

# 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:**

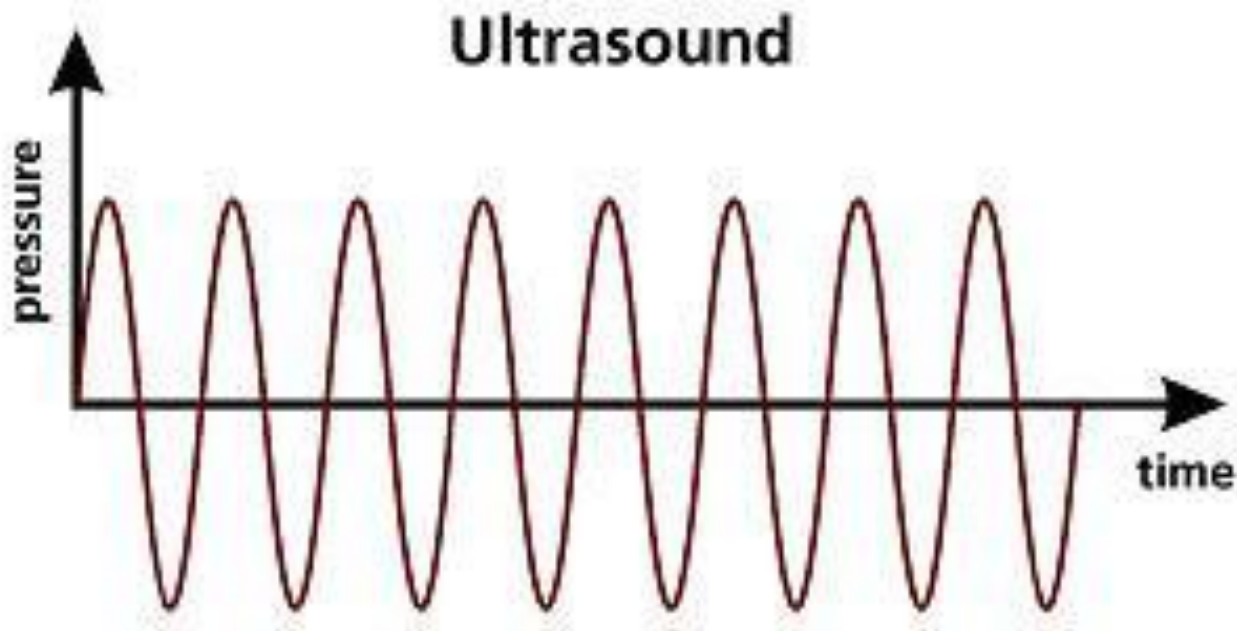
- Низких частот ( $1,5 * 10^4 - 10^5$  Гц) – УНЧ.**
- Средних частот ( $10^5 - 10^7$  Гц) – УСЧ.**
- Высоких частот ( $10^7 - 10^9$  Гц) – УЗВЧ.**

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

# Физические свойства и особенности распространения:

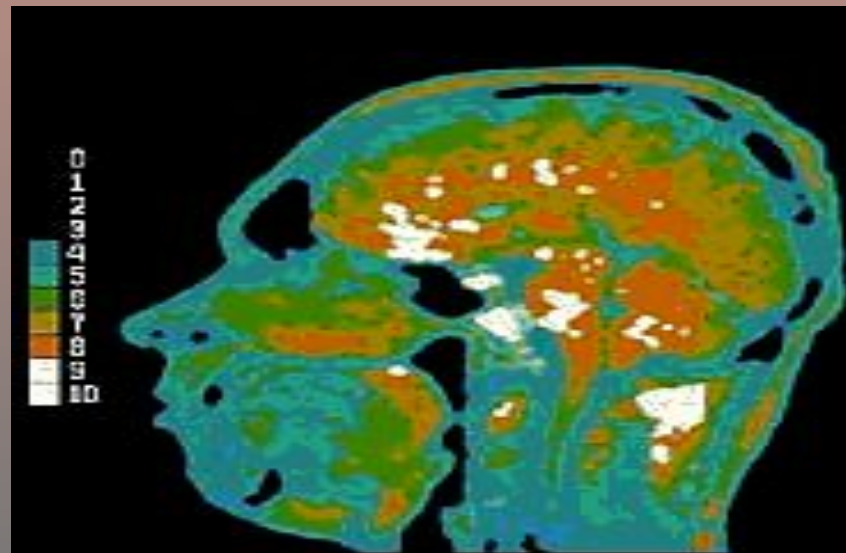
Частотная граница между звуковыми и ультразвуковыми волнами условна. Однако благодаря более высоким частотам и малым длинам волн имеет место ряд особенностей ультразвука. Так, для УЗВЧ длины волн в воздухе составляют см, а в воде  $3,4 * 10^{-3} - 3,4 * 10^{-5}$  см и в стали  $5 * 10^{-2} - 5 * 10^{-4}$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



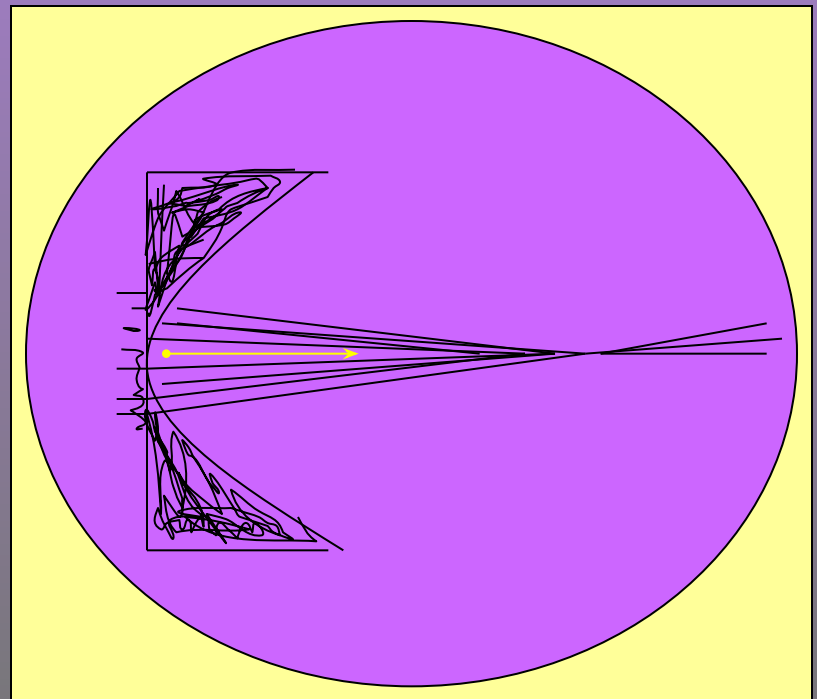
**Совокупность уплотнений и разряжений, сопровождающая распространения ультразвуковой волны, представляет собой своеобразную решетку, дифракцию световых волн на которой можно наблюдать в оптически прозрачных телах. Малая длина ультразвуковых волн является основой для того, чтобы рассматривать их распространение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

Томограмма головного мозга человека.

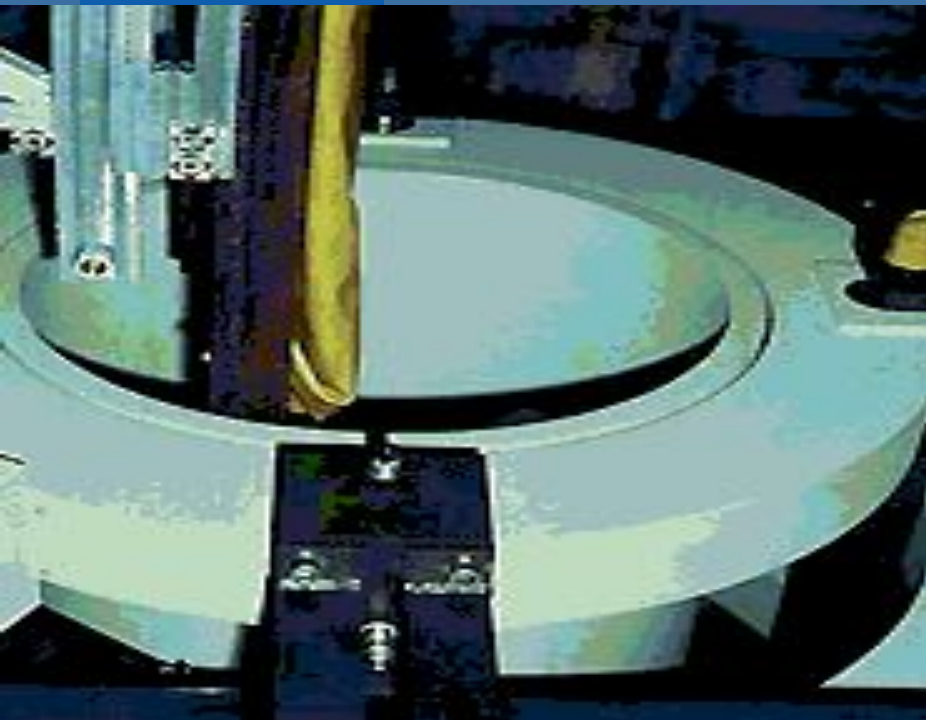


Физически это приводит к лучевой картине распространения. Отсюда вытекают такие свойства ультразвука, как возможность геометрического отражения и преломления, а также фокусировки звука.

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.



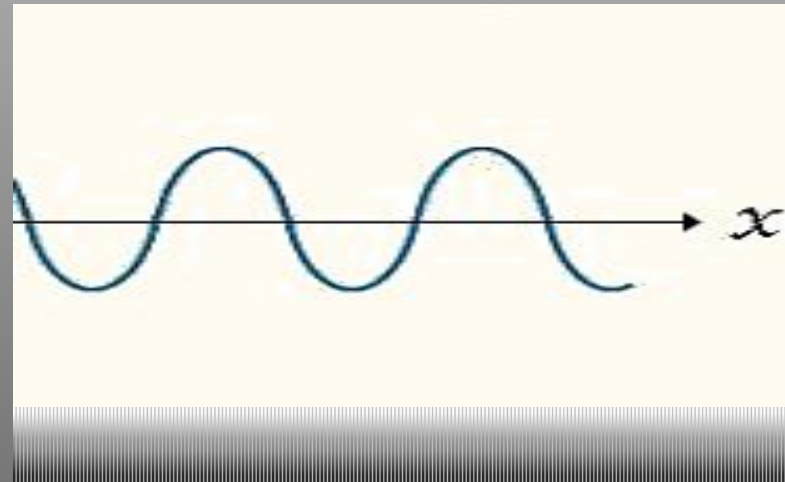
Компьютерный  
томограф



# Волны большой интенсивности

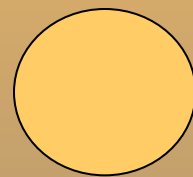
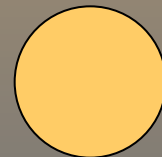
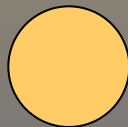
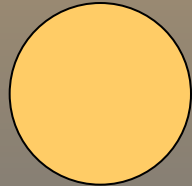
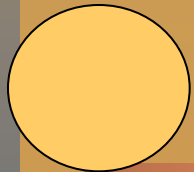
сопровожаются рядом эффектов, которые могут быть описаны лишь законами нелинейной акустики. Так, распространению ультразвуковых волн в газах и жидкостях сопутствует движение среды, которое называется акустическим течением. Скорость акустического течения зависит от вязкости среды, интенсивности ультразвука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

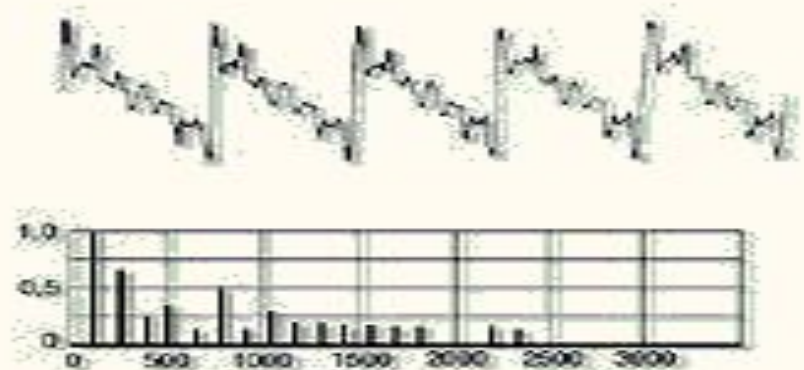


# Генерация ультразвука:

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.

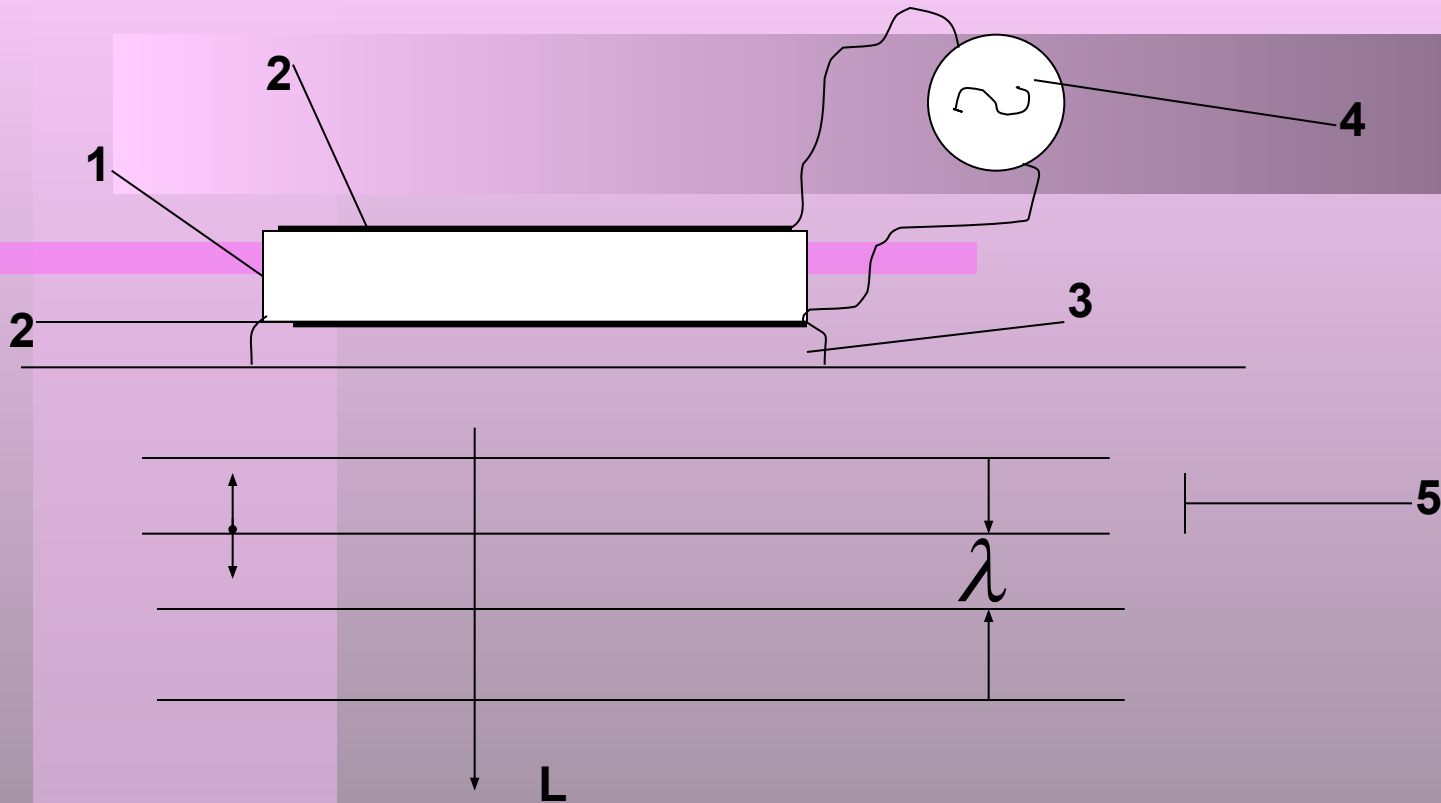


# Электромеханические излучатели:

**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

$\lambda$  - 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.**



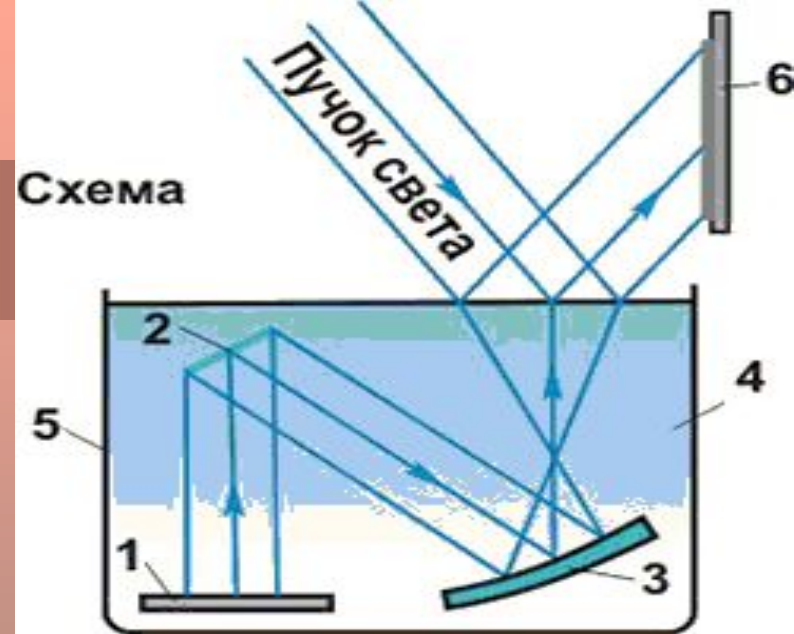
Изображение человеческого плода (17 недель), полученное с помощью ультразвука частотой 5 мГц.

# 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**

