

# Дрожь в голосе - это так прекрасно !

Юрий Петелин

*Вообразите себе мир, в котором звуку не от чего отражаться. Ваши слова, щебет птиц, шелест листья, шум дождя, рождаясь, улетают в безграничное пространство или, наоборот, без остатка поглощаются некой сферой, абсолютно черным телом. Представьте, что этот мир населяют существа, голоса которых, основанные на идеальных гармонических колебаниях, звучат абсолютно ровно, монотонно, беспристрастно. Наверное, и такой страшный мир имеет право на существование, но он не может быть миром людей, и в нем вряд ли возникло бы явление, которое мы называем музыкой. К счастью, мир, в котором мы живем, не таков, и музыка в нем есть.*

Действительно, звуки вокруг нас очень сильно отличаются от идеальных математических моделей колебаний. Громкость каждого звука непрерывно меняется в зависимости от случайных факторов. Отдельные колебания складываются друг с другом, вычитаются и даже перемножаются. Звуковые волны подвержены рефракции и интерференции. Энергия звукового колебания в ограниченном помещении заставляет его резонировать, вызывает многочисленные переотражения и реверберацию. Словом, звук в нашем мире мечется, живет, дышит, переливается и рождает прекрасное - музыку.

Музыка существует вместе с нами в нашем живом пространстве, а все живое мимолетно, исчезает вместе с мгновениями, уносящимися в прошлое. А так хочется сохранить хотя бы их след, воспоминания о них! Вот мы и пытаемся записать музыку. Но обычно из-за невозможности отыскать подходящий для исполнения музыки уголок звукового мира, из-за несовершенства и механистичности средств записи, преобразования и хранения звуковой информации музыка из живой превращается в мертвую. Во всяком случае, музыкальные звуки, как и звуки вообще, оказываются оторванными от естественного звукового пространства. Вспомните, как неправдоподобно звучат голоса красноармейцев в сценах кинокартин времен Великой Отечественной войны, снятых в павильонах эвакуированной студии "Мосфильм".

## Имитация акустической среды

Можно ли запечатлеть в записи музыки живое звуковое пространство, в котором она исполнялась? Можно, но ценой огромных затрат, которые под силу только мощным звукозаписывающим фирмам, и только в специально созданных помещениях - студиях, концертных залах. В них может быть спроектирована хорошая акустика, но опять-таки это будет акустика зала, а не, скажем, акустика горного ущелья или лесной поляны. Словом, реально у отдельно взятого звукооператора, звукорежиссера есть только два варианта: либо записывать музыку в мертвом звуковом пространстве, либо попытаться оживить его, искусственно смоделировав свойства, присущие той или иной организации звукового мира. Конечно, второй вариант предпочтительней. Он, правда, создает у слушателя лишь иллюзию присутствия в некой акустической атмосфере. Это обман, но слушатель либо не знает о нем, либо легко мирится с этим фактом.

До восьмидесятых годов прошлого века средства имитации акустических свойств среды были уникальными, громоздкими, несовершенными, дорогими и малодоступными. С развитием цифровых устройств и соответствующих методов обработки сигналов появились приборы, реализующие различные звуковые эффекты. Но и они были дороги, остаются такими и по сей день.

Революция в технологии сотворения звуковых миров свершилась в тот день, когда началось массовое производство звуковых карт, устанавливаемых в компьютер в качестве платы расширения. Правда, не о музыкантах и звукорежиссерах думали разработчики первых "саундбластеров". У их продукции был более массовый потребитель - армия любителей компьютерных игр. Но, к счастью для музыкантов, виртуальные миры, которые компьютер рисовал на экране монитора, становились все более сложными, а совершенствование визуальной составляющей игр вызывало необходимость адекватного улучшения звукового сопровождения. Нужно было, чтобы игрок ощущал смену поля боя не только через изменение текстуры изображения, но и за счет изменения характера фоновых звуков. В общем, постепенно звуковые

карты обрели элементы, необходимые для синтеза музыки, записи звука и создания звуковых эффектов.

Звуковые карты оказались существенно дешевле, чем музыкальные синтезаторы и приборы для создания эффектов. Но это объясняется не только тем, что их начинка менее совершенна, чем у соответствующей специализированной аппаратуры. Главное - большой спрос и, соответственно, массовый характер производства. Вот так из вод первобытного океана компьютерных игр вышли на берега творчества новые существа - компьютерные музыканты.

### **Звуковые эффекты**

Использование звуковых карт, плат оцифровки звука и музыкальных редакторов предоставляет компьютерному музыканту довольно широкие возможности по применению различных звуковых эффектов и приемов обработки звука. Звуковые эффекты могут быть реализованы аппаратным путем, и тогда их можно использовать в реальном времени, как, например, это сделано в высококачественных звуковых картах. Для этого в их состав включены цифровые сигнальные процессоры (DSP - Digital Signal Processor). Такой процессор позволяет обрабатывать звуковые сигналы в реальном времени на основе аналого-цифрового преобразования сигнала с последующей обработкой (алгоритмы цифровой фильтрации и цифровой задержки). Правда, полноценный DSP чрезвычайно дорог и применяется только в приборах профессионального назначения. Сигнальные процессоры звуковых карт значительно упрощены в сравнении со своими старшими братьями. Обычно они не позволяют использовать одновременно большое число эффектов, к тому же почти все эффекты реализуются лишь одновременно для всех каналов.

Для выбора эффектов и управления их параметрами по MIDI служат контроллеры. В составе большинства музыкальных редакторов имеется соответствующий интерфейс. Чаще всего управление контроллерами эффектов осуществляется путем "рисования" графика изменения параметра эффекта или с помощью одного из регуляторов виртуального микшера, входящего в состав музыкального редактора.

В компьютерных студиях звуковые эффекты часто создаются программным способом. Средствами звуковых редакторов обработке подвергается заранее записанный в цифровой форме звуковой сигнал. Недостаток такого подхода в том, что некоторые звуковые эффекты невозможно использовать в реальном времени, в процессе записи, а достоинство - в том, что отказ от обработки в реальном времени позволяет применять самые сложные алгоритмы. Поэтому число достижимых звуковых эффектов и вариантов каждого эффекта в данном случае значительно выше, чем при аппаратной реализации. Кроме того, имеется возможность практически неограниченного "вложения" эффектов один в другой. Предел диктуется не техническими (точнее, не математическими) возможностями, а здравым смыслом и эстетическими критериями.

О том, как воспользоваться звуковыми эффектами, имеющимися в популярных звуковых редакторах, я и собираюсь рассказать в очередной серии статей. Звуковые карты и звуковые редакторы предоставляют в наше распоряжение массу звуковых эффектов. Среди них есть и не похожие ни на что, даже противоречащие законам физики (например, не затухающее, а нарастающее эхо). Сегодня речь пойдет о самых простых эффектах - разновидностях вибрато.

### **Вибрато**

Суть эффекта вибрато заключается в периодическом изменении одного из параметров звукового колебания: амплитуды, частоты или фазы. Изменение (колебание) параметра происходит с очень малой частотой - единицы герц. Различают амплитудное, частотное и фазовое вибрато. В любом случае этот эффект обогащает спектр исходного колебания. Читатели, знакомые с основами радиотехники, понимают, что на самом деле происходит модуляция звукового колебания низкочастотным сигналом. Законы физики неумолимы - спектр сигнала при этом действительно расширяется.

Первоначально словом "вибрато" именовалась модуляция любого параметра звукового колебания. Но со временем некоторые из разновидностей этого эффекта получили свое название. Во многих публикациях по электронной музыке теперь под вибрато подразумевают только частотное вибрато. Это не совсем верно. Следует различать амплитудное вибрато, частотное вибрато и тембровое вибрато, а у фазового вибрато даже имеется специальное название - фэйзер (от английского Phaser - фазовариатор).

Владение приемом вибрато отличает очень хорошего певца от просто хорошего. Кстати, в итальянской номенклатуре качества певческих голосов один из вариантов звука без вибрато обозначается термином "воче дура". Не пугайтесь, в переводе на русский это означает всего лишь "голос прямой".

Скрипка в руках талантливого музыканта потому и звучит так божественно, что, совершая едва заметные перемещения вдоль грифа прижимающими струны пальцами, он осуществляет частотное вибрато. Тремоло (частный случай амплитудного вибрато) является основным приемом игры на мандолине, домре и балалайке.

### Амплитудное вибрато и тремоло

Сущность амплитудного вибрато состоит в периодическом изменении амплитуды звукового сигнала с очень небольшой частотой, от долей герца до 10-12 Гц. Если частота вибрато вне этих пределов, нужный эстетический эффект не достигается.

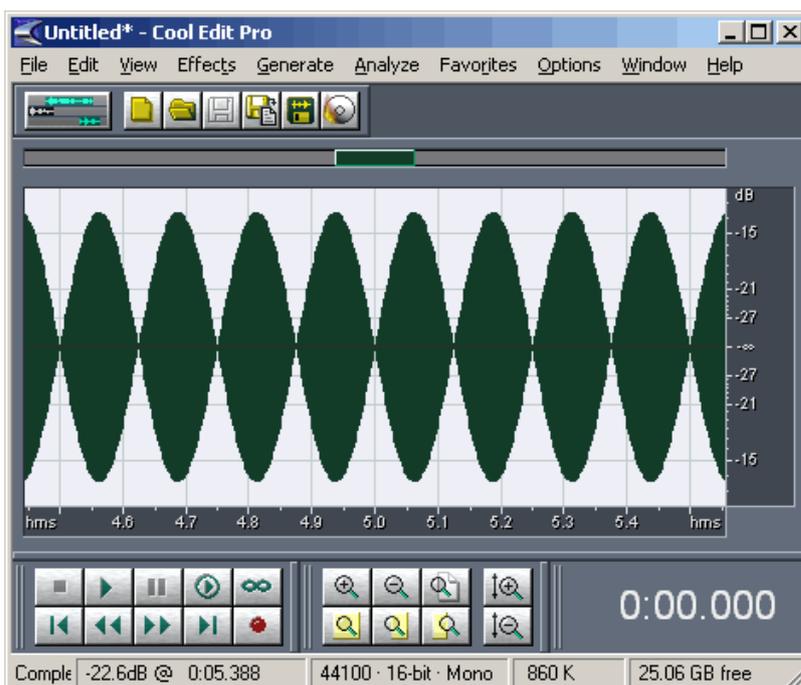
Спектр, а значит и тембр сигнала с амплитудным вибрато богаче по отношению к тембру исходного сигнала. С таким спектром можно проделывать различные манипуляции, например, изменять уровни спектральных составляющих с помощью фильтров.

Степень проявления эффекта характеризуется глубиной вибрато: отношением максимального изменения амплитуды вибрато к амплитуде исходного сигнала. Диапазон допустимых значений глубины вибрато - от 0 до 1. Оптимальная с точки зрения художественного результата частота амплитудного вибрато составляет 6-8 Гц.

Особой разновидностью амплитудного вибрато является тремоло. Его отличительные признаки - относительно высокая частота вибрации (10-12 Гц), максимальная глубина, равная 1, и импульсная форма результирующего сигнала.

В аналоговых устройствах амплитудное вибрато реализуется с помощью перемножителей сигналов. Основная проблема этих устройств -неполное подавление управляющего сигнала. При большой глубине вибрато это проявляется в виде ясно прослушиваемого "стука" с частотой модуляции. В компьютерных программах этот недостаток может быть полностью устранен.

Компьютерные музыканты имеют дело с двумя вариантами реализации амплитудного вибрато: аппаратным и программным. Аппаратный способ предполагает наличие в звуковой карте усилителей с управляемым коэффициентом усиления. Программный способ заключается в перемножении значений цифровых отсчетов звуковых колебаний со значениями отсчетов функции, описывающей управляющий сигнал.



Сигнал с глубоким амплитудным вибрато, сгенерированный в редакторе Cool Edit Pro 2

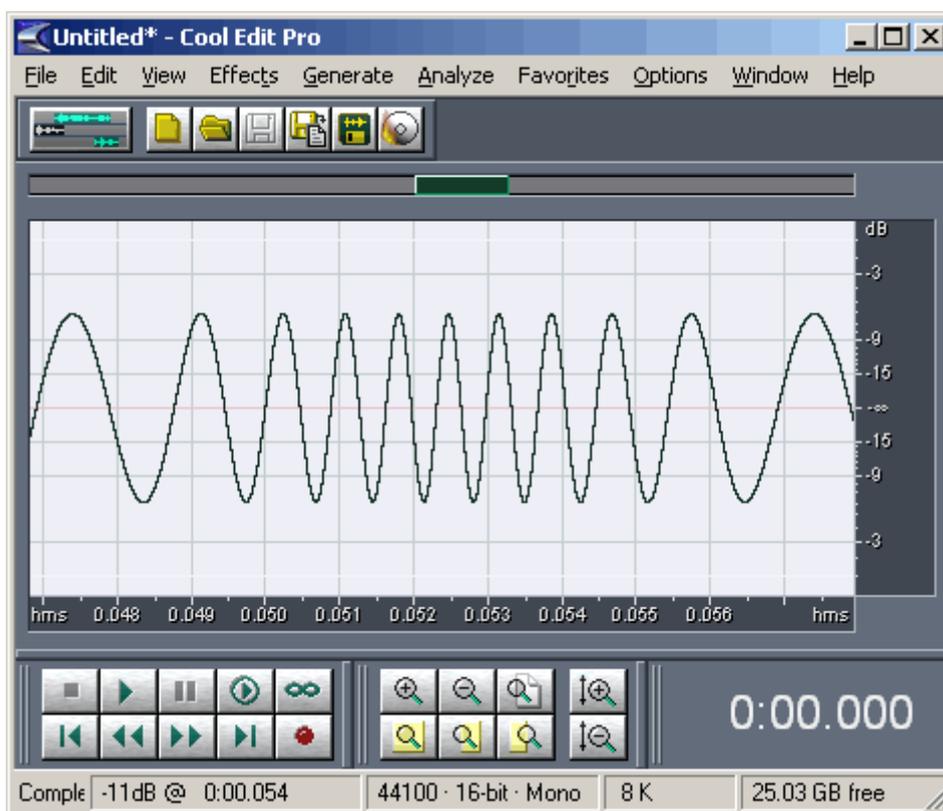
При обработке вокальных партий амплитудным вибрато нужно пользоваться очень осторожно. Глубина его не должна быть большой, тремоло совсем недопустимо. Пик моды на амплитудное

вibrато остался в десятках лет позади. В современной электронной музыке его используют редко. И напрасно. Это очень красивый эффект.

### Частотное vibrато

Суть частотного vibrато заключается в периодическом изменении частоты звукового колебания. Частотное vibrато получило широкое распространение лишь после создания электронных музыкальных инструментов. Реализовать этот эффект на акустических инструментах довольно сложно. Правда, в период расцвета ВИА появились соло-гитары особой конструкции: натяжение всех струн в них можно было одновременно менять с помощью подвижной подставки для крепления струн и рычага, то есть частотное vibrато здесь исполнялось вручную.

Реализация частотного vibrато в электромузыкальных инструментах и синтезаторах проста и естественна. Работу всех узлов как аппаратных, так и программных синтезаторов синхронизирует опорный генератор. Если менять его частоту, то изменяться будут и частоты всех синтезируемых колебаний. Если изменение частоты происходит по периодическому закону, получается частотное vibrато. По существу, при частотном vibrато расширяется спектр исходного сигнала, а тембр периодически изменяется во времени.



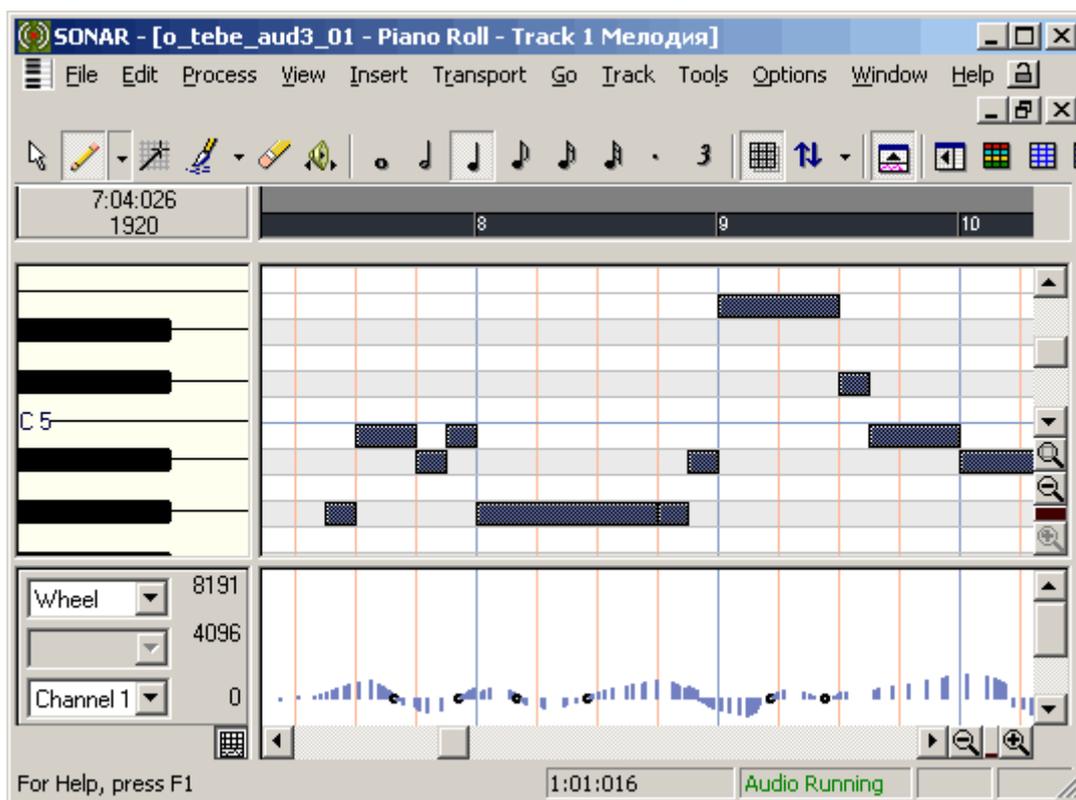
Сигнал с частотным vibrато, сгенерированный в редакторе Cool Edit Pro 2  
(иллюстрация для наглядности утрирована: слишком в больших пределах меняется частота)

Красивое звучание получается только в том случае, когда глубина частотного vibrато (относительное изменение частоты звука) невелика. Как известно, единица музыкальных интервалов, в 1200 раз меньшая, чем октава, называется центом. Интервал между соседними полутонами в темперированной гамме равен в точности 100 центам. Колебание высоты тона при частотном vibrато не должно превышать нескольких десятков центов. В противном случае создается впечатление нарушения строя инструмента.

Частотное vibrато используется и само по себе, и входит составной частью в более сложные звуковые эффекты.

С точки зрения технической реализации очень близким к частотному vibrато является эффект (точнее, исполнительский прием) глиссандо. При игре, например, на фортепиано этот прием означает скольжение пальцев по клавишам. В электронной музыке под глиссандо понимают перестройку высоты звуков взятых нот. Диапазон перестройки может достигать интервала, превышающего октаву. Ручным регулятором изменяют или напряжение, или цифровой код, которые управляют частотой опорного генератора. В электронных синтезаторах и MIDI-клавиатурах для исполнения глиссандо имеется специальный элемент управления: колесо или

рукоятка, а стандартом MIDI предусмотрено специальное сообщение, передаваемое при изменении состояния манипуляторов высоты тональной перестройки.



**Графическое управление перестройкой высоты тона в программе SONAR 2 XL: в верхней секции окна вы рисуете "отпечатки клавиш", а в нижней - график перестройки тона**

В отличие от первых электромузыкальных инструментов эти средства позволяют выполнять не только глиссандо, но и ручное (иногда говорят "пальцевое") частотное вибрато. Закон колебания высоты звука подчиняется воле исполнителя, и эффект перестает быть механическим и монотонным.

### **Тембровое вибрато**

Эффект тембрового вибрато также направлен на изменение спектра звуковых колебаний. Физическая его сущность состоит в том, что исходное колебание с богатым тембром пропускается через полосовой частотный фильтр, у которого периодически изменяется либо частота настройки, либо полоса пропускания, либо по различным законам изменяются оба параметра. При этом фильтр выделяет из всего спектра исходного колебания те частотные составляющие, которые попадают в "мгновенную" полосу его пропускания. Так как полоса пропускания "дышит" по ширине и "гуляет" по частоте, тембр сигнала периодически меняется.

Кроме автоматического тембрового вибрато используют еще и ручное (чаще даже "ножное" - с управлением от педали). Такой вариант эффекта известен под названиями "Вау-вау", или "квакушка".

Красиво звучат протяжные аккорды, взятые на электрогитаре, сигнал которой пропущен через блок тембрового вибрато, если цикл перестройки фильтра синхронизирован с моментом возникновения колебания струны. Звук каждого очередного взятого аккорда перетекает от одного края своей тембральной области до другого.

Если звуковая карта содержит перестраиваемые резонансные фильтры или хотя бы фильтры нижних частот с перестраиваемой частотой среза, то этот эффект может быть получен аппаратным способом в реальном времени.

Тембровое вибрато есть в арсенале средств звуковых редакторов. Например, в программе Cool Edit Pro 2 записанный аудиотрек можно обработать фильтром Dynamic EQ (см. "Магия ПК" №10/2002), предварительно "нарисовав" в окне этого эффекта графики изменения частоты настройки и добротности полосового фильтра.

Можно еще долго рассказывать о работе с виртуальными панелями управления эффектов, создающих "прекрасную дрожь в голосе". Все детали на эту тему вы можете найти в книгах серии "Секреты мастерства": "Музыкальный компьютер", "Sonar" и "Cool Edit Pro 2".

В следующих номерах журнала я планирую рассказать об эффектах, в основе которых лежит задержка звука. Речь пойдет о дилэе, реверберации, хорусе, флэнжере и фейзере.