На резиновом шнуре, по струне или в тонком стержне волны могут распространяться только по одному направлению — вдоль шнура, струны или стержня. Если же газ, жидкость или твёрдое тело сплошь заполняют некоторую область пространства (сплошная среда), то возникшие в одном месте колебания распространяются по всем направлениям.

Волна при распространении от какого-либо источника в сплошной среде постепенно захватывает всё более обширные области пространства.

Энергия, которую несут с собой волны, с течением времени распределяется по всё большей и большей поверхности. Следовательно, уменьшается и амплитуда колебаний частиц среды по мере удаления от источника. Ведь энергия колеблющегося тела пропорциональна квадрату амплитуды его колебаний: W~s2m.

Амплитуда волны в среде по мере удаления волны от источника обязательно уменьшается, даже если механическая энергия не превращается во внутреннюю за счёт действия в среде сил трения.

Уравнение бегущей волны. Выведем уравнение волны, бегущей по длинному тонкому резиновому шнуру, т. е. уравнение, позволяющее определить смещение от положения равновесия любой точки шнура в любой момент времени. При этом не будем учитывать потери механической энергии.

Ось ОХ направим вдоль шнура, а начало отсчёта свяжем с левым концом шнура. Смещение колеблющейся точки шнура от положения равновесия обозначим буквой s. Выведем уравнение s = s (х, t).

Заставим конец шнура (точка О с координатой х = 0) совершать гармонические колебания с циклической частотой ю: если начальную фазу колебаний считать равной нулю. Здесь sm — амплитуда колебаний (рис. 5.10, а).

Колебания распространяются вдоль шнура (оси ОХ) со скоростью v и в произвольную точку шнура с координатой х придут спустя время.

Эта точка также начнёт совершать гармонические колебания с частотой со, но с запаздыванием на время т (рис. 5.10, б). Колебания в точке х будут происходить с той же амплитудой sm, но с другой фазой:

Формула (5.5) и есть уравнение гармонической бегущей волны, распространяющейся в положительном направлении оси ОХ.

Так как длина волны X = vT, то уравнение (5.5) можно записать в виде.

Плоская волна. Волновая поверхность и луч. Плоскую волну можно получить, если поместить в упругую среду большую пластину и заставить её колебаться в направлении нормали к пластине. Все точки среды, примыкающие к пластине с одной стороны, будут совершать колебания с одинаковыми амплитудами и фазами. Эти колебания будут распространяться в виде волн в направлении нормали к пластине, причём все частицы среды, лежащие в плоскости, параллельной пластине, будут колебаться в одной фазе.

Поверхность равной фазы называется волновой поверхностью. Плоской волной называется волна, у которой волновая поверхность — плоскость (рис. 5.11).

Так как все точки, принадлежащие одной волновой поверхности, колеблются одинаково, то уравнение плоской бегущей волны будет иметь вид где s — смещение всех точек волновой поверхности в данный момент времени, а ось X совпадает с направлением распространения волны и соответственно перпендикулярна волновой поверхности.

Линия, нормальная к волновой поверхности, называется лучом.

Под направлением распространения волн (вектора скорости волны) понимают направление именно лучей. Лучи для плоских волн представляют собой параллельные прямые (см. рис. 5.11).

Луч указывает направление, в котором волна переносит энергию.

При распространении плоской волны размеры волновых поверхностей по мере удаления от пластины не меняются, поэтому энергия волны не рассеивается в пространстве и амплитуда колебаний частиц среды уменьшается только за счёт действия сил трения.

На поверхности воды легко получить линейные волны, которые дают наглядное представление о плоских волнах в пространстве. Для этого нужно длинный стержень, слегка касающийся поверхности воды, заставить колебаться в направлении, перпендикулярном поверхности воды. Все частицы воды, находящиеся на прямой, параллельной стержню, будут колебаться в одинаковой фазе (рис. 5.12).

Фронтом волны называется геометрическое место точек, до которых дошли возмущения в данный момент времени.

Волновых поверхностей существует сколь угодно много, фронт волны один.

Фронт волны отделяет часть пространства, в которой возникли колебания, от той части пространства, в которой колебаний нет.

Очевидно, что фронт волны — волновая поверхность, на которой фаза колебаний равна нулю.

Сферическая волна. Другой пример волны в сплошной среде — это сферическая волна. Она возникает, если поместить в среду пульсирующую сферу (рис. 5.13). Тогда волновые поверхности являются сферами. Лучи направлены вдоль продолжений радиусов пульсирующей сферы.

Амплитуда колебаний частиц в сферической волне обязательно убывает по мере удаления от источника. Энергия, излучаемая источником, в этом случае равномерно распределяется по поверхности сферы, радиус которой непрерывно увеличивается по мере распространения волны.