

## Определение слуховой чувствительности уха аудиометром

**Толлибоева Гулмирахон** (студентка Ферганского Медицинского  
Института Общественного Здоровья)

**Холикбердиев Азизбек** (студент Ферганского Медицинского Института  
Общественного Здоровья)

**Аннотация.** В статье рассматриваются физические аспекты определения слуховой чувствительности уха с помощью аудиометра. Аудиометрия представляет собой метод диагностики, основанный на измерении порогов слышимости для различных частот и интенсивностей звука. Основные физические принципы, лежащие в основе работы аудиометра, включают генерацию и передачу звуковых волн, их усиление и преобразование в электрические сигналы в ухе. Анализ аудиограмм позволяет выявить тип и степень слуховых нарушений, что имеет важное значение для разработки индивидуальных планов лечения и реабилитации пациентов с нарушениями слуха. Понимание физики звука и его взаимодействия с биологическими структурами уха способствует улучшению диагностических методик и эффективности слухопротезирования.

**Ключевые слова.** Аудиометрия, слуховая чувствительность, звуковые волны, частота, интенсивность звука, пороги слышимости, аудиограмма, физика звука, биофизика уха, слуховые аппараты, усиление звука, трансформация звука, среднее ухо, внутреннее ухо, улитка.

**Введение.** Слуховая чувствительность уха является важным аспектом человеческого восприятия, влияющим на способность взаимодействовать с окружающим миром. Нарушения слуха могут существенно снижать качество жизни, затрудняя общение и восприятие окружающей среды. Аудиометрия – это метод диагностики, который позволяет точно оценить слуховую чувствительность человека. Основой аудиометрии является измерение порогов слышимости для различных частот и интенсивностей звука с использованием аудиометра. Физические принципы, лежащие в основе работы аудиометра, включают генерацию звуковых волн, их передачу через наушники или костный вибратор, и последующую регистрацию порогов слышимости. Звуковые волны,

представляющие собой механические колебания среды, взаимодействуют с биологическими структурами уха, вызывая преобразование механической энергии в электрические сигналы, воспринимаемые мозгом.

Физические принципы работы аудиометра

*Аудиометр* – это медицинское устройство, основанное на физических принципах звуковых волн. Звук представляет собой механическую волну, распространяющуюся в среде (воздухе, воде, твердых телах) в виде колебаний частиц среды. Основные характеристики звуковых волн, которые важны для аудиометрии, включают частоту, интенсивность и амплитуду.

*Частота* ( $f$ ). Определяет высоту звука и измеряется в герцах (Гц). Звуковые волны с различными частотами по-разному воспринимаются человеческим ухом, что важно для определения порогов слышимости.

*Интенсивность* ( $I$ ). Отражает мощность звуковой волны и измеряется в децибелах (дБ). Интенсивность звука определяет его громкость, и порог слышимости измеряется как минимальная интенсивность, при которой звук становится слышимым.

*Амплитуда*. Амплитуда звуковой волны связана с интенсивностью звука и является мерой максимального отклонения частиц среды от положения равновесия.

Методика проведения аудиометрии

1. Генерация звуковых сигналов:
  - Аудиометр генерирует звуковые сигналы с различными частотами и интенсивностями, используя электронные осцилляторы и усилители.
  - Эти сигналы передаются через наушники или костный вибратор к уху пациента.
2. Измерение порогов слышимости:
  - Интенсивность звукового сигнала постепенно увеличивается от минимального уровня, пока пациент не услышит звук.
  - Для каждой частоты измеряется минимальная интенсивность звука, при которой пациент фиксирует его наличие, что называется порогом слышимости.
3. Запись и анализ данных:

- Полученные данные записываются в аудиограмму, которая представляет собой график зависимости порогов слышимости от частоты.
- Аудиограмма позволяет выявить отклонения от нормальных порогов слышимости и определить тип слуховых нарушений.

#### Физические аспекты восприятия звука

Человеческое ухо представляет собой сложную биофизическую систему, преобразующую звуковые волны в электрические сигналы, которые передаются в мозг. Этот процесс включает несколько этапов:

1. Передача звуковых волн:
  - Звуковые волны улавливаются ушной раковиной и направляются в слуховой канал.
  - Барабанная перепонка колеблется под воздействием звуковых волн, передавая вибрации в среднее ухо.
2. Усиление звука:
  - Косточки среднего уха (молоточек, наковальня, стремечко) усиливают механические колебания и передают их к овальному окну внутреннего уха.
3. Трансформация звука:
  - Внутреннее ухо, или улитка, содержит жидкость и чувствительные волосковые клетки, которые преобразуют механические колебания в электрические сигналы.
  - Эти сигналы передаются по слуховому нерву в мозг, где они интерпретируются как звуки.

#### Взаимодействие звуковых волн с биологическими структурами уха

Физика звука играет решающую роль в понимании того, как звуковые волны взаимодействуют с биологическими структурами уха. Механические колебания барабанной перепонки передаются через три маленькие косточки среднего уха к овальному окну, вызывая вибрации в жидкости внутреннего уха. Эти вибрации, в свою очередь, возбуждают волосковые клетки, которые преобразуют механические движения в электрические сигналы. Эти сигналы передаются через слуховой нерв в мозг, где интерпретируются как звуковые впечатления.

#### Факторы, влияющие на слуховую чувствительность

1. Акустическая импеданс. Сопротивление, которое ухо оказывает звуковым волнам, зависит от частоты звука и состояния слуховых структур. Изменения импеданса могут указывать на наличие патологий.

2. Резонансные частоты. Частоты, при которых структуры уха наиболее эффективно передают звуковые колебания, могут варьироваться в зависимости от индивидуальных анатомических особенностей.

3. Возрастные изменения. С возрастом эластичность и подвижность слуховых структур могут снижаться, что влияет на пороги слышимости.

**Заключение.** Определение слуховой чувствительности уха с помощью аудиометра является важным и точным методом диагностики, основанным на физических принципах звуковых волн и их восприятия человеческим ухом. Аудиометрия позволяет измерить пороги слышимости для различных частот, что помогает выявить и классифицировать слуховые нарушения. Понимание физики звука и его взаимодействия с биологическими структурами уха не только обеспечивает точную диагностику, но и способствует разработке эффективных методов лечения и реабилитации, таких как слуховые аппараты и кохлеарные импланты. Регулярное использование аудиометрии играет ключевую роль в раннем выявлении проблем со слухом, улучшая качество жизни пациентов. Таким образом, интеграция физических и биологических знаний в аудиометрии является неотъемлемой частью современной медицины и биофизики, направленной на улучшение слуховых возможностей человека.

#### Использованная литература:

1. Медицинская и биологическая физика: Учеб. для вузов / А. Н. Ремизов, А. Г. Максина, А. Я. Потапенко. 4-е изд., перераб. и дополн. М.: Дрофа, 2003. — 560 с.: ил.
2. Речевая аудиометрия: учебное пособие / М.Ю. Бобошко. – СПб.: Издательство СПбГМУ, 2012. – 64 с.
3. [https://www.orgma.ru/sveden/education/Metod\\_Biofizika\\_Stomatologiya-021.pdf](https://www.orgma.ru/sveden/education/Metod_Biofizika_Stomatologiya-021.pdf)
4. [https://studbooks.net/796946/meditsina/metody\\_audiometrii](https://studbooks.net/796946/meditsina/metody_audiometrii)
5. <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/281225/1/124.pdf>