

# ЗВУК, УЛЬТРАЗВУК, ИНФРАЗВУК И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ



Выполнила: ученица **11** класса  
Гаук М.А.

г. Новосибирск **2005** г.

[optcloud.ru](http://optcloud.ru)

# ЗВУК

Человек живет в мире звуков. Звук – это то, что слышит ухо. Мы слышим голоса людей, пение птиц, звуки музыкальных инструментов, шум леса, гром во время грозы. Звучат работающие машины, движущийся транспорт и т.д.

Что такое звук? Как он возникает? Чем одни звуки отличаются от других? Ответы на эти вопросы хотели узнать люди.

Раздел физики, в котором изучаются звуковые явления, называется акустикой.

Услышав какой-то звук, мы обычно можем установить, что он дошел до нас от какого-то источника. Рассматривая этот источник, мы всегда найдем в нем что-то колеблющееся. Если, например, звук исходит от репродуктора, то в нем колеблется мембрана – легкий диск, закрепленный по его окружности. Если звук издает музыкальный инструмент, то источник звука – это колеблющийся столб воздуха и другие.



# Звуковые волны

Упругие волны, вызывающие у человека ощущение звука, называются звуковыми волнами.

$16 - 2 \cdot 10^4$  Гц – слышимые звуки;

меньше 16 Гц – инфразвуки;

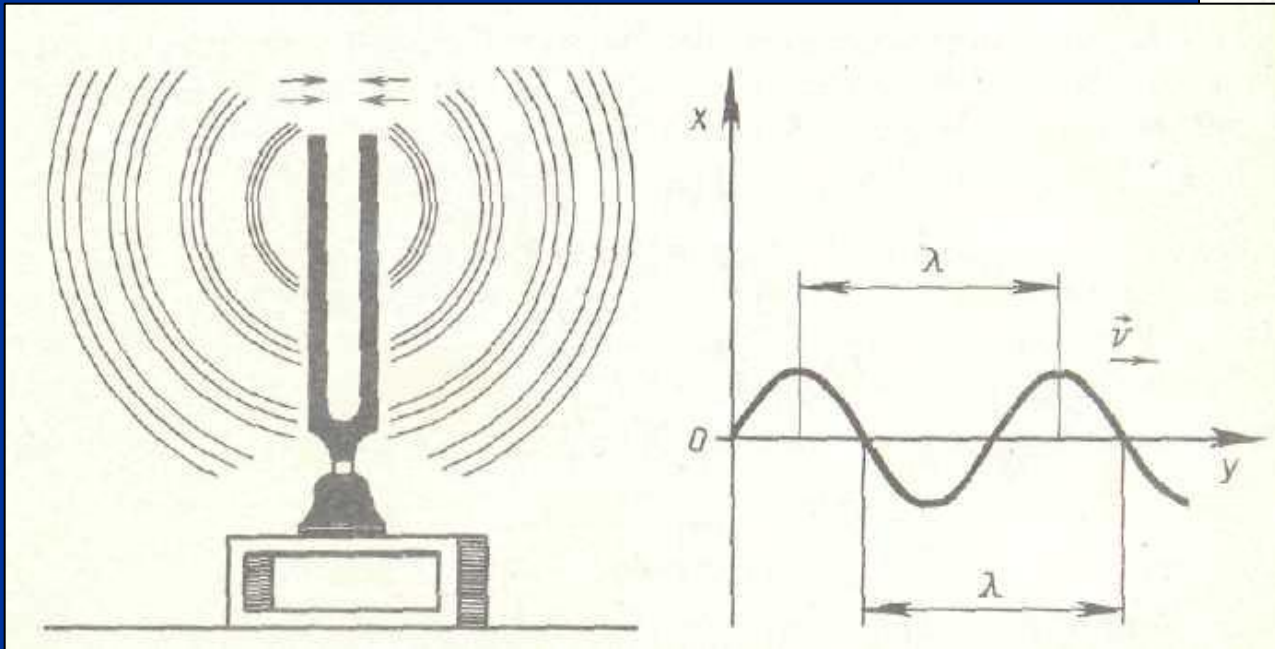
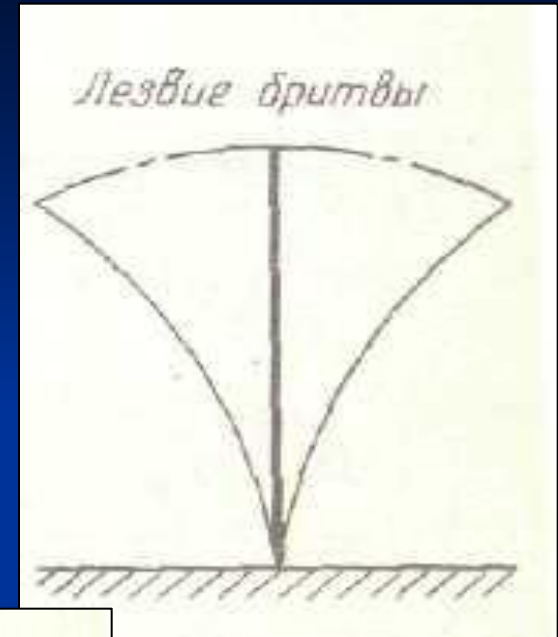
больше  $2 \cdot 10^4$  Гц – ультразвуки.

Обязательное условие для возникновения звуковой волны – наличие упругой среды.

Механизм возникновения звуковой волны аналогичен возникновению механической волны в упругой среде.

Совершая колебания в упругой среде, вибратор воздействует на частицы среды.

Звук создают долговременные периодические источники звука.



## Скорость звука

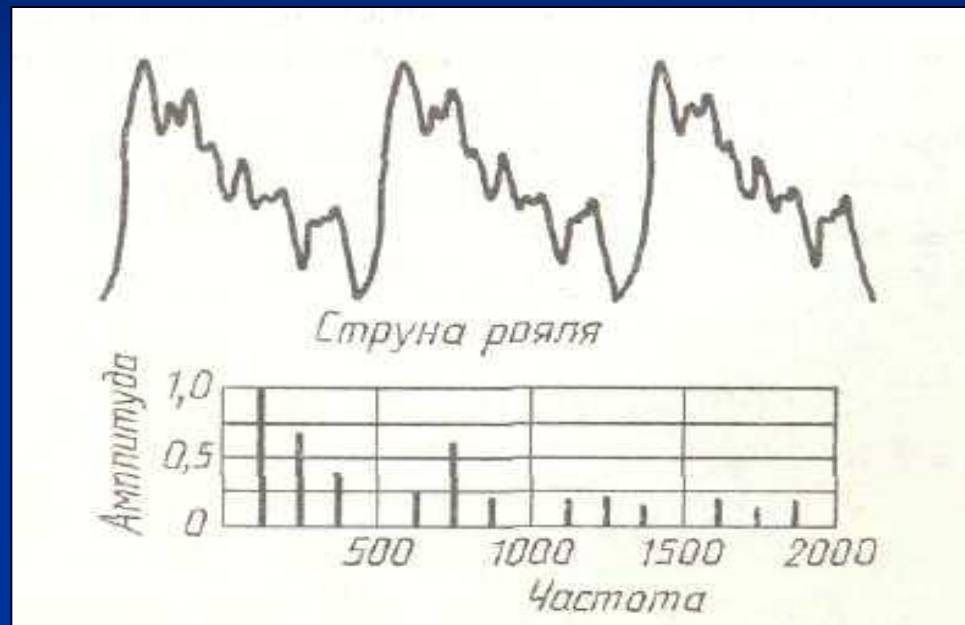
Зависит от среды и ее состояния, как и для любой механической волны:  $\dot{v} = \lambda\nu = \lambda/T$ .

При  $t = 0\text{ }^\circ\text{C}$   $\dot{v}_{\text{воды}} = 1430\text{ м/с}$ ,  $\dot{v}_{\text{стали}} = 5000\text{ м/с}$ ,  $\dot{v}_{\text{воздуха}} = 331\text{ м/с}$ .

## Физические характеристики звука

1. Звуковое давление – давление, оказываемое звуковой волной на стоящее перед ней препятствие.

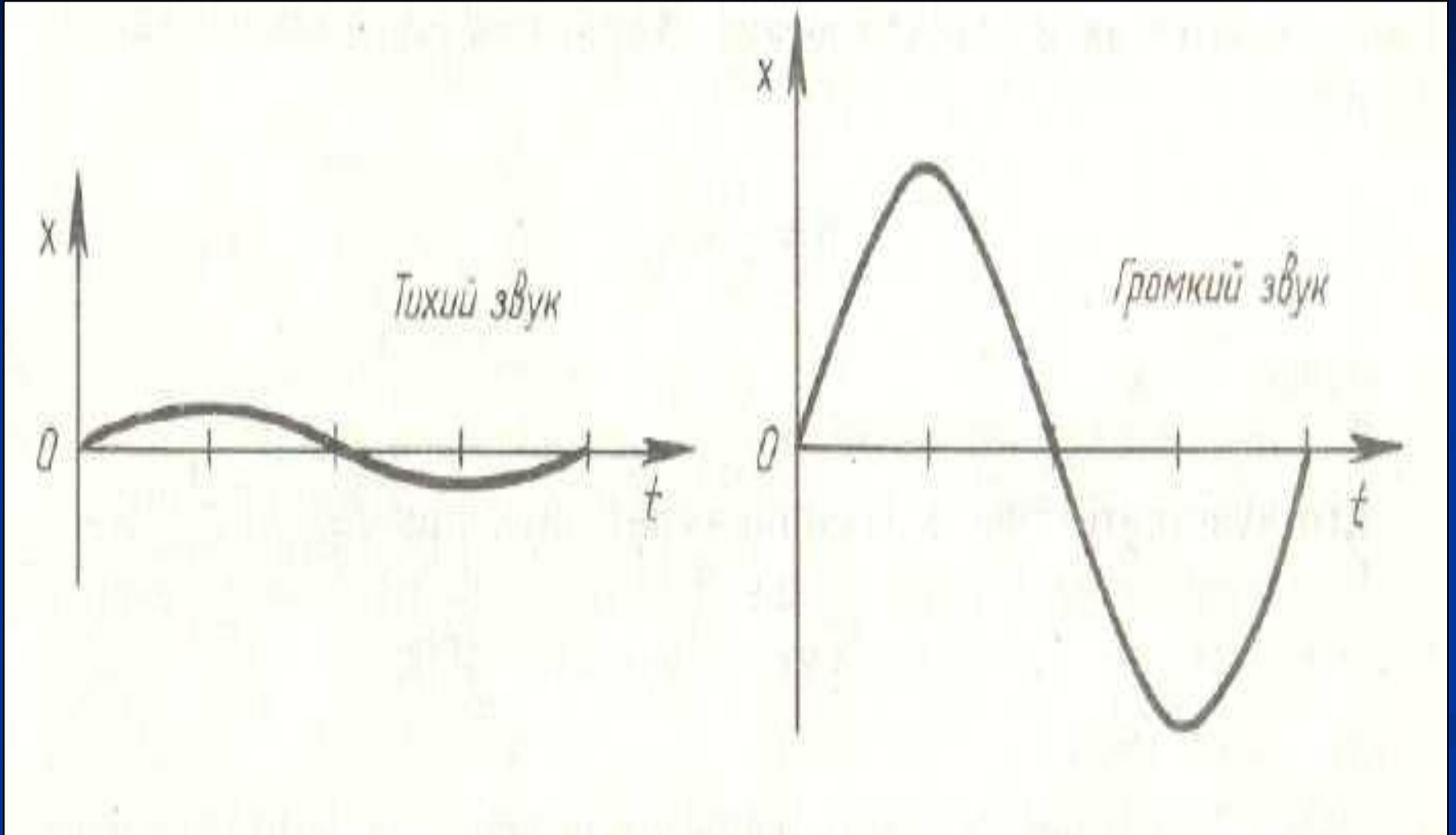
2. Спектр звука – разложение сложной звуковой волны на составляющие ее частоты.



3. Интенсивность звуковой волны:  $I = W/St$ , где  $S$  – площадь поверхности;  $W$  – энергия звуковой волны;  $t$  – время;

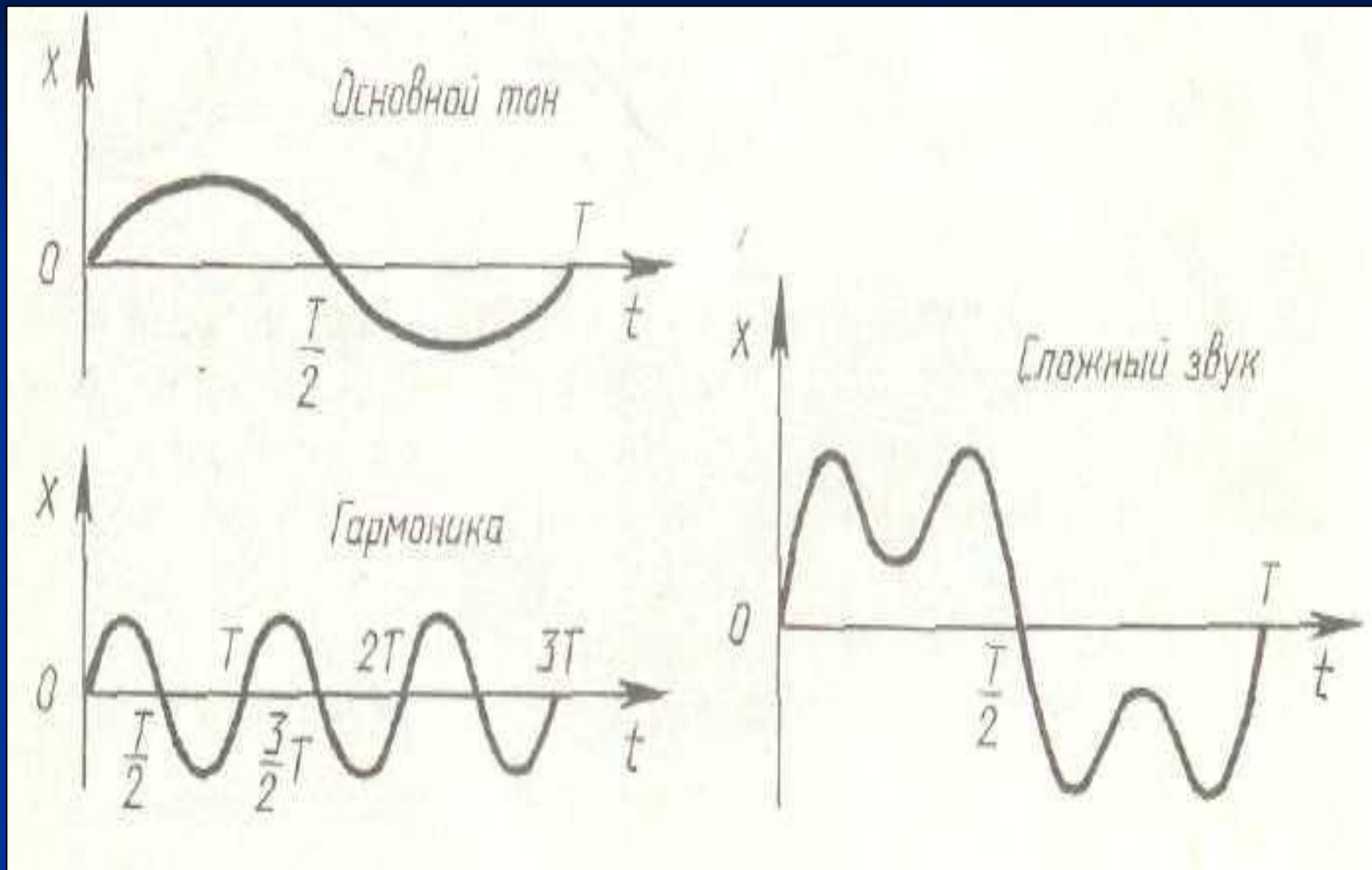
$$I = 1\text{ Дж/м}^2 \cdot \text{с} = 1\text{ Вт/1 м}^2$$

**Громкость**, как и высота, звука связана с ощущением, возникающим в сознании человека, а также с интенсивностью волны.



**Высота звука** зависит от частоты колебаний: чем  $> \nu$ , тем выше звук.

**Тембр звука** позволяет различать два звука одинаковой высоты и громкости, издаваемых различными инструментами. Он зависит от спектрального состава.



## Диапазон частот, соответствующий голосу певца

Голос	Частота, Гц
Бас	80 – 400
Баритон	110 – 400
Тенор	150 – 500
Контральто	200 – 700
Колоратурное сопрано	250 – 1400

Высокие звуки  
представлены  
высокочастотными  
волнами (например,  
птичье пение).



Низкие звуки — это  
низкочастотные волны  
(например, звук  
двигателя большого  
грузовика).

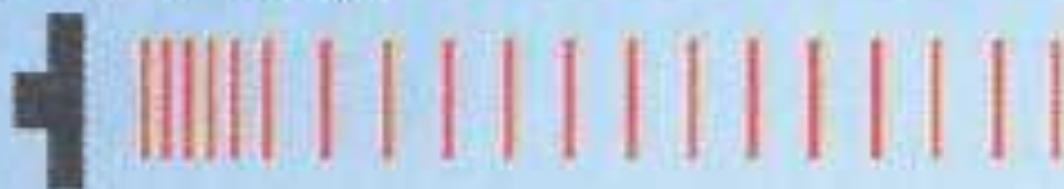


Конус громкоговорителя (неподвижный)



Воздушные частицы и расстояние между ними

Конус движется вперед.



Расстояние между частицами уменьшается.

Конус движется назад.



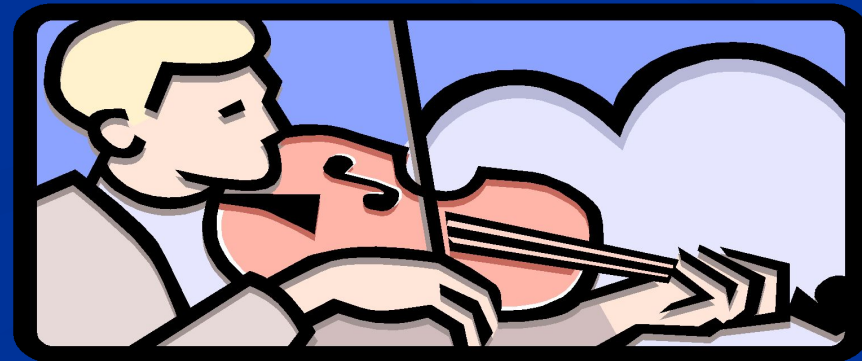
Расстояние между частицами увеличивается.

## ЧТО ТАКОЕ ЗВУК?

Что же такое звук? Звук - это распространяющиеся в упругих средах: газах, жидкостях и твердых телах- механические колебания, воспринимаемые органами слуха.

Рассмотрим примеры, поясняющие физическую сущность звука. Струна музыкального инструмента передает свои колебания окружающим частицам воздуха. Эти колебания будут распространяться все дальше и дальше, а достигнув уха, вызовут колебания барабанной перепонки. Мы услышим звук. Таким образом, то, что мы называем звуком, представляет собой быструю смену, частицы воздуха не перемещаются, они только колеблются, попеременно смещаясь в одну и другую сторону на очень небольшие расстояния.

Но изолированных колебаний одного тела не существует. В каждой среде в результате взаимодействия между частицами колебания передаются все новым и новым частицам, т.е. в среде распространяются звуковые волны.



# Диаграмма, изображающая звуковые волны



Другим простым примером колебательного движения могут служить колебания маятника. Если маятник отклонить от его положения равновесия, а затем отпустить то он будет совершать свободные колебания. Под действием силы тяжести маятник возвращается в свое первоначальное положение, по инерции проходит исходную точку и поднимается вверх, при этом сила тяжести будет тормозить его движение. В точке максимального отклонения маятник становится и через мгновение начнет движение в обратном направлении. Циклы колебаний маятника непрерывно повторяются.

Колебания могут быть периодическими, когда изменения повторяются через равный промежуток времени и не периодическими когда нет полного повторения процесса изменения. Среди периодических колебаний очень важную роль играют гармонические колебания. В зависимости от процесса различают колебания механические, электрического тока и напряжения звуковых колебаний.



Наиболее наглядны волны на поверхности воды. Если бросить камень в воду, вначале появится углубление, затем - возвышение воды, а потом возникают волны, представляющие собой последовательно чередующиеся гребни и впадины. Увеличиваясь по фронту, они распространяются по всем направлениям, но отдельные частицы не передвигаются вместе с волнами, а колеблются только в небольших пределах около некоторого неизменного положения. В этом можно убедиться, например, наблюдая за щепкой, подпрыгивающую на волнах. Она будет подниматься и опускаться, т.е. колебаться, пропуская под собой бегущую волну.

Волны бывают продольные и поперечные; в первом случае колебания частиц среды совершаются вдоль направления распространения волны, во втором - поперек него. Человеческое ухо способно воспринимать колебания с частотой примерно от **200** до **20000** колебаний в секунду. Соответственно этому механические колебания с указанными частотами называются звуковыми, или акустическими. Вопросы, которыми занимается акустика, очень разнообразны. Некоторые из них связаны со свойствами и особенностями органов слуха.

В теплом воздухе скорость звука больше, чем в холодном, что приводит к изменению направления распространения звука.



Общая акустика изучает вопросы возникновения, распространения и поглощение звука.

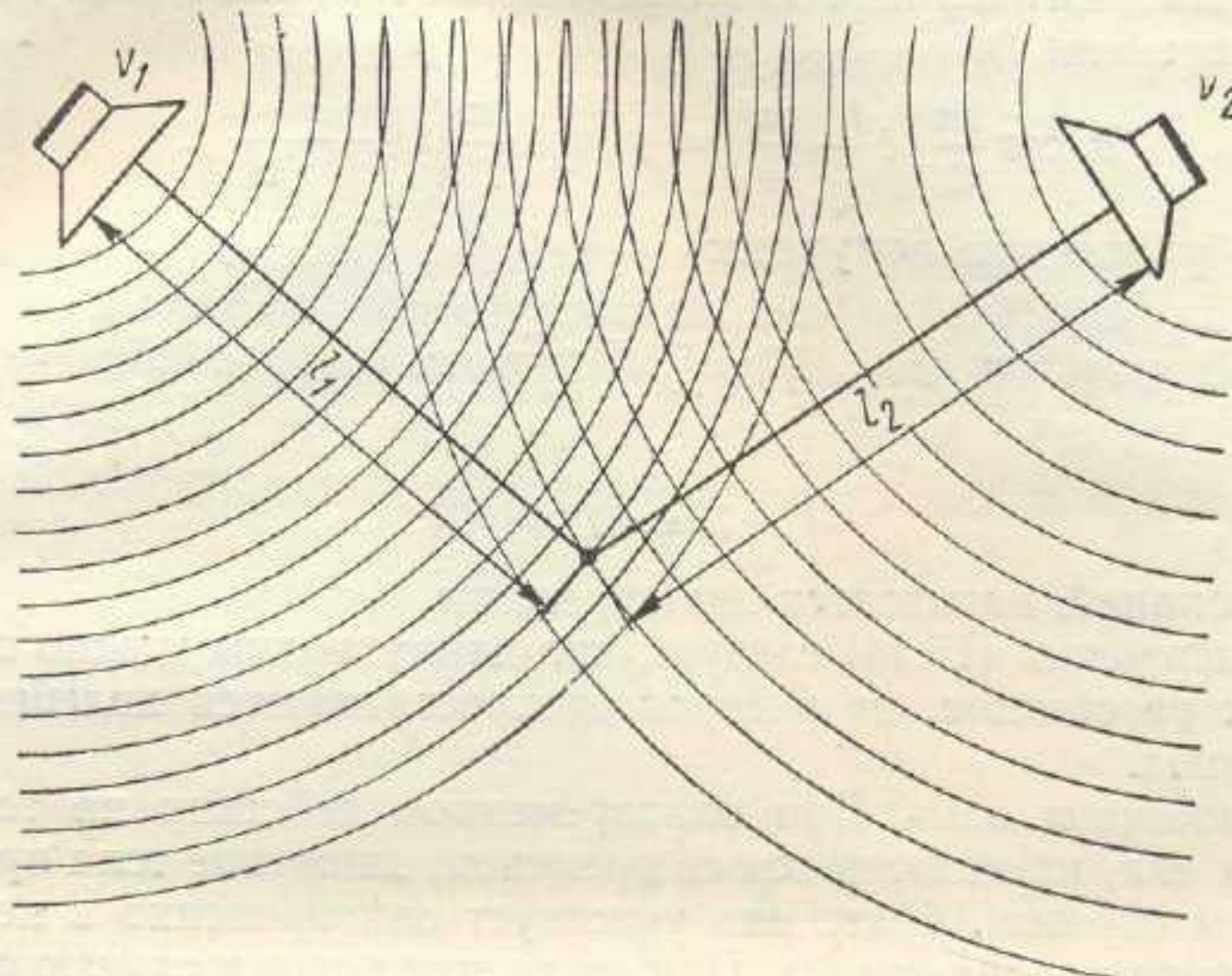
Физическая акустика занимается изучением самих звуковых колебаний, а за последние десятилетия охватила и колебания, лежащие за пределами слышимости (ультраакустика). При этом она широко пользуется разнообразными методами превращения механические колебания, электрические и обратно. Применительно к звуковым колебаниям, число задач физической акустики входит и изучение физических явлений, обуславливающих те или иные качества звука, различимые на слух.

Электроакустика, или техническая акустика, занимается получением, передачи, приемом и записью звуков при помощи электрических приборов.

Архитектурная акустика изучает распространение звука в помещениях, влияние на звук размеров и формы помещений, свойств материалов, покрывающих стены и потолки и. т. д. При этом имеется в виду слуховое восприятие звука.



# Наложение звуковых волн.





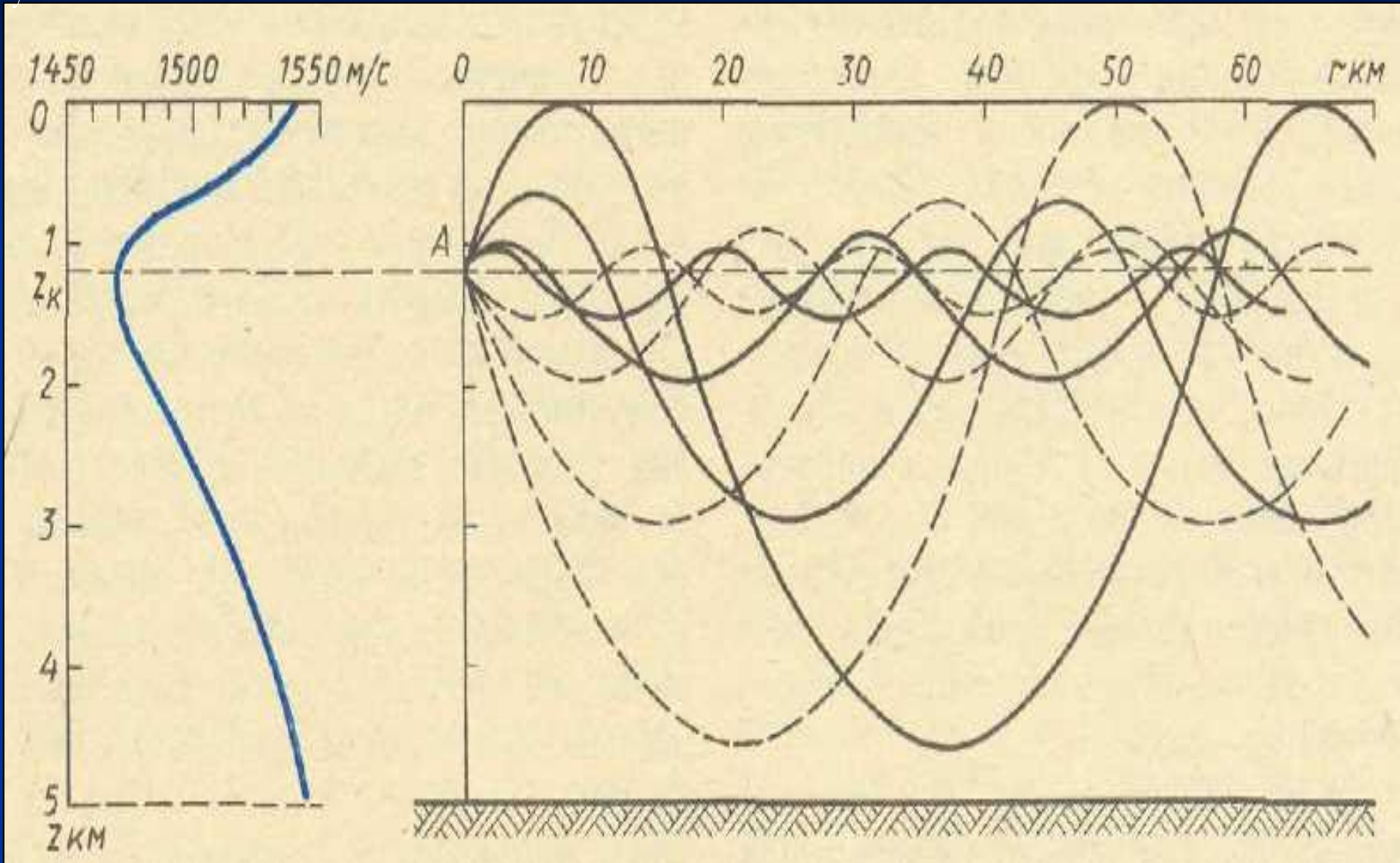
Музыкальная акустика исследует природу музыкальных звуков, а также музыкальные настройки и системы. Мы различаем, например, музыкальные звуки (пение, свист, звон, звучание струн) и шумы (треск, стук, скрип, шипение, гром). Музыкальные звуки более простые, чем шумы. Комбинация музыкальных звуков может вызвать ощущение шума, но никакая комбинация не даст музыкального звука.



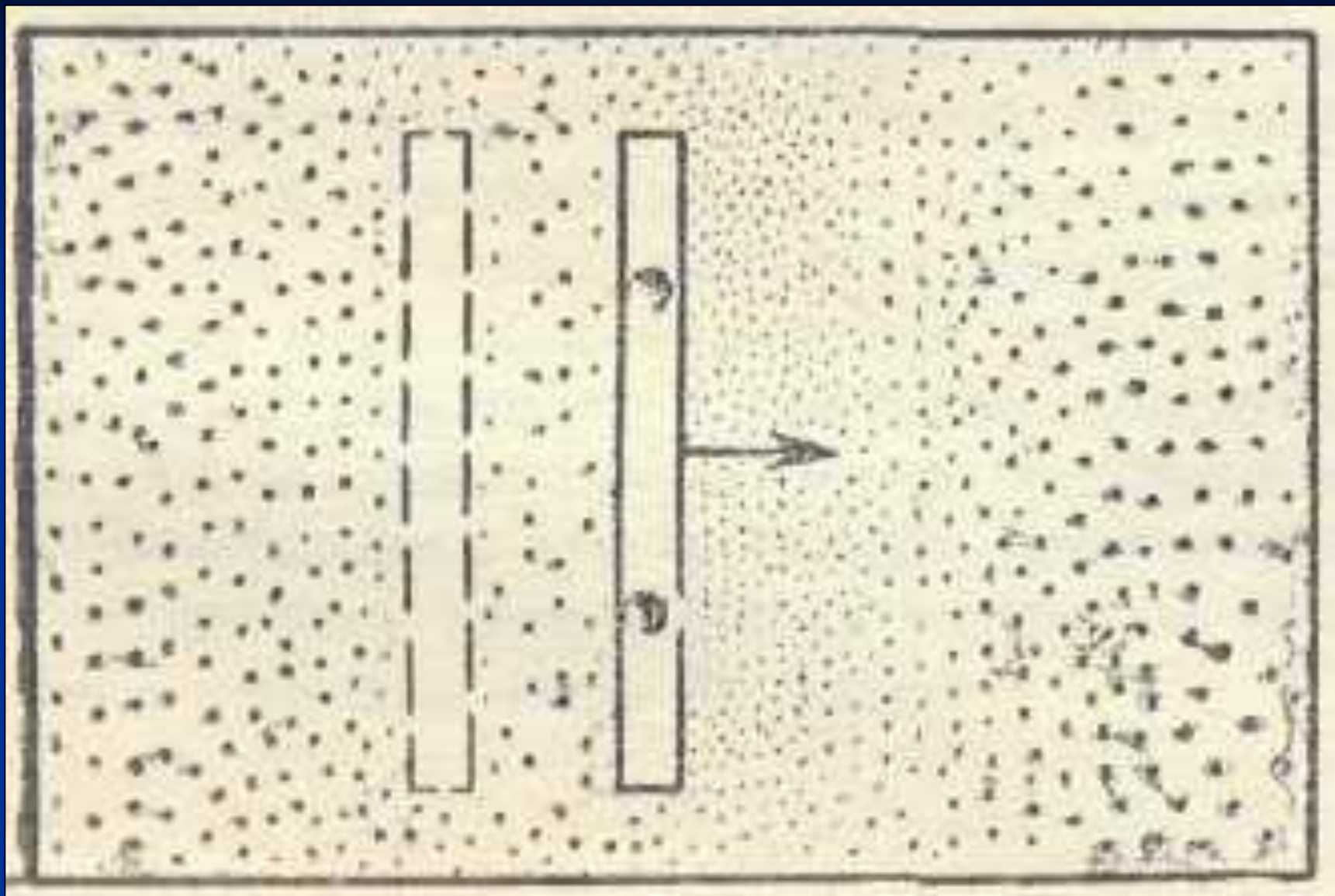
Гидроакустика (морская акустика) занимается изучением явлений, происходящих в водной среде, связанных с излучением и распространением акустических волн. Она включает вопросы разработки и создания акустических приборов, предназначенных для использования в водной среде.

Атмосферная акустика изучает звуковые процессы в атмосфере, в частности распространение звуковых волн, условие сверхдальнего распространения звука.

Подводный звуковой канал в океане : а) скорость звука на разных глубинах; б) траектория звуковых лучей, создаваемых источником в точке А; на глубине минимума скорости звука  $Z_k$  происходит концентрация звуковых лучей — это ось звукового канала.



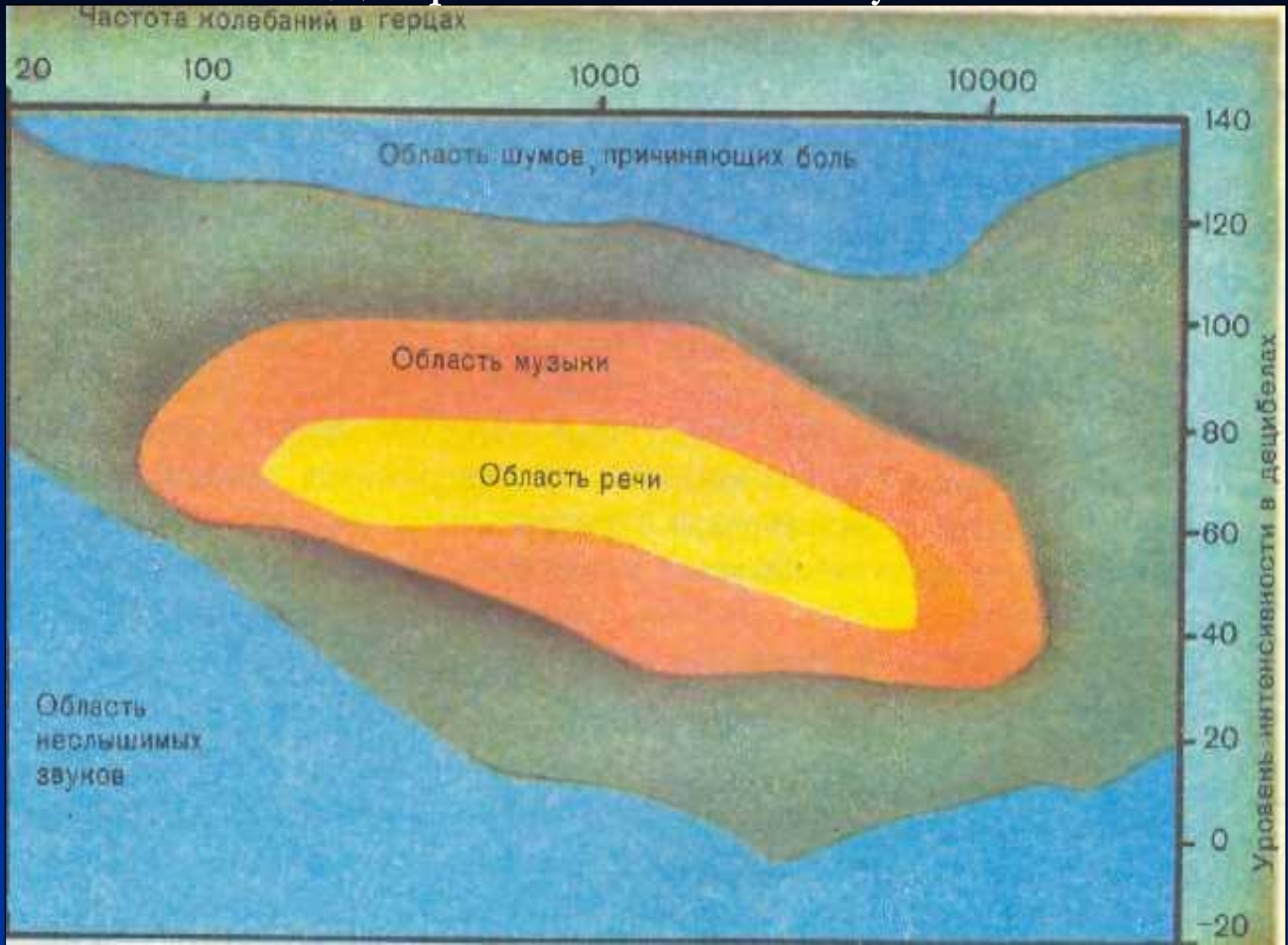
# Распространение звуковых колебаний в воздухе.



Физиологическая акустика исследует возможности органов слуха, их устройство и действие. Она изучает образование звуков органами речи и восприятие звуков органами слуха, а также вопросы анализа и синтеза речи. Создание систем, способных анализировать человеческую речь - важный этап на пути проектирования машин, в особенности роботов-манипуляторов и электронно-вычислительных машин, послушным устным распоряжениям оператора. Аппарат для синтеза речи может дать большой экономический эффект. Если по международным телефонным каналам, передавать не сами речевые сигналы, а коды, полученные в результате их анализа, а на выходе линий синтезировать речь, потому же каналу можно передавать несколько раз больше информации. Правда, абонент не услышит настоящего голоса собеседника, но слова-то будут те же, что были сказаны в микрофон. Конечно, это не совсем подходит для семейных разговоров, но удобно для деловых бесед, а именно они-то и перегружают каналы связи.

Биологическая акустика рассматривает вопросы звукового и ультразвукового общения животных и изучает механизм локации, которым они пользуются, исследует так же проблемы шумов, вибрации и борьбы с ними за оздоровление окружающей среды.

# Диаграмма слышимости звуков



# УЛЬТРАЗВУК

В последнее время все более широкое распространение в производстве находят технологические процессы, основанные на использовании энергии ультразвука. Ультразвук нашел также применение в медицине. В связи с ростом единичных мощностей и скоростей различных агрегатов и машин растут уровни шума, в том числе и в ультразвуковой области частот.

Ультразвуком называют механические колебания упругой среды с частотой, превышающей верхний предел слышимости - **20** кГц. Единицей измерения уровня звукового давления является дБ. Единицей измерения интенсивности ультразвука является ватт на квадратный сантиметр ( $\text{Вт/с}^2$ ) Человеческое ухо не воспринимает ультразвук, однако некоторые животные, например, летучие мыши могут и слышать, и издавать ультразвук. Частично воспринимают его грызуны, кошки, собаки, киты, дельфины. Ультразвуковые колебания возникают при работе моторов автомобилей, станков и ракетных двигателей.

В практике для получения ультразвука обычно применяют электромеханические генераторы ультразвука, действие которых основано на способности некоторых материалов изменять свои размеры под действием магнитного (магнитострикционные генераторы) или электрического поля (пьезоэлектрические генераторы), при этом генераторы издают звуки высокой частоты.

Вследствие большой частоты (малой длины волны) ультразвук обладает особыми свойствами. Так, подобно свету, ультразвуковые волны могут образовывать строго направленные пучки. Отражение и преломление этих пучков на границе двух сред подчиняется законам геометрической оптики. Он сильно поглощается газами и слабо - жидкостями. В жидкости под воздействием ультразвука образуются пустоты в виде мельчайших пузырьков с кратковременным возрастанием давления внутри них. Кроме того, ультразвуковые волны ускоряют протекание процессов диффузии (взаимопроникновения двух сред друг в друга). Ультразвуковые волны существенно влияют на растворимость вещества и в целом на ход химических реакций.

Эти свойства ультразвука и особенности его взаимодействия со средой обуславливают его широкое техническое и медицинское использование. Ультразвук применяют в медицине и биологии для эхолокации, для выявления и лечения опухолей и некоторых дефектов в тканях организма, в хирургии и травматологии для рассечения мягких и костных тканей при различных операциях, для сварки сломанных костей, для разрушения клеток (ультразвук большой мощности). В ультразвуковой терапии для лечебных целей используют колебания **800-900** кГц.



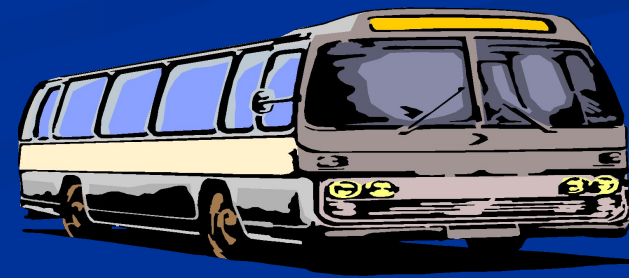
Ультразвуковые волны, посланные с корабля, отражаются от затонувшего предмета. Компьютер засекает время появления эха и определяет местоположение предмета.



# ИНФРАЗВУК

Развитие техники и транспортных средств, совершенствование технологических процессов и оборудования сопровождаются увеличением мощности и габаритов машин, что обуславливает тенденцию повышения низкочастотных составляющих в спектрах и появление инфразвука, который является сравнительно новым, не полностью изученным фактором производственной среды. Инфразвуком называют акустические колебания с частотой ниже **20** Гц. Этот частотный диапазон лежит ниже порога слышимости и человеческое ухо не способно воспринимать колебания указанных частот.

Производственный инфразвук возникает за счет тех же процессов что и шум слышимых частот. Наибольшую интенсивность инфразвуковых колебаний создают машины и механизмы, имеющие поверхности больших размеров, совершающие низкочастотные механические колебания (инфразвук механического происхождения) или турбулентные потоки газов и жидкостей (инфразвук аэродинамического или гидродинамического происхождения). Максимальные уровни низкочастотных акустических колебаний от промышленных и транспортных источников достигают **100-110** дБ.



Выполнив данную работу — собрав, обработав и обобщив большое количество материала по данной проблеме, я узнала много нового о природе звука. Об опасности, которую он может представлять для организма человека, и о том, насколько широко его можно использовать в хозяйстве. Я взяла именно эту тему, т.к. я считаю, что это актуальная тема в наше время и ученикам будет легче ее изучать наглядно. Будучи сторонницей мира, я обеспокоена информацией об удобстве, простоте и успехах в разработке оружия массового воздействия с использованием ультра и инфразвука. Мне было очень приятно и интересно работать над этой темой, так как я считаю её перспективной и крайне мало освещенной для широкого круга людей.

Ультра и инфразвук — сила природы, которую человек поставил себе на службу!  
Учащиеся могут проверить свои знания на [тесте](#).

