

# Биоакустика

Проект выполнили ученики 11 «А» класса  
Кушнарёв Данил Михайлович

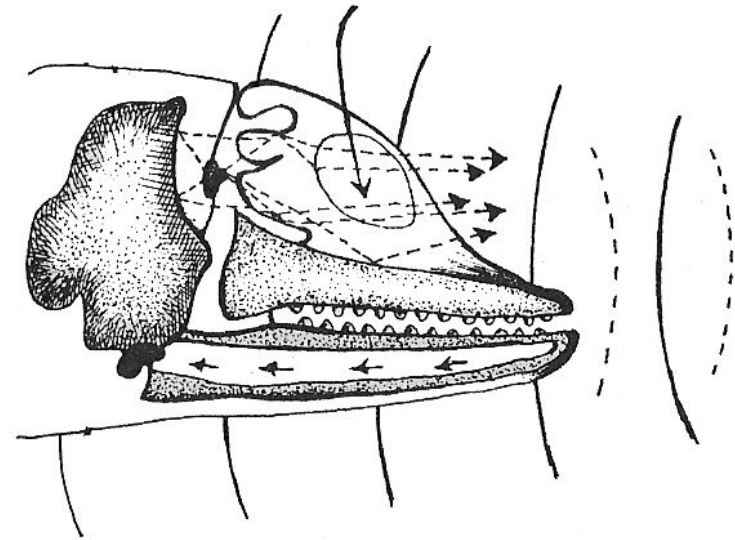
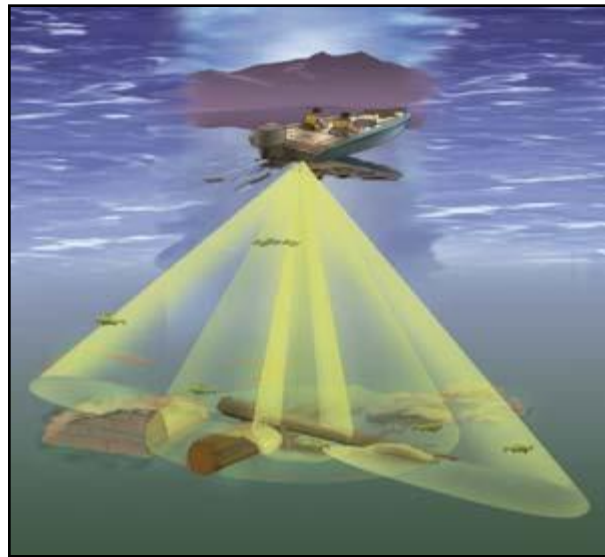
***Руководитель:*** учитель физики  
Кубышева Наталья Владимировна

# Актуальность темы

- В проекте рассматривается влияние развития достижений бионики на другие отрасли науки, такие как медицина, робототехника и компьютерные технологии.
- Глубокое изучение Бионики может дать качественный прорыв в научно-техническом мире. Системы, используемые живыми организмами, могут быть переведены на технические рельсы.

# Цель проекта

Рассмотреть связь бионики с физикой  
по направлению – биоакустика



# Задачи

- Исследование органов чувств и других воспринимающих систем живых организмов с целью изучения датчиков и систем обнаружения;
- Изучение принципов ориентации, локации и навигации у различных животных для использования этих принципов в технике;
- Исследование морфологических, физиологических, биохимических особенностей живых организмов для изучения новых технических и научных идей.

**Бионика** — прикладная наука о применении в технических устройствах и системах принципов, свойств, функций и структур живой природы. Идея применения знаний о живой природе для решения инженерных задач принадлежит Леонардо да Винчи, который пытался построить летательный аппарат с машущими крыльями, как у птиц -орнитоптер.



# Физика в биоакустике

- Биоакустика – раздел физики, занимающийся изучением звуковых явлений.
- Звук – механическое явление, субъективно воспринимаемое органом чувств человека и животных.
- Звук называются механические колебания упругой (твердой, жидкой или газообразной) среды, влекущие за собой возникновение в ней последовательно чередующихся участков сжатия и разряжения.



# Классификация звуковых волн

**Инфразвук** – упругие колебания и волны с частотами, лежащими ниже области слышимых человеком частот.

**Ультразвук** – упругие волны высокой частоты, в диапазоне от 20000 до нескольких миллиардов герц.

**Гиперзвук** - это упругие волны с частотами от  $10^9$  до  $10^{12}$  –  $10^{13}$  Гц. По физической природе гиперзвук ничем не отличается от звуковых и ультразвуковых волн.



# Условия необходимые для возникновения ощущения звука

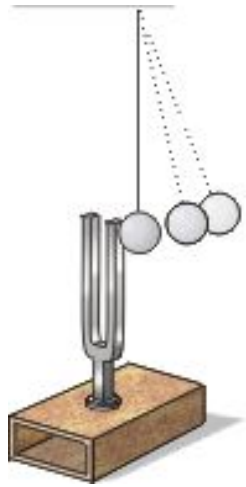


## Наличие источника звука

- Наличие упругой среды между источником и звуком.
- Частота колебаний должна лежать в звуковом диапазоне.
- Мощность звука должна быть достаточной для восприятия.



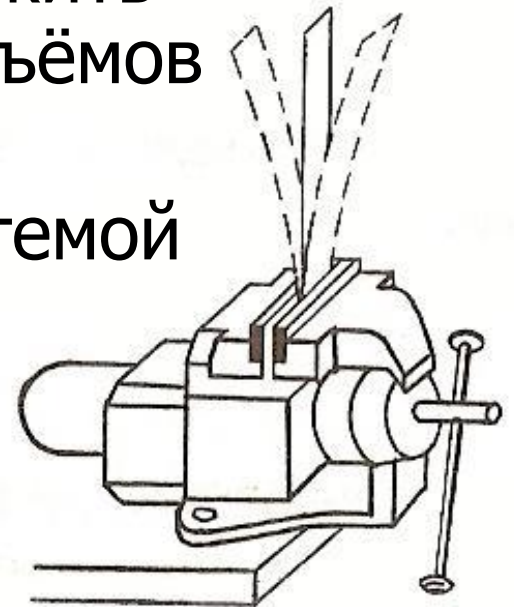
# Источники звука



Источниками звука могут стать любые явления, вызывающие местное изменение давления или механическое напряжение.

Источниками звука могут служить и колебания ограниченных объёмов самой среды.

Сложной колебательной системой является голосовой аппарат человека и животных.



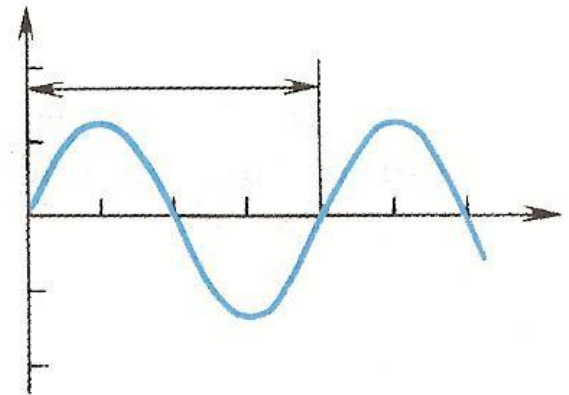
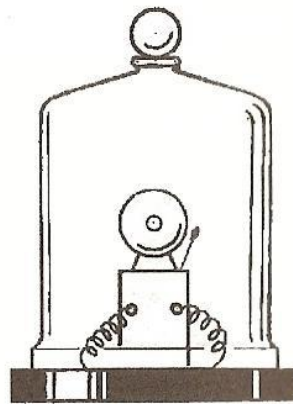
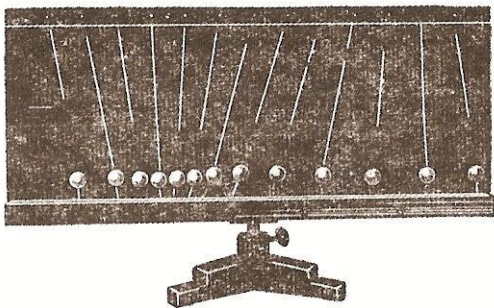
**Периодом колебания** называется время, в течение которого совершается одно полное колебание. Можно привести в пример качающийся маятник, когда он из крайнего левого положения перемещается в крайнее правое и возвращается обратно в исходное положение.

$$T = \frac{t}{N} \quad T = \frac{1}{n}$$

**Частота колебаний** – это число полных колебаний (периодов) за одну секунду. Эту единицу называют герцем (Гц).

# Передача звука

К основным законам распространения звука относятся законы его отражения и преломления на границах различных сред, а также дифракция звука и его рассеяние при наличии препятствий и неоднородностей в среде и на границах раздела сред.



# Скорость звука

Скорость распространения области сгущения или разрежения в волне.

$$V_{\text{ЗВ}} = \lambda \cdot \nu = \frac{\lambda}{T}$$

Скорость звука в среде зависит от свойств и состояния среды

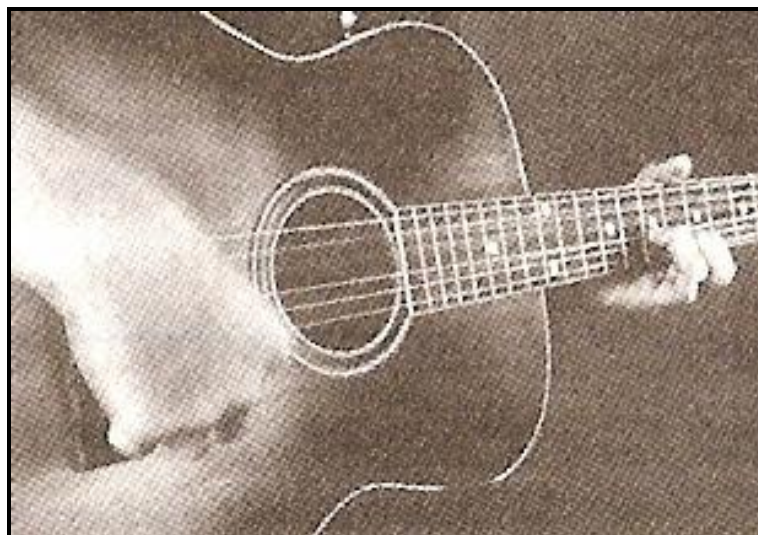
*В воздухе 331,6 м\с (при  $t = 0^{\circ}\text{C}$ ), 340 м\с (при  $t = 15^{\circ}\text{C}$ );  
в дистиллированной воде 1484 м\с; в железе 5170 м\с.*

# Основные характеристики звука

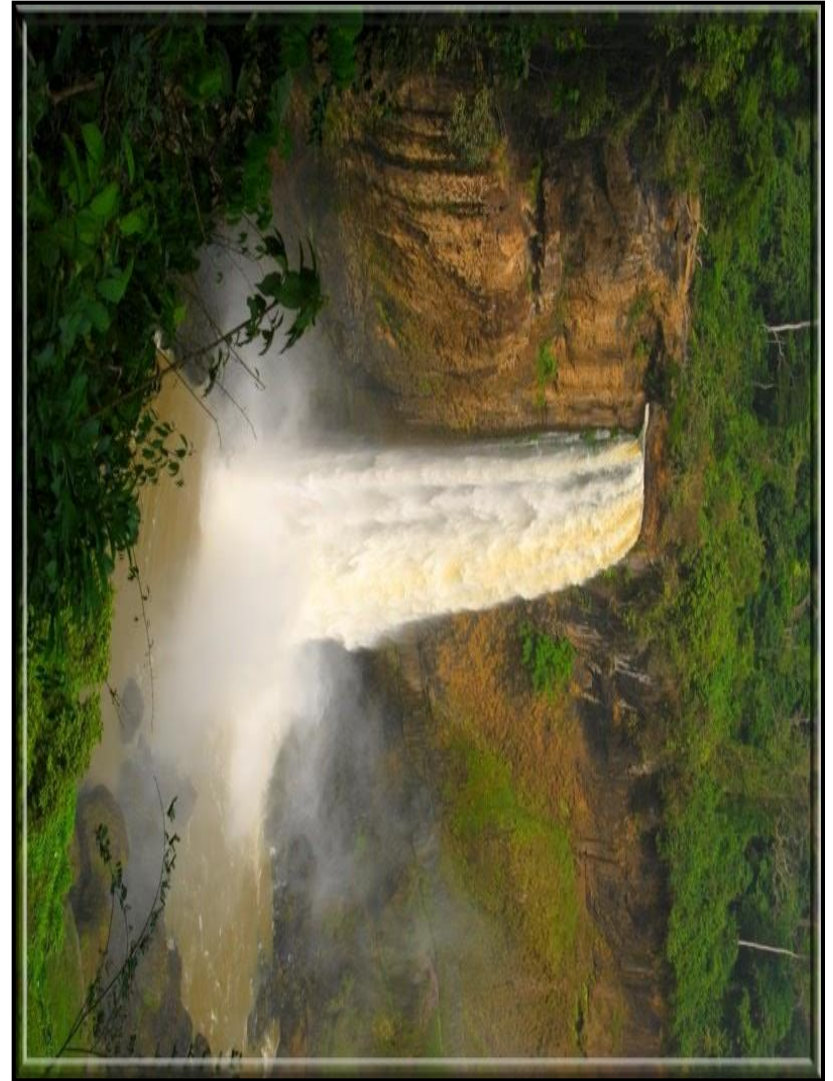
- **Громкость звука и высота тона** – величины, характеризующие слуховые ощущения человека;
- Громкость звука зависит от амплитуды звуковых колебаний; высота тона – от частоты колебаний;
- Количество энергии  $W$ , переносимое звуковой волной за время  $t = 1$  с через площадку  $S = 1\text{ м}^2$ , перпендикулярную направлению распространению волны.
- Основные физические характеристики звука – **частота и интенсивность колебаний**. Они и влияют на слуховое восприятие людей.

# Шум. Музыка. Речь

С точки зрения восприятия органами слуха звуков, их можно разделить в основном на три категории: шум, музыка и речь. Это разные области звуковых явлений, обладающие специфической для человека информацией.



**Шум** – это бессистемное сочетание большого количества звуков, то есть слияние всех этих звуков в один нестройный голос. Считается, что шум – это категория звуков, которая мешает человеку или раздражает.



**Музыка** – это особое явление в мире звуков, но, в отличие от речи, она не передаёт точных смысловых или лингвистических значений. Роль музыки в жизни человека настолько велика, что в последние годы медицина приписывает ей целебные свойства.



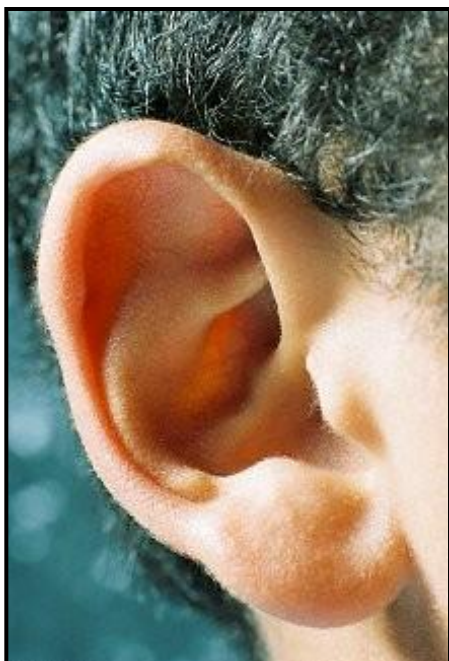


***Речь*** – важнейшее средство мышления и общения людей. Речь состоит из более или менее длительных шумов и тонов, составляющих группы.



# Человеческое ухо

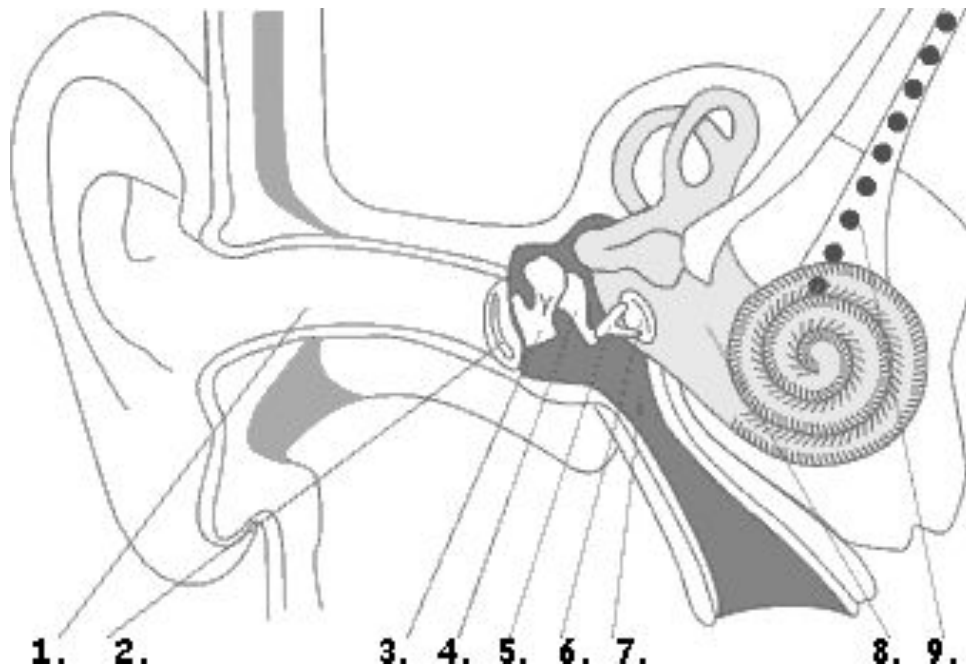
Человеческое ухо имеет сложное устройство. Функционально ухо делят на три основные части:



*внешнее ухо*

*среднее ухо*

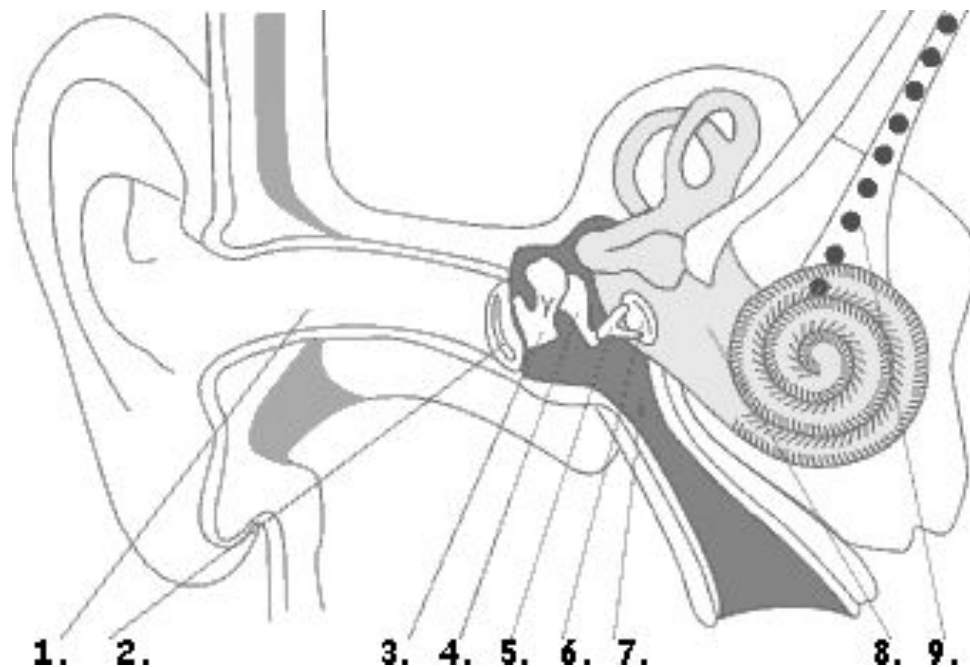
*внутреннее ухо*



## Внешнее ухо

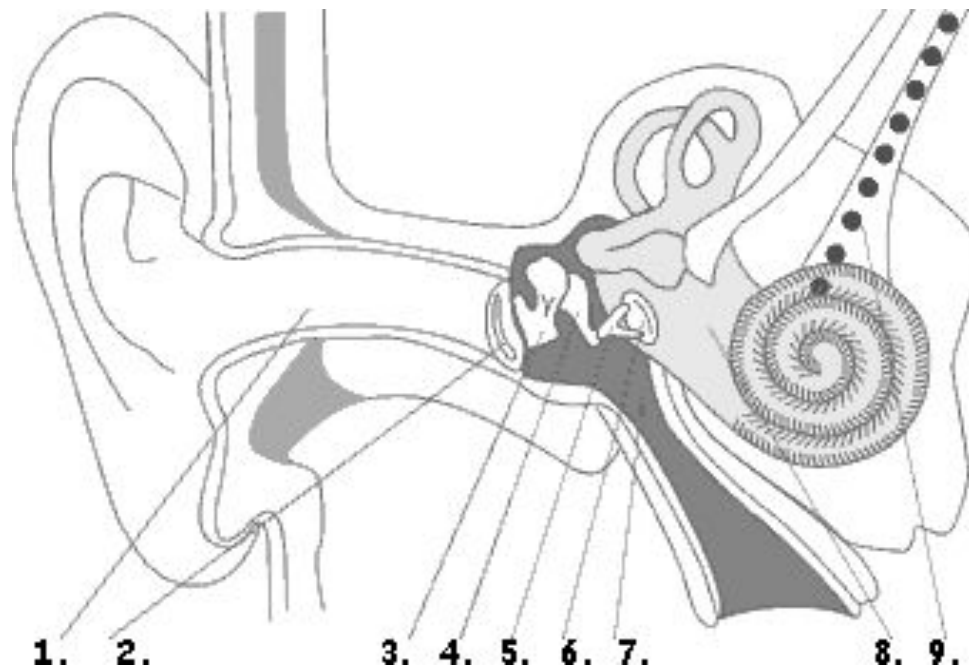
Одно из важнейших чувств человека - слух - начинает свой путь с внешнего уха.

Окружающий человека звук собирается ушной раковиной и поступает в слуховой канал (1), где звуковые волны усиливаются для облегчения понимания речи. Одновременно ушной канал играет защитную функцию, обеспечивая защиту от внешних воздействий другой важной части уха - барабанной перепонки (2) - гибкой мембраны, приводимой в движение колебаниями звуковых волн.



## Среднее ухо

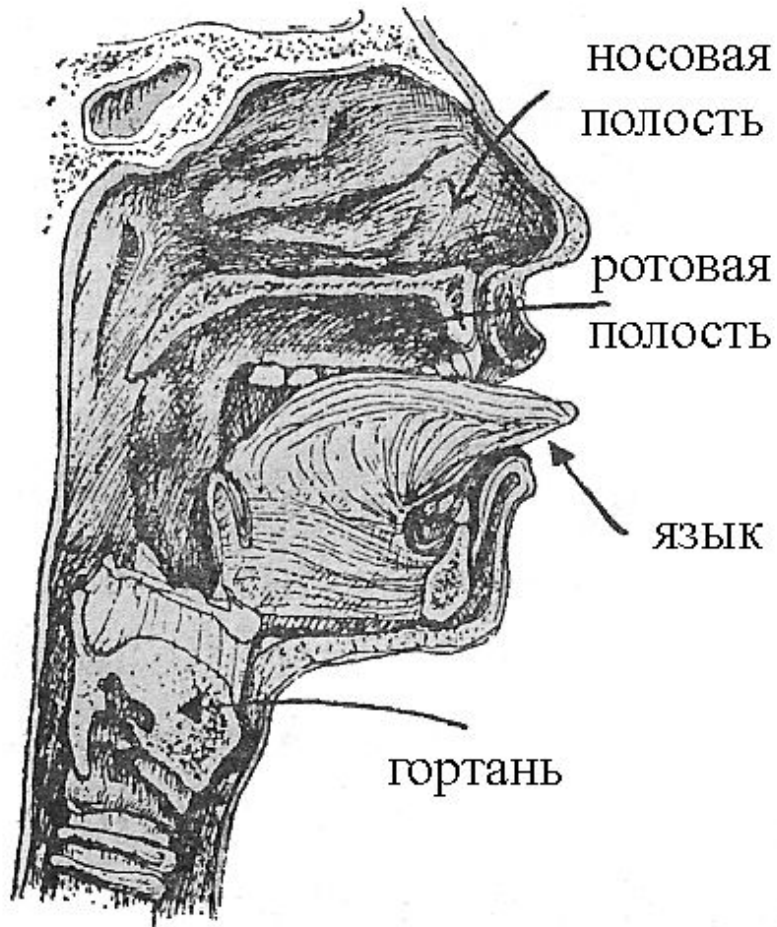
Звуковые колебания, продолжая свое движение от барабанной перепонки в среднее ухо, приводят в движение три тонкие косточки, также известные под названиями - молот, наковальня и стремячко (3, 4, 5). Эти косточки еще больше усиливают звуковые колебания прежде, чем передать их во внутреннее ухо



## Внутреннее ухо

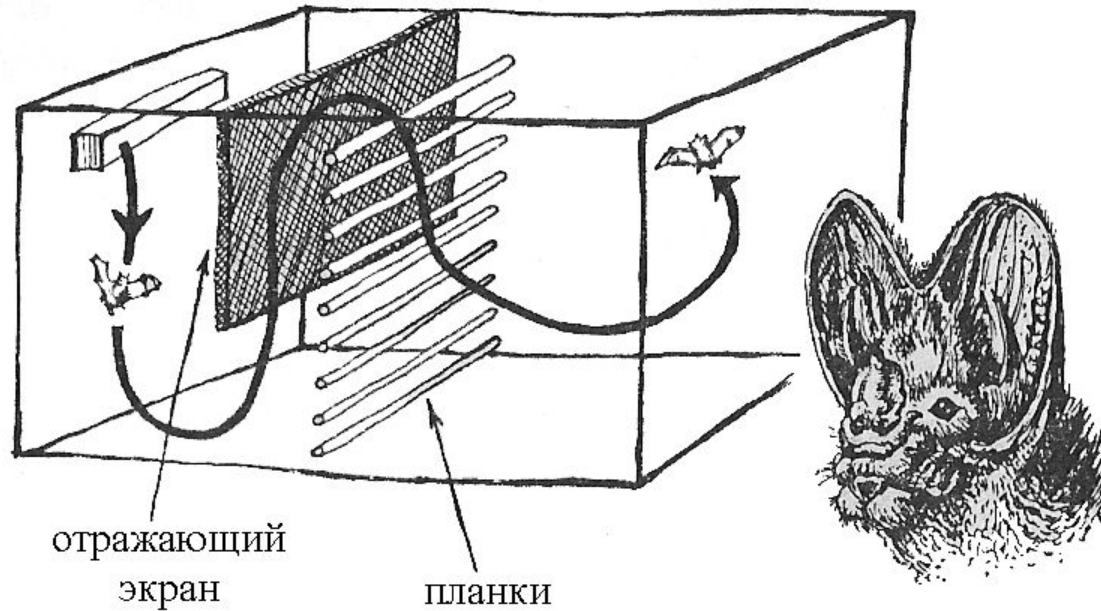
Внутреннее ухо, называемое также улиткой, из-за сходства со спиральной раковинной улиткой, содержит сложную систему трубок, заполненных жидкостью. Звуковые волны, попадающие во внутреннее ухо через овальное окно (6), вызывают движение жидкости, а та в свою очередь колебания крошечных ворсинок, покрывающих внутренние стенки улитки. Ворсинки преобразуют колебания в электрические импульсы, которые через слуховой нерв (9) поступают в мозг. Мозг производит обратное преобразование нервных импульсов в слуховые образы.

## Откуда берётся голос



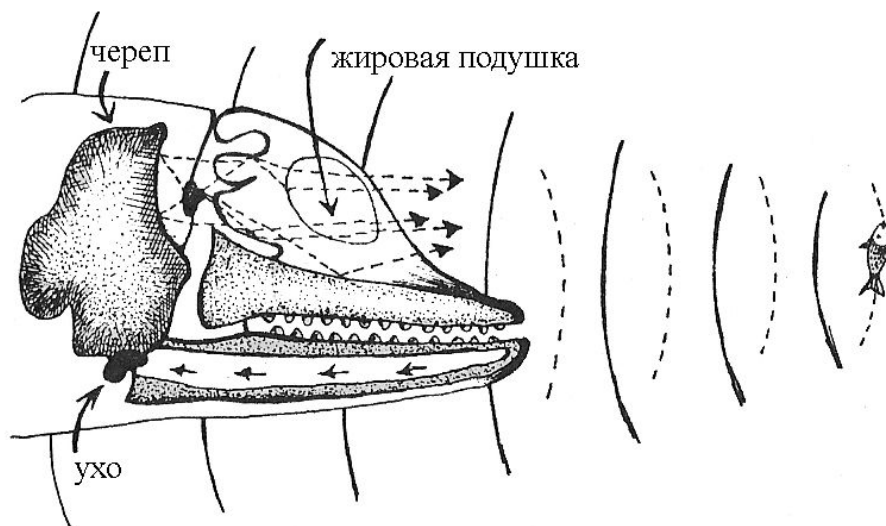
Голос образуется большим числом мышц и органов живота, груди, горла и головы. Две мышцы в гортани, называются голосовыми связками. Их вибрация и приводит к появлению звука, а язык, нёбо, ротовая и носовая полости играют роль резонаторов духовых музыкальных инструментов и придают нашему голосу индивидуальную окраску.

# Можем ли видеть ушами?



Летучая мышь является природным эхолокатором. Сигналы, отраженные от препятствий и неподвижных (стены и деревья), и перемещающихся (насекомые), она воспринимает и обрабатывает с фантастической эффективностью.

# Как ориентироваться под водой

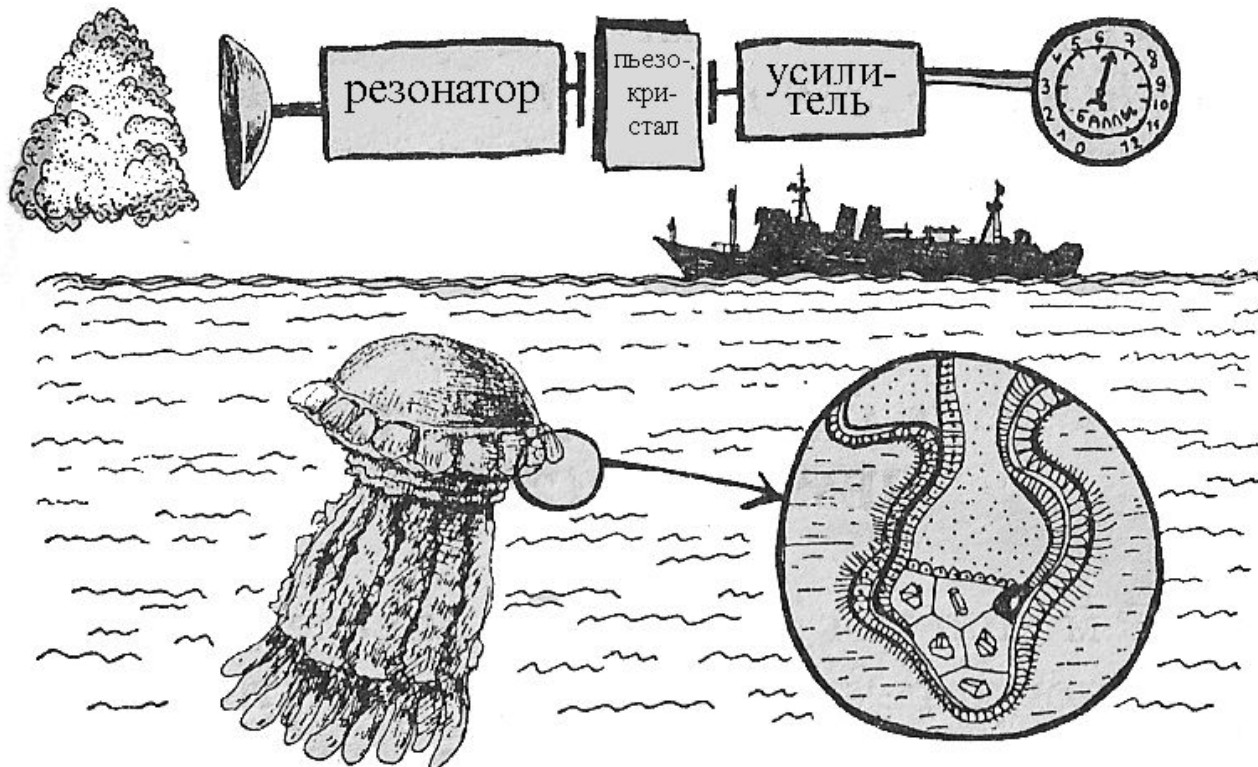


В возникновении звука, рождающегося в воздушных мешках, принимает участие жировая лобная подушка, играющая роль фокусирующей линзы, отражателем же служит вогнутый, подобно чаше, череп. Отраженный от препятствия сигнал воспринимает и передает к уху дельфина его широкая нижняя челюсть.



## Особенности слуха медузы

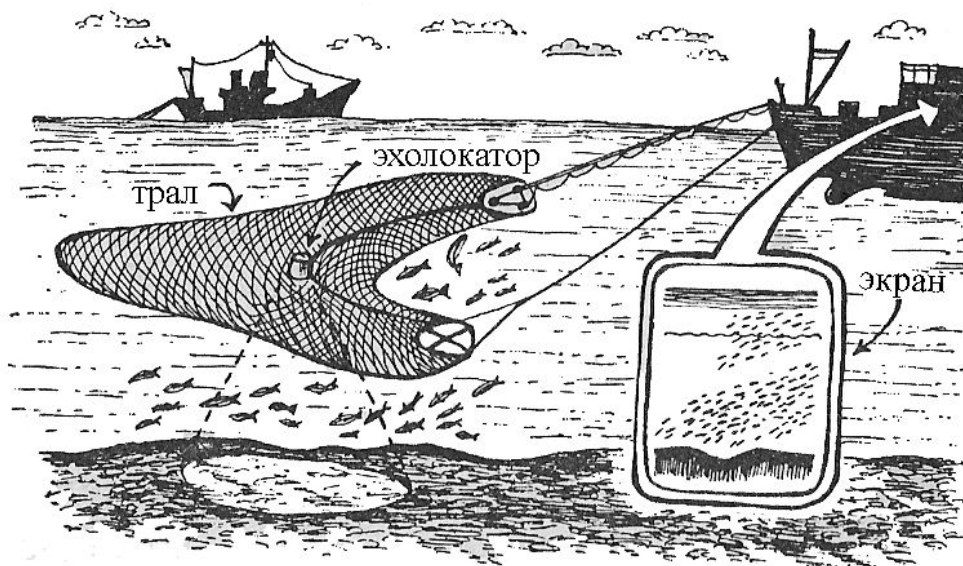
В конце отростка, свисающего с ее зонтика, содержится жидкость с крохотными известковыми камушками, касающимися окончания нерва. Пришедшие колебания низкой частоты, приводя камушки в движение, фиксируются этим органом Медузы и позволяют ей вовремя спрятаться от надвигающейся угрозы.



# Принцип действия эхолотатора

В горловине трала устанавливают специальный эхолотатор.

Его включают тогда, когда считают, что сеть уже достаточно заполнена рыбой. Эхолотатор испускает записанные звуки, издаваемые дельфинами во время охоты на рыб. Этого «пугала» оказывается достаточно для удержания рыбы в сети. Кроме того, эхолотатор с помощью сигналов, выводимых на экран, позволяет точнее нацеливать трал.



# Выводы:

1. Исследованы органы чувств и другие воспринимающие системы живых организмов.

2. Изучены принципы ориентации, локации и навигации у различных животных для использования этих принципов в технике.

3. Исследованы роль морфологических, физиологических, биохимических особенности живых организмов в новых технических и научных идеях.

