

нон-фононного взаимодействия и др. видов взаимодействия упругих волн с квазичастицами. Подразделами физ. А. являются *молекулярная акустика*, *квантовая А.*, *оптоакустика* и др. Методы физ. А. — неотъемлемая часть арсенала эксперим. средств совр. физики.

Распространение акустич. волн в естеств. средах — атмосфере, водах Мирового океана, в земной коре и связанные с этим явления изучаются в *атмосферной акустике*, *гидроакустике*, *геоакустике*. Акустич. волны являются важнейшим средством зондирования этих сред, средством получения информации об их строении и о наличии в них разнообразных включений. К гидроакустике тесно примыкает такая важная и широко развитая прикладная область, как *гидролокация*.

Электроакустика изучает вопросы эл.-акустич. преобразований и связана со всеми др. областями А., т. к. аппаратура для разл. видов акустич. измерений, как правило, базируется на преобразовании акустич. сигналов в электрические, а способы излучения звука в большинстве случаев основаны на преобразовании электрич. энергии в акустическую. К электроакустике относятся и изучение фундам. физ. вопросов, связанных с эффектами эл.-механич. и эл.-акустич. преобразований в веществе, поэтому здесь она тесно смыкается с физ. А.

К прикладным областям А. можно отнести архитектурную А., строительную А., музыкальную А., а также весьма большой раздел совр. А., связанный с изучением шумов и вибраций и созданием методов борьбы с ними. Изучение аэродинамич. генерации шумов большой интенсивности относится к проблемам нелинейной акустики; здесь имеется также самая тесная связь с совр. аэродинамикой, так что иногда говорят о спец. разделе А. — *аэроакустике*.

Огромное прикладное значение в технике физ. эксперимента, так и в промышленности, на транспорте, в медицине и др. имеет т. н. УЗ-техника (см. *Ультразвук*). В устройствах УЗ-техники используются как ультразвуковой, так и гиперзвуковой, а частично и звуковой диапазоны частот. УЗ применяется как средство воздействия на вещество (напр., УЗ-технология в промышленности, терапия и хирургия в медицине), для получения информации (контрольно-измерит. применения УЗ, УЗ-диагностика, гидролокация), обработки сигналов (*акустоэлектроника*, *акустооптика*).

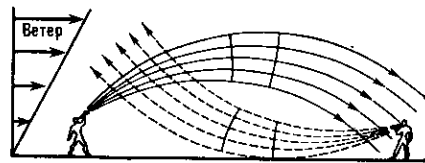
Особый раздел А. — биол. А. — занимающаяся вопросами распространения акустич. волн в живых тканях, воздействия УЗ на биоткань, изучением звукоизлучающих и звукопринимающих органов у живых организмов. Исследованием органов и процессов звуковосприятия и звукоизлучения у человека, а также проблемами речеобразования, передачи и восприятия речи занимается физиологич. и психологич. А. Результаты этих исследований используются в звукотехнике, архитектурной А., при разработке систем передачи речи, в теории информации и связи, в музыке, медицине, биофизике и т. п.

Лит.: Стретт Дж. В. (лорд Рэлей), Теория звука, пер. с англ., 2 изд., т. 1—2, М., 1953; Михайлов И. Г., Соловьев В. А., Сырников Ю. П., Основы молекулярной акустики, М., 1964; Физическая акустика, [под ред. У. Мазона и Р. Терстона], пер. с англ., т. 1—7, М., 1966—74; Физика и техника мощного ультра-звука, под ред. Л. Д. Розенберга, [кн. 1—3], М., 1967—70; Исакович М. А., Общая акустика, М., 1973; Эльпинер И. Е., Биофизика ультра-звука, М., 1973; Руденко О. В., Солуян С. И., Теоретические основы нелинейной акустики, М., 1975; Скучик Е., Основы акустики, пер. с англ., т. 1—2, М., 1976; Тэйлор Р., Шум, [пер. с англ.], М., 1978; Урик Р. Д., Основы гидроакустики, пер. с англ., Л., 1978; Вреховский Л. М., Лысанов Ю. П., Теоретические основы акустики океана, Л., 1982; Хаясакэ Т., Электроакустика, пер. с япон., М., 1982; И. П. Голямина.

АКУСТИКА ДВИЖУЩИХСЯ СРЕД — раздел акустики, в котором изучаются звуковые явления при движении среды или источников и приёмников звука.

Движение среды влияет на характер распространения звуковых волн, их излучение и приём. В движущейся среде скорость распространения волнового

фронта равна $V=c+v_n$, где c — скорость звука в неподвижной среде, v_n — проекция скорости движения среды на нормаль к фронту. В простейшем случае движения среды как целого волновые фронты точечного источника представляют собой расширяющиеся со скоростью звука сферы, центры которых перемещаются со скоростью среды. Диаграмма направленности неподвижного направленного источника в движущейся



с дозвуковой скоростью среде вытягивается в направлении, противоположном движению. При движении среды со сверхзвуковой скоростью звук распространяется внутри т. н. *Маха конуса* — конуса с вершиной в источнике звука. Вне этого конуса звук отсутствует, а внутри него через любую фиксир. точку наблюдения проходят два волновых фронта. В соответствии с этим наблюдатель, расположенный внутри конуса Маха, слышит звук, приходящий с двух разл. направлений. При движении источника в неподвижной среде к эффектам, указанным выше, добавляется *Доплера эффект*. Пространственно-неоднородные течения в среде вызывают *рефракцию звука*. Так, напр., в приземном слое атмосферы скорость ветра возрастает с высотой (рис.), поэтому при распространении звука против ветра звуковые лучи изгибаются вверх, а при распространении по ветру — вниз. Этим объясняется лучшая слышимость для стоящего на земле наблюдателя с наветренной стороны и худшая — с подветренной по сравнению со слышимостью в безветрие. Турбулентное движение среды вызывает рассеяние проходящих через неё звуковых волн на неоднородностях скорости и флуктуации их амплитуд и фаз.

При взаимодействии с вихревыми течениями, образующимися при отрывном обтекании твёрдых тел, звук может поглощаться или усиливаться. Напр., струя, вытекающая из отверстия в перегородке, эффективно поглощает звук. Струя, обдувающая отверстие по касательной, при определёл. соотношениях между скоростью струи, размерами отверстия и частотой звука может усиливать звук. Этим объясняется, в частности, процесс генерации звука в духовых музыкальных инструментах типа флейты. Усиление звука возможно и в свободном пространстве — при отражении от границы между покоящейся средой и средой, движущейся со сверхзвуковой скоростью (напр., от границы сверхзвуковой струи).

Нестационарные течения среды вызывают генерацию звука. Периодич. срыв вихрей за плохо обтекаемым телом порождает вихревой звук. При натекании струи на препятствие может возникнуть т. н. клиновый тон, это явление используется в газоструйных излучателях. Интенсивный звук генерируется высокоскоростными турбулентными течениями. Напр., *интенсивность звука*, порождаемого реактивной струей стартовой ступени ракеты, достигает 150 дБ на расстоянии 100 м. Прикладные проблемы А. д. с., связанные с аэродинамич. генерацией звука в высокоскоростных потоках, составляют предмет *аэроакустики*.

Осн. ур-ния А. д. с. получают посредством линеаризации общих ур-ний гидродинамики. При исследовании процессов распространения и рассеяния звука нелинейные компоненты ур-ний отбрасываются, а при исследовании процессов генерации звука они рассматриваются в качестве источников звука. Параметры этих источников при совр. состоянии теории *турбулентности*, как правило, не могут быть найдены теоретически, поэтому для оценок интенсивности и спек-