

РАЗДЕЛ-2**БЛОК - 3****БЛОК-3****МЕХАНИЧЕСКИЕ ВОЛНЫ**

В этом блоке рассматриваются свойства механических волн, природа и образование механических волн, основные величины, характеризующие волну - длина и частота волны, скорость её распространения, а также изучается природа звука.

Содержание опорного конспекта	Стр. №	Параграфы учебника	Лист - 3
ОК – 11.3.14	2	§42,43,44	1 - 6
1.Механическая волна			
2.Поперечная волна			
3.Продольная волна			
4.Длина волны			
5.Скорость распространения волны			
ОК – 11.3.15	5	§45,46	7,8
1.Уравнение гармонической бегущей волны			
2.Плоская волна			
3.Сферическая волна			
4.Луч.Волновая поверхность .Фронт волны			
ОК – 11.3.16	7	§47	9 - 16
1.Звуковые волны			
2.Музыкальный тон			
3.Громкость звука. Высота звука.Эхо			
<i>Повторим теорию «Механические волны»</i>	10		Лист - 3

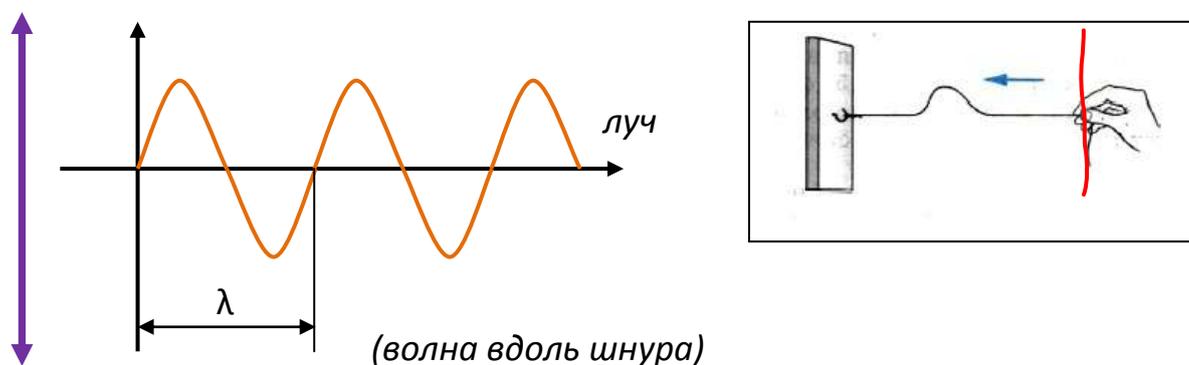
ОК – 11.3.14

МЕХАНИЧЕСКАЯ ВОЛНА

это процесс распространения колебаний в упругой среде, который сопровождается передачей энергии колеблющегося тела от одной точки упругой среды к другой.

Волна — это колебания, распространяющиеся в пространстве с течением времени. (При возбуждении волны происходит процесс распространения колебаний, но не перенос вещества).

1. Поперечная волна – если частицы среды колеблются в направлениях, перпендикулярных к направлению распространения волн



Поперечные волны могут возникать и распространяться только в твердых средах, так как для возникновения поперечной волны требуется деформация сдвига, а она возможна только в твердых телах.

2. Продольная волна – если колебания частиц среды происходит в направлении распространения волны



Продольные волны могут возникать и распространяться в любой среде (твердой, жидкой, газообразной), так как для возникновения продольной волны необходима деформация сжатия или растяжения.

3. Длина волны (λ) – расстояние, на которое распространяется волна за время, равное одному периоду колебаний ($\lambda = VT$)

4. Скорость распространения волны равна произведению длины волны на частоту колебаний

$$V = \lambda \nu$$

Пояснения к ОК-11.3.14

Механическая волна.

Волна — это колебания, распространяющиеся в пространстве с течением времени.

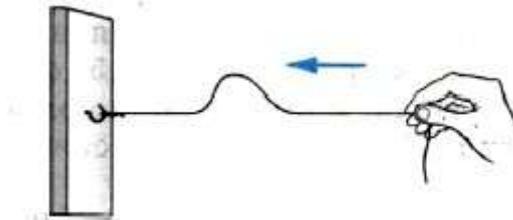
В воздухе, твердых телах и внутри жидкостей механические волны возникают благодаря действию сил упругости. Эти силы осуществляют связь между отдельными частями тела. Образование волн на поверхности воды вызывают сила тяжести и сила поверхностного натяжения.

Главные особенности волнового движения можно увидеть, если рассматривать волны на поверхности воды. Расстояния между гребнями, примерно одинаковы.

При возбуждении волны происходит процесс распространения колебаний, но не перенос вещества. Возникшие в каком-то месте колебания воды, например от брошенного камня, передаются соседним участкам и постепенно распространяются во все стороны, вовлекая в колебательные движения все новые и новые частицы среды. Течение же воды не возникает, перемещаются лишь локальные формы ее поверхности.

Поперечные и продольные волны.

Можно наблюдать волны, распространяющиеся вдоль резинового шнура. Если один конец шнура закрепить и, слегка натянув шнур рукой, привести другой его конец в колебательное движение, то по шнуру побежит волна (см.рис.).



Скорость волны будет тем больше, чем сильнее натянут шнур. Волна добежит до точки закрепления шнура, отразится и побежит назад. В этом опыте при распространении волны происходят изменения формы шнура.

Каждый участок шнура колеблется относительно своего неизменного положения равновесия. Но, при распространении волны вдоль шнура колебания совершаются в направлении, перпендикулярном направлению распространения волны.

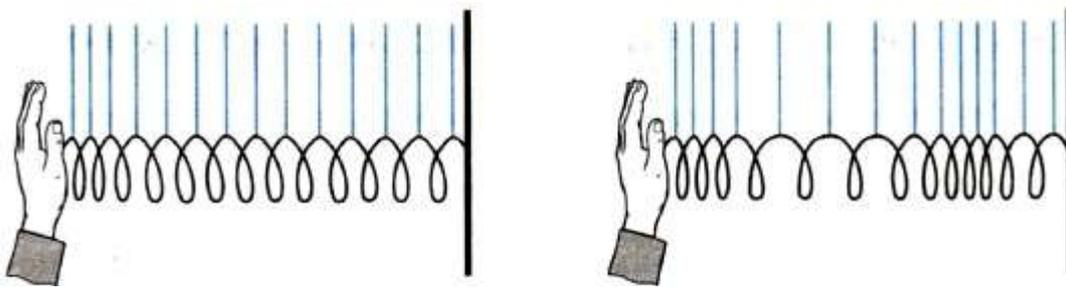
Такие волны называются **поперечными**. В поперечной волне смещения отдельных участков среды происходят в направлении, перпендикулярном направлению распространения волны. При этом возникает упругая деформация, называемая **деформацией сдвига**. Отдельные слои вещества сдвигаются относительно друг друга.

При деформации сдвига в твердом теле возникают силы упругости, стремящиеся вернуть тело в исходное состояние. Именно силы упругости и вызывают колебания частиц среды.

Сдвиг слоев относительно друг друга в газах и жидкостях не приводит к появлению сил упругости. **Поэтому в газах и жидкостях не могут существовать поперечные волны. Поперечные волны возникают в твердых телах.**

Но колебания частиц среды могут происходить и вдоль направления распространения волны. Такая волна называется **продольной**. Продольную волну удобно наблюдать на длинной мягкой пружине большого диаметра. Ударив ладонью по одному из концов пружины можно заметить, как сжатие (упругий импульс) бежит по пружине. С помощью серии последовательных ударов можно возбудить в пружине волну, представляющую собой последовательные сжатия и растяжения пружины, бегущие друг за другом.

В продольной волне происходит **деформация сжатия**. Силы упругости, связанные с этой деформацией, возникают как в твердых телах, так и в жидкостях и газах. Эти силы вызывают колебания отдельных участков среды. **Поэтому продольные волны могут распространяться во всех упругих средах. В твердых телах скорость продольных волн больше скорости поперечных.**



Пример возникновения продольной волны.

За один период волна распространяется на расстояние λ .

$$\lambda = vT$$

Длина волны — это расстояние, на которое распространяется волна за время, равное одному периоду колебаний.

Скорость волны.

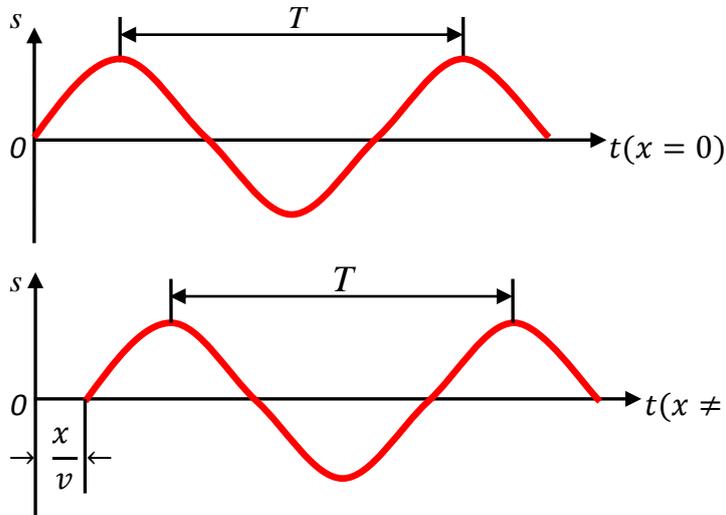
Важной характеристикой волны является скорость её распространения. Волны любой природы не распространяются в пространстве мгновенно. Их скорость конечна.

Скорость распространения волны равна произведению длины волны на частоту колебаний.

$$V = \lambda \nu$$

ОК – 11.3.15

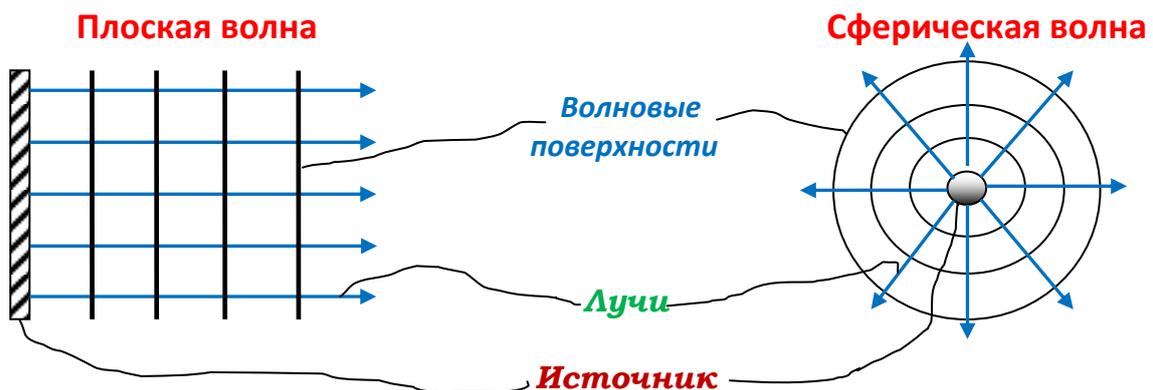
УРАВНЕНИЕ ГАРМОНИЧЕСКОЙ БЕГУЩЕЙ ВОЛНЫ



S – смещение колеблющейся точки от положения равновесия
 S_m – амплитуда колебаний
 v – скорость распространения волны
 $\tau = \frac{x}{v}$ – время, за которое колебания придут в координату x

$$s = s_m \sin\left[\omega \left(t - \frac{x}{v}\right)\right]$$

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВОЛН В УПРУГОЙ СРЕДЕ



Источник колебаний – колеблющееся тело, помещенное в упругую среду (твёрдая, жидкая, газообразная).

Волновая поверхность – геометрическое место точек, колеблющихся в одинаковой фазе

Луч – линия, перпендикулярная к волновой поверхности.

Фронт волны – граница, отделяющая колеблющиеся частицы от частиц ещё не начавших колебаться.

Пояснения к ОК-11.3.15

Уравнение гармонической бегущей волны. (см. §45 учебника)

Плоская волна. Волновая поверхность и луч.

Такую волну можно получить, если поместить в упругую среду большую пластину и заставить ее 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, причем все частицы среды, лежащие в плоскости, параллельной пластине, будут колебаться в одной фазе. Поверхность равной фазы называется **волновой поверхностью**. В случае плоской волны волновые поверхности представляют собой плоскости.

Линия, нормальная к волновой поверхности, называется **лучом**. Под направлением распространения волн понимают направление именно лучей. Лучи для плоских волн представляют собой параллельные прямые. *Вдоль лучей происходит перенос энергии.*

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 счет действия сил трения.

Фронт волны называется геометрическое место точек, до которых дошли возмущения в данный момент времени. Фронт волны отделяет часть пространства, в которой возникли колебания, от той части пространства, в которой колебаний нет. Волновых поверхностей существует сколько угодно много, фронт волны один.

Сферическая волна.

Она возникает, если поместить в среду пульсирующую сферу. В этом случае 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.

ОК – 11.3.16

З В У К

-колебания среды, воспринимаемые органом слуха.

Звуковые волны делятся:

Инфразвук
< 20 Гц

Слышимый звук
20 Гц ÷ 20000 Гц

Ультразвук
> 20000 Гц

Скорость звука зависит от упругих свойств среды и от температуры

Воздух - 331 м/с ($t=0^{\circ}\text{C}$)
Вода – 1400 м/с
Сталь – 5000 м/с

Музыкальный тон – звук, передаваемый гармонически колеблющимся телом

У каждого тона (*до, ре, ми, фа, соль, ля, си*) своя частота и длина волны

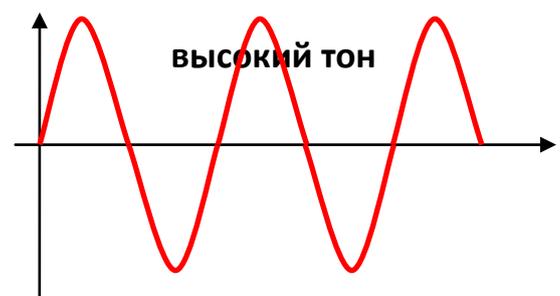
Шум – это хаотическая смесь тонов

Характеристики звуковой волны

1. Громкость звука – определяется амплитудой звуковых колебаний



2. Высота звука – частота звуковых колебаний (чем больше частота, тем выше звук)



3. Эхо – отражение звуковой волны от препятствий

Пояснения к ОК-11.3.16

Звуковые волны.

Звук сопровождает человека на протяжении всей жизни. Он является основным средством общения между людьми, его используют в различных технологических процессах. Как вы знаете, источником звука является колеблющееся тело. Колеблются ножки камертона, излучая звук определенного тона, диффузор громкоговорителя, воссоздавая голос человека или звучание музыкального инструмента. Распространение этих колебаний и воспринимается нами как звук.

Звук является продольной волной, которая распространяется только в упругой среде, в частности в воздухе, воде, металлах, дереве, пластмассе и т. п.

Роль воздуха в распространении звука впервые была раскрыта в 1660 г. английским физиком Р. Бойлем, который открыл, что под колпаком вакуумного насоса, если из-под него выкачан воздух, звук не распространяется.

Звук начали исследовать очень давно. Поэтому для его характеристики применяют специфические величины. Так, **высота тона**, о которой говорят музыканты, *обозначает частоту колебаний*: чем больше частота, тем выше тон. **Громкость звука** связана с *амплитудой колебаний*: чем больше амплитуда, тем громче звук.

Звуковые волны имеют свойство *отражаться* от препятствий. Если звуковая волна падает на сплошное препятствие (стену, гору), то она отражается, и мы слышим эхо. Свойство отражаться используют инженеры, создавая приборы для определения глубины воды под днищем корабля. Его называли эхолотом, или эхолокатором.

Излучатель посылает узкий импульсный пучок звуковых волн в сторону дна, а специальный микрофон улавливает отраженный сигнал. Измеряя интервал времени между посылкой и приемом сигнала, специальная аппаратура определяет расстояние до дна.

Человек слышит звук только в определенном диапазоне частот. Считается, что человеческое ухо чувствительно к колебаниям частотой от 20 Гц до 20 кГц. Такие колебания называются **акустическими**. *Акустика — это учение о звуке.*

Волны с частотой свыше 20 кГц называют **ультразвуковыми**, а с частотой меньше 20 Гц **инфракрасными**. Ни одни, ни другие звуки человек не слышит.

Но свойства этих волн используют в различных приборах и устройствах. Так, *ультразвук применяют для стерилизации продуктов питания, очистки поверхности металлов и пластмасс от загрязнений, медицинских инструментов и приборов, не выдерживающих высоких температур.*

В медицине используют ультразвуковые аппараты для исследований внутренних органов. Последнее время применяется ультразвуковой хирургический инструмент, позволяющий проводить бескровные операции.

Инфразвуки в целом отрицательно действуют на живой организм. Поэтому необходимо устранять их источники или применять профилактические

меры безопасности. Так, на производствах, где производственные технологии связаны с применением мощных низкочастотных колебаний, используют различные средства изоляции рабочих от их воздействия. Например, известны случаи, когда установка нового мощного вентилятора не повысила производительности труда рабочих, а наоборот, повысила их утомляемость.

Скорость звука.

Звуковые волны, подобно всем другим волнам, распространяются с конечной скоростью. Обнаружить это можно так. Свет распространяется с огромной скоростью — 300 000 км/с. Поэтому вспышка от выстрела почти мгновенно достигает глаз. Звук же выстрела приходит с заметным запаздыванием. То же самое можно заметить, наблюдая с большого расстояния игру в футбол. Вы видите удар по мячу, а звук от удара приходит спустя некоторое время. Все, вероятно, замечали, что вспышка молнии предшествует раскату грома. Если гроза далеко, то время запаздывания грома достигает нескольких десятков секунд. Наконец, из-за конечной скорости звука появляется эхо. **Эхо** — это звуковая волна, отраженная от опушки леса, крутого берега, здания и т. д.

Скорость звука в воздухе при 0 °С равна 331 м/с. Это довольно большая скорость. Лишь совсем недавно самолеты начали летать со скоростями, превышающими скорость звука.

Скорость звука в воздухе не зависит от его плотности. Она примерно равна средней скорости теплового движения молекул и, подобно ей, пропорциональна корню квадратному из абсолютной температуры. Чем больше масса молекул газа, тем меньше скорость звука в нем. Так, при 0 °С скорость звука в водороде 1270 м/с, а в углекислом газе 258 м/с.

В жидкости скорость звука больше, чем в газе. Впервые скорость звука в воде была измерена в 1827 г. на Женевском озере в Швейцарии. На одной лодке поджигали порох и одновременно ударяли в подводный колокол (рис. 6.17, а). Другая лодка находилась на расстоянии 14 км от первой. Звук колокола улавливался с помощью рупора, опущенного в воду (рис. 6.17, б). По разности времени между вспышкой света и приходом звукового сигнала определили скорость звука. При температуре 8 °С скорость звука в воде равна 1435 м/с.

В твердых телах скорость звука еще больше, чем в жидкостях. Например, в стали скорость звука при 15 °С равна 4980 м/с. То, что скорость звука в твердом теле больше, чем в воздухе, можно обнаружить так. Если ваш помощник ударит по одному концу рельса, а вы приложите ухо к другому концу, то будут слышны два удара. Сначала звук достигает уха по рельсам, а затем по воздуху.

По известной частоте колебаний и скорости звука в воздухе можно вычислить длину звуковой волны. Самые длинные волны, воспринимаемые ухом человека, имеют длину волны $\lambda \approx 19$ м, а самые короткие — длину волны $\lambda \approx 17$ мм.

Блок - 3**Лист - 3****Повторим теорию!****МЕХАНИЧЕСКИЕ ВОЛНЫ**

1. Что называется волной?
2. Какие волны называются поперечными? продольными? в чём состоит различие между ними? приведите примеры поперечных и продольных волн.
3. Что называют периодом волны? частотой? длиной волны?
4. Что принимают за скорость распространения волны?
5. Напишите формулу связывающую скорость распространения волны с длиной волны и частотой или периодом.
6. Как понять, что колебания происходят в одинаковых фазах, противофазах, со сдвигом фаз? Поясните эти понятия чертежом.
7. Какую волну называют плоской? сферической? как получить такие волны?
8. Что называют лучом? волновой поверхностью? фронтом волны?
9. Что представляют собой звуковые волны?
10. Что является источником звука?
11. На какие виды делится звук?
12. Какова частота звуковой волны, воспринимаемая человеком?
13. От чего зависит скорость распространения звука?
14. Что называют музыкальным тоном?
15. Чем определяется громкость звука?
16. От чего зависит высота звука? Что называют эхом?