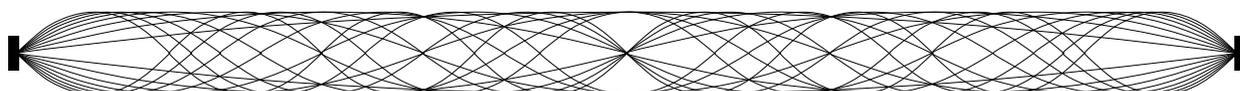


ПОНЯТИЕ ИНТЕРВАЛООБРАЗУЮЩИХ ГАРМОНИК

Ударом фортепианного молотка струна вводится в состояние вибрации. В её процессе тело струны принимает различные сменяющие друг друга волнообразные конфигурации, форма, частота и последовательность возникновения которых строго упорядочены. Каждая из конфигураций всегда состоит только из целого количества волн-звеньев (1, 2, 3, 4 и т. д.), а периодичность образования конфигураций подчинена следующему математическому закону: конфигурация с двумя волнами возникает в 2 раза чаще, чем конфигурация с одной волной; конфигурация с тремя волнами возникает в 3 раза чаще, чем конфигурация с одной волной, и в 1,5 раза чаще, чем конфигурация с двумя волнами, и т. д.; то есть частота возникновения всякой одной конфигурации по сравнению с частотой возникновения всякой другой конфигурации определяется простым соотношением количеств в них звеньев. Принимая всякую конфигурацию, струна порождает призвук, высота которого неразрывно связана с частотой возникновения этой конфигурации. Призвуки ото всех конфигураций струны называются обертонами и образуют спектр единого музыкального звука, называемого тоном.

В музыкальной акустике вышеописанные конфигурации принято именовать гармониками и нумеровать, причём номер всякой гармоникки всегда совпадает с количеством образующих её волн. Эти волны настолько часты и невелики по амплитуде (размаху колебаний), что глазом либо почти, либо практически неразличимы. Но если преувеличить их средствами рисования и хотя бы в составе нескольких гармоник совместить воедино в одном рисунке, образ колеблющейся струны примет следующий вид:

СОВМЕЩЁННЫЕ КОНФИГУРАЦИИ КОЛЕБАНИЙ СТРУНЫ (в составе первых 8 гармоник)



Два любых музыкальных тона, независимо от их различия по высоте, всегда образуют между собой музыкальный интервал. Как бесконечно количество тонов по высоте, так и бесконечно количество интервалов. Большинство из них не нашло себе места в бывших или ныне действующих музыкально-звуковых системах, но некоторые нашли. Характеристики известных нам интервалов, вошедших в привычную для нас современную европейскую музыкально-звуковую систему, а также в другие системы,

включившие в себя аналогичные интервалы, целиком и полностью определяются парами гармоник (по одной в каждом тоне), находящихся между собой в строго заданных соотношениях. Ещё в Древней Греции музыкальная акустика начала исследования отношений музыкальных тонов с так называемых натуральных интервалов, в которых вышеупомянутые гармоники всегда совпадают по частоте колебаний. Отсюда пошла традиция именовать такие гармоники совпадающими. Но это название не совсем корректно, поскольку, например, в современном равномерно-темперированном строе, в котором все без исключения интервалы состоят из различного количества равноразмерных полутонов и в силу этого соразмерны друг другу, нашли применение всего два натуральных интервала, прима и октава. В остальных же 11 так называемых простых интервалах, а также в сложных интервалах, образованных от простых путём добавления к ним октав, гармоники по частоте не совпадают и – во имя сохранения всеобщей соразмерности интервалов – не имеют права совпадать. И тогда получается, что гармоники совпадают по номерам и частотам только в примах, по частотам только в октавах, а во всех остальных интервалах они не совпадают ни по частотам, ни по номерам. Но поскольку как совпадение, так и несовпадение гармоник служит самым надёжным индикатором точности и, следовательно, благозвучия интервалов, и при построении всякого интервала настройщик ориентируется либо на совпадение (прима, октава), либо на величину несовпадения гармоник (все остальные интервалы), эти гармоники более справедливо называть интервалообразующими.

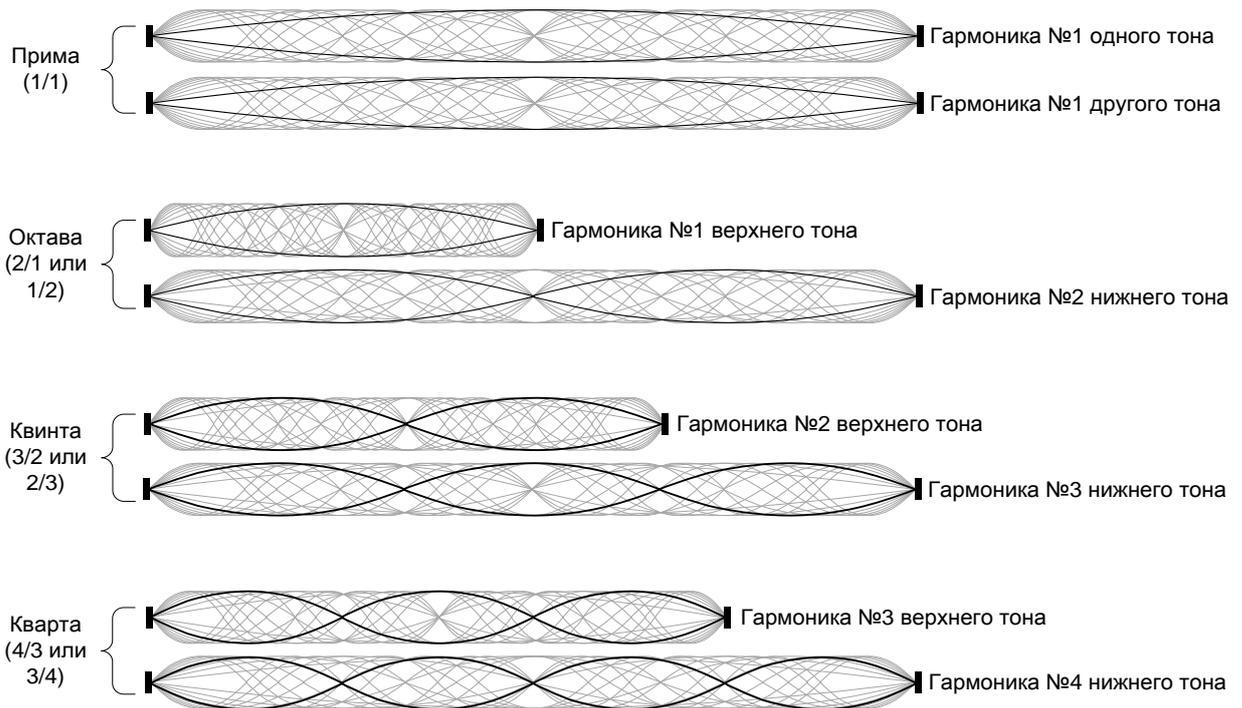
На высоту образуемого колеблющейся струной тона влияют четыре её физических фактора: длина, толщина, величина натяжения и плотность материала, из которого струна изготовлена. Влияние каждого из этих факторов можно проиллюстрировать на материале следующих сравнений. Если взять две струны, у которых три фактора из четырёх полностью совпадают, а один нет, то более высоко будет звучать та струна, которая либо короче, либо тоньше, либо сильнее натянута, либо изготовлена из менее плотного материала. В целях достижения оптимального соотношения габаритов музыкальных инструментов и их акустических характеристик фортепианостроители используют вышеописанные факторы в различных сочетаниях. Но для наглядности при рассмотрении темы данной статьи удобнее условиться, что производящие звучание интервалов струны совпадают по толщине, величине натяжения и плотности материала, а различаются только по длине.

На рисунках далее изображены пары струн, которые участвуют в образовании звучания интервалов. Их конфигурации в колебаниях

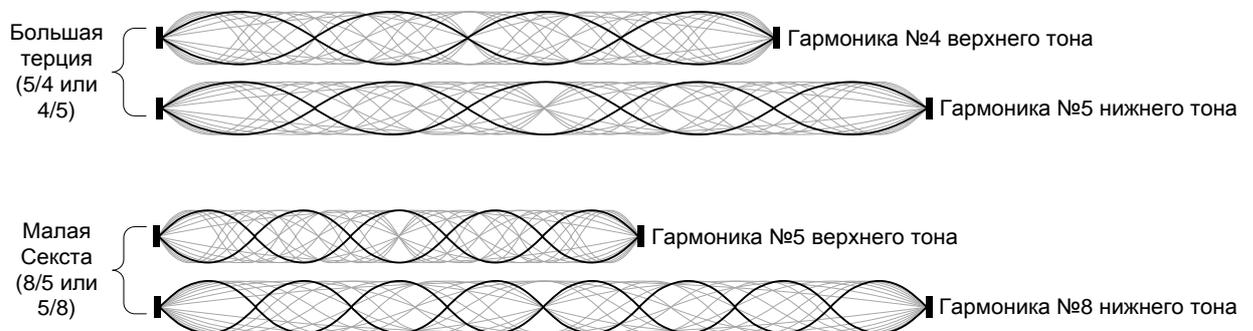
выполнены серым цветом, но чёрным цветом выделены те гармоника, от комбинаций номеров которых зависят размерные категории интервалов (прима, секунда, терция и т. д.), а от совпадений или несовпадений их частот – акустические характеристики интервалов (натуральный, т. е. акустически чистый или темперированный, т. е. с биениями в звучании).

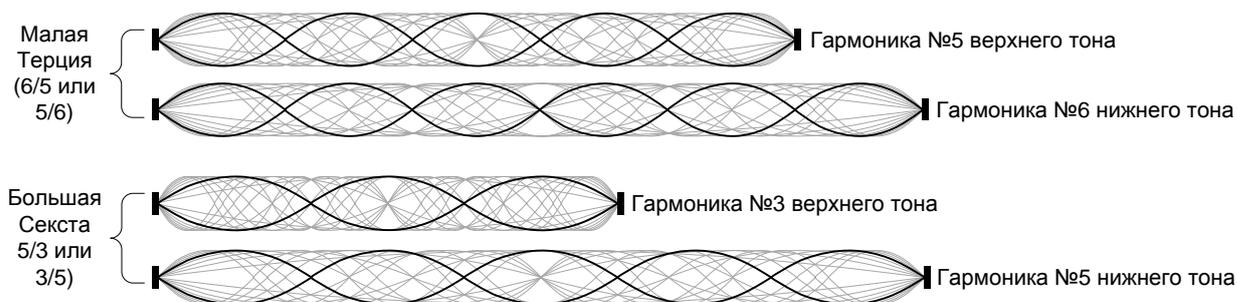
ИНТЕРВАЛООБРАЗУЮЩИЕ ГАРМОНИКИ В ИНТЕРВАЛАХ-КОНСОНАНСАХ

СОВЕРШЕННЫЕ КОНСОНАНСЫ



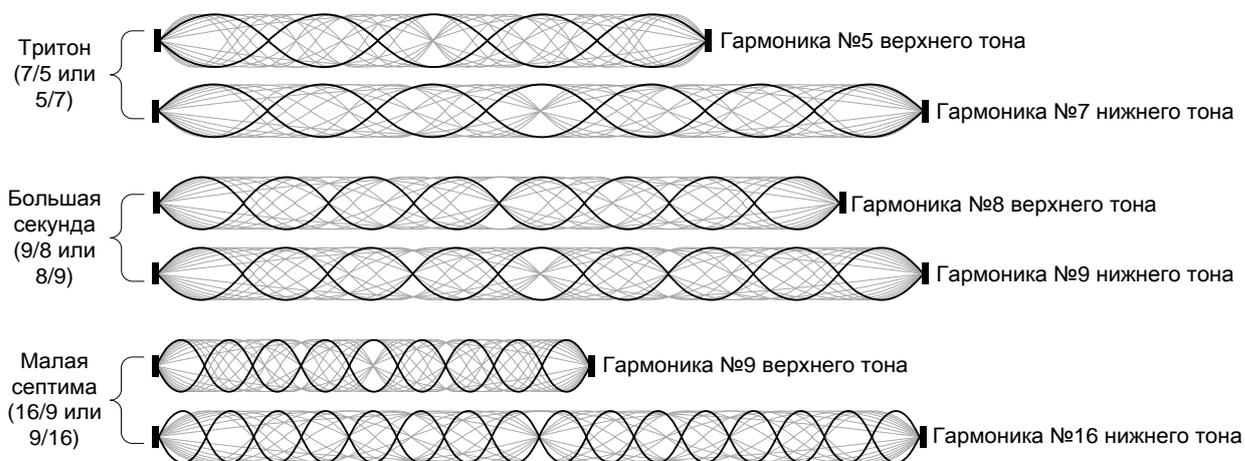
НЕСОВЕРШЕННЫЕ КОНСОНАНСЫ



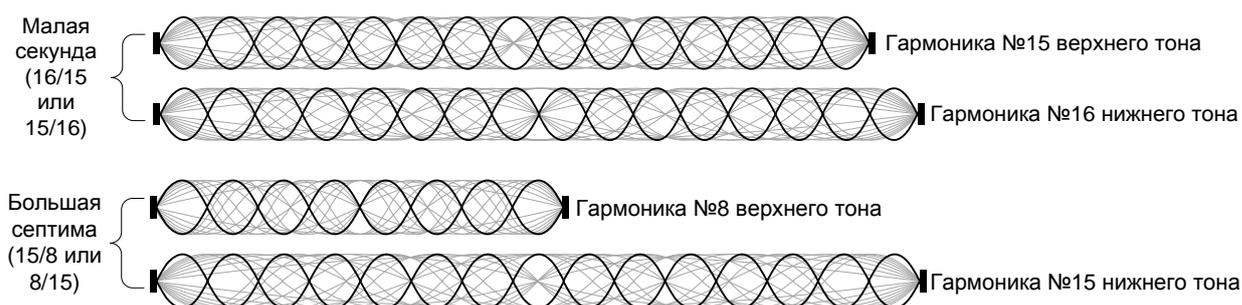


ИНТЕРВАЛООБРАЗУЮЩИЕ ГАРМОНИКИ В ИНТЕРВАЛАХ-ДИССОНАНСАХ

МЯГКИЕ ДИССОНАНСЫ



ОСТРЫЕ ДИССОНАНСЫ



Дробные обозначения в скобках под названиями интервалов принято называть интервальными коэффициентами. Эти коэффициенты указывают, во-первых, на соотношение количества звеньев в интервалообразующих гармониках данного интервала, во-вторых, на номера гармоник, участвующих в образовании данного интервала, а в-третьих, на соотношение струн по длине, которое необходимо, чтобы при равенстве натяжений,

толщин и материала струн они в колебаниях давали именно те тоны, которые в звукосочетании образуют данный музыкальный интервал.

В натуральных интервалах интервалообразующие гармоник имеют одинаковую частоту, следовательно, производят одинаковые по высоте звучания обертоны, образующие унисон (от лат. «*unus sonus*» - один или, точнее, единый звук). Такой интервал звучит ровно, без ярких динамических пульсаций внутри его звучания (без ярких, потому что в звучании интервалов, в особенности диссонирующих, могут присутствовать и часто присутствуют пульсации от несовпадения частот других гармоник, но они неярки, поскольку находятся на «дальнем» звуковом плане).

Изменение величины натяжения одной из струн в сторону понижения или повышения вызывает одноимённое изменение частот колебаний всех её гармоник, в том числе гармоник интервалообразующей, что приводит к расширению или сужению интервала и появлению в его звучании хорошо прослушиваемых динамических пульсаций, именуемых в музыкальной акустике биениями. Такой интервал называют темперированным. Частота биений жёстко связана с величиной деформации (расхождения частот интервалообразующих гармоник) интервала, которая необходима, если стоит цель достичь частичной (исторические настройки) или всеобщей (современный равномерно-темперированный строй) соразмерности интервалов. Это и называют настройкой.