

Музыка в цифрах

Отходя от строгой теории, вкратце констатируем, что музыка является набором и последовательностью, определённым образом организованных звуков, которые, возбуждая привычную для нас воздушную среду, воздействуют на наши органы слуха с целью создания некоторой музыкальной картины, образов, управления (создания эмоций, синхронности в танце, гипноза)....

Одним из признаков музыкальных звуков является их высота – частота, с которой колеблется оконечное устройство (язычки “голосов” баяна, струны гитары, столбы воздуха в резонаторах органа, диффузоры динамических головок громкоговорителей усилителя ЭМИ), возбуждая с присущим им тембром воздушную среду.

Издравле музыкальные звуки пытались систематизировать, и к настоящему времени сложилась стройная система получившая название “Равномерно- Темперированный Строй” (РТС).

Звуки в РТС организованы с помощью двенадцати ступеней (До, До# (или Реb), Ре, Ре# (или Миb), Ми, Фа, Фа# (или Сольb), Соль, Соль#(или Ляb), Ля, Ля# (или Сиb) и Си) и октав (Субконтр-октава, Контр-октава, Большая, Малая, Первая, Вторая, Третья, Четвёртая, Пятая, Шестая... октавы), причём две последние и выше, а также ниже Субконтр-октавы используются редко и, в основном, при расчёте звукоряда в ЭМИ, синтезаторах.

Соседние звуки в звукоряде РТС отличаются по частоте в “корень 12-й степени из двух” раз, одноимённые звуки в соседних октавах - в 2 раза. Поскольку делитель или множитель, при вычислении частот соседних звуков – число дробное (корень 12-й степени из двух = 1,0594630943592952645618252949463), то и значения частот нот, в основном, - дробные (см. Таблицу), однако, отправной точкой для расчёта частот нот является целочисленное значение частоты ноты Ля Первой октавы – 440 Гц. Чем выше классом синтезатор, тем точнее у него сформированы звуки по частоте (при формировании используется деление с бóльшим числом знаков после запятой)- это справедливо, при формировании всего звукоряда с делением одной частоты генератора тактовых импульсов (ГТИ), например, - 10 МГц, однако, существует и более простой метод получения звукоряда путём применения двенадцати генераторов, на выходах которых получают колебания с частотами верхней, например, шестой октавы (точность установки частоты тоже должна быть высокой), остальные звуки (одноимённые в других октавах по нисходящей шкале частот) получают последовательными делениями частоты верхней октавы на два (например: Ля шестой октавы = 14080 Гц, пятой - $14080 : 2 = 7040$ Гц; четвёртой - $7040 : 2 = 3520$ Гц; третьей - $3520 : 2 = 1760$ Гц; второй - $1760 : 2 = 880$ Гц и т. д.).

Автор в своё время изготовил синтезатор по первому методу (с одним ГТИ) и немало был озадачен подбором точного коэффициента деления в делителях частоты: чем выше частота ГТИ, тем точнее может быть установлена частота каждой ноты, но тем сложнее будет делитель, - нужно искать компромисс. Приходилось отбрасывать дробную часть после деления, а это чревато появлением диссонанса, при исполнении произведений на таком ЭМИ, изменением тембра инструмента, при переходе от одного аккорда к другому. С другой стороны: звуки взятые “в октаву” звучат плоско, так как они чётко сфазированы и требуется второй формирователь для осуществления “разлива” или фазовращатель для одноимённых звуков в разных октавах, но это уже другая история...

Рассмотрим прилагаемую таблицу:

Таблица частот нот равномерно-темперированного строя, Гц

Октава	Субконтр	Контр	Большая	Малая	1	2	3	4	5	6
<u>Нота</u>										
Ля	27,5	55	110	220	440	880	1760	3520	7040	14080
Ля#	29,13523509	58,27047019	116,5409404	233,0818808	466,1637615	932,327523	1864,655046	3729,310092	7458,620184	14917,24037
Си	30,86770633	61,73541266	123,4708253	246,9416506	493,8833013	987,7666025	1975,533205	3951,06641	7902,13282	15804,26564
До	32,70319566	65,40639133	130,8127827	261,6255653	523,2511306	1046,502261	2093,004522	4186,009045	8372,01809	16744,03618
До#	34,64782887	69,29565774	138,5913155	277,182631	554,365262	1108,730524	2217,461048	4434,922096	8869,844191	17739,68838
Ре	36,70809599	73,41619198	146,832384	293,6647679	587,3295358	1174,659072	2349,318143	4698,636287	9397,272573	18794,54515
Ре#	38,89087297	77,78174593	155,5634919	311,1269837	622,2539674	1244,507935	2489,01587	4978,03174	9956,063479	19912,12696
Ми	41,20344461	82,40688923	164,8137785	329,6275569	659,2551138	1318,510228	2637,020455	5274,040911	10548,08182	21096,16364
Фа	43,65352893	87,30705786	174,6141157	349,2282314	698,4564629	1396,912926	2793,825851	5587,651703	11175,30341	22350,60681
Фа#	46,24930284	92,49860568	184,9972114	369,9944227	739,988454	1479,977691	2959,955382	5919,910763	11839,82153	23679,64305
Соль	48,9994295	97,998859	195,997718	391,995436	783,990872	1567,981744	3135,963488	6271,926976	12543,85395	25087,7079
Соль#	51,9130872	103,8261744	207,6523488	415,3046976	830,6093952	1661,21879	3322,437581	6644,875161	13289,75032	26579,50065

В строке Октава приведено название октав от Субконтр-октавы до шестой октавы, включительно, по столбцам, в столбце Нота – названия нот двенадцати ступеней звукоряда. Частоту звука по его названию и октаве можно отыскать на пересечении строки и столбца, например: нота Ля первой октавы – 440 Гц.

Таблица может быть полезной при создании собственных музыкальных инструментов, эталонных генераторов для настройки муз-инструментов, генераторов для тренировки музыкального слуха (определения названия ноты на слух), при создании муз-сопровождения игр, при определении граничных частот ЗЧ фильтров и т. п.

Виктор Беседин

г. Тюмень