

# Натуральный звукоряд

Материал из Википедии — свободной энциклопедии

**Натуральный звукоряд** (лат. *natura* — природа, естество), **обертоновый звукоряд**, *устар.* «натуральная гамма» — ряд звуков, состоящий из основного тона и его гармонических обертонов. Каждый член такого ряда называется гармоникой<sup>[1]</sup>.

## Содержание

### Характеристика

#### Нумерация звуков натурального звукоряда

#### Натуральные интервалы

#### Натуральный звукоряд в музыкальной практике

### Примечания

### Литература

### Ссылки

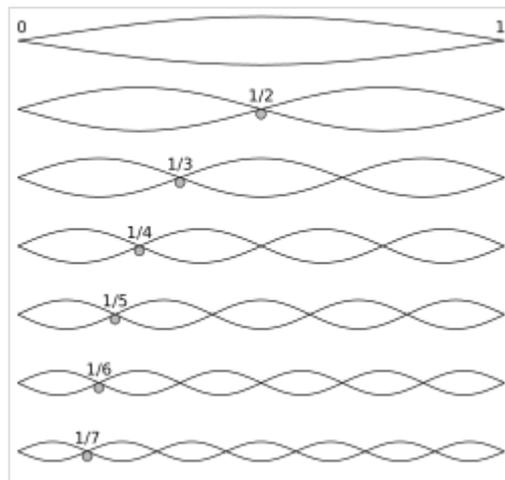
## Характеристика

Частоты последовательных звуков натурального звукоряда образуют арифметическую прогрессию:

$$f, 2f, 3f, 4f, \dots,$$

где *f* — частота основного тона (самого низкого звука натурального звукоряда). Таким образом, натуральный звукоряд образован всеми звуками, частота которых кратна частоте основного тона.

Натуральный звукоряд соответствует гармоническому спектру сложных колебаний осциллятора — физического источника звука (например, струны или воздушного столба в трубе)<sup>[2]</sup>: частота *f* основного тона, или первой гармоники, соответствует частоте основного колебания (осциллятора в целом), частоты гармонических обертонов (или высших гармоник) *2f*, *3f*, *4f*, … — частотам колебаний его равных частей<sup>[3]</sup>. Отношение частот звуков интервала, образованного звуками натурального звукоряда, равно отношению их номеров.



Гармонический ряд звуков струны: с уменьшением длины волны в *n* раз, частота в *n* раз увеличивается.

Шкала гармоник имеет постоянное строение, не зависящее от выбора высоты основного тона. Интервалы между соседними гармониками сужаются по мере движения по шкале вверх и представляют последовательно чистые октаву, квинту, кварту, одну большую и две малых терции, три больших секунды и т. д. При этом высоты 7, 11, 13 и 14 гармоник существенно отличаются от высот равномерно темперированного звукоряда. Шкала гармоник содержит ряд аккордов: первые пять-шесть образуют мажорное трезвучие (4-й, 5-й и 6-й — мажорное трезвучие, первые семь-восемь — не вполне точно малый мажорный септаккорд, первые девять-десять — большой мажорный нонаккорд.

Натуральный звукоряд не следует путать со звукорядами натуральных ладов.

## Нумерация звуков натурального звукоряда

---

В отношении нумерации гармоник существует известная путаница: музыканты в отличие от акустиков иногда называют вторую гармонику первой, третью — второй и т. д.,

— Р. Тэйлор в переводе с английского Д. И. Арнольда (<http://padaread.com/?book=27518&pg=50>)

В некоторых отечественных изданиях приведена некорректная, на наш взгляд, нумерация обертонов. Она возникла из-за отождествления понятий «обертон» и «гармоника». Сравним английскую и русскую версии учебника «Оркестровка» У. Пистона: словосочетание «the first harmonic» (первая гармоника) переведено как «первый обертон», «the second harmonic» — как «второй обертон» и т. д. Однако слово «Oberton» пришло из немецкого языка и означает «верхний звук/тон», основной же тон называется «Grundton».

— С. Попов<sup>[4]</sup>

вторым обертоном считается не третий тон этого ряда, а второй. Тоны эти еще называются гармоническими, так как находятся в родственном (гармоническом) отношении к основному тону. Вот напр. ряд первых 16-ти обертонов с-а С (так называемая верхняя натуральная гармоническая скáла):



— Г. Риман в переводе с немецкого Ю. Д. Энгеля (<https://ru.wikisource.org/wiki/%D0%9C%D0%A1%D0%A0/%D0%94%D0%9E/%D0%A1%D0%BE%D0%B7%D0%B2%D1%83%D0%BA>)

Когда утверждают, что номера звуков натурального звукоряда равны номерам гармоник (гармонических частичных тонов) основного тона, а последовательные номера соответствующих гармонических обертонов отличаются от них на единицу<sup>[5]</sup>, как показано на схеме:



*Примечание.* Помеченные стрелками тоны отклоняются от равномерно темперированных более чем на 10 центов.

возникает нужда называть основной тон *нулевым* обертоном, что существенно осложняет расчёты с участием обертоновых номеров и частот.

В научной и справочной литературе обычно используется нумерация обертонов, совпадающая с нумерацией звуков натурального звукоряда. При этом основной тон именуется *первым* обертоном<sup>[6]</sup>.

## Натуральные интервалы

Интервалы, которые образуются между звуками натурального звукоряда (в том числе с октавными переносами), нередко называют «натуральными». Впрочем, по поводу того, какие именно интервалы обозначать как «натуральные», в науке нет консенсуса. Теоретически любые интервалы внутри натурального звукоряда (в том числе, и микрохроматические) могут быть названы «натуральными», однако, такой общеупотребительной традиции не существует. В авторитетном Музыкальном словаре Римана (в так называемых римановских интервальных таблицах)<sup>[7]</sup> натуральными («естественными») названы терции 5:4 и 6:5, сексты 5:3 и 8:5 и малая септима 7:4, а кварта 4:3, квинта 3:2, октава 2:1 и прима 1:1 названы «чистыми» (но не «натуральными»)<sup>[8]</sup>. В русской науке не только 3 (с учётом примы 4) главных консонанса, но также и перечисленные натуральные терции и сексты также называют «чистыми». Под словом «чистый» в данном контексте подразумевают отсутствие (непосредственно воспринимаемых на слух) биений. Акустически чистые интервалы положены в основу чистого строя.

Интервал, образующийся между седьмой и четвёртой гармониками (то есть 7:4), по традиции именуется «натуральной септимой» (от нем. *Naturseptime*). На особую приятность (непосредственно связанную с простотой числового отношения) этого интервала впервые обратили внимание европейские учёные XVIII века. Дж. Тартини (в 1754 году) ввёл для натуральной септимы специальный нотный знак (выглядит как «недописанный» бемоль), а И. Ф. Кирнбергер даже придумал для натуральной септимы особую букву *i*<sup>[9]</sup>. Наконец, Л. Эйлер (в 1773 году) описывал натуральную септиму как консонанс, введённый в современной (ему) музыке<sup>[10][11]</sup>.

## Натуральный звукоряд в музыкальной практике

На некоторых музыкальных инструментах можно извлечь только звуки натурального звукоряда, среди них фанфара (и горн), рог (охотничий рог, альпийский рог, почтовый рожок, шофар и т. п.), натуральная труба (особенно её старинные разновидности, например, лур или римская труба), натуральная валторна, так называемые обертоновые флейты (русская калюка, молдавская тилинка, некоторые разновидности общетюркского шогура), варган. На трумшайте, представляющем собой монохорд с резонатором, также извлекают только тоны натурального звукоряда. По отношению к этим и подобным инструментам говорят, что они звучат в «натуральном строе».

Натуральный строй таких музыкальных инструментов не следует путать с чистым строем. Например, (бóльшая) малая септима чистого строя, полученная сложением чистой квинты ( $3 : 2$ ) и чистой малой терции ( $6 : 5$ ), имеет отношение частот звуков  $(3 : 2) \times (6 : 5) = 9 : 5$  (1017,6 ц), в то время как натуральная септима существенно уже её: отношение частот звуков последней —  $7 : 4$  (968,8 ц)<sup>[12]</sup>.

Звуки натурального звукоряда, а также унтертоны (которые не входят в натуральный звукоряд), используются в традиционной вокальной музыке (например, в индийской раге), в так называемом горловом пении тувинцев, монголов, тибетцев, у африканского народа кóса и у некоторых других народов мира.

Изредка натуральный звукоряд используется в академической музыке, например, в первой и последней частях (соло валторны) Серенады ор. 31 Б. Бриттена. Натуральный звукоряд встречается в так называемой спектральной музыке.

## Примечания

---

1. Натуральный звукоряд (БРЭ, 2013) (<https://old.bigenc.ru/music/text/2251539>) Архивная копия (<https://web.archive.org/web/20180129141336/https://old.bigenc.ru/music/text/2251539>) от 29 января 2018 на Wayback Machine.
2. Отсюда и происходит название звукоряда — «натуральный», то есть «природный», «естественный» (нем. *Naturtonreihe*).
3. См., например, интерактивную иллюстрацию колебательного процесса струны с закрепленными концами (стоячие волны): Standing Waves, Medium Fixed At Both Ends (<http://id.mind.net/~zona/mstm/physics/waves/standingWaves/standingWaves1/standingWaves1.html>) Архивировано (<https://web.archive.org/web/20080116151815/http://id.mind.net/~zona/mstm/physics/waves/standingWaves/standingWaves1/standingWaves1.html>) 16 января 2008 года..
4. Попов С. С. Инструментоведение : учебник. — 4-е изд., перераб. — СПб.: Издательство «Лань»; Издательство «ПЛАНЕТА МУЗЫКИ», 2022. — С. 33. — ISBN 978-5-8114-9738-6.
5. Первая гармоника (гармонический частичный тон) соответствует основному тону, вторая гармоника — первому (гармоническому) обертону, третья гармоника — второму обертону и т. д. См.: Натуральный звукоряд. В кн.: Большая российская энциклопедия. Энциклопедический словарь. М., 2011, с.843.

6. Такая нумерация принята в советских учебниках гармонии Г. Л. Катуара (1924, с.3) и Ю. Н. Тюлина (1937, с.38); позже она была закреплена в соответствующих статьях Музыкальной энциклопедии (<http://www.music-dic.ru/html-music-enc/n/5431.html>) Архивная копия (<https://web.archive.org/web/20130702160722/http://www.music-dic.ru/html-music-enc/n/5431.html>) от 2 июля 2013 на Wayback Machine (1976) и Большой советской энциклопедии (1974). В Германии такую же нумерацию использовал П. Хиндемит в своем трактате «*Unterweisung im Tonsatz*» (1937). Подобная нумерация противоречива — из-за немецкого прилагательного *ober* (верхний), которое, будучи частью ассимилированного русской наукой составного слова *Oberton*, неявным образом указывает верхний (по отношению к основному) тон (а в цитированных энциклопедиях обертоны явно определяются как призвуки, звучащие *выше* основного тона). В основополагающих трудах Г. Гельмгольца и Г. Римана обертонами называются именно *высшие* (то есть не совпадающие с основным тоном) частичные тоны (нем. термин Oberpartialton). А. Дж. Эллис рекомендовал, во избежание путаницы (в том числе связанной с необходимостью нумеровать основной тон вместе с обертонами или «условно» относить его к ним), вообще избегать термина «обертон». Разницу между «частичным тоном» (нем. Partialton, Teilton) и «обертоном» (нем. Oberton) авторитетный Музыкальный словарь Римана (*Sachteil* под ред. Г. Г. Эггебрехта, S.942) разъясняет так: «Первый частичный тон — это основной тон. Второй частичный тон (также частичный тон второго порядка) образует октаву к основному тону и является первым обертоном, и т. д.» (Оригинальный текст: «Der 1. Teilton ist der Grundton; der 2. Teilton (auch Teilton 2. Ordnung) bildet die Oktave zum Grundton und ist der 1. Oberton, usw.»)
7. *Riemann Musiklexikon, Sachteil*. Hrsg. v. H.H.Eggebrecht. Mainz, 1967, S.411 ff.
8. Почти такой же терминологии придерживается Ю. Н. Холопов в своём теоретическом курсе гармонии — см. Холопов Ю. Н. Гармония. Теоретический курс. — М.: Музыка, 1988. (Переиздание: СПб.: Издательство «Лань», 2003. — ISBN 5-8114-0516-2), Приложение 3: «Таблица интервалов».
9. Среди сочинений Кирнбергера — Соната соль мажор для флейты и basso continuo из сборника «*Vermischte Musikalien*» (1769), в которой предписано употребление ступени «F i», отстоящей от нижнего G на натуральную септиму. См. современное комментированное нотное издание: *Kirnberger J. P. Sonata for flute and figured bass (G major) with the harmonic seventh from Vermischte Musikalien (1769) / R. Rasch (ed.)*. — Utrecht: Diapason Press, 1984. — ISBN 9070907038.
10. «Консонансы же таковы: (1) унисон, (2) октава, или диapasон, (3) квинта, или диapента, (4) большая терция. На этих четырех строилась старинная музыка; сверх того недавно (recentior) был, кажется, усвоен и пятый консонанс — его принято именовать септимой. Эти пять консонансов мы будем несколько точнее осмысливать как „столпы гармонии“ (columnas harmoniae), поскольку многие, которые пытались заниматься данной наукой, исследовали эти элементы [гармонии] весьма неаккуратно». Цит. по: *De harmoniae veris principiis per speculum musicum repraesentatis* (<http://www.math.dartmouth.edu/~euler/docs/originals/E457.pdf>)  Архивная копия (<https://web.archive.org/web/20150620163229/http://www.math.dartmouth.edu/~euler/docs/originals/E457.pdf>)  от 20 июня 2015 на Wayback Machine // *Novi commentarii academiae scientiarum Petropolitanae* 18 (1773). SPb., 1774, p.330.
11. «Модернисты (recentiores) же сверх этих [четырёх] ввели пятый основной консонанс, который можно называть малой септимой (septimam minorem) <...> этот новый консонанс состоит в числовом отношении 4:7». Там же, p.335.
12. Натуральная септима значительно отличается и от меньшей («пифагоровой») малой септимы чистого строя (**16 : 9**), получаемой сложением двух чистых кварт (или вычитанием из октавы большего целого тона). Интервал, на который пифагорова малая септима превосходит натуральную, равен так называемой архитовой комме (**64 : 63**, или 27,3 ц).

# Литература

---

- *Hindemith P.* Unterweisung im Tonsatz. Teil 1. Mainz, 1937.
- *Крауфорд, Ф.* Волны. (Берклеевский курс физики, том III) / Пер. с англ. — М.: Наука, 1976. — С. 65—67, 95—98.
- *Алдошина И. А., Приттс Р.* Музыкальная акустика. Учебник для вузов. — СПб.: Композитор, 2006. — С. 49—53. — 719 с. — ISBN 5-7379-0298-6.
- *Пистон, У.* Оркестровка. Учебное пособие ([https://archive.org/details/isbn\\_5852850144/](https://archive.org/details/isbn_5852850144/)) / Пер. с англ. К. Иванова. — М.: Сов. композитор, 1990. — С. 197 ([https://archive.org/details/s/isbn\\_5852850144/page/n196](https://archive.org/details/s/isbn_5852850144/page/n196))—201. — 464 с. — ISBN 5-85285-014-4. NB! В данном переводе термин *harmonic* (*harmonic series*) переводится как «обертон» (соответственно, «обертоновый ряд»), в результате чего основной тон в русском переводе оказывается соответствующим «первому обертому».
- Обертон (<http://www.music-dic.ru/html-music-keld/o/4870.html>) // Музыкальный энциклопедический словарь. — М.: Советская энциклопедия, 1990. — С. 389. — 672 с.
- Натуральный звукоряд // Музыкальный энциклопедический словарь. — М.: Советская энциклопедия, 1990. — С. 374. — 672 с.
- Натуральный звукоряд (<http://musenc.ru/html/n/natural5n3y-zvukor8d.html>) // Музыкальная энциклопедия. — М.: Советская энциклопедия, 1976. — Т. 3. — С. 911. — 1104 с.
- Натуральный звукоряд (<https://old.bigenc.ru/music/text/2251539>) // Большая российская энциклопедия. Том 22. — М., 2013. — С. 135.

## Ссылки

---

- *Дж. Вулфи.* Струны, стоячие волны и гармоника. ([http://www.gmstrings.ru/russian/articles/wolfe\\_stingsharmonics.htm](http://www.gmstrings.ru/russian/articles/wolfe_stingsharmonics.htm))
- Римановские интервальные таблицы (<http://www.kholopov.ru/rml-interv.pdf>) 

---

Источник — [https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Натуральный\\_звукоряд&oldid=134770688](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Натуральный_звукоряд&oldid=134770688)

---

Эта страница в последний раз была отредактирована 10 декабря 2023 в 18:58.

Текст доступен по лицензии Creative Commons «С указанием авторства — С сохранением условий» (CC BY-SA); в отдельных случаях могут действовать дополнительные условия.

Wikipedia® — зарегистрированный товарный знак некоммерческой организации «Фонд Викимедиа» (Wikimedia Foundation, Inc.)