

акустич. шумов. Часто на сплошной спектр шума накладываются отдельные дискретные составляющие. Линейчатый спектр в виде совокупности отдельных гармонич. составляющих с кратными частотами присущ музыкальным З.; осн. частота определяет при этом воспринимаемую на слух высоту звука, а набор гармонич. составляющих — тембр звука. В спектре З. речи имеются форманты — устойчивые группы частотных составляющих, соответствующие определ. фонетич. элементам.

Энергетич. характеристикой звуковых волн является интенсивность звука. Она определяется амплитудой звукового давления или колебательной скорости частиц, волновым сопротивлением среды, а также формой волны. Субъективная характеристика, отвечающая интенсивности, — громкость звука зависит от частоты. Наибольшей чувствительностью человеческое ухо обладает в области частот 1—5 кГц. В этой области порог слышимости (см. Пороги слуха) составляет по интенсивности 10^{-12} Вт/м², а по звуковому давлению $\sim 10^{-5}$ Па. Верх. граница воспринимаемой человеческим ухом интенсивности З. — т. н. болевой порог — слабо зависит от частоты и составляет прибр. 1 Вт/м².

Источниками З. могут быть любые явления, вызывающие возмущение упругой среды, т. е. местное отклонение давления или механич. напряжения от равновесного значения или локальные смещения частиц от положения равновесия. В создаваемых искусственно излучателях З. для этой цели используются колебания твёрдых тел (напр., струны и деки музыкальных инструментов, диффузоры громкоговорителей и мембраны телефонов, пьезоэлектрич. пластины) или ограниченных объёмов воздушной или водной среды (органные трубы, свистки); колебания могут возбуждаться ударом (струны рояля, колокола), подерживаться за счёт потока газа (свистки), создаваться путём преобразования колебаний электрич. тока в механические (электроакустические преобразователи). В природе З. возбуждается при обтекании твёрдых тел потоком воздуха за счёт образования и отрыва вихрей, напр. при обдувании ветром углов зданий, гребней морских волн и т. п. З. низких и инфразвуковых частот возникает при взрывах, обвалах. Источниками З. являются применяемые в совр. технике механизмы и оборудование, к-рые создают значит. шумовое загрязнение окружающей среды. Особый вид источников З. — голосовой аппарат человека и животных.

Приёмники звука служат для восприятия звуковой энергии и преобразования её в другие формы. К приёмникам З. относятся, в частности, слуховой аппарат человека и животных. В технике для приёма З. применяются гл. обр. электроакустич. преобразователи — микрофоны в воздухе, гидрофоны в воде, геофоны в земной коре. Наряду с подобными приёмниками, производящими временную структуру звукового сигнала, существуют приборы, воспринимающие усреднённые по времени характеристики волны (напр., Рэлея диск, Радиометр акустический).

Распространение звуковых волн в среде характеризуется их скоростью (см. Скорость звука). В газообразных и жидких средах распространяются только продольные волны, скорость к-рых определяется сжимаемостью среды и её плотностью. В твёрдых телах помимо продольных могут распространяться поперечные волны и поверхностные акустические волны; скорость волн в твёрдых телах определяется комбинацией их констант упругости и плотностью; в кристаллах имеет место анизотропия скорости З., т. е. зависимость её от направления распространения волны относительно кристаллографич. осей. В ряде случаев наблюдается дисперсия звука, обусловленная как физ. процессами в веществе, так и волновым характером распространения в ограниченных объёмах.

При распространении звуковых волн имеют место обычные для всех типов волн явления интерференции и дифракции. В случае когда размер препятствий и неоднородностей в среде велик по сравнению с длиной волны, распространение З. подчиняется законам отражения и преломления лучей и может рассматриваться с позиций геометрической акустики. По мере распространения волны происходит постепенное затухание звука, т. е. уменьшение его интенсивности и амплитуды с расстоянием, к-рое обусловливается как законами волнового распространения в среде, так и необратимым переходом звуковой энергии в др. форму (гл. обр. в теплоту).

При распространении звуковых волн большой амплитуды происходит постепенное искажение синусоидальной формы гармонич. волны и приближение её к ударной; наблюдается и ряд других нелинейных эффектов в звуковом поле, напр.: дополнительное поглощение звука, нелинейное взаимодействие акустич. волн в твёрдых телах (см. Нелинейная акустика), акустич. кавитация. В мощных звуковых полях возникают явления необратимых изменений в веществе, на к-рых основываются процессы УЗ-технологии.

Лит.: Стретт Дж. В. (лорд Рэлей), Теория звука, пер. с англ., 2 изд., т. 1—2, М., 1955; Исakovич М. А., Общая акустика, М., 1973; Скучик Е., Основы акустики, пер. с англ., т. 1—2, М., 1976. И. П. Голямина.

ЗВУК в сверхтекучем гелии (⁴He) — гидродинамич. волны, распространяющиеся в сверхтекучем гелии (He II). Согласно Ландау теории сверхтекучести (двухкомпонентной модели He II), гидродинамика сверхтекучей жидкости, в отличие от обычной гидродинамики, характеризуется двумя скоростями движения v_s и v_n , являющимися соответственно скоростями сверхтекучей и нормальной компонент жидкого He II. Появление дополнит. гидродинамич. переменной (v_s) приводит к увеличению числа степеней свободы системы и возможности возникновения новых, по сравнению с классич. гидродинамич. системами, типов З. (звуковых мод). Типы возможных звуковых волн и скорости их распространения зависят также от геом. параметров гелиевой системы и кол-ва примеси ³He.

В объёме сверхтекучего ⁴He могут распространяться волны двух типов — первый звук (ПЗ) и второй звук (ВЗ). Волны первого типа аналогичны гидродинамич. звуку в обычной жидкости и представляют собой в осн. распространяющиеся колебания плотности ρ и давления p . Специфич. особенностью He II является существование т. н. ВЗ — тепловых волн: распространяющихся колебаний темп-ры T и энтропии S (в обычных средах температурные колебания затухают на расстоянии порядка длины волны). Поскольку коэф. теплового расширения $(\partial p/\partial T)_\rho$ гелия anomalно мал, колебания плотности (давления) и темп-ры (энтропии) оказываются практически независимыми. При этом скорость ПЗ u_1 задаётся обычным соотношением: $u_1^2 = (\partial p/\partial \rho)_S$, а скорость ВЗ: $u_2^2 = \rho_s T S^2 / C \rho_n$, где ρ_s , ρ_n — соответственно плотности сверхтекучей и нормальной компонент, C — теплоёмкость. При низких темп-рах, не слишком близких к темп-ре T_λ исчезновения сверхтекучести гелия, норм. компонента представляет собой газ квазичастиц (элементарных возбуждений системы), а ВЗ — звуковые волны в газе квазичастиц. В чистом ⁴He это звуковые волны в системе ротонов и фононов.

При понижении темп-ры времена свободного пробега τ квазичастиц в He II возрастают. При этом гидродинамич. ПЗ переходит в высокочастотный ПЗ — слаботухающие волны плотности на частотах $\omega \gg 1/\tau$.

На поверхности сверхтекучего гелия может распространяться поверхностный ВЗ — звуковые колебания в системе поверхностных возбуждений. Для чистого He II это звук в системе рипплов (квазича-