



Физика - одна из самых удивительных наук! Физика столь интенсивно развивается, что даже лучшие педагоги сталкиваются с большими трудностями, когда им надо рассказать о современной науке. Данный ресурс поможет эффективно и интересно изучать физику. Учите физику!

 Пользовательского поиска

Поиск

Главная

Новости

Обучение

Лекции

Тестирование

Обучение и материалы

Физический справочник

Формулы по физике

Шпаргалки по физике

Энциклопедия

Репетиторы по физике

Работа для физиков

Реклама от Google

Ультразвук

Лекция

Быстрый устный счет

Виртуальные лабораторные

Опыты по физике

ЕГЭ онлайн

Онлайн тестирование

Ученые физики

Необъяснимые явления

Ваша реклама на сайте

Разное

Контакты

Спецкурс

Фейнмановские лекции

Том 1

Том 2

Том 3

Том 4

Том 5

Том 6

Том 7

Том 8

Том 9

Том 10

В мире больших скоростей

Читать книгу

Введение в теорию относительности

Читать книгу

Лекции по биофизике

Лекции по ядерной физике

Ускорение времени...

Лазеры

Нанотехнологии

Книги

полезное

Смешные анекдоты о физике

Готовые шпоры по физике

Физика в жизни

Ученые и деньги

Нобелевские лауреаты

Фото

[Главная](#) >> [Биофизика](#)

Лекция №2. Ультразвук. Эхдоплерография

Ультразвук – упругая механическая продольная волна, частота которой превышает 20000 Гц. В медицине применяется УЗ частотой 1-1,5 МГц.

Ультразвуковая волна вследствие высокой её частоты распространяется в виде лучей (из-за малой длины УЗ-волны можно пренебречь её волновыми свойствами). Такие лучи можно сфокусировать с помощью специальных акустических линз и достигнуть, таким образом, большой интенсивности УЗ-волны. Кроме того, поскольку интенсивность волны пропорциональна квадрату частоты и амплитуды колебаний, то высокая частота УЗ-волны даже при малых её амплитудах предопределяет возможность получения УЗ-волн большой интенсивности.

Способы получения ультразвука:

1. **магнитострикционный** (получают ультразвук до 200 кГц). Магнитострикция – это изменение формы и объёма ферромагнетика (железо, его сплавы с никелем) при помещении его в переменное магнитное поле. Переменное магнитное поле – это поле, вектор магнитной индукции которого изменяется во времени по гармоническому закону, т.е. изменение указанного параметра характеризуется определённой частотой. Это поле действует как вынуждающая сила, заставляющая стержень из железа сжиматься и растягиваться в зависимости от изменения величины магнитной индукции во времени. Частота сжатий и растяжений будет определяться частотой переменного магнитного поля. При этом в воздухе у концов стержня возникают деформации сжатия, которые распространяются в виде УЗ – волн.

Увеличения амплитуды УЗ-волн добиваются путём подбора такой частоты переменного магнитного поля, при которой наблюдается резонанс между собственными и вынужденными колебаниями стержня.

2. **обратный пьезоэлектрический эффект** (получают ультразвук более 200 кГц). Пьезоэлектрики – вещества кристаллического строения, имеющие пьезоэлектрическую ось, то есть направление, в котором они легко деформируются (кварц, сегнетова соль, титанат бария и др.) Когда такие вещества помещают в переменное электрическое поле (по гармоническому закону колеблется напряжённость электрического поля), пьезоэлектрики начинают сжиматься и растягиваться вдоль пьезоэлектрической оси с частотой переменного электрического поля. При этом вокруг кристалла возникают механические возмущения – деформации сжатия и разряжения, которые распространяются в виде УЗ-волн. В достижении нужной амплитуды играют роль резонансные явления.

Эффект назван обратным, поскольку исторически раньше был открыт **прямой пьезоэлектрический эффект** – явление возникновения переменного электрического поля при деформации пьезоэлектриков.

Наличие прямого и обратного пьезоэлектрического эффекта очень важно для работы УЗ- диагностических приборов. Для того чтобы направить УЗ-волну на тело пациента, необходимо получить её, что делают с помощью обратного пьезоэлектрического эффекта. Для того чтобы зарегистрировать и визуализировать отражённую УЗ-волну, необходимо её превратить в электрическое поле, чего достигают с помощью прямого пьезоэлектрического эффекта.

Особенности распространения УЗ-волн

1) **В однородной среде.** При прохождении УЗ-волны интенсивностью I через слой вещества шириной d её интенсивность уменьшается и становится равной $I = I_0 \cdot e^{-\alpha d}$, где I_0 – начальная интенсивность УЗ-волны; I – интенсивность волны после прохождения через слой вещества, d – ширина слоя вещества, α – коэффициент угасания волны.

Угасание УЗ-волны вызвано двумя процессами: рассеянием энергии в тканях (связано с клеточной неоднородностью органов) и её поглощением (связано с макромолекулярной структурой тканей). Значение коэффициента угасания – важный диагностический признак. Так, печень имеет малый коэффициент угасания УЗ-волн вследствие малого коэффициента рассеяния. При циррозе эта величина резко возрастает.

Поглощение тканями УЗ-волн – основа диагностики состояния внутренних органов по принципу **трансмиссии** – анализа интенсивности волны, прошедшей через тело пациента, и применения УЗ в терапии и хирургии.

2) **На границе двух сред.** При попадании УЗ-волны интенсивностью I на границу раздела сред происходит отражение волны и поглощение волны.

Часть энергии, которая будет заключена в отражённой волне, зависит от соотношения акустических сопротивлений сред. Так на границе тело пациента – воздух отражается почти 100% энергии. Поэтому, чтобы УЗ-волна попала в тело пациента применяют специальные гели (цель – уменьшить перепад акустического сопротивления сред).

Отражение УЗ волны от неоднородностей и границ внутренних органов – основа диагностики их состояния по принципу **эхолокации** – анализа интенсивности отражённой УЗ – волны. УЗ – волна, направленная на тело пациента, называется **зондирующим сигналом**, а отражённая УЗ-волна – **эхосигналом**.

Отражение УЗ-волн также зависит от размера отражающих структур:

- если размер отражающих структур сопоставим с длиной УЗ-волны, то будет происходить дифракция волн, т.е. огибание

Видео
Карта сайта

На заметку

Если вам понравился сайт,
предлагаем разместить нашу
кнопку



Дополнительно

Компьютерные программы
по физике



Физика и юмор



Онлайн тестирование
по физике



волной структуры с последующим рассеянием энергии в тканях и формированием УЗ-тени. Это ограничивает разрешающую способность УЗ-диагностики;

- если размер отражающих структур больше длины УЗ-волны, то последняя будет отражаться, причём интенсивность эхосигнала будет зависеть от направления зондирующего сигнала, формы и размера отражающих структур. Существуют так называемые *зеркальные структуры*, амплитуда эхосигналов от которых имеет самые большие значения (кровеносные сосуды, полости, границы органов и тканей).

В целом, однако, интенсивность эхосигналов очень невелика, что требует для их регистрации очень чувствительной аппаратуры, но, с другой стороны, определяет проникновение УЗ-волн в более глуболежащие внутренние структуры и способствует их визуализации.

Применение ультразвука в диагностике

С диагностической целью применяют УЗ-волны малой интенсивности, которые не вызывают биологических эффектов в тканях, - до $0,1 \text{ Вт на кв.см.}$

С помощью УЗ-датчика на основе обратного пьезоэлектрического эффекта получают УЗ зондирующий сигнал и принимают эхосигнал. Последний в датчике в результате прямого пьезоэлектрического эффекта преобразуется в переменное электрическое поле, что позволяет зарегистрировать, усилить и визуализировать эхосигналы с помощью электронной аппаратуры.

По способу регистрации и отражения на экране электронных приборов эхосигналов различают следующие режимы УЗ-сканирования:

- *А-режим (amplitude mode)*. Эхосигналы, преобразованные в датчике в электрическое поле, вызывают вертикальное отклонение луча развертки в форме пиков, амплитуда которых будет зависеть от интенсивности отражённой УЗ-волны, а местоположение на экране осциллографа – глубину залегания отражающей структуры в масштабе измерительного устройства. Примером использования А-режима в медицине является *эхозцефалоскопия* – методика УЗ-сканирования, используемая в неврологии и нейрохирургии для диагностики объёмных поражений головного мозга (гематом, опухолевых процессов и т.д.). Основные эхосигналы (максимальные по амплитуде) формируются при отражении от черепной коробки в месте расположения датчика, срединных структур, черепной коробки противоположной стороны. Смещение центрального пика в правую или левую сторону может указывать на наличие патологии соответственно левого или правого полушарий мозга.

- *В-режим (brightness mode)*. Эхосигналы, преобразованные в датчике в электрическое поле, вызывают на экране свечение точек разной яркости: чем большее колебание напряжённости электрического поля (что, в свою очередь, зависит от интенсивности эхосигнала), тем более яркое и объёмное пятно образуется на экране измерительного прибора. Для реализации режима используют сложнотроенные датчики УЗ-волн, которые содержат множество элементов, излучающих зондирующие стимулы и преобразующих эхосигналы. Направление зондирующих сигналов также меняется. Электронная аппаратура накапливает данные исследования одного и того же участка тела, полученных с помощью всех элементов датчика и в разных направлениях, и, интегрируя их, формирует изображение исследуемого органа в реальном режиме времени в масштабе измерительного устройства. Таким образом можно получить двумерные *эхотомограммы*.

- *М-режим (motion mode)*. Позволяет получать эхограммы подвижных структур организма. Как и при осуществлении А-режима, направление зондирующих сигналов остаётся неизменным на протяжении всего времени исследования, однако зондирование осуществляется многократно так, чтобы период формирования М-эхограммы превышал период движения исследуемых структур и период формирования А-эхограммы. Регистрируется изменение глубины залегания подвижной структуры во времени (перемещение луча измерительного устройства вдоль оси x). Амплитуда эхосигналов отображается в виде пятен различной яркости (как в режиме В). При каждом последующем зондировании продольная эхограмма смещается на малую величину в направлении, перпендикулярном оси изображения глубины (времени). Чаще всего в клинике используется *эхокардиография*.

Взаимодействие ультразвука с веществом. Применение ультразвука в терапии и хирургии.

УЗ характеризуется следующими видами действия на вещество:

- *механическое действие*. Оно связано с деформацией микроструктуры вещества вследствие периодического сближения и отдаления составляющих вещество микрочастиц. Например, в жидкости УЗ-волна вызывает разрывы её целостности с образованием полостей – *кавитаций*. Это энергетически невыгодное состояние жидкостей, поэтому полости быстро закрываются с выделением большого количества энергии.

- *тепловое действие*. Связано с тем, что энергия, заключённая в УЗ-волне и выделяющаяся при закрытии кавитаций, частично рассеивается в тканях в виде тепла, что приводит к их нагреванию.

- *физико-химическое действие*. Проявляется в ионизации и диссоциации молекул веществ, ускорении химических реакций (например, окисления и восстановления) и т.д.

На комплексном действии механических, тепловых и физико-химических факторов основано *биологическое действие* УЗ. Это действие будет определяться интенсивностью УЗ-волны.

УЗ малой и средней интенсивности (соответственно $1,5 \text{ Вт на кв. см.}$ и 3 Вт на кв.см.) вызывают в живых организмах позитивные эффекты, стимулирует протекание нормальных физиологических процессов. Это основа использования УЗ в физиотерапии. УЗ улучшает проницаемость клеточных мембран, активизирует все виды транспорта через мембрану, влияет на скорость протекания биохимических реакций.

Увеличение интенсивности УЗ-волны приводит к *разрушающему его действию* на клетки. Это используется для стерилизации медицинских помещений путём уничтожения ультразвуком вирусов и клеток бактерий и грибов.

УЗ высокой интенсивности широко используется в хирургии. Некоторые операции проводятся с помощью ультразвукового скальпеля. Они безболезненны, сопровождаются малыми кровотечениями, раны быстрее заживают, в том числе вследствие

стерилизации раны УЗ.

Широкое использование имеет УЗ в ортопедии: для проведения некоторых операций на кости применяется *УЗ-пилка*, УЗ применяется для соединения костей между собой и скрепления с ними костных имплантатов.

Литотрипсия – методика разрушения камней в почках и жёлчном пузыре с помощью направленного действия УЗ волн большой интенсивности.

Эхооплерография

Эффект Доплера – изменение частоты волн, которые воспринимаются приёмником вследствие относительного движения источника волн и приёмника. Для вычисления частоты волн, которые воспринимаются приёмником, пользуются формулой:

$$v_{\text{приемн}} = v_{\text{ист}} \cdot \frac{v_{(0)} \pm v_{\text{приемн}}}{v_0 \mp v_{\text{источн}}}$$

, где $v_{\text{приемн}}$ – частота волн, воспринимаемых приёмником, $v_{\text{ист}}$ – частота волн, испускаемых источником, v_0 – скорость волны, u_0 – скорость движения приёмника волн, $u_{\text{ист}}$ – скорость движения источника волн.

Верхние знаки в числителе и знаменателе характеризуют случаи приближения друг к другу источника и приёмника УЗ-волн, а нижние знаки – случаи отдаления источника и приёмника УЗ-волн.

Эхооплерография – методика исследования скорости кровотока и движения подвижных структур организма (сердце и сосуды), основанная на применении эффекта Доплера.

В мягкие ткани с помощью неподвижного датчика излучается УЗ-волна определённой частоты v , после чего регистрируют эхосигналы, отражённые от подвижных элементов (главным образом, от эритроцитов крови) и имеющие вследствие эффекта Доплера частоту v' .

Доплеровский эффект наблюдается дважды:

- сначала датчик является источником волн частотой v , а эритроцит – приёмником. Вследствие движения эритроцит воспримет волну частотой v' .

- эритроцит отразит попавшую на него УЗ-волну частотой v' , но датчик, к которому вернётся эхосигнал, вследствие подвижности эритроцита воспримет его частотой v'' .

Диагностическим признаком является разность $\Delta v = v - v''$, которая называется *доплеровским сдвигом частоты*. Эта разность зависит от скорости движения эритроцитов, т.е. и скорости кровотока в целом.

Доплеровский сдвиг частот находится в звуковом диапазоне и может быть услышан опытным врачом с помощью специальных приспособлений. Существуют и более современные методы визуализации доплеровского сдвига частот.

Комментарии отключены

Социальные комментарии [Cackle](#)

© All-Физика, 2009-2016

При использовании материалов сайта ссылка на www.all-fizika.com обязательна.

