**Содержание**

Введение

Глава 1. Природа звука и ультразвуковой волны

Глава 2. Основные характеристики звуковых волн

2.1. Скорость звука

2.2. Распространение звуковых волн

* 1. Интенсивность звука
	2. Объективные характеристики звука
	3. Субъективные характеристики звука

Глава 3. Эффект Доплера

Глава 4. Ультразвук

Глава 5. Инфразвук

Заключение

Список использованной литературы

**Введение**

Мы живем в мире информации, и главная ее часть проходит через глаза и слух человека. Согласно исследованиям физиологов визуальная информация занимает первое место, но и слуховая не менее важна.

Мы живем в мире звуков, это и музыка и шумы разной природы, и речь, и музыка. Поэтому надо знать природу звука, уравнения и законы, которые описывают его распространения и поглощения в различных средах. Это необходимо знать людям различных профессий: музыкантам и строителям, звукорежиссерам и архитекторам, биологам и геологам, сейсмологам, военным. Все они имеют дело с различными сторонами практического распространения звука в разных средах. Распространение звука в помещениях, „ звучание ” помещений важно для строителей, музыкантов. За звуковыми сигналами сейчас исследуют пути миграций перелетных птиц биологи, находят косяки рыб в океане рыбаки. Геологи с помощью ультразвука исследуют земную кору в поисках новых месторождений полезных ископаемых. Сейсмологи, изучая распространение звуков в земле, учатся предсказывать землетрясения и цунами. Для военных большое значение имеет профиль корпусов военных кораблей и подводных лодок, ведь это влияет на скорость движения корабля и на издаваемый им шум, который для подводных лодок должен быть минимальным, всем этим и обусловлена актуальность моей работы. Развитие физики и математики сделало возможным рассчитать все это. Поэтому звуковые явления были выделены в отдельную науку, которая получила название акустики.

Целью моей работы является рассмотрение основных законов и правил распространения звука в различных средах, виды звуковых колебаний и их применение в науке и технике.

**Глава 1. Природа звука, уравнение звуковой волны**

Сначала рассмотрим природу звуковых колебаний. Как известно из физики источником любых колебаний: звуковых, электромагнитных есть волна.

Упругие волны, которые распространяются в сплошных средах, называют звуковыми. К звуковым волнам принадлежат волны, частоты которых лежит в пределах восприятия органами слуха. Человек воспринимает звуки тогда, когда на его органы слуха действуют волны с частотами от 16 до 20 000 Гц. Упругие волны, частота которых меньше 16 Гц, называют инфразвуковыми, а волны, частота которых лежит в интервале от 2 × 104 до 1 × 109 Гц – ультразвуковыми.

Раздел физики, в котором изучаются звуковые волны (их возбуждение, распространение, восприятие и взаимодействие их с препятствиями и веществом среды ) называют акустикой.

Любой колебательный процесс описывается уравнением. Выведено оно и для звуковых колебаний:

.

Развитие техники позволило проводить и визуальное наблюдение звука. Для этого используют специальные датчики и микрофоны и наблюдают звуковые колебания на экране осциллографа.

**Глава 2. Основные характеристики звуковых волн.**

**2.1. Скорость звука.**

К основным характеристикам звуковых волн относят скорость звука, его интенсивность – это объективные характеристики звуковых волн, высоту тона, громкость относят к субъективным характеристикам. Субъективные характеристики зависят в большой мере от восприятия звука конкретным человеком, а не от физических характеристик звука.

Измерение скорости звука в твердых телах, жидкостях и газах указывают на то, что скорость не зависит от частоты колебаний или длины звуковой волны, т.е. для звуковых волн не характерна дисперсия. В твердых телах могут распространяться продольные и поперечные волны, скорость распространения которых находят с помощью формул:

, ,

где Е – модуль Юнга, G – модуль сдвига в твердых телах. В твердых телах скорость распространения продольных волн почти в два раза больше чем скорость распространения поперечных волн.

В жидкостях и газах могут распространяться лишь продольные волны. Скорость звука в воде находят за формулой:

,

где K- модуль объемного сжатия вещества.

В жидкостях при возрастании температуры скорость звука возрастает, что связано с уменьшением коэффициента объемного сжатия жидкости.

Для газов выведена формула, которая связывает их давление с плотностью:

 ( 1.1 ),

впервые эту формулу для нахождения скорости звука в газах использовал И. Ньютон. Из формулы ( 1.1) видно, что скорость распространения звука в газах не зависит от температуры, она также не зависит от давления, поскольку при возрастании давления возрастает и плотность газа. Формуле ( 1.1 ) можно придать и более рациональный вид: на основе уравнения Менделеева – Клапейрона

,

тогда скорость звука будет равна:

( 1.2 ).

 Формула ( 1.2 ) носит название формулы Ньютона. Рассчитанная с ее помощью скорость звука в воздухе составляет при 273К 280 м/с. Реальная же экспериментальная скорость составляет 330 м/с. Этот результат значительно отличается от теоретического и причину этого установил Лаплас. Он показал, что распространение звука в воздухе происходит адиабатно. Звуковые волны в газах распространяются так быстро, что, что созданные локальные изменения объема и давления в газовой среде происходят без теплообмена с окружающей средой. Лаплас вывел уравнение для нахождения скорости звука в газах:

 ( 1.3 )

.Формула ( 1.3 ) получила название формулы Лапласа.

**2.2. Распространениезвуковых волн.**

В процессе распространения звуковых волн в среде происходит их затухание. Амплитуда колебаний частиц среды постепенно уменьшается при возрастании расстояния от источника звука. Одной из основных причин затухания волн есть действие сил внутреннего трения на частицы среды. На преодоление этих сил непрерывно используется механическая энергия колебательного движения, что переносится волной. Эта энергия превращается в энергию хаотического теплового движения молекул и атомов среды. Поскольку энергия волны пропорциональна квадрату амплитуды колебаний, то прираспространении волн от источника звука вместе с уменьшением запаса энергии колебательного движения уменьшается и амплитуда колебаний.

На распространение звуков в атмосфере влияет много факторов: температура на разных высотам, потоки воздуха. Эхо – это отраженный от поверхности звук. Звуковые волны могут отражаться от твердых поверхностей, от слоев воздуха в которых температура отличается от температуры соседних слоев.

**2.3. Интенсивность звука**

Для сравнения интенсивности L звука или звукового давления используют уровень интенсивности. Уровнем интенсивности называют умноженный на 10 логарифм отношений двух интенсивностей звука. ВеличинаL измеряется в децибелах. Для указания абсолютного уровня интенсивности вводят стандартный порог слышимости І0 человеческого уха на частоте 1000 Гц, по отношению к которому указывается интенсивность. Порог слышимости равен: В таблице 1 представлены интенсивности различных природных и техногенных звуков и их интенсивности.

Таблица 1.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Звук  | L, Дб | Звук  | L, Дб |
| Порог слышимости | 0 | Уличный шум  | 70 |
| Тиканье часов | 10 | Крик  | 80 |
| Шепот  | 20 | Пневматическое сверло  | 90 |
| Тихая улица  | 30 | Кузнечный цех  | 100 |
| Приглушенный разговор  | 40 | Клепальный молот  | 110 |
| Разговор  | 50 | Самолетный двигатель  | 120 |
| Пишущая машинка  | 60 | Болевой порог  | 130 |

* 1. **Объективные характеристики звука.**

Любое тело, которое находится в упругой среде и колеблеться со звуковой частотой, является источником звука. Источника звука можно поделить на две группы: источники, которые работают на собственной частоте, и источники, которые работают на вынужденных частотах. К первой группе принадлежат источники, звуки в которых создаются колебаниями струн, камертонов, воздушных столбов в трубах. Ко второй группе источников звука принадлежат телефоны. Способность тел излучать звук зависит от размера их поверхности. Чем большая площадь поверхности тела, тем лучше оно излучает звук. Так, натянутая между двумя точками струна или камертон создают звук довольно малой интенсивности. Для усиления интенсивности звука струн и камертонов их объединяют с резонаторными ящиками, которым присущий ряд резонансных частот. Звучание струнных и духовых музыкальных инструментов основано на образовании стоящих волн в струнах и воздушных столбах.

Интенсивность звука, который создается источником, зависит не только от его характеристик, а и от помещения, в котором находится этот источник. После прекращения действия источника звука рассеянный звук не исчезает внезапно. Это объясняется отбиванием звуковых волн от стен помещения. Время, на протяжении которого после прекращения действия источника звук полностью исчезает, называют временами реверберации. Условно считают, что время реверберации равняется промежутку времени, на протяжении которого интенсивность звука уменьшится в миллион раз.

Время реверберации – это важная характеристика акустических свойств концертных залов, кинозалов, аудиторий и др. При большом времени реверберации музыка звучат довольно громко, но невыразительно. При малом времени реверберации музыка звучат слабо и глухо. Поэтому в каждом конкретном случае добиваются наиболее оптимальных акустических характеристик помещений.

* 1. **Субъективные характеристики звука.**

Человек ощущает звуки, которые лежат в диапазоне частот от 16 Гц до 20 кГц. Чувствительность органов слуха человека до разных частот неодинаковая. Для того, чтобы человек реагировал на звук, необходимо, чтобы его интенсивность была не меньше минимальной величины, которая носит название порога слышимости. Порог слышимости для разных частот неодинаковый. Людское ухо имеет наибольшую чувствительность к колебаниям частотой от 1 до 3 кГц. Порог слышимости для этих частот составляет около Дж/м2с. При значительном возрастании интенсивности звука ухо перестает воспринимать колебания как звук. Такие колебания вызывают ощущение боли. Наибольшую интенсивность звука, при которой человек воспринимает колебания как звук, называют порогом болевого ощущения. Порог болевых ощущений при указанных частотах отвечает интенсивности звука 1 Дж/м2с.

Звук как физическое явление характеризируют частотой, интенсивностью или звуковым давлением, набором частот. Это объективные характеристики звука. Органы слуха человека воспринимают звукза громкостью, высотой тона, тембром. Эти характеристики имеют субъективный характер.

Диаграмма на которой представлены области частот и интенсивности,воспринимаемые человеческим ухом, называют диаграммой слуха.

Физическому понятию интенсивности звука отвечает громкость звука. Субъективную громкость звука нельзя точно количественно измерить.

Высота звука определяется его частотой, чем больше частота, тем большим будет высота звука. Органы слуха человека довольно точно ощущают изменение частоты. В области частот 2 кГц может воспринимать два тона, частота которых отличается на 3 – 6 Гц.

Тембр звука определяется его спектральных составом. Тембр – это оттенок сложного звука, которым отличаются два звука одинаковой силы и высоты.

**Глава 3. Эффект Доплера для звука**

Скорость распространения звуковых волн в среде не зависит от движения источника и приемника звука. Опыт показывает, что когда источник и приемник звука, неподвижны относительно среды, в которой распространяются звуковые волны, то частота звука, которую генерирует источник, равняется частоте, которую регистрирует приемник. Совсем другая картина, когда источник звука и приемник находятся в движении относительно среды в которой распространяется звук. При этом частота звука, которую регистрирует приемник, отличается от частоты звука, которую генерирует источник. Изменение частоты звука, который воспринимается при относительном движении источника и приемника звука, называется эффектом или явлением Доплера. Примером эффекта Доплера будет изменение частоты гудка тепловоза во время движения и в состоянии покоя.

Рассмотрим сначала случай, когда источник звука неподвижен относительно среды, в которой распространяются звуковые волны. Если частота колебаний звука υ0 и скорость его распространения в среде V, то длина звуковой волны

 .

При движении приемника со скоростью к источнику вдоль линии, которая их соединяет, скорость распространения звука относительно приемника будет равняться V +. Поскольку длина звуковой волны при этом не изменяется, то за единицу времени к подвижному приемнику придет большее количество волн, чем к недвижимому. Частота колебаний, которую регистрирует подвижный приемник, будет равна:

.

Отсюда вытекает, что приемник, который двигается к источнику звука, регистрирует большую частоту, чем частота колебаний источника звука. Если приемник звука отдаляется от покоящегося источника звука со скоростью , то скорость звуковых волн относительно приемника будет V - . Приемник звука будет регистрировать при этом меньшую частоту, чемта, которую генерирует источник звука, а именно:

Если источник и приемник звука будут двигаться одновременно, то длинна волны и скорость их распространения относительно приемника звука будут меняться. При этом частота, которую регистрирует приемник будет:

 ( 5.1 ).

Знак плюс в числителе выражения отвечает случаю, когда приемник приближается к источнику звука, знак минус – когда отдаляется. В знаменателе знаки стоят наоборот, т.е. знак минус указывает на приближение источника к приемнику звука, а знак плюс – на отдаление его от источника звука.

Если приемник или источник звука двигаются не вдоль прямой, которая соединяет их, то эффект Доплера определяется проекциями скоростей движения на направление этой прямой. Заметим, что все скорости, которые входят в формулу ( 5.1 ), определяются относительно той среды, в которой распространяется звук. Эффект Доплера наблюдается и для электромагнитных волн.

**Глава 4. Ультразвук**

Как уже отмечалось, упругие волны, частоты которых лежат в интервале от 2×104 до 109 Гц, называют ультразвуком. Весь диапазон частот ультра звуковых волн условно разделяют на три поддиапазона: ультразвуковые волны низких (2 × 104-105 Гц), средних (105 - 107 Гц) и высоких частот (107 -109 Гц).

За физической природой ультразвуковые волны такие, как и звуковые волны любой длинны. Тем не менее, вследствие более высоких частот ультразвук имеет ряд специфических особенностей при его распространении. В связи с тем, что длины ультразвуковых волн довольно малые, характер их распространения определяется в первую очередь молекулярными свойствами вещества. Характерная особенность распространения ультразвука в многоатомных газах и в жидкостях - это существование интервалов длин волн, в пределах которых проявляется зависимость фазовой скорости распространения волн от их частоты, т.е. имеет место дисперсия звука. В этих интервалах длинны волн также происходит значительное поглощение ультразвука. Поэтому при распространении его в воздухе происходит более значительное его затухание, чем звуковых волн. В жидкостях и твердых телах (особенно монокристалах) затухание ультразвука значительно меньше. Поэтому область применения ультразвука средних и высоких частот лежит в основном в жидких и твердых средах, а в воздухе и в газах применяют только ультразвук низких частот.

Еще одна особенность ультразвука – это возможность получения большой интенсивности даже при сравнительно небольших амплитудах колебаний, поскольку при определенной амплитуде плотность потока энергии пропорциональная квадрату частоты.

До важных явлений, которые возникают в жидкостях при прохождении ультразвука, принадлежит кавитация. Это получение кратковременных импульсов давления при схлопывании пузырьков воздуха.

 Для получения ультра звуковых волн используют механические и электромеханические приборы. К механическим можно отнести воздушные и жидкостные сирены и свистки. Многие вещества могут генерировать ультразвук при помещении их в высокочастотное электрическое поле, к таким веществам относят кварц, сегнетовую соль, титанат бария.

Ультразвук используют во многих областях знаний, науке и технике.Его используют для изучения свойств и строения вещества. С его помощью получают информацию о строении морского дна, его глубине, находят косяки рыб в океане. Ультра звуковые волны могут проникать через металлические изделия толщиной около 10 метров. Это их свойство положено в основу принципа работы ультра звукового дефектоскопа, который помогает находить дефекты и трещиныв твердых телах. В медицине это свойство ультразвука положено в основу работы приборов ультразвуковой диагностики, которые позволяют визуализировать внутренние органы, диагностировать болезни на ранних стадиях.

Действие ультразвуковых колебаний непосредственно на расплавы дает возможность получить более однородную структуру металлов. Ультразвуковая кавитация применяется для очищения от грязи поверхностей деталей (часовое производство, приборостроение, электронная техника и др.). На основе кавитации осуществляется металлизация тел и пайка, дегазация жидкостей. Кавитационные ударные волны могут диспергировать твердые тела и жидкости, образовывая эмульсии и суспензии.

**Глава 5. Инфразвук**

Инфразвуки – это упругие колебания, аналогичные звуковым колебанием, но с частотами ниже 20 Гц. Инфразвуки на первый взгляд занимают небольшой диапазон частот от 20 до 0 Гц. На самом деле этот участок чрезвычайно большой, поскольку «к нулю» означает практически бесконечный диапазон колебаний. Этот диапазон менее изучен сравнительно со звуковым и ультразвуковым диапазонами.

Инфразвуковые волны возникают вследствие обдувания ветром зданий, деревьев, телеграфных столбов, металлических ферм; во время движения человека, животные, транспорта; при работе разных механизмов; при грозовых разрядах, взрывах бомб, выстрелах пушек. В земной коре наблюдаются колебание и вибрации инфразвуковых частот вследствие обвалов, движения разных видов транспорта, вулканических извержений и т.п. Другими словами, мы живем в мире инфразвуков, не подозревая об этом. Такие звуки человек скорее ощущает, чем чует. Зарегистрировать инфразвуки можно только особыми приборами. Характерной особенностью инфразвука есть незначительное его поглощения в разных средах. Вследствие этого инфразвуковые волны в воздухе, воде и земной коре могут распространяться на довольно большие расстояния (десятки тысяч километров). В связи с этим инфразвук образно называют «акустическим нейтрино». Так, инфразвуковые волны (частота колебаний 0,1 Гц), что образовались при извержении вулкана Кракатау (Индонезия) в 1883 г., несколько раз обошли вокруг земного шара. Они вызвали такие флюктуации давления, которые можно было зарегистрировать обычными барометрами.

Некоторые инфразвуки человек воспринимает, но не органами слуха, а организмом в целом. Дело в том, что некоторые внутренние органы человека имеют собственную резонансную частоту колебаний 6 – 8 Гц. При действии инфразвука этой частоты возможное возникновение резонанса колебаний этих органов, который вызывает неприятные ощущения.

Исследованиями ученых разные страны установлены, что инфразвук любых частот и интенсивностипредставляет собой реальную угрозу для здоровья человека. Полученные результаты дают возможность сделать вывод, что инфразвук приводит к потере чувствительности органов равновесия тела, которое в свою очередь приводит к появлению боли в ушах, позвоночнике и повреждений мозга. Еще более пагубно влияет инфразвук на психику человека.

Свойство ультразвуковых колебаний распространяться на большие расстояния в земной коре лежит в основе сейсмологии – науки, которая изучает землетрясения и исследует внутреннее строение Земли. Кроме океанологии и сейсмологии, инфразвук применяют в работе некоторых приборов и механизмов для разных практических целей. С помощью таких приборов стараются предусмотреть землетрясения, приближение цунами.

**Заключение**

Человек живет в океане звука, он обменивается информацией с помощью звука, воспринимает ее от окружающих его людей. Поэтому знать основные характеристики звука, его подвиды и их использование просто необходимо. Использование звуковых и ультра звуковых волн находит все большее применение в жизни человека. Их используют в медицине и технике, на их использовании основаны многие приборы, особенно для исследования морей и океанов. Где из – за сильного поглощения радиоволн звуковые и ультра звуковые колебания есть единственным способ передачи информации.

Как было сказано выше человек живет в океане звука и нам также не нужно забывать и о чистоте этого океана. Сильные шумы опасны для здоровья человека и могут привести к сильным головным болям, расстройству координации движения. Поэтому нужно с уважением относится к столь сложному и интересному явлению, каким есть звук.

**Список использованной литературы.**

1. Дущенко В. П., Кучерук И. М. Общая физика. – К.: Высшая школа, 1995. – 430 с.
2. Исакович М. А.Общая акустика. – М.: Наука, 1973. – 495 с.
3. Зисман Г. А., Тодес О. М. Курс общей физики. В 3 т. – М.: Наука, 1995. – 343 с.
4. Клюкин И. И. Удивительный мир звука. – Л.: Судостроение, 1978. – 166 с.
5. Кухлинг Х. Справочник по физике: Пер. с нем. – М.: Мир, 1983. – 520 с.
6. Лепендин Л. Ф. Акустика. – М.: Высшая школа, 1978. – 448 с.
7. Яворский Б. М., Детлаф А. А. Справочник по физике. – М.: Наука, 1982. – 846 с.
8. Шебалин О. Д. Физические основы механики и акустики. – М.: Высшая школа, 1981. – 263 с.