**Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение**

**средняя общеобразовательная школа с. Селихово**

**Конаковского района Тверской области**

**Колокола**

**Открытый интегрированный урок физики, биологии, музыки в**

**8-11 классах.**

Автор: Кейля Олеся Сергеевна.

учитель физики

**2018 г**

**Колокола – устный журнал или вечер.**

**Цель:**

- Показать синтез биологии, физики, музыки;

- Раскрыть значимость звука;

- Приоткрыть окно в историю, архитектуру и атрибуты древних храмов;

- Вовлечь учащихся в активную работу на уроке;

- Развить интерес к науке, умение работать с научно-популярной литературой;

- Воспитание гражданско-патриотических чувств через физическую информацию.

- Узнать все о колоколе.

Оформление: Нотный стан на доске, колокол, формула Хладни, ТСО, проектор.

**План урока:**

1) Вступление.

2) Значение звука в жизни человека.

3) Слух и голос.

А) Ухо-приемник звука

Б) Источник звука-голос

С) Ф.Шаляпин-бас

 С.Лемешев-тенор

 Б.Тюлегенова-колоратурное сопрано

 Ю.Левитан-выразительный голос

4) Презентация «Характеристика звука, механические волны»

5) Исторические сведения о колоколе.

(Прослушивание колокольных звонов «Московский звон»,

«Ростовский звон», «Суздальский звон»).

6)Определение колокола.

7) Звуки колокола.

8) «Дома», где живут колокола.

9) Из чего льют колокола.

10)З аключение. (песня «Малиновый звон»)

 **Вступление**

 Мир, окружающий нас, наполнен различными звуками: человеческой речью, шумом, шелестом листьев, пением птиц. Человек от природы очень музыкален, он способен говорить, петь, воспроизводить звуки, Способен чувствовать ритм, подчинять свои достижения ритму. Мы выделим у человека два биофизических блока: ухо-звукоприемник и источник голоса. Вся ярчайшая палитра настроения и чувств: радость и горе, бодрость и уныние, буйство и печаль может быть выражено звуком. С чем сравниться «угроза» грома, свист соловья, звон капели, колыбельная матери, потрясающая мощь музыкальных аккордов?! С помощью звуков люди общаются, обмениваются мыслями, идеями, чувствами, информацией.

 Пример: великий композитор Л.Бетховен, когда потерял слух, воспринимал звуки рояля, пристав к нему одним концом трость, другой ее конец он держал в зубах; проводником звука было дерево.

 Юрий Левитан – выразительность голоса. Послушайте, как звучит бас Федора Ивановича Шаляпина. Этот человек обладал сочетанием талантов: певца, музыканта, актера. Своим голосом Шаляпин создавал не забываемые образы красоты и мощь его баса, поражали, не было в мире голоса с такими богатейшими возможностями. Он был равновелик и в плавной песне и мелодиях, насыщенных чувствами страстями! Тенор Лемишев нежнейшее звучание голоса Галина Вишневская, Анна Герман, Тамара Миансарова
Евгения Мирошниченко, Антонина Нежданова, Анна Нетребко, народные артистки – колоратурное сопрано. Их искусство связано с народной песней российского народа. Проникнутый лиризмом выразительные голоса рождает поэтические образы, раскрывает богатый мир чувств.

**Слуховой аппарат человека**

 Ухо- необычайно чувствительный орган. В области частот, относящихся к речи (1500Гц), ухо может воспринимать даже звуки силой 10-12Вт/м2. это порог слышимости. Когда сила звука становится равной 10-12Вт/м2, ощущения звука переходят в боль. Такую силу звука называют болевым пределом.

 Слуховой аппарат человека состоит из звукопроводящей и звуковоспринимающей части. Звукопроводящая часть (а) состоит из наружного слухового прохода Р, барабанной перепонки П, и связанных с ней трех сочлененных между собой слуховых косточек: молоточка М, наковальни Н и стремечка С, которые расположены в полости, называемой средним ухом. Стремечко плоским основанием прикреплено к перепонке, закрывающей просвет отверстия которое сообщается костной полостью- внутренним ухом.

 Внутреннее ухо, или перепоночный лабиринт представляет собой звуковоспринимающий аппарат, заключенный в костную капсулу сложной формы (б). перепоночный лабиринт состоит из преддверия В с полукружными каналами и улиткой У.

 Орган слуха одновременно служит и органом равновесия. Внутренняя полость перепоночного лабиринта заполнена жидкостью- эндолимфой, в которой взвешены кристаллики углекислой извести.

 Всякое изменение положение тела приводит их в движение, они раздражают чувствительные клетки внутренних стенок лабиринта. Раздражение передается окончаниям слухового нерва.

 Улитка - спирально завитой канал, отходящий от преддверия. Вдоль всей длины канала улитки расположен звуковоспринимающий аппарат ухо - кортиев орган, состоящий из клеток, к которым подходят разветвления волокон слухового нерва. Вдоль всей длины улитки расположены две перегородки, называемый основной и рейснеровой мембранами. Основная мембрана ОМ, натянутая вдоль всей улитки между костными выступами и внутренней и наружной стенках канала (г) состоит из эластичных волокон ( их общее число порядка 20 000) расположенных в поперечном направлении. В основании улитки эти волокна которые (длиной около 0,09мм) тонкие и более натянутые у вершины – длинные (0,5 мм) более толстые и менее натянутые (в).

 Звуковые колебания, действующие на барабанную перепонку П, через цепь слуховых косточек и перепонку овального окна передаются основной мембране. Звуковые колебания могут передаваться жидкости улитки также непосредственно через окружающие кости черепа, при этом не используется действие слуховых косточек и поэтому такая передача менее эффективна.

 Звуковые колебания, достигая основной мембраны и расположенного на ней кортиева органа, приводят их в колебания с соответствующей частотой и амплитудой. Возникающие при этом нервные импульсы передаются в центральную нервную систему.

 Способность уха различать звуки по высоте и тембру связаны с резонансными явлениями, происходящими в основной мембране. Действуя на основную мембрану, звуковая волна вызывает в ней резонансные колебания определенных волокон, собственная частота которых соответствует частотам гармонического спектра данного колебания. Нервные клетки, связанные с этими волокнами, возбуждают и посылают нервные импульсы в центральный отдел слухового анализатора, где они, суммируясь, вызывают ощущения высоты тембра звука.

 Современные исследования показывают, что механизм восприятия звука сложнее.

 В зависимости от частоты колебания распространяются только на определенную часть длины вестибулярного и улиточного хода, за счет чего колебания возникают только на соответствующей части основной мембраны.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Сила звука |  | Сила звука |
| Порогслышимости |  10-12 | Поезд экспресс | 01 |
| Тиканье ручных часов | 10-10 | Сильные раскаты грома | 1 |
| Разговор в пол голоса  | 10-8 -10-6 | Порог болевого ощущения, реактивный двигатель | 10-100 |
| Громкая речь | 10-5 - 10 -4  |
| Громкое пение | 10 -2 |

**Голосовой аппарат человека**

Голосовой аппарат человека состоит из легких ,гортани с голосовыми связками ,глоточной ,ротовой и носовой полости. Голосовые связки (С) являются звукопроизводящими частями голосового аппарата. При спокойном дыхании они вялы и между ними остается лишь узкий промежуток, так называемая голосовая щель(г). Когда воздух, выдыхаемый легкими, проходит через эту щель, голосовые связки приходят в колебания, причем частота колебания может изменяться в зависимости от степени напряжения связок, в прочем в довольно узких границах. Звуковые волны образующиеся в голосовой щели, весьма сложны и представляют собой наложения большого числа возможных тонов. Ротовая и носовая полости играют роль резонаторов. Изменяя форму этих полостей путем соответсвующего расположения языка, зубов и губ , мы можем усиливать по желанию отдельные тоны звуковой волны , идущие из голосовой щели, и произносить тот или иной звук.

 Голосовые связки с различно установленными резонансными полостями рта и глотки наиболее сильно колеблются при произношении гласных звуков. При образовании согласных звуков мягкое небо, кончик языка и губы приходят в самостоятельные колебания или сами по себе, или соединение со смесью звуков, производимых голосовыми связками образуют согласные звуки человеческой речи. Для речи человека достаточно 4-6 тонов октавы. При пении диапазон шире. Ухо- универсальный звукоприемник.

Он сконцентрировал в себе всю гамму профессий: анализатора- разделителя звуков по частям, резонатора- система, которая в следствии резонанса усиливает звук «выбирателя» звуков, «ремонтника» испорченных звуков; обеспечивает минимальные затраты энергии на передачу звука в мозг.

 Человеческий голос-чудо звук.

 Непостижимая тайна: гортань может звучать и иерихонской трубой, и трелью жаворонка. Голос-средство общения, самовыражения; это смех, плач, шепот, стон, песня. Мольба о помощи. Голос музыкален сам по себе, а в сочетании со звуком музыкальных инструментов он способен потрясать.

Грампластинки

Великая Отечественная Левитан

Таблица диапазонов звуков

|  |  |
| --- | --- |
| Мужские | Женские |
| Бас(80-350Гц) | Контралью(170-780Гц) |
| Баритон(100-400Гц) | Меццо-сопрано(200-900Гц) |
| Тенор(130-500Гц) | Сопрано(250-1000Гц) |
|  | Высокий сопрано(260-1400Гц) |

Ф. Шаляпин – бас
 Сочетание талантов певца, музыканта актёра. Голос его создавал не забываемые образы. Красота и мощь его баса, поражали. Голос -обладал богатейшими возможностями.

С. Лемишев- тенор

Анна Герман – высокое колоратурное сопрано.

 Народная артистка СССР ее искусство связано с народной русской песней.

Лиризм , выразительность голоса Анна рождает образы , раскрывает мир чувств.

Соловей, кукушка -голоса птиц .

Биоритмы рыб (сом, хромис, красавел).

Угадай мелодию .

 **<Колокола, колокола >**

«Vivos voco. Mortuos plango. Fulgura frango». (Зову животных . Оплакиваю мертвых. Ло-маю молнии.)

Надпись на колоколе. 1486 г.

 Этот урок может быть связан с изучаемой а IX классе темой 2 «Звуковое волны» или с повторением аналогичного материала в XI классе . Урок дает прекрасную возможность использовать физическую информацию для пробуждения у учащихся патриотических и гражданских чувств; сделать это можно через обращение к истории, архитектуре и атрибутам древнерусских храмов. Колоколов, его чарующий звон-это один из символов Руси, ее силы, веры в будущее и памяти о прошлом.

Чистый месяц в росы пал.
Белый, стольный град Владимир
Звон неведомый, родимый
Над землею рассыпал.

Перворолен и силен,

Плыл он, ритмом покоряя,

Плыл, как будто укоряя,

Из Владимирских времен.

И внимал я – внук славян-

Чуду с гордостью и грустью,

Благовест летел над Русью,

Новый день благословлял.

 *А. Пономарёв*

**Некоторые исторические сведения**

* О колоколах в России в первые упоминается в летописях 988г.
* Колокола помещали в звонницах храма, но очень часто – на специальных сооружениях рядом с церковью- колокольнях( с XIX в.).
* В Москве до революции 1917 г. Насчитывалось примерно 4000 храмов. На их звонницах и колокольнях было по 5 – 10 колоколов , иногда и больше; для разных случаев – праздник, будни, беда- использовались разные колокола.
* На колокольне Ивана Великого Кремле, построенной в 1505-1058 и имеющей высоту 81м, было 52 колокола (впоследствии- 37).
* Колокола часто давали имена Медведь, Реут, Сысой, и др.
* Колокола были больше и малые Мааса некоторых больших колоколов такова: Лебедя (сделанного в 1500 г.)- 2200пудов (36,08 т), Большого Успенского (1654 г.)- 8000 пудов (131,2 т).
* Огромнейшим и единственным по своей величине во всем мире считается московский Царь – колокол (1735г) ; его масса свыше 12000 пудов (196,8 т ).
* Звон колокола издревле был голосом Родины. Он воспевал ее силу и красоту, он напоминал о долге перед ней. А если колокол умолкал – это значило, родину постигло несчастье. Колокола покоренного города были желанными трофеями для победителей. Их срывали с колоколен и звонниц их разрушали, их переплавляли на пушки и монеты.Большей кары, чем лишение колокола , не было для опального города.

Колокольные звоны были предметом многократного воспроизведения и воспевания в различных областях искусства – литературе, поэзии, живописи, музыке. Отечественные композиторы часто включали колокольные звоны в свои произведения: вспомним М.Мусоргского и его оперы «Хованщины» , «Борис Годунов», а также М.Глинку с оперой «Жизнь за царя» , А.Бородина с «Князем Игорем». Н.А. Римского-Корсакова и его оперы «сказка о царе Салтане» и «Псковитянка» ( для постановки последней Большой театр в начале ХХ в. Приобрел колокол массой 170 пудов)
*Музыкальная вставка*Прослушивание колокольных звонов Троице-Сергиевой лавры, находящейся в г. Сергиев Посад Московской обл. (Сергиев монастырь был основан в ХIV в., лаврой называется с 1744 г., когда стал резиденцией московских метрополитов). – грамзапись пластинка «Колокольные звоны» (Мелодия, 1980).
Что такое колокол?
***Колокол*** – это
Самозвучащий сигнальный музыкальный инструмент – такое научное определение дает Энциклопедический словарь; «опрокинутая чаша с малиновым звоном» - определение второе , поэтическое; один из древнейших символов православной Руси, а ныне еще и примета ее возрождении – определение третье; металлическая чаша 1,перевернутая вверх дном, внутри которой по центру дна подвешен металлический «язык» (рис.1); при их взаимном перемещении (например, движении « языка» при помощи веревки) происходит удар о стенку чаши, и та издает звук. Это – четвертое определение, определение – описание.
Звук колокола
Попробуем разобраться, каким образом создается колокольный звук , как мелодия звона связана с размерами , формой колокола, т.е. рассмотрим два вопроса: 1) акустика колоколов и 2) из чего льют колокола.
У каждого колокола свой тон, соответствующий высоте его звучания, и богатый, характерный только для него набор добавочных тонов - более низких и более высоких. Именно они и создают разнообразие тембров, по которым различают голоса колоколов с одинаковой высотой основного тона.
Рассмотрим физический механизм звучания. При ударе языком колокола о стенку бронзовой чаши возникает её упругое дрожание, которое представляет собой сумму многих собственных колебания можно сделать видимыми, если перевернуть чашу, залить её водой, насыпать на поверхность воды равный слой лёгкого мелкого порошка, например ликоподия, и возбудить колебания. Колеблющийся участок борта звучащей чаши отгонит от себя лёгкие частицы, покоящиеся- оставит эти частицы в покое. В результате на поверхности воды получаются своеобразные <<звёзды>> (рис.2). Они вырисовываются при любом уровне воды. Это означает, что стенка колеблющегося колокола разделена <<меридианами покоя>>, число которых может быть 4, или 6, или 8, или 10. В те моменты, когда в одном из секторов стенка << вспучивается>>, в соседних - она в покое.
Но есть и другие виды колебаний колокола. Чтобы представить их, перейдём от объёма к полости: мысленно превратим колокол в круглую полоску металлическую пластину. Закрепим её в центре, насыпаем тонкий ровный слой песка и приведём в колебательное движение, проведя по краю пластины смычком. На поверхности пластины образуется песчаные узоры - фигуры Хладни (рис.3), названные по имени изучавшего их немецкого учёного Э.Ф. Хладни.
Причина их образования – собственные колебания пластины: колеблющиеся секторы пластины, вспучиваясь, стряхивают с себя песок, и он собирается вдоль линии покоя. Хладниевые фигуры, таким образом, свидетельствует о том, что пластина разделена не только меридианами, но и параллелями покоя. Каждому сочетанию меридианов и параллелей покоя сочетанию меридианов и параллелей покоя соответствует своя частота колебаний: более высокими частотам соответствует более дробная сетка линий покоя. Аналогичные эксперименты были проделаны и с колоколом. Звучащие участки стенок колокола и линии покоя можно обнаружить экспериментально и с помощью резонаторов Гельмгольца – прибора, представляющего собой сосуд сообщающийся с внешней средой посредством небольшого отверстия или трубки и имеющий собственную частоту колебания fp; если его поместить в звуковое поле с частотой тоже fp; то в нём благодаря резонансу возникнут колебания, амплитуда которых во много раз превысит амплитуду звуковых колебаний поля. Можно даже составить << карту>> звучания колокола.
Звучащие участки можно найти даже на ощупь, если размеры колокола велики и велика амплитуда колебаний.
О колебаниях стенок колокола даёт представление и (рис. 4).
Вернёмся к пластинке. При колебаниях её участки упруго деформируются, в ней возникают механические напряжения, приводящие к превращениям кинетической энергии в потенциальную и обратно. Соразмерив обе энергии, можно получить формулу для вычисления частоты колебаний пластинки. Её впервые вывел Хладни; она показывает, что частота звуковых колебаний v пластины прямо пропорциональна её толщине / и обратно пропорциональна квадрату диаметр L, а также зависит от модуля упругости металла E и плотности металла p:$\~$i/L2 $\sqrt{E}/$p
Если применить эту формулу к колоколу, то надо учесть, что 1 – толщина стенки колокола заметно меняется вдоль его профиля, а место L в формуле с равным правом может занимать как диаметр, так и высота колокола.
 Эту формулу можно использовать для сравнения высот основных тонов. Если взять геометрически подобные колокола, изготовленные из одного металла. Это имеет большое практическое значение: приняв, например, за единицу диаметр колокола с основным тоном «до», можно получить таблицу соотношений частот основного тона и размеров колоколов.

 Анализ формулы Хладни приводит к ещё одной важной закономерности: оказывается, масса колокола связана с частотой основного тона соотношением: m~1/v в кубе. Отсюда vв кубе~1:m, или v~ корень кубический а в нём 1:m.

 На протяжении многих веков литейщики колоколов искали решение вопросов,: какими должны быть пропорции между размерами и массой, толщиной стенок в разных сечениях, какой быть форме колокола, чтобы получить гармоническое звучание, т.е. такое при котором добавочные тоны (обертоны) гармонич6о сочетаются с основным, создавая единое прекрасное целое. Все практические находки тщательно записывались, составлялись таблицы размеров, масс, состава металла. Эти сведения часто хранились в секрете. Основные таблицы были сделаны в XVI в. Но только в XVIII в., удалось найти такую «правильную» форму колокола, при которой он звучал особенно гармонично: было значительно расширенно основание и наращена нижняя часть, ей предан вид заострённой массивной «губы». Выработался тип русского колокола. В нём диаметр нижней части равен высоте колокола, а диаметр верхней части-половине диаметра нижней. (Отметим для сравнения: китайский колокол более сжат внизу и даёт глухой звук.) В это же время литейщики пришли к выводу, что при таком профиле колокол может давать, совмещая, три гармоничных тона, но при этом сила трезвучия поглощает добавочный тон.

 Несколько слов о «языке» колокола. «Язык» изготавливают из железа. Масса его обычно составляет 1/25 от массы колокола (для больших колоколов это отношение меньше). Форма может быть различной: она зависит от способа возбуждения звука, раскачивают ли язык или раскачивают колокол; первый способ-русский, второй - западноевропейский.

 В начале XX в. по количеству, качеству и величине колоколов, гармонии даваемым им звуков Россия занимала в мире первое место.

 Обратим теперь внимание на явление резонанса. Мы уже говорили о том, что для составления «карты звучания» колокола применяют резонаторы Гельмгольца, в основе действия которых лежит резонанс. Однако есть более важное применение резонанса в колоколах, и состоит оно в следующем.

 Устройство колокола таково, что его звучание-дуэт металла и столба воздуха в нём, который приходит в колебательное движение с частотой, равной частоте колебаний стенок, совершая вынужденные колебания. Чтобы собственная частота колебаний столба воздуха совпадала с частотой колебаний стенок колокола, столб должен иметь определённые параметры и ударять по нему надо в определённый момент. Благодаря резонансу возрастают амплитуду и энергия звуковой волны и, как следствие, -громкость звука.

В зоне(звуке) колокола, т.е. в его звуковом спектре, присутствуют неслышимые звуки- ультразвук и инфразвук. Наше ухо не принимает их, но человек -биологическая система, и потому, так или и6аче, отзывается на из воздействие. Не потому ли, когда бьют колокола, в душе возникает ощущение торжественности, причастности к чему-то духовно-высокому и светлому, ощущение неразрывной связи со своей Родиной, со своим народом, его историей и традициями; или, наоборот, душой овладевает печальные, тревожные чувства, невыразимо щемящие сердца?

**«Дома», где живут колокола и рождаются звуки.**

Колокола, как мы уже говорили, размещаются на колокольнях -специальных башнях с открытым верхним ярусом, стоящих рядом с храмом, или на звонницах -особых надстройках с проёмами на самом храме. Колокольня Ивана Великого в московском Кремле (построенная в 1505-1600 гг). В их устройстве тоже используется явление резонанса, причём с давних времён. Так, в верхней части колоколен и звонниц, их шатрах 1 располагаются «слухи» 2-отверстия (окошечки, убывающие по величине к вершине) для резонанса звука. Размер отверстий делаются та5ими, чтобы частота колебаний столба воздуха в них совпадала с частотой звучания колокола («звона») 3. Кроме того, в толщу стен барабанов 4 иногда встраивают пустые глиняные кувшины или горшки-«голосники», которые выполняют такую же роль, как и «слухи».

В роли резонатора выступает также просторное и пустое пространство первого этажа звонницы, а в колокольне – весь внушительный по высоте (не в один десяток метров) столб воздуха в ней.

На звонницах и колокольнях размещали обычно сразу несколько колоколов, например ,на звоннице Ростовской соборной церкви их было 13. Звон каждого дополняют звучание других , создавая согласие и гармонию звука , неповторимую мелодичность и выразительность . Такая музыкальность обеспечивается ещё и тем, что профили колоколов (их форма ) несколько отличилась , друг от друга; как именно –это мастера обыкновенно держали в секрете.

Русские зодчие умело использовали для усиления и создания особенностей распространения звука окружающий ландшафт (вид местности ). Обратимся , например, к Ростовской звоннице , что находится в Ярославской обл., в г . Ростов Великий; построена она в XVII в. Звук её колоколов , усиленный в пространстве первого этажа, беспрепятственно устремляется наружу , плавно «переливается» через некрутой склон , на котором возвышается вместе с Ростовским кремлем звонница , и сразу же оказывается в другом «резонаторе», ещё более внушительном по размерам- пространстве над гладью озера Неро. Здесь звон колоколов становится особенно мягким и мелодичным.

**Из чего льют колокола**

Многовековой опыт русских мастеров показал, что из всех материалов наилучший для изготовления колоколов – бронза, состав которой: 4 части меди и 1 часть олова (80 и 20% соответственно ). Этот сплав слабо рассеивает механическую энергию за период колебания: у бронзы доля рассеяния наименьшая – 0,005, в то время как у меди -0,03, латуни -0,015,стали -0,035.

Другие физические характеристики бронзы таковы:

Плотность р=8800 кг/м кубический ,

Модуль Юнга Е=1,0\*10 в 11 Н/м в квадрате ,

Температура плавления tпл=880 градусы Цельсия,

Твёрдость по Бринеллю 7,5\*10 в 8 Н/м в квадрате.

Медь и олово –оба мягких материала, но в сплаве делаются твёрдыми. Цвет сплава -серовато –стальной, вид – однородный. В сплаве присутствуют и примеси (этого просто не избежать): небольшое количество свинца (около 2%), цинка (1,2%),железа (1,2%); но это вредные примеси: так , наличие свинца снижает звонкость и твёрдость. При литье колоколов важно соблюдать процентное соотношение олово и меди в материале, поскольку избыток олово придает колоколу звонкость, но делает бронзу более хрупкой.

**Ультразвук**

Ультразвуком называют неслышаемые ухом колебания частотой свыше 15 кГц. Ультразвук присутствует в шуме ветра и водопада, в звуках, производимыми живыми существами. Насекомые (сверчки, кузнечики) воспринимают ультразвук. Восприятие в диапазоне частот 100 кГц обнаружено у многих грызунов. Собаки слышат подобные колебания. Ультразвук излучают и воспринимают дельфины и киты.

При помощи ультразвука можно смешать ртуть с водой, масло с водой. Ультразвуковое измельчение формакологии – для приготовления лекарств.

Маленькие рыбки, головастики, инфузории погибают под действием ультразвукового излучения .

Ультрозвуковая биолокация позволяет диагностировать злокачественные опухоли, опухоли мозга и инородные тела. Стерилизация хирургических инструментов лекарственных веществ , рук хирургов и сестер для ингаляций. Ультразвук в ортопедии проводится резка и сварка костей, причем , рассечение костных тканей происходит безосколочно . При операциях на плерве легких , бронхах и сосудах , инструменты- длинные и гибкие ультрозвуковые волноводы , в глазной хирургии, наблюдения за состояния плода за несколько месяцев до рождения даже определяется пол человека.

**Экология**

Шум вызывает у человека раздражение, бессонницу, ослабляет слух, отрицательно воздействует он и на растительный и животный мир; иногда он может быть причиной оползня.

Все больше и больше электрических приборов входят в наш быт. Но все ли они улучшают наше здоровье? Вовсе нет. Работа многих из них облегчает труд, создает комфорт, но отрицательно сказывается на самочувствии человека, так что весьма часто за комфорт мы платим здоровьем.

Громкость (Дб –децибел) 0-130 диапазон (Дб) санитарные нормы для уровня допустимого шума не должна превосходить 30 -40 Дб – уровень речи при беседе.

 Последствия шума накапливаются постепенно в организме – шумовая болезнь , симптомами которой являются высокое артериальное давление крови, повышается нервная возбудимость, тугоухость, плохой сон.

**Звук и цвет**

 Связь между звуком и цветом наиболее ярко выражена в явлении цветомузыки. Цветомузыка была близка к композитору Н.А. Римскому-Корсакову, который предпочитал создавать свои произведения в определённых для данного цвета тональности.

 Музыка цвета – основной элемент в картинах художника Н.К. Рериха. Цветомузыкальное воздействие масштабного удалось достичь А.Н. Скрябину в симфонической поэме «Прометей» для усиления воздействия музыки он ввёл в состав оркестра орган, колокола, использовал звучание хора и спец освещение «Партии цвета».

 Чувствительность человеческого глаза и уха взаимосвязаны . Медики давно установили, что мажорная музыка ускорят выделение в организме пищеварительных соков. Оказывает возбуждающее действие на человеческий организм. Мелодичная музыка вызывает замедление дыхания. Это не случайно.

**Инфразвук : физика и биология.**

 Впервые биологическое действие инфразвука обнаружилось, по-видимому, в театре. Режиссер однако спектакля попросил известного физика Роберта Вуда помочь в усилении нужного эффекта поступи веков. Вуд приспособил для этой задачи очень большую трубу типа органной и обеспечил возбуждение в ней колебаний. Эффект превзошёл все ожидания – зрители в панике бросились к выходу из зала. Так гласит легенда. Хотя в известном русскоязычном варианте биография Роберта Вуда это история не фигурирует.

Известны скандальные опыты профессора Гавро. Им был создан мощный инфразвуковой излучатель, напоминающий обычный свисток, но исполинских размеров. После включения излучателя (даже не на неполную мощность) в цехах небольшого завода, расположенного от него на расстояние примерно 30 км, началось необъяснимая паника. Все рабочие бросились убегать из зданий. Проведённый впоследствии опрос показал, что у людей возникло ощущение, что здания вот-вот разрушатся, что надо быстрее спасаться и т.д. – Эффект горы мертвецов связан с непонятными смертями туристов в одном определённом месте. Это место-нора Холат-Сяхыл на Северном Урале. Её высота 1079 м. На склоне этой горы в разное время погибли минимум три группы туристов. При очень странных обстоятельствах… Последнее сообщение датируется 2003 г. : разбился ещё один вертолёт , люди спаслись чудом. В море наблюдаются не менее загадочные события. Их можно разделить на две группы. Первая-странное исчезновение экипажей с вполне исправных морских судов(основа легенд о Бермудском треугольнике). Вторая-гибель экипажей(основа знаменитой легенды о Летучем Голландце).

 Понятие «Бермудский треугольник» возникло из-за трагедий в воздухе. В декабре 1945 г. Шесть самолётов «Эвенджер» вылетев на учебное задание с авиабазы Форт-Лодердейл не смогли вернуться на базу. Географически «Бермудский треугольник» располагается между Бермудскими островами и Южной оконечностью П-ва Флорида и островом Пуэрто-Рико. Однако именно через эту зону проходят знаменитые тропические ураганы с женскими именами, которые приводят иногда к страшным разрушениям на суше. Кроме «Бермудского треугольника» существует «Море Дьявола» юго-восточнее Японии.

Легенды о «Летучем Голландце» появились из-за обнаружения в море судов с мертвым экипажем. В популярных публикациях часто фигурирует трагедия парусного судна Мальбора вышедшего в 1890 г. Из Новой Зеландии в Англию. Путь пролегал в обход огненной Земли. Именно здесь судно видели в последний раз. Затем его снова увидели через 23 года. Обнаруживший корабль капитан составил подробный отчёт. В отчёте указывалось, что на судне сохранилось большинство скелетов членов экипажа, причём они располагались как бы на своих рабочих местах. Сама по себе легенда о Летучем Голландце в большей степени привязана к мысу Доброй Надежды. Здесь действительно находится один из ромбов А. Сандерсена.

 Естественный инфразвук возникает повсюду и в море и на суше. Чаще всего исходной причиной его формирования является ветер. Под землёй инфразвук может формироваться вследствие так называемых микросейсм.

 В море частный диапазон генерируемых колебаний зависит от скорости ветра. Инфразвуковой голос моря впервые был выявлен В.В. Шулейкиным в 1930 году. Интенсивность генерируемого инфразвука в штормовых зонах моря оценивается как 5Вт/м. Кроме физического источника генерации, связанного с ветровыми, в океане выявлен мощный биологический источник инфразвука. Это- китообразные.

 **Заключение (Эпилог).**

 В колоколе воедино слиты история и наука, любовь к Родине и знаниям мастеров колокольного дела и песни и душа народа. Звучит песня «Малиновый звон».