

ветра. С высотой темп-ра воздуха обычно понижается (до высоты 10—15 км), поэтому скорость звука в верхних слоях воздушной среды меньше, чем в нижних, и лучи от источника звука, находящегося вблизи земной поверхности, загибаются кверху. Звук, начиная с нек-рого расстояния, перестаёт быть слышим у земной поверхности (зона молчания, или звуковой тени, рис. 1, а). Если темп-ра воздуха с высотой увеличивается (т. е. температурная инверсия, часто возникающая ночью), то лучи поворачивают книзу и звук распространяется на большие расстояния (рис. 1, б). Дальность слышимости при этом может значительно увеличиться за счёт многократных отражений, если звук распространяется над хорошо отражающим участком земной поверхности, напр. над водой (рис. 1, в).

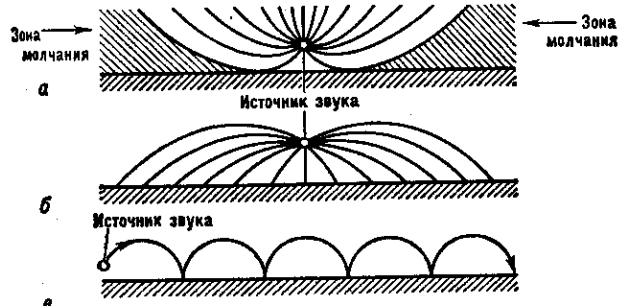


Рис. 1. Ход звуковых лучей: а — при убывании, б — при возрастании температуры с высотой; в — ход луча над хорошо отражающей поверхностью при температурной инверсии.

Приземный слой, в к-ром концентрируется звуковая энергия, является природным волноводом акустическим. Повышение темп-ры с высотой в слоях, лежащих выше 20 км, при нормальном её ходе в нижних слоях может привести к образованию зоны аномальной слышимости, расположенной на большем расстоянии от источника звука, чем зона молчания. Может быть неск. следующих друг за другом зон молчания и зон аномальной слышимости.

В приземном слое атмосферы скорость ветра с высотой увеличивается. Поэтому при распространении звука против ветра лучи загибаются кверху, а при распространении по ветру — к земной поверхности, что значительно улучшает слышимость во втором случае (рис. 2). Распределение ветра оказывает также существ.



Рис. 2. Влияние ветра на ход звуковых лучей.

влияние на формирование зон молчания и зон аномальной слышимости.

Р. з. в океане обусловлена пространственными изменениями темп-ры, солёности и гидростатич. давления. Относит. градиенты скорости звука по глубине (максимальные) приби. в 1000 раз больше, чем в горизонтальном направлении, поэтому горизонтальная Р. з. выражена значительно слабее, чем вертикальная, и может заметно проявиться лишь при распространении звука на очень большие расстояния или в областях схождения тёплого и холодного течений, а также в окрестностях айсбергов и зонах внутр. волн и синоптич. вихрей. Вертикальная Р. з. в океане обуславливает ряд явлений: волноводное распространение и фокусировку звука, образование зон геом. тени и вторичный выход к поверхности океана звуковых лучей, вы-

шедших из излучателя книзу и распространяющихся первоначально в глубинных слоях (см. Гидроакустика). Последнее явление аналогично образованию зон аномальной слышимости в атмосфере.

Лит.: Эккарт К., Гидродинамика океана и атмосферы, пер. с англ., М., 1963; Акустика океана, под ред. Л. М. Бреховских, М., 1974; Госсард Э., Хук У., Волны в атмосфере, пер. с англ., М., 1978; Бреховских Л. М., Лысанов Ю. П., Теоретические основы акустики океана, Л., 1982.

РЕФРАКЦИЯ КОНИЧЕСКАЯ — см. Коническая рефракция.

РЕФРАКЦИЯ МОЛЕКУЛЯРНАЯ — см. Молекулярная рефракция.

РЕФРАКЦИЯ РАДИОВОЛН (преломление радиоволн) — изменение направления распространения радиоволн в неоднородной среде, показатель преломления к-рой зависит от координат и времени. На плоской границе раздела двух однородных сред с показателями преломления n_1 и n_2 плоская волна преломляется по Снеллия закону преломления $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$, где θ_1 — угол падения, θ_2 — угол преломления волны. Амплитуда преломлённой волны зависит от её поляризации и определяется Френеля формулами (см. Отражение радиоволн).

Наиб. практич. интерес представляют законы Р. р. в неоднородных атмосферах планет и их спутников. Показатели преломления атмосфер непрерывно меняются в пространстве, и траектории радиоволн в них определяются ур-ниями геометрической оптики. Существует неск. типов и видов Р. р., к-рые характеризуются местоположением излучателя и приёмника и свойствами среды распространения. При расположении приёмника на поверхности планеты, а излучателя — в атмосфере планеты или за её пределами возможны 3 типа Р. р.: истинная, фотографическая и полная рефракция (соответствующие углы преломления δ , ψ и α , к-рые лежат в вертикальной плоскости, проходящей через излучатель, приёмник и центр планеты). Истинная и фотографическая рефракция определяются соответственно углами, лежащими между прямой «передатчик — приёмник» и касательными к траектории луча в точках излучения и приёма. Полная рефракция характеризуется углом между касательными к траектории луча в точках расположения излучателя и приёмника. Углы α , δ , и ψ связаны между собой простыми соотношением $\alpha = \delta + \psi$.

Каждый тип Р. р. делится на неск. видов: оптич. рефракция, радиорефракция, тропосферная, ионосферная, регулярная, случайная, к-рые определяются диапазоном эл.-магн. волн, характером электрич. свойств среды распространения и её пространственными и временными изменениями. Характер Р. р. в сферически-слоистых атмосферах планет определяется величиной отношения радиуса кривизны траектории луча ρ к радиусу планеты a_{Π} : $R_{\Pi} = \rho/a_{\Pi} = -a_{\Pi}^{-1} (dn/dh)^{-1}$, где dn/dh — высотный градиент показателя преломления атмосферы. Если n уменьшается с высотой ($dn/dh > 0$), то $R_{\Pi} < 0$. Такая Р. р. наз. положительной, и в этом случае траектории волн обращены вогнутой к планете. Если n растёт с высотой, то $dn/dh < 0$, а $R_{\Pi} > 0$. Такая Р. р. наз. отрицательной, и в этом случае траектории волн обращены к планете своей выпуклостью. Границей между положительной и отрицательной рефракциями служит прямая линия $R_{\Pi} = \pm \infty$, к-рая характеризует отсутствие рефракции в однородной атмосфере ($dn/dh = 0$). Положительная Р. р. делится на разл. виды в зависимости от конкретного значения dn/dh и R_{Π} . Так, траектории, для к-рых $R_{\Pi} = +4$ ($dn/dh = -4 \cdot 10^{-8} \text{ м}^{-1}$), характеризуют нормальную рефракцию, а траектории с $R_{\Pi} = +1$ ($dn/dh = -15,7 \cdot 10^{-8} \text{ м}^{-1}$) — критическую. Траектории, соответствующие $R_{\Pi} > 4$, определяют пониженную Р. р., а траектории с $1 < R_{\Pi} < 4$ — повышенную. Наконец, тра-