектроника и др.). Это же обстоятельство определяло и широту тематики секции. Ряд докладов был связан с проблемами полного и достаточно адекватного описания нелинейных явлений в твердых телах с набором разнообразных свойств (пьезо- и сегнетоэлектрики, в частности в области переходов II рода, ферромагнетики, пьезополупроводники, твердые тела с дефектной структурой, вещества, находящиеся в области фазового перехода I рода и др.). Изучались особенности этих нелинейных эффектов, в частности при воздействии статических и динамических внешних полей. Исследования показывают, что нелинейные эффекты в твердых телах значительно более сложны и многообразны, чем в жидкостях, и создают широкие возможности использования для ряда параметрических процессов, для усиления и генерации звука, супергетеродинного акустоэлектронного усиления, синхронизации акустических мод в процессе акустоэлектронной генерации электромагнитных колебаний, акустической свертки, для взаимодействия различных типов волн, в частности объемных и поверхностных. Общий вывод, который можно сделать по работе секции акустики твердого тела, заключается в том, что твердые тела с набором разнообразных свойств, связанных тем или иным нелинейным механизмом, позволяют осуществить взаимодействие акустических волн с другими типами возмущений и частиц. Специальные акустические методы позволяют исследовать нелинейные характеристики твердых тел, что важно для материаловедения и физики твердого тела. С другой стороны, используя значительную нелинейность пьезополупроводников, можно создавать устройства для обработки сигналов, усиления, систем памяти и т. д.

Перед началом симпозиума были изданы «Тезисы докладов VI МСНА» и «Тезисы докладов (дополнения) VI МСНА» (Изд-во МГУ, 1975 г.), включающие в себя развернутые (4 стр.) тезисы свыше 70 прочитанных докладов.

VII Международный симпозиум предполагается провести в 1978 г.

*Л. К. Зарембо, В. А. Красильников*