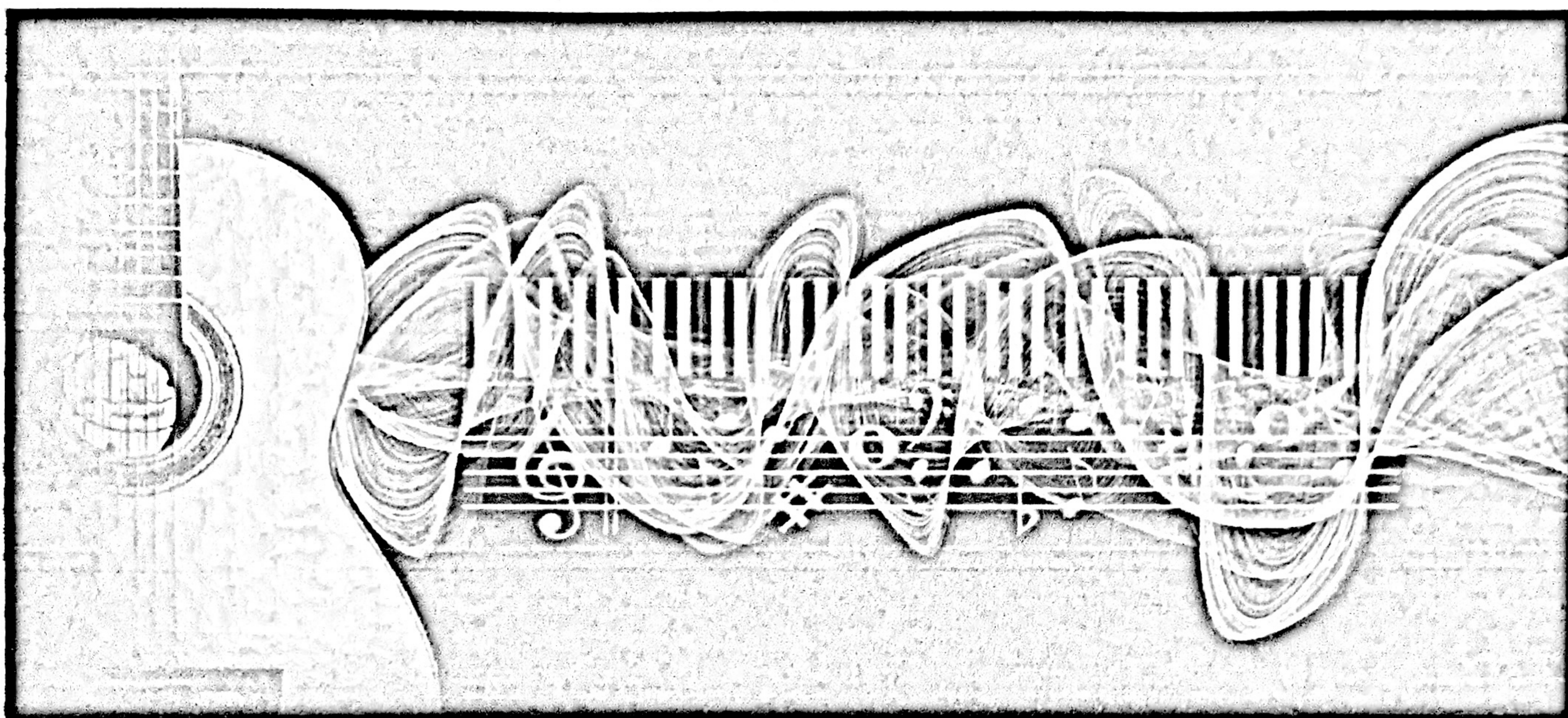


**Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
«Гудермесская Гимназия №3 им. Даны Дадаговой»**

***Изучение звуковых колебаний на
примере музыкальных инструментов***

Исследовательская работа



Выполнила: Шехмурзаева Лаура

ученица 9 А класса

Научный консультант: Мусаева Л.Л.

Оглавление

Введение.....	3
Основная часть	4
1. Музыка и физика	4
1.1 Звук.....	4
1.2 Инфразвук. Ультразвук. Резонанс и энергия	5
1.3 История гитары.....	7
1.4 Устройство блок-флейты и колебания столба воздуха	11
1.5 Устройство гитары и колебания струны	13
1.6 Устройство скрипки и резонансная частота.....	14
1.7 Пойду ль я, выйду ль я	15
Заключение	17
Список использованных источников и литературы	18

Введение

Есть ли связь между физикой и музыкой, кроме той, что некоторые физики музицируют, а некоторые музыканты способны к физике?

Конечно! Например, гитара. С одной стороны, это музыкальный инструмент, но с другой, это физический прибор – сложный генератор звука, т.к. самый простейший – это голосовые связки. И то и другое представляет собой в основе – колеблющуюся струну. Или, флейта. В ней звук рождается из-за колебаний столба воздуха в канале трубы.

Музыка занимает в жизни человека большое место, будь то классическая или рок-музыка. При ее прослушивании, в головном мозге человека происходят различные процессы, вызывающие синтез различных гормонов, в том числе гормона счастья. И удивительно, что все это происходит в результате физического явления.

Цель работы: Исследовать связь между звуком и музыкой.

Задачи:

- исследовать характеристики звуков;
- изучить историю возникновения музыкальных инструментов - гитары, флейты и скрипки;
- узнать механизмы звукообразования музыкальных инструментов и понять их акустические параметры;
- разобраться в характеристиках музыкального звука;
- попытаться «разъять» мелодию на звуки отдельных частот.

Основная часть

1. Музыка и физика

1.1 Звук

При вибрации какого-либо упругого тела, например, струны, в окружающем его пространстве возникают колебания, которые распространяются в пространстве, благодаря упругим свойствам среды. Эти колебания называются звуковыми волнами. Они распространяются от источника звука по всем направлениям (то есть, каждая отдельная волна представляет собой быстро расширяющуюся сферу повышенного или пониженного давления).

Если понимать слово «звук» как ощущение, то можно сказать что, звуковые волны улавливаются слуховым органом и вызывают в нем раздражение, которое передается по нервной системе в головной мозг, создавая ощущение звука. При этом некоторые диапазоны звука мы можем не слышать. Человек улавливает звук (слышит) только колебания с частотой от 16 Гц до 20 кГц (в иных источниках до 15кГц). Всё, что ниже 16Гц называют инфразвуком, а всё что выше 20кГц – ультразвуком.

В отдельном звуке человеческое восприятие выделяет четыре основных свойства – громкость, тембр, высота, и длительность.

Громкость звука определяется энергией колебательных движений, то есть амплитудой колебаний. Чем шире амплитуда колебаний, тем громче звук, и наоборот.

Высота звука определяется частотой колебаний вибрирующего тела. Чем чаще колебания, тем выше звук, и наоборот.

Тембр звука определяется формой звуковой волны и зависит от количества и силы призвуков.

Тембром называется качественная сторона звука, его окраска. Для определения особенностей тембра в музыкальной среде применяются слова

из области ощущений, например, говорят: звук мягкий, резкий, густой, звенящий, певучий и т. п. Каждый инструмент или человеческий голос обладает характерным для него тембром, и даже один инструмент способен издавать звук различной окраски.

Различие тембров зависит от состава частичных тонов (натуральных призвуков или обертонов), которые присущи каждому источнику звука.

Длительность звука – это продолжительность колебаний источника звука. Если звучит струна, предоставленная собственной инерции, то длительность звучания пропорциональна амплитуде колебаний в начале звучания.

1.2 Инфразвук. Ультразвук. Резонанс и энергия

Инфразвук.

Инфразвук представляет собой звуковые колебания с частотой ниже 25 Гц, которые уже не может воспринять человеческое ухо. Колебания в этом диапазоне вызываются, например, землетрясениями и распространяются в толще Земли. В воздухе инфразвуковые колебания распространяются при взрывах. Хотя ухо не воспринимает инфразвук, иногда можно ощутить волны давления, которые его сопровождают.

Ультразвук.

Ультразвук – это колебания с частотой выше 20 кГц – верхнего предела, доступного уху большинства людей. Ультразвук проходит через жидкие и твердые тела с меньшими потерями энергии, чем слышимый звук. Именно поэтому локационное оборудование работает в ультразвуковом диапазоне. Ультразвук также используется в медицине, поскольку, в отличие от рентгеновских лучей, его волны не оказывают вредного влияния на ткани. Специальное устройство, сканер, направляет волны на определенную часть тела, и они отражаются от исследуемого органа. Ультразвуковое эхо позволяет выявить трещины в сварных соединениях, в частности в трубопроводах.

Мощные ультразвуковые колебания дробят камни в почках на мелкие осколки, которые выносятся мочой. В ультразвуковых ваннах, наполненных водой, легко отмыть покрытое коркой грязи лабораторное оборудование.

Резонанс и энергия.

Если качели на детской площадке подталкивать, когда они будут в высшей точке, то амплитуда, с которой они раскачиваются, быстро возрастает. Увеличится и энергия колебаний. Тот же эффект можно обнаружить, попробовав петь в облицованной кафелем ванной. Энергия звуковых колебаний распространяется по помещению и почти целиком отражается от стен. Ноты определенной частоты будут звучать громче и дольше, чем другие. Это объясняется тем, что звучащие громко ноты совпадают по частоте с резонансной частотой воздуха в ванной комнате, т.е. тело, колеблющееся с определенной частотой, может вызывать колебания другого тела, которому свойственна эта частота.

В случае с качелями толкающий их человек становится возбуждающей силой системы. В примере с ванной возбуждающей силой является голос. В обоих случаях амплитуда и энергия колебаний быстро возрастают, когда частота возбуждающей силы совпадает с их собственной частотой. Резонанс может приносить вред (известны случаи обрушения мостов) и пользу (например, в радиотехнике).

Какой звук может считаться музыкальным, а какой напротив, нельзя считать музыкальным?

Звук музыкальный — это звук, который обладает:

определённой высотой (высота основного тона обычно от до субконтроктавы до до — ре пятой октавы (от 16 до 4000 — 4500 Гц);

тембром, который определяется присутствием в звуке обертонов и зависит от источника звука. По тембру звуки очень разнообразны;

громкостью, которая не может превышать порога болевого ощущения;

длительностью.

Физическая особенность музыкального звука состоит в том, что звуковое давление в нём является периодической функцией времени.

Важной характеристикой звука считается его спектр - совокупность простых гармонических (синусоидальных) колебаний, на которые раскладывается звук, представленный чаще всего графиком соотношения амплитуд (образно выражаясь, размахом скачков) и частот (количеством скачков за единицу времени) этих колебаний. Звук сплошного спектра слышится как шум. Все музыкальные звуки имеют линейчатый (или комбинированный, очень близкий к линейчатому - у фортепиано, к примеру) спектр.

1.3 История гитары

Гитара – струнный щипковый инструмент из семейства лютневых. Слово «гитара» - санскритского происхождения (от слова «кутур», что означает «четырёхструнный»).

История ее возникновения уходит в глубь тысячелетий и ведет свое начало от колыбели человеческой цивилизации – Древнего Востока. В XVI в. в Испании гитара становится подлинно народным инструментом; к четырем струнам, известным еще с древних времен, прибавляется пятая, и с этого времени гитара получает испанский строй (E, H, G, D, A) и название испанской гитары. Струны на ней были сдвоенными, и только первая оставалась иногда одинарной. Пятиструнная гитара начинает успешно конкурировать с популярными в то время лютней и виуэлой, своими ближайшими родственниками. Появляются учебные пособия и табулаторные сборники (табуляторы – запись музыки, распространенная до начала XVIII века), где печатались старинные испанские танцы: чаконь, пассакалии, сарабанды, фолии, а также испанские песни и романсы.

В конце XVIII века гитара приобретает современный внешний вид: добавляется шестая струна (E), сдвоенные струны заменяются одинарными. С этого времени гитара начинает свое триумфальное шествие по странам мира. В первой половине XIX в. в Европе наступает «золотой век» гитары.

Для нее пишут музыку такие замечательные композиторы, как Ф.Шуберт, Г.Берлиоз, К.М.Вебер.

Гениальный скрипач Н.Паганини был также прекрасным гитаристом. Многие его современники считали, что своим блистательным мастерством он в определенной мере был обязан гитаре, и так как многие технические приемы перенес с нее на скрипку. Паганини написал для гитары 140 сольных пьес, две сонаты для гитары и скрипки и много других произведений.

В это время выдвигается целый ряд выдающихся исполнителей – виртуозов и композиторов, поднявших искусство игры на гитаре на небывалую высоту и заложивших фундамент классической музыкальной литературы для нее.

Ведущее место среди гитаристов XX столетия заслуженно принадлежит великому испанскому музыканту Андресу Сеговии (1894 – 1987)

Он был прекрасным педагогом и исполнителем. Благодаря нему гитара стала звучать в самых больших и престижных залах мира. В наши дни мы можем наслаждаться игрой его учеников и последователей: Джулиан Брым, Алириу Диас, Девид Рассел и многих других.

Неоценимый вклад в развитие гитарного искусства внесли испанский гитарист – виртуоз Франсиско Таррега, его ученики Эмилио Пухоль, Мария Луиза Анидо.

История флейты

В греческой мифологии изобретателем флейты считается сын Гефеста Аргал. Древнейшей формой флейты, по-видимому, является свисток. Постепенно в свистковых трубочках стали прорезать пальцевые отверстия, превращая простой свисток в свистковую флейту, на которой уже можно было исполнять музыкальные произведения.

Продольная флейта была известна в Египте ещё пять тысяч лет тому назад, и она остаётся основным духовым инструментом на всём Ближнем

Востоке. Продольная флейта, имеющая 5-6 пальцевых отверстий и способная к октавному передуванию, обеспечивает полный музыкальный звукоряд, отдельные интервалы внутри которого могут меняться, образуя различные лады посредством перекрещивания пальцев, закрытия отверстий наполовину, а также изменения направления и силы дыхания.

Поперечная флейта с 5-6 пальцевыми отверстиями была известна в Китае по меньшей мере 3 тысячи лет назад, а в Индии и Японии — более двух тысяч лет назад.

В Европе в период Средневековья были распространены, в основном, простые инструменты свисткового типа (предшественницы блок-флейты и флажолета), а также поперечная флейта, которая проникла в Центральную Европу с Востока через Балканы, где до сих пор остается самым распространенным народным инструментом.

К концу XVII века поперечная флейта была усовершенствована французскими мастерами, среди которых выделяется Оттетер, которые, в частности, добавили к шести пальцевым отверстиям клапаны для исполнения полного хроматического звукоряда. Обладая более экспрессивным звучанием и высокими техническими возможностями, поперечная флейта вскоре вытеснила продольную (блок-флейту) и к концу XVIII века заняла прочное место в симфоническом оркестре и инструментальных ансамблях. Между 1832 и 1847 Теобальд Бём усовершенствовал инструмент, который с тех пор уже относительно мало изменился. Он ввёл следующие наиболее важные новшества:

- 1) расположил большие пальцевые отверстия в соответствии с акустическими принципами, а не удобствами исполнения
- 2) снабдил инструмент системой клапанов и колец, помогающей закрывать все отверстия
- 3) использовал цилиндрический канал старых времен, но с параболической головкой, что улучшило интонацию и выровняло звучание в разных регистрах

4) перешёл на использование металла для изготовления инструмента, что по сравнению с деревянным инструментом усилило блеск звучания.

Флейты обычно делались из серебра, хотя некоторые исполнители все ещё предпочитали дерево; в XIX веке были популярны также инструменты из стекла и слоновой кости.

История скрипки

Скрипка – долбленое деревянное корытце, покрытое плоской пластинкой, три струны, лукообразный смычок, стянутый на концах пучком волос из конского хвоста, - этот народный инструмент славянского происхождения стал древним предком теперешней скрипки, одного из главных инструментов симфонического оркестра.

Два-три исполнителя, и уже звучала на открытом воздухе зажигательная танцевальная мелодия. Бродячие музыканты, странствуя из города в город, из страны в страну, играли на народных скрипках, на ярмарках. И до сих пор ещё звучат в деревнях Белоруссии и на Смоленщине народные ансамбли из двух скрипок.

Смычковые были известны на Руси издавна. В северной башне Софийского собора в Киеве, построенного в XI в., есть фреска с изображением музыканта, играющего на смычковом инструменте. Исполнитель держит его у подбородка, наподобие скрипки.

Но ее не пускали во дворцы, где звучал приглушенный голос виолы. Впервые скрипка вошла в оркестр только в «хоре конюшни» - оркестре, сопровождавшем королевскую охоту.

Первые скрипки появились во Франции и Италии в начале XVI в. Вскоре их стали изготавливать по всей Европе. Но лучшими скрипками славилась Италия, давшая миру выдающихся скрипичных мастеров: Н. Амати, А. Гварнери, А. Страдивари. Их скрипки из хорошо высушенных, покрытым лаком пластинок клена и ели запели красивее самых прекрасных

голосов. На инструментах, созданных руками этих гениальных мастеров-волшебников, играли и поныне играют выдающиеся скрипачи мира.

Скрипка имеет 4 струны, каждая из которых обладает своей неповторимой звуковой окраской. У верхней она блестящая и яркая, две средние струны имеют более нежный, поэтический тон (третья – более напряженный, вторая – мягкий), а нижняя – «басок» - обладает сочностью тембра и силой. Технические возможности скрипки велики: она – самый подвижный и гибкий инструмент среди смычковых. Приемы игры на ней совершенствовались вместе с искусством отдельных виртуозов. Особенно сильно расширил возможности инструмента итальянец *Н. Паганини*, много впоследствии появилось замечательных скрипачей, но никто не смог превзойти его. И все же бельгиец *А. Вьётан*, поляк *Г. Венявский*, венгер *Й. Иоахим*, испанец *П. Сарасате* каждый по-своему сумели затронуть новые струны сердца скрипки. «Легенда», полонезы и мазурки Венявского, «Цыганские напевы» Сарасате до сих пор популярны у слушателей.

Замечательные сочинения для скрипки создали *А. Вивальди*, *И. С. Бах* и *В. А. Моцарт*, *Л. Бетховен* и *И. Брамс*, *П. И. Чайковский* и *А. К. Глазунов*.

И в XX в. *Э. Яази*, *Ф. Крейслер*, *Я. Хейфец*, *И. Менухин*, *И. Стерн*, *М. Б. Полякин* покоряли аудиторию виртуозностью и красочностью игры, проникновением в выразительные возможности скрипки. Их искусство вдохновило композиторов на сочинение новых концертов, сонат, пьес.

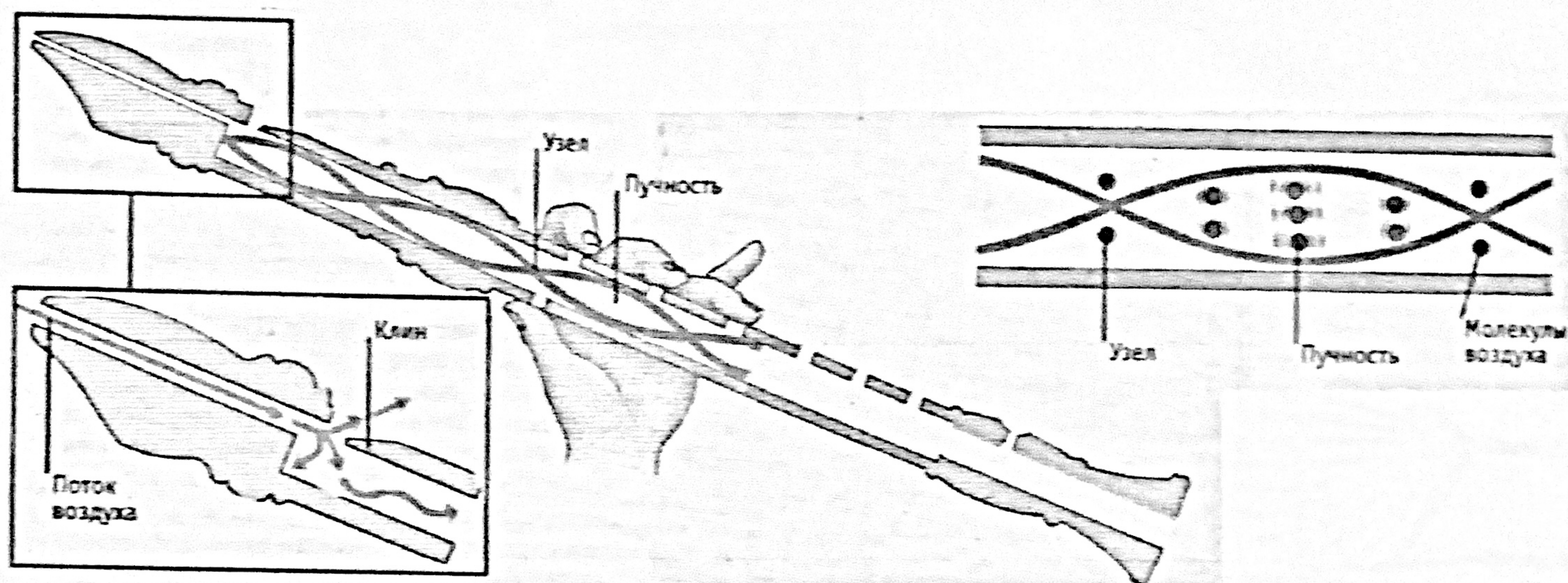
1.4 Устройство блок-флейты и колебания столба воздуха

Главной деталью является длинная полая труба, в которой находится воздух. Музыкант дует в нее с одного конца, а звук раздается из другого конца. Флейта издает звук, когда музыкант создает поток воздуха у края входного отверстия.

В мундштуке рождаются колебания в определенном диапазоне частот. Одна из них резонирует со столбом воздуха в канале духового инструмента и

зависит от длины столба. Музыкант извлекает нужную ноту, меняя длину воздушного столба.

При игре на духовом инструменте молекулы воздуха в нем совершают колебательные движения с разной амплитудой в разных местах воздушного столба. В середине столба есть точка, в которой воздух неподвижен, - она называется узлом. Сильнее всего воздух колеблется по краям столба. Эти участки называются пучностями.

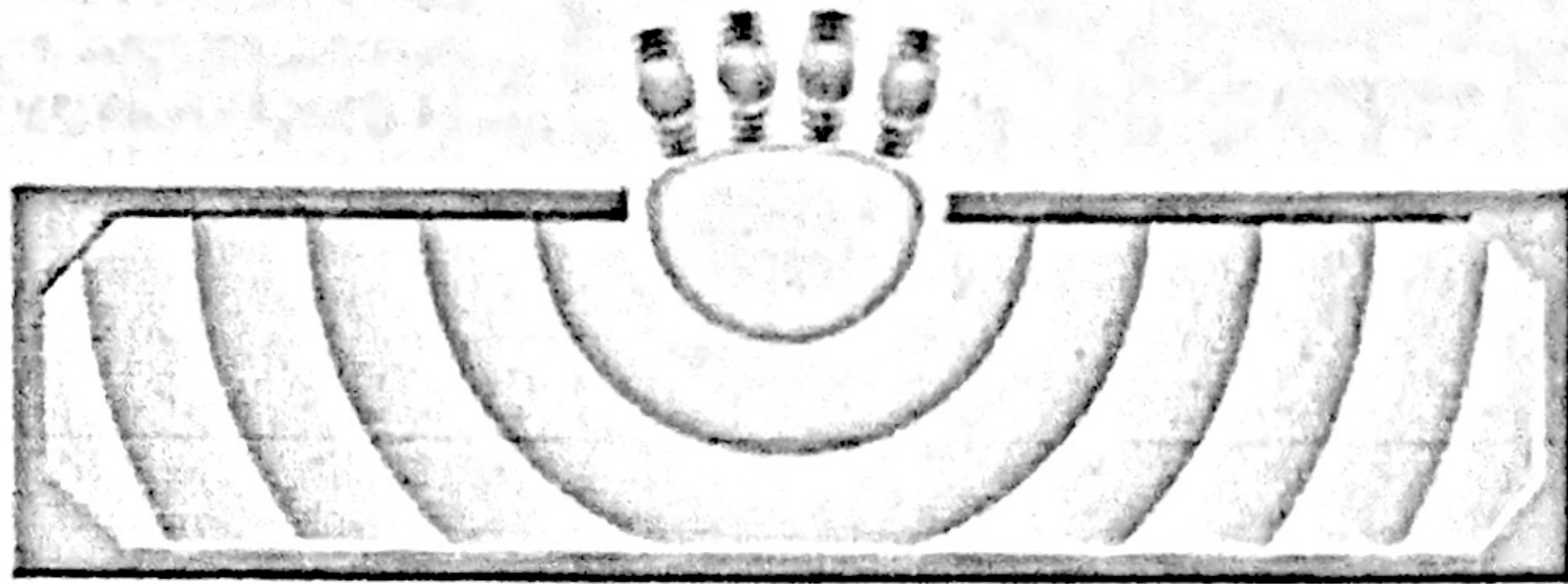


Стойчая звуковая волна внутри флейты.

1.5 Устройство гитары и колебания струны

В гитаре есть колеблющаяся струна и резонатор, который благодаря явлению резонанса усиливает звуки, издаваемые струнами.

В качестве резонатора в музыкальном инструменте выступает его корпус. В нем есть большое отверстие – розетка, - через которое входит звук

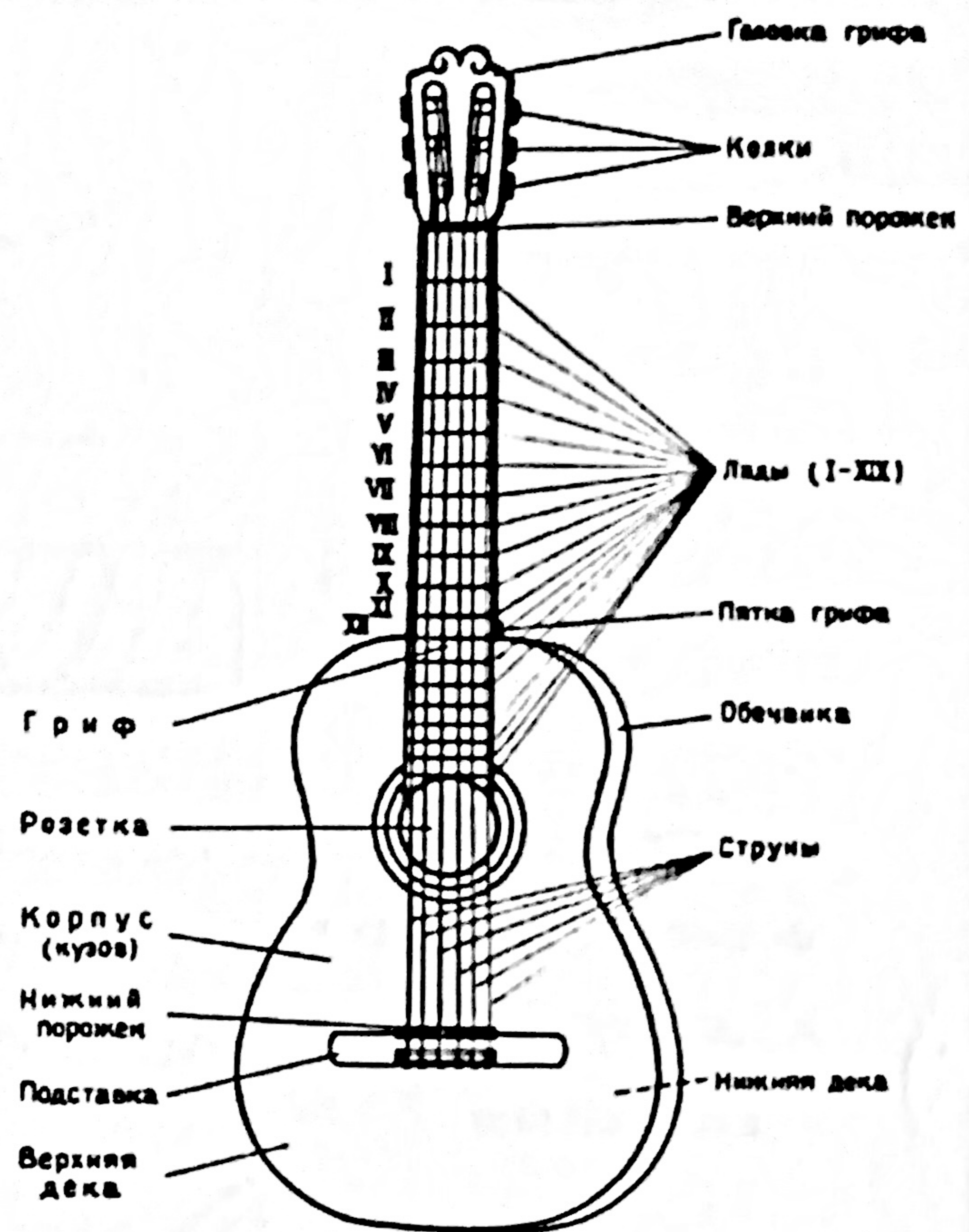


и заставляет резонировать весь корпус, усиливать все звуки, придавать им особую красоту.

Звук же издают шесть натянутых струн, когда музыкант защипывает их. Они закреплены с обоих концов, т.е. имеют постоянную длину. Инструмент настраивают, подкручивая колки и изменяя тем самым натяжения струн.

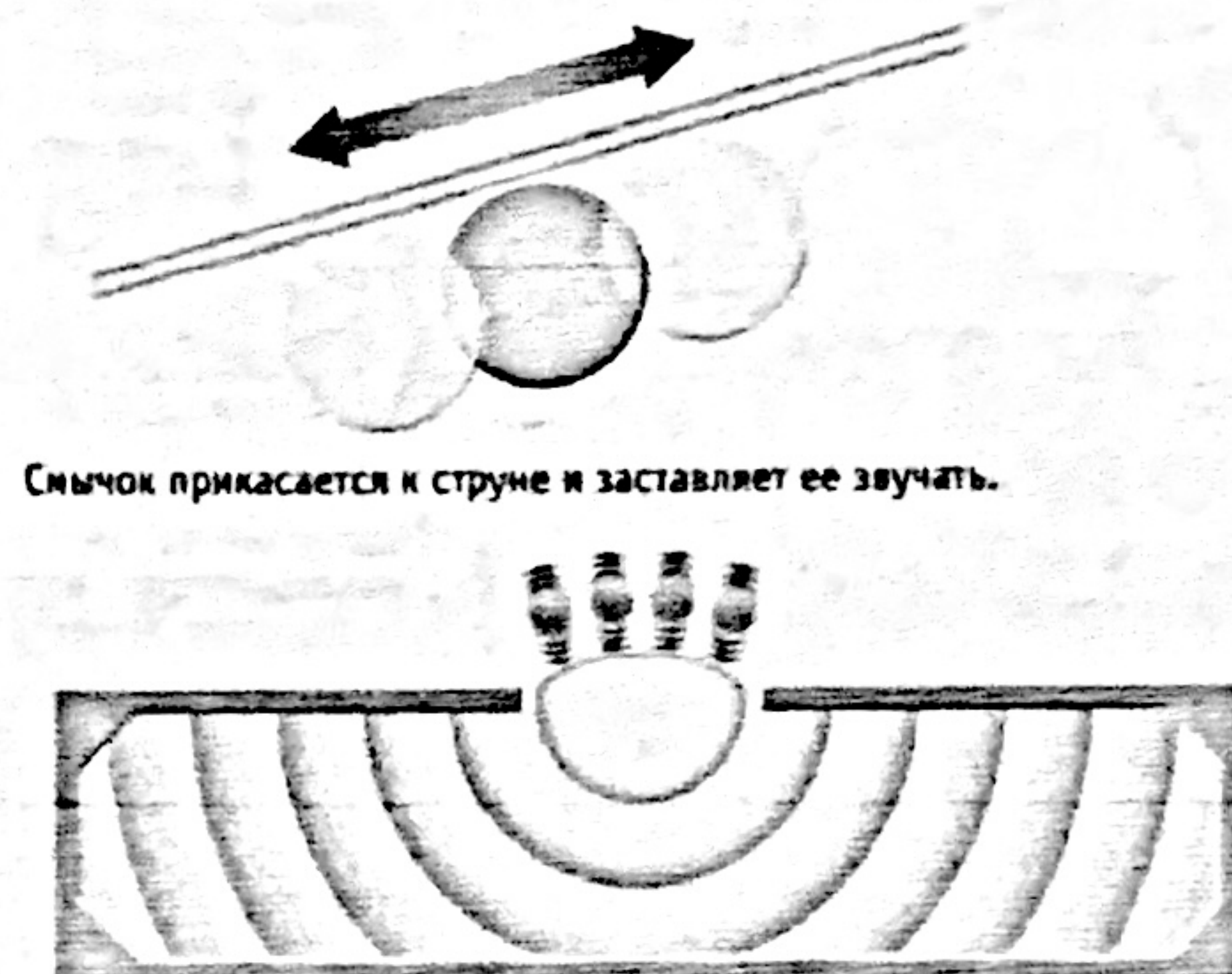
Чем сильнее натянута струна, тем выше частота ее собственных колебаний.

Музыкант меняет высоту тона струн, прижимая их пальцами одной рукой к грифу и таким образом, используя лишь часть длины струны для извлечения звука. Другими словами, они укорачивают струну, повышая частоту ее колебаний. Второй рукой он перебирает или пощипывает струны.

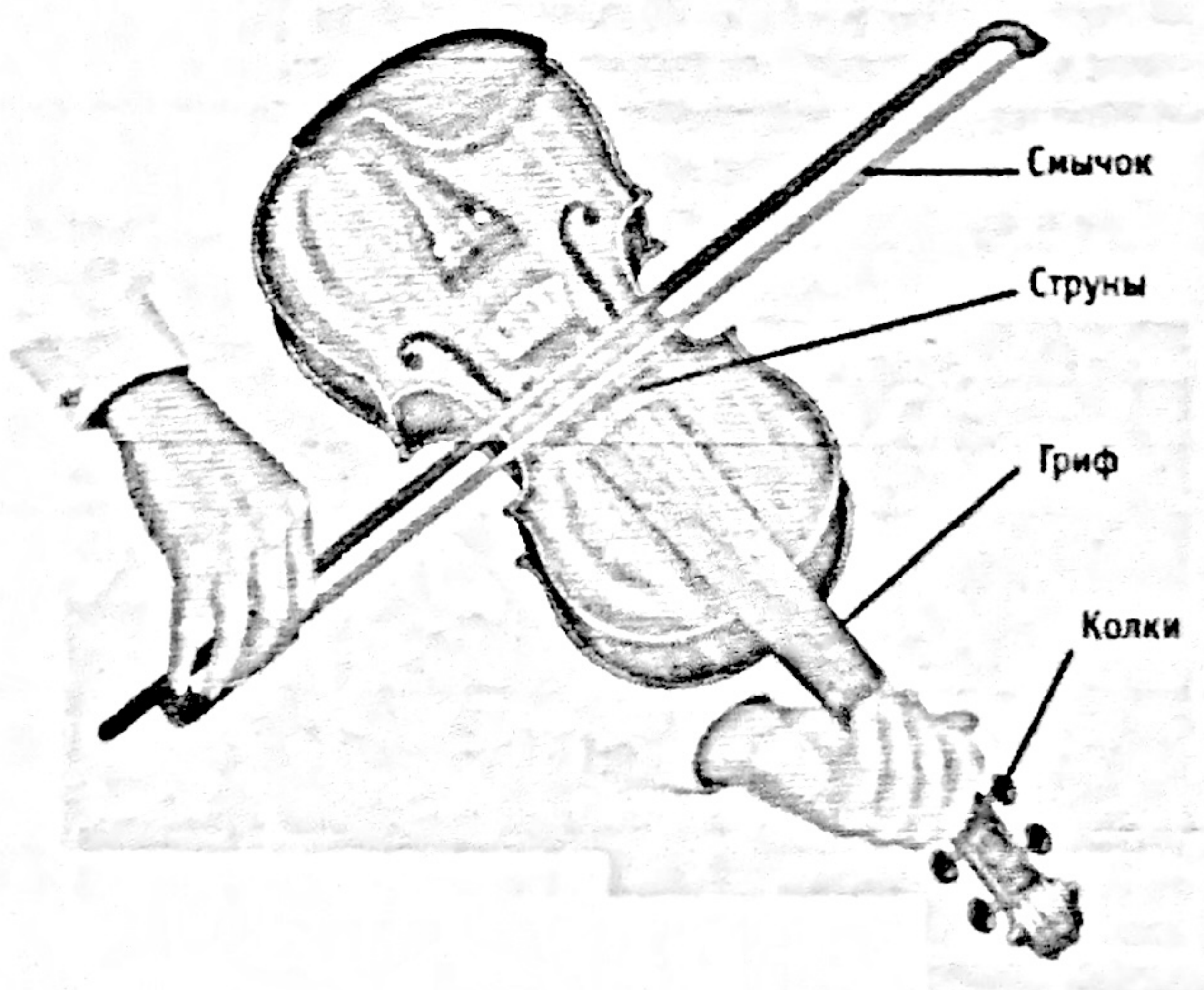


1.6 Устройство скрипки и резонансная частота

Для изготовления скрипичного смычка берут конский волос и натягивают на легкую деревянную рамку. Волоски покрывают сухим клейким веществом – канифолью. Когда смычком проводят поперек струны, он оттягивает ее в сторону. Натяжение струны нарастает, пока она не отрывается от смычка и не возвращается в первоначальное положение. Там она снова прилипает к смычку, и процесс повторяется. Все это происходит очень быстро, и струна вибрирует с частотой собственных колебаний (резонансной частотой, которая в свою очередь зависит от длины и силы натяжения струны).



При игре на скрипке ее корпус резонирует со струнами. Благодаря этому звуковые волны заметно усиливаются. Звучание скрипки во многом зависит от ее формы, качества древесины, из которой сделана скрипка, а также лака, которым она покрыта.



Устройство скрипки.

1.7 Пойду ль я, выйду ль я



Уже говорилось о том, что каждая нота имеет свою частоту. Например, ля первой октавы имеет частоту – 440 Гц, а ля второй октавы – 880 Гц.

до-1 = 261.63 Гц
 ре-1 = 293.7 Гц
 ми-1 = 329.6 Гц
 фа-1 = 349.4 Гц
 соль-1 = 392.0 Гц
 ля-1 = 440.0 Гц
 си-1 = 493.9 Гц

То есть, каждая нота имеет собственную частоту колебаний. И любую мелодию можно представить в виде набора звуков определенных частот.

Так мы представили известную песню «Пойду ль я, выйду ль я» в комбинации звуков разных частот.

Нота	Соль-2	Ми-2	Соль-2
Частота	784.0 Гц	659.2 Гц	784.0 Гц

Нота	Фа-2	Соль-2	Ми-2	До-2
Частота	698.8	784.0	659.2	523.26
	Гц	Гц	Гц	Гц

Нота	Соль-2	Ми-2	Соль-2
Частота	784.0 Гц	659.2 Гц	784.0 Гц

Нота	Фа-2	Соль-2	Ми-2	До-2
Частота	698.8	784.0	659.2	523.26
	Гц	Гц	Гц	Гц

Нога	Ре-2	До-2	Си-1	Ля-1
Частота	587.4	523.26	493.9	440.0
	Гц	Гц	Гц	Гц

Нога	Соль-1	Си-1	До-2	Ми-2
Частота	392.0	493.9	523.26	659.2
	Гц	Гц	Гц	Гц

Нога	Ре-2	До-2	Си-1	Ля-1
Частота	587.4	523.26	493.9	440.0
	Гц	Гц	Гц	Гц

Нога	Соль-1	Си-1	До-2
Частота	392.0 Гц	493.9 Гц	523.26 Гц

Заключение

Работая над данной темой, я узнала много нового и интересного о звуке и происхождении звука, о его характеристиках. Так же я разобралась в устройстве гитары, скрипки и флейты с физической точки зрения, и в истории их происхождения.

Таким образом, привычные музыкальные инструменты являются сложными физическими приборами – генераторами звука. И их звучание зависит от громкости, тембра, высоты и длительности звука, который он издает.

Громкость звука зависит от амплитуды колебаний, т.е. для увеличения громкости надо изменить прилагаемую силу.

Высота звука определяется частотой колебания, т.е. для ее изменения достаточно изменить длину струны или взять флейту иной длины.

Тембр звука определяется формой звуковой волны, которая определяется материалом инструмента.

А длительность – это продолжительность колебаний источника звука, и если, например, струна, предоставленная собственной инерции, то длительность звучания пропорциональна амплитуде колебаний в начале звучания.

Действительно сейчас, когда я проучилась в музыкальной школе, я поняла, почему при касании одной только струны, тем более во время исполнения какого-либо произведения, внутри инструмента происходит множество процессов, сотни процессов, которые напрямую связаны с физикой. Мне даже захотелось продолжить свои исследования. Скорей всего это будут клавишные инструменты.

Список использованных источников и литературы

1. <http://gitarre.ru>
2. <http://kvant.mirror1.mccme.ru/>
3. <http://uvsound.ru>
4. Блудов М.И.. Беседы по физике. Книга II. М, «Просвещение, 1985.
5. Клауэс Мартин, Леон Грей и др. Большая книга Эрудита. М, «Махаон», 2004.
6. Рыльников А.В., Гутник Е.М. Физика 9 класс. М, «Дрофа», 2005.
7. Рыльников А.В., Книга эрудита. М, «Махаон», 2002.