

Ультразвук в природе и технике

УЛЬТРАЗВУК – это не слышимые человеческим ухом упругие волны, частоты которых превышают 20 кГц. Если его частота от 10^9 до 10^{12-13} Гц, то такой ультразвук принято называть гиперзвуком.



Область частот ультразвука можно подразделить на три области:

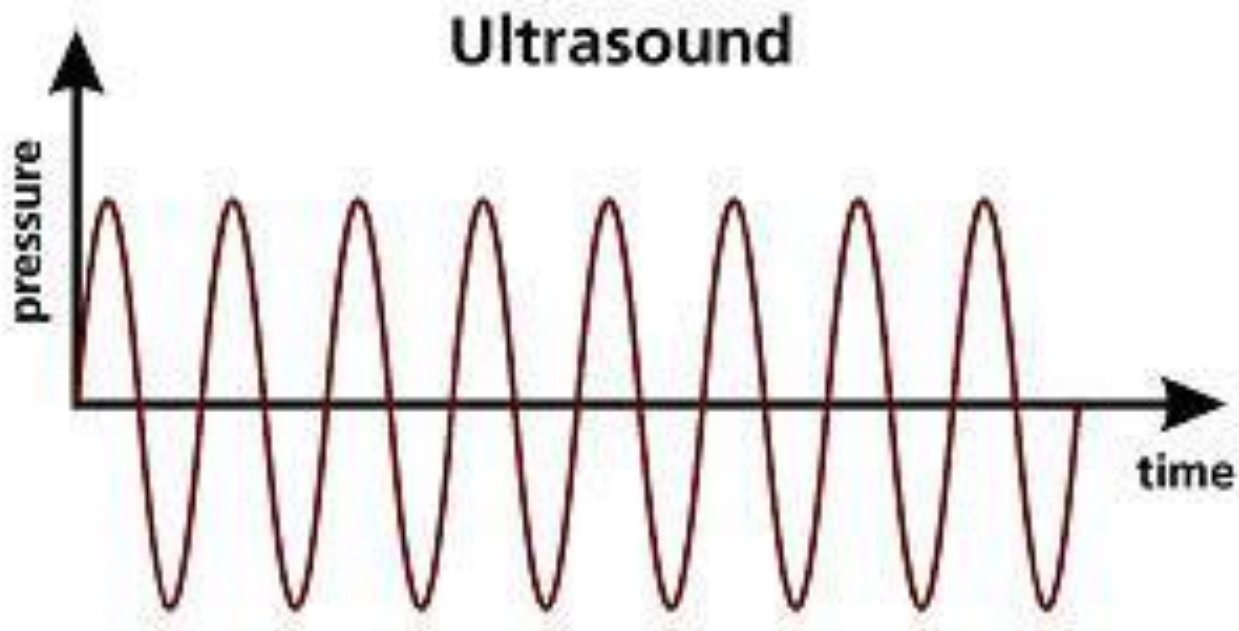
- Низких частот ($1,5 * 10^4 - 10^5$ Гц) – УНЧ.
- Средних частот ($10^5 - 10^7$ Гц) – УСЧ.
- Высоких частот ($10^7 - 10^9$ Гц) – УЗВЧ.

Каждая из этих подобластей характеризуется своими особенностями, временем, расстоянием распространения и применением.

Физические свойства и особенности распространения:

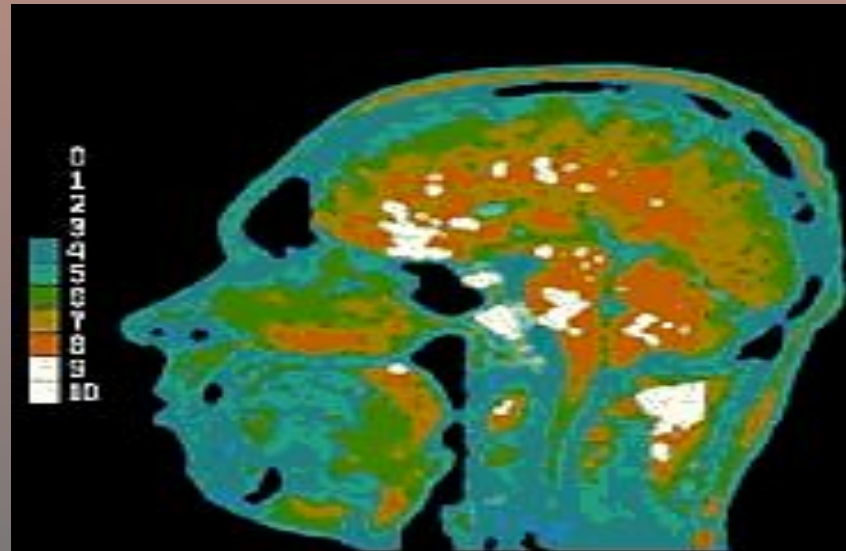
Частотная граница между звуковыми и ультразвуковыми волнами условна. Однако благодаря более высоким частотам и малым длинам волн имеет место ряд особенностей ультразвука. Так, для УЗВЧ длины волн в воздухе составляют см, а в воде $3,4 * 10^{-3} - 3,4 * 10^{-5}$ см и в стали $5 * 10^{-2} - 5 * 10^{-4}$ см.

Ультразвук в газах, в частности в воздухе, распространяется с большим затуханием. Жидкости и твердые тела представляют собой, как правило, хорошие проводники, затухание в которых значительно меньше.



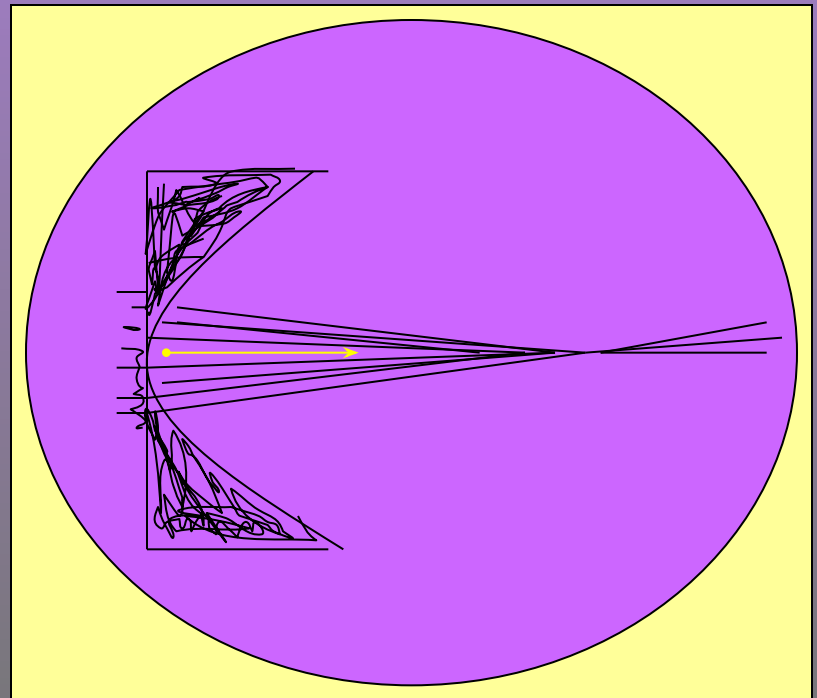
Совокупность уплотнений и разрежений, сопровождающая распространения ультразвуковой волны, представляет собой своеобразную решетку, дифракцию световых волн на которой можно наблюдать в оптически прозрачных телах. Малая длина ультразвуковых волн является основой для того, чтобы рассматривать их распространение в ряде случаев методами геометрической акустики.

Томограмма головного мозга человека.

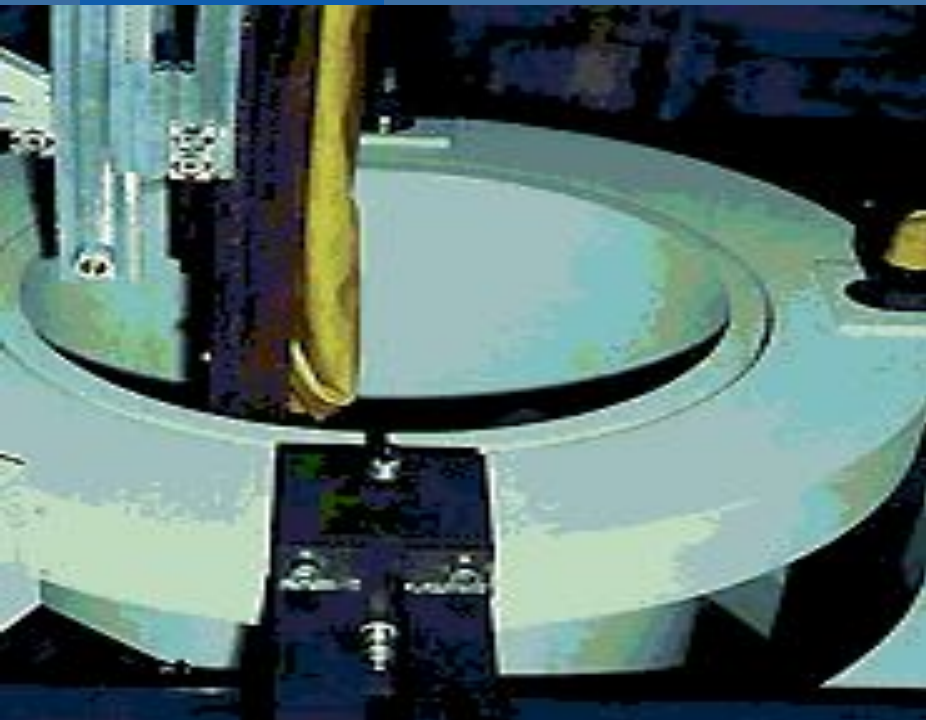


Физически это приводит к лучевой картине распространения. Отсюда вытекают такие свойства ультразвука, как возможность геометрического отражения и преломления, а также фокусировки звука.

Фокусировка
ультразвукового пучка
в воде плосковогнутой
линзой из плексигласа
(частота ультразвука 8
МГц)



Следующая важная особенность – возможность получения большой интенсивности света даже при сравнительно небольших амплитудах колебаний, т. к. при данной амплитуде плотность потока энергии пропорциональна квадрату частоты.

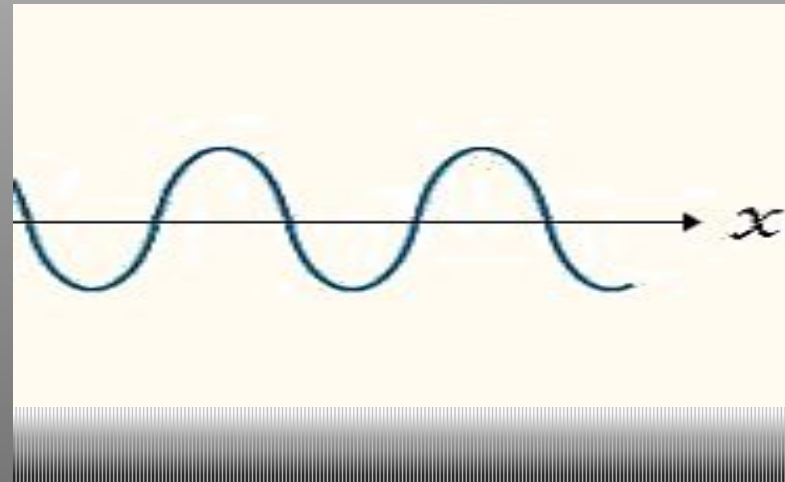


Компьютерный
томограф

Волны большой интенсивности

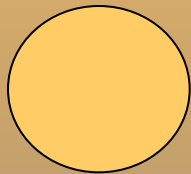
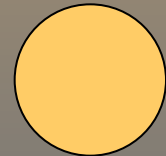
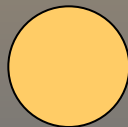
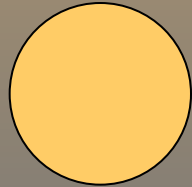
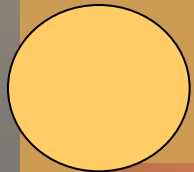
сопровожаются рядом эффектов, которые могут быть описаны лишь законами нелинейной акустики. Так, распространению ультразвуковых волн в газах и жидкостях сопутствует движение среды, которое называется акустическим течением. Скорость акустического течения зависит от вязкости среды, интенсивности ультразвука и его частоты; она мала и составляет доли % от скорости ультразвука.

Фазовая скорость
гармонической волны



К числу важных нелинейных явлений, возникающих при распространении интенсивного ультразвука в жидкостях, относится акустическая кавитация – рост в ультразвуковом поле пузырьков из имеющихся субмикроскопических зародышей газа или пара в жидкостях до размеров в доли мм, которые начинают пульсировать с частотой ультразвука и захлопываются в положительное фазе давления.

При захлопывании пузырьков газа возникают большие локальные давления порядка тысяч атмосфер, образуются сферические ударные волны. Возле пульсирующих пузырьков образуются акустические микротоки. Явления в кавитационном поле приводят к ряду как полезных (получение эмульсий, очистка загрязненных деталей и т.д.) так и вредных (эрозия излучателей и т.д.) явлений.

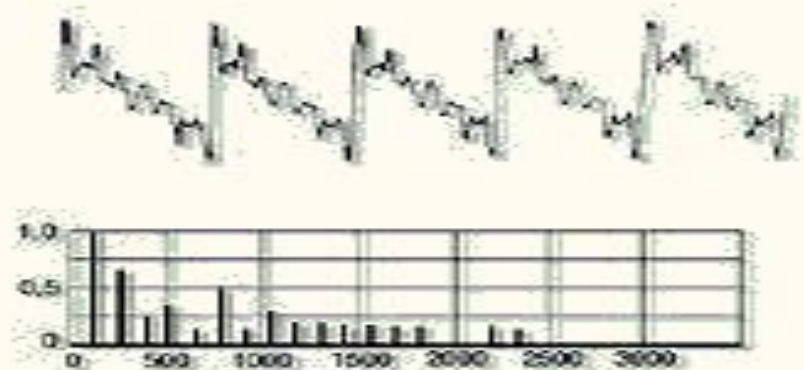


Генерация ультразвука:

Устройства для генерирования ультразвуковых колебаний делятся на две группы:

- Механические (в них источником ультразвука является механическая энергия потока газа или жидкости)
- Электромеханические (ультразвуковая энергия получается преобразованием электрической)

Форма колебаний (сверху) и частотно-амплитудный спектр (снизу) звуков рояля (основная частота 128 Гц).



Механические излучатели:

Механические излучатели ультразвука – воздушные и жидкостные свистки и сирены - отличаются простотой устройства и эксплуатации, не требуют дорогостоящей электрической энергии высокой частоты, КПД около 20-30%.



Свисток из рога косули.

Основной недостаток – сравнительно широкий спектр излучаемых частот и нестабильность частоты и амплитуды, что не позволяет их использовать в измерительных целях; они применяются главным образом в промышленной ультразвуковой технологии и частично – как средства сигнализации.

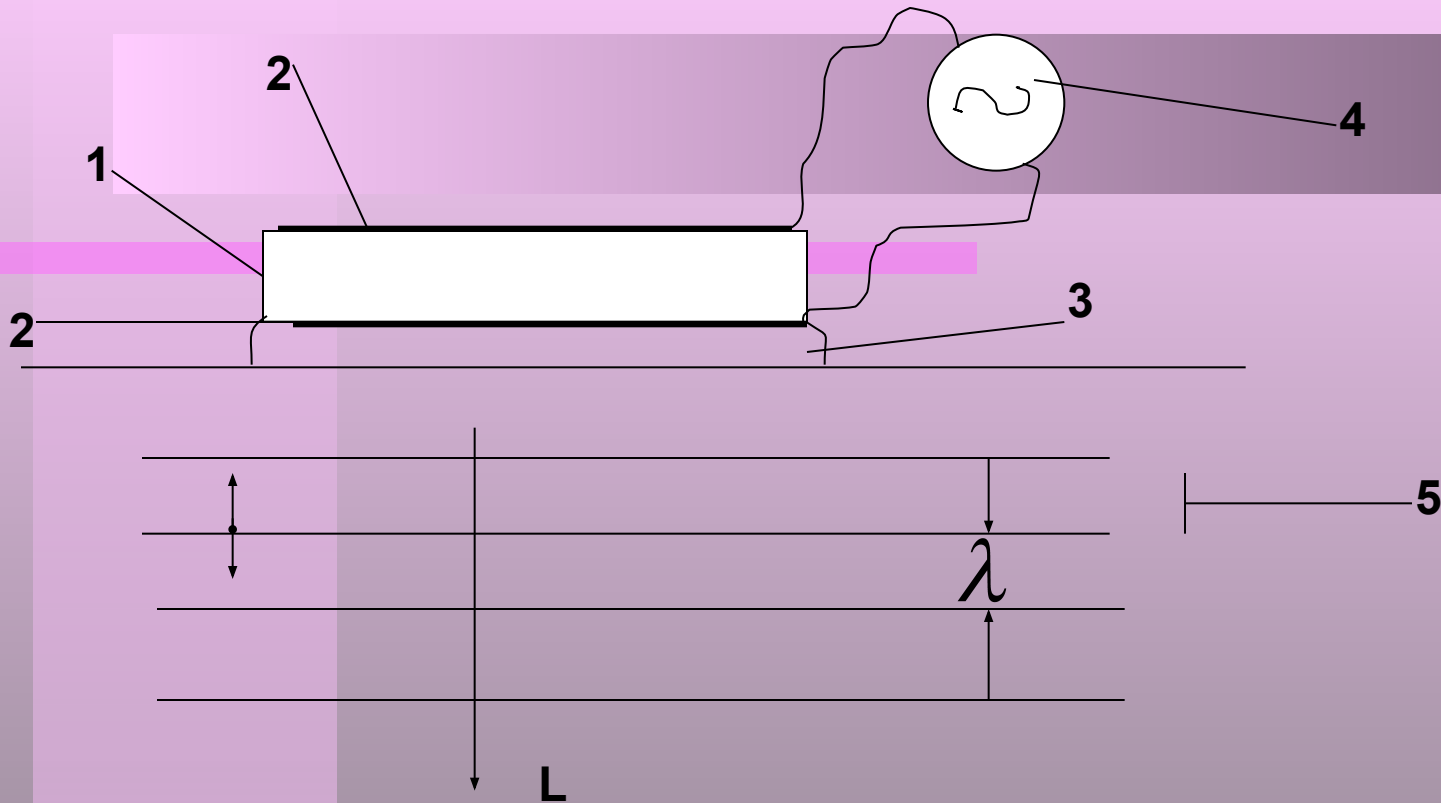
Каждый маяк имеет свою систему оповещения. Чаще всего это сирены и диафоны.



Электромеханические излучатели:

**Основной метод излучения
ультразвука. В диапазоне УНЧ
возможно применение
электродинамических и
электростатических излучателей.
Широкое применение в этом
диапазоне частот нашли излучатели
ультразвука, использующие
магнитострикционный эффект в
никеле и в ряде спец.сплавов, также
в ферритах.**

Предельная интенсивность излучения определяется прочностными и нелинейными свойствами материала излучателей, а также особенностями их использования. Диапазон интенсивности при генерации очень широк: интенсивности от $10^{-14} - 10^{-15} \text{ Вт} / \text{см}^2$ до $0,1 \text{ Вт} / \text{см}^2$ считаются малыми. Чтобы получить большую интенсивность, чем с поверхности излучателя, можно использовать фокусировку.



Излучение продольных волн L пластинкой, колеблющейся по толщине в твердое тело: 1 – кварцевая пластинка среза X толщиной $\lambda / 2$ где

λ - длина волны в кварце; 2 – металлические электроды; 3 – жидкость (трансформаторное масло) для осуществления акустического контакта; 4 – генератор электрических колебаний; 5 – твердое тело.

Применение ультразвука:

Применения ультразвука чрезвычайно разнообразны. Он служит мощным методом исследования различных областей физики (изучение твердого тела и полупроводников), играет большую роль в изучении вещества. Ультразвук широко применяется в технике, биологии и медицине.



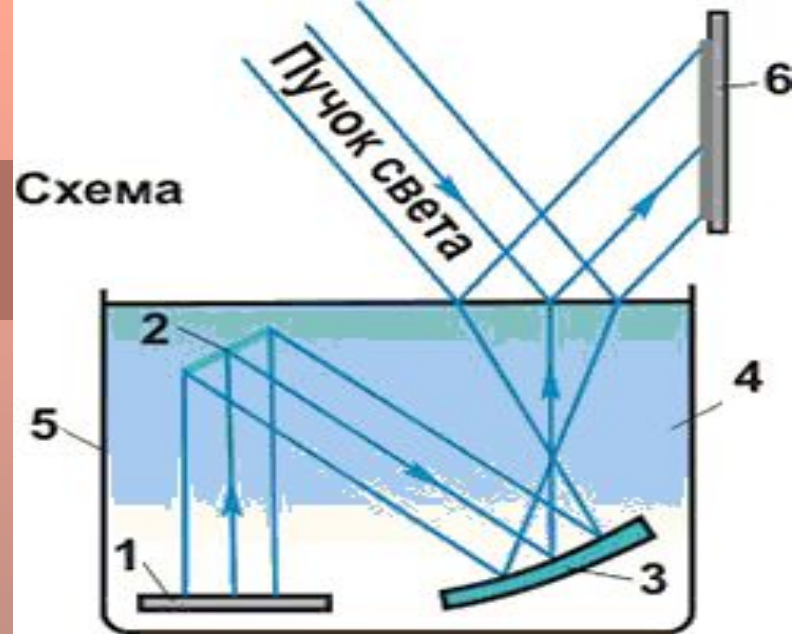
Изображение человеческого плода (17 недель), полученное с помощью ультразвука частотой 5 мГц.

Ультразвук в технике.

Используя явление отражения ультразвука на границе различных сред, констатируют ультразвуковые приборы для измерения размеров изделий или для определения уровня воды в недоступных емкостях. Ультразвук малой интенсивности широко используется для целей неразрушающего контроля изделий

При помощи ультразвука осуществляется звуковидение: преобразуя ультразвуковые колебания в электрические, а их – в световые, оказывается возможным видеть те или иные предметы в непрозрачной для света среде.

Звуковидение по методу поверхностного рельефа: 1 — источник звука; 2 — объект; 3 — вогнутое зеркало; 4 — жидкость; 5 — сосуд; 6 — экран.



Весьма важную роль ультразвук играет в гидроакустике, поскольку упругие волны являются единственным видом волн, хорошо распространяющимся в морской воде. На этом принципе построены такие приборы, как эхолот или гидролокатор.



Принцип работы гидролокатора: 1 — излучатель; 2 — приемник; 3 — отражающее тело.

Эксперимент.

Для эксперимента взяли ультразвуковой излучатель, создающий воздушные колебания с длиной волны порядка 20 миллиметров. Теоретически, говорят учёные, в таком акустическом поле могут левитировать предметы размером в половину длины волны, а то и меньше. На самом деле: **ОНИ ПАРЯТ В ВОЗДУХЕ!**



Ультразвук в природе.

Целый ряд животных способен воспринимать или излучать частоты упругих волн значительно выше 20 КГц, что используется, например для отпугивания чаек от водоемов с питьевой водой.



Колония черноголовых хохотунов



Мелкие насекомые при своем полете создают ультразвуковые волны. Летучие мыши, имея совсем слабое зрение, или вовсе не имея его, ориентируются в полете и ловят добычу методом ультразвуковой локации.

Водяная ночница.



Они излучают своим голосовым аппаратом ультразвуковые импульсы с частотой повторения несколько Гц и несущей частотой 50-60 Гц. Дельфины излучают и воспринимают ультразвук до частот 170 КГц; метод ультразвуковой локации у них еще совершеннее, чем у летучих мышей.



Дельфины.



Литература:

- **Энциклопедия Кирилла и Мефодия.**
- **Энциклопедия юного техника.**
- **Основы элементарной физики**

Автор работы:

Кочергина Татьяна

