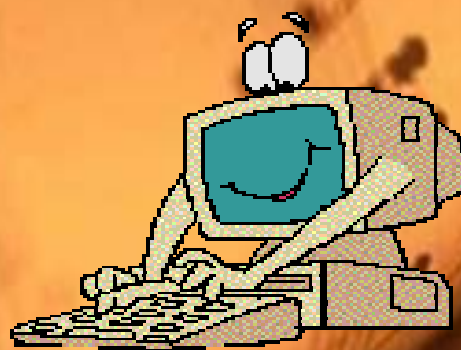


# Как написать музыку



...на компьютере

# Оглавление

1. Введение
2. Возможности встроенного динамика (PC-Speaker)
3. Музыка и техника
4. MIDI-синтезатор в звуковой карте
5. Сохранение информации в файл
6. Однородная запись музыки

## Дополнение:

1. Преобразователи АЦП и ЦАП
2. Процессоры DSP (Digital Signal Processing)
3. Частотная модуляция (FM)

Оформлено

The\_nextT

## ВВЕДЕНИЕ

Мультимедиа (multimedia) - это современная компьютерная информационная технология, позволяющая объединить в компьютерной системе текст, звук, видеоизображение, графическое изображение и анимацию(мультипликацию).

Мультимедиа - это сумма технологий, позволяющих компьютеру вводить, обрабатывать, хранить, передавать и отображать (выводить) такие типы данных как текст, графика, анимация, оцифрованные неподвижные изображения, видео, звук и речь.

Для построения мультимедиа системы необходима дополнительная аппаратная поддержка: аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи для перевода аналоговых аудио и видео сигналов в цифровой эквивалент и обратно, видеопроцессоры для преобразования обычных телевизионных сигналов к виду, воспроизводимому электронно-лучевой трубкой дисплея, декодеры для взаимного преобразования телевизионных стандартов, специальные интегральные схемы для сжатия данных в файлы допустимых размеров и так далее. Все оборудование отвечающее за звук объединяются в так называемые звуковые карты, а за видео в видео карты. Далее рассматривается подробно и в отдельности об устройстве и характеристиках звуковых карт, стандартах сжатия звука и некотором специализированном программном обеспечении.

С течением времени перечень задач выполняемых на ПК вышел за рамки просто использования электронных таблиц или текстовых редакторов. Компакт - диски со звуковыми файлами, подготовка мультимедиа презентаций, проведение видео конференций и телефонные средства, а также игры и прослушивание аудио CD для всего этого необходимо чтобы звук стал неотъемлемой частью ПК. Для этого необходима звуковая карта.

Мы все уже привыкли к тому, что современный персональный компьютер может издавать весьма разнообразные звуки. Вначале они могли только гудеть и пищать на разные лады, затем появились программы, произносящие вполне отчетливые слова и играющие отдаленное подобие музыки, слышаемой через водосточную трубу; компьютерные игры довольно быстро научились даже при помощи встроенного громкоговорителя издавать что-то вроде выстрелов и взрывов. А теперь повсеместное распространение недорогих звуковых карт позволило воспроизводить с их помощью любые теоретически возможные звуки. Однако в большинстве случаев мы с вами слышим только те звуки, которые были, как говорится, заложены при разработке той или иной программы, а между тем многим хочется гораздо большего. Все это вполне возможно - при наличии требуемых аппаратных средств и/или программ, а главное - знаний о способах извлечения нужных звуков из такого вроде бы немзыкального устройства, как компьютер, так как компьютер по первоначальному определению это устройство для хранения, обработки и передачи информации.



Встроенный динамик PC-Speaker

Компьютеры не задумывались своими создателями как устройства для занятий музыкой. Их изначальное предназначение типично для любой полезной машины - освободить человека от тяжелой и монотонной работы. В данном случае речь идет об умственной деятельности рутинного характера, связанной с громоздкими вычислениями и сортировкой большого количества данных. Просто так уж случилось, что многие профессионалы в разных сферах, любящие и хорошо понимающие то, чем они занимаются, сумели воспользоваться присущей вычислительным машинам универсальностью и использовать ее для пользы своего дела. Легендарный Макс Мэтьюз из Bell Laboratories начал заниматься машинным синтезом звука еще в 60-е годы, когда компьютер занимал целый этаж, и вряд ли вызывал у большинства музыкантов прилив творческого вдохновения. Видимо, создатель программы Music 4 достаточно хорошо представлял, что ему нужно от жизни и от вычислительной машины.



[<<<Вернуться в Оглавление](#) **Мультимедийный комплекс.**

## Возможности встроенного динамика (PC-Speaker)

Представим себе батарейку, которая через регулятор (для удобства - прямолинейный, а не круглый) подключена к динамику акустической системы. При перемещении регулятора диффузор динамика будет аналогично перемещаться между своим нейтральным положением и точкой максимального отклонения, в точности повторяя движения ползунка и изменение электрического тока в цепи. В таком случае говорят, что имеет место аналоговая передача звука, которая используется почти во всей звуковой аппаратуре. Таким образом, перемещая ползунок с нужной скоростью, мы можем заставить динамик издать любой нужный нам звук - вся проблема только в скорости перемещения ползунка.

В компьютерах, как известно, используется цифровой принцип передачи информации: электрические сигналы могут принимать только два состояния - 0 и 1, что соответствует минимальному и максимальному уровням напряжения. Графики электрических сигналов при этом даже отдаленно не напоминают, например, график изменения яркости картинки на мониторе или траекторию перемещения мыши, поскольку аналоговые сигналы закодированы в цифровых.

Подключив динамик к выходу цифровой схемы, мы можем привести его диффузор только в одно из двух возможных положений; если теперь переключать цифровой сигнал со звуковой частотой - мы услышим знакомое гудение или писк разной высоты.

Именно так и было реализовано управление встроенным динамиком в самых первых персональных компьютерах, таким же оно осталось и в их современных моделях - программа либо программирует генератор импульсов на их повторение с нужной частотой, либо сама переключает цифровой сигнал на динамике.

Изменяя частоту следования импульсов, можно повышать или понижать тон звука, однако более приятных звуков таким способом извлечь невозможно. Такой способ управления называется частотной модуляцией (ЧМ/FM).

Однако кое-что все-таки можно сделать, вспомнив, что диффузор динамика имеет инерцию и из-за нее не может перемещаться со скоростью, сравнимой со скоростью изменения цифровых сигналов в компьютере. Если подать на него цифровой сигнал из равномерно меняющихся 0 и 1 с частотой более 20 кГц - диффузор будет излучать неслышимый ультразвук, сила которого будет очень быстро падать с ростом частоты, и уже на нескольких десятках кГц диффузор практически перестанет двигаться. Однако если изменение между 0 и 1 будет неравномерным, то диффузор уже не сможет оставаться на месте, однако и не будет колебаться в точном соответствии с цифровым сигналом.

Можно сказать, что удержание одного из уровней на выходе схемы ускоряет движение диффузора в выбранном направлении, а смена уровня на противоположный - тормозит его, а при удержании нового уровня в течение длительного времени диффузор начнет двигаться в противоположном направлении. Этот способ управления называется широтно-импульсной модуляцией (ШИМ).

Таким образом, если достаточно искусно переключать цифровые уровни на схеме управления динамиком, то в принципе из него можно получить произвольные и чистые звуки. Однако на практике это возможно лишь при условии точного знания момента инерции диффузора, параметров усилителя мощности и очень высокой (в идеале - бесконечной) точности управления сменой уровней. Поэтому описанный метод получил довольно ограниченное применение - для имитации выстрелов и взрывов в играх, простейшего синтеза речи или воспроизведения очень низкокачественной музыки.



[<<<Вернуться в Оглавление](#)



# МУЗЫКА И ТЕХНИКА

МИКРОФОН



0,010 V



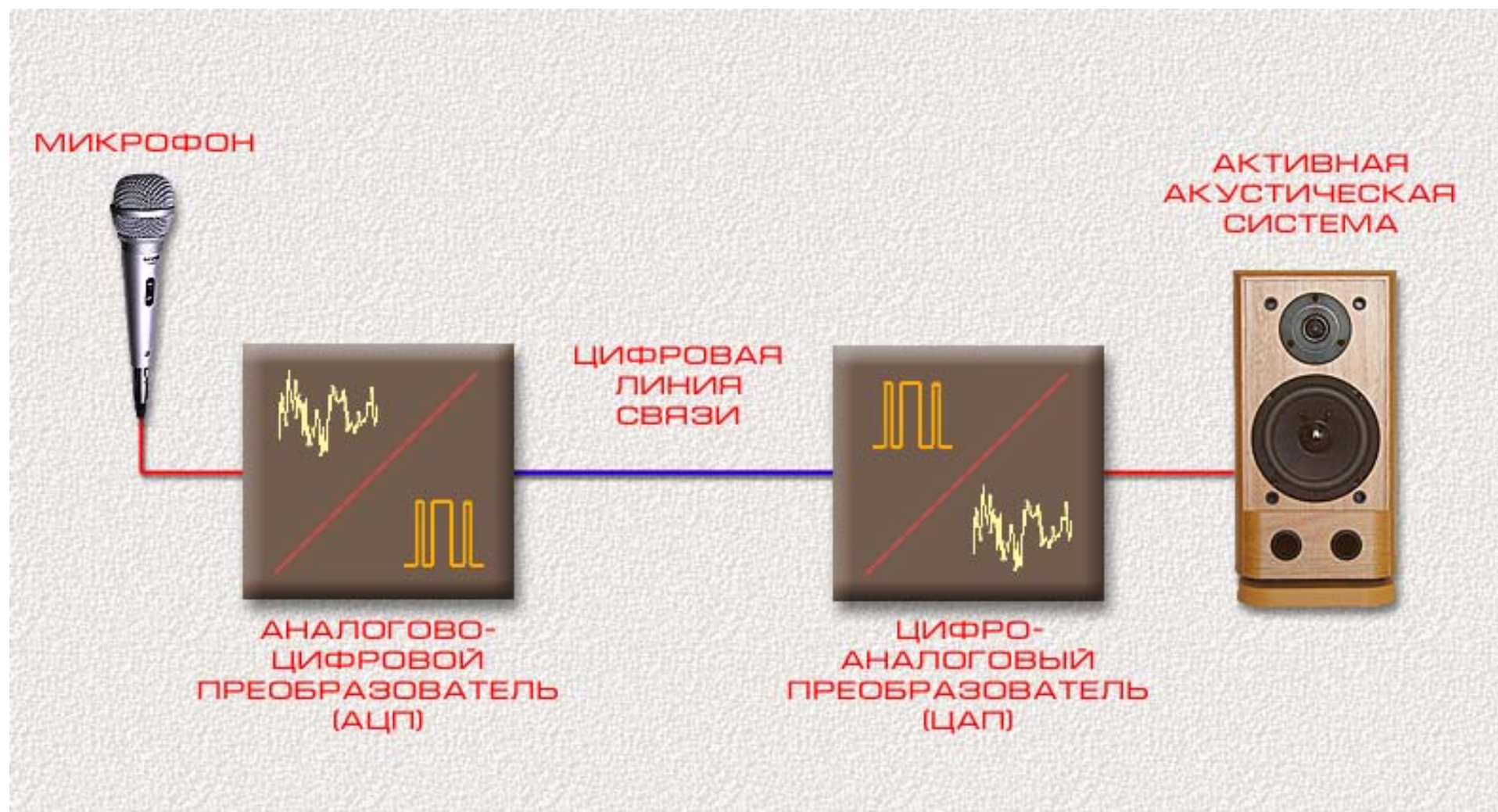
УСИЛИТЕЛЬ

1 V

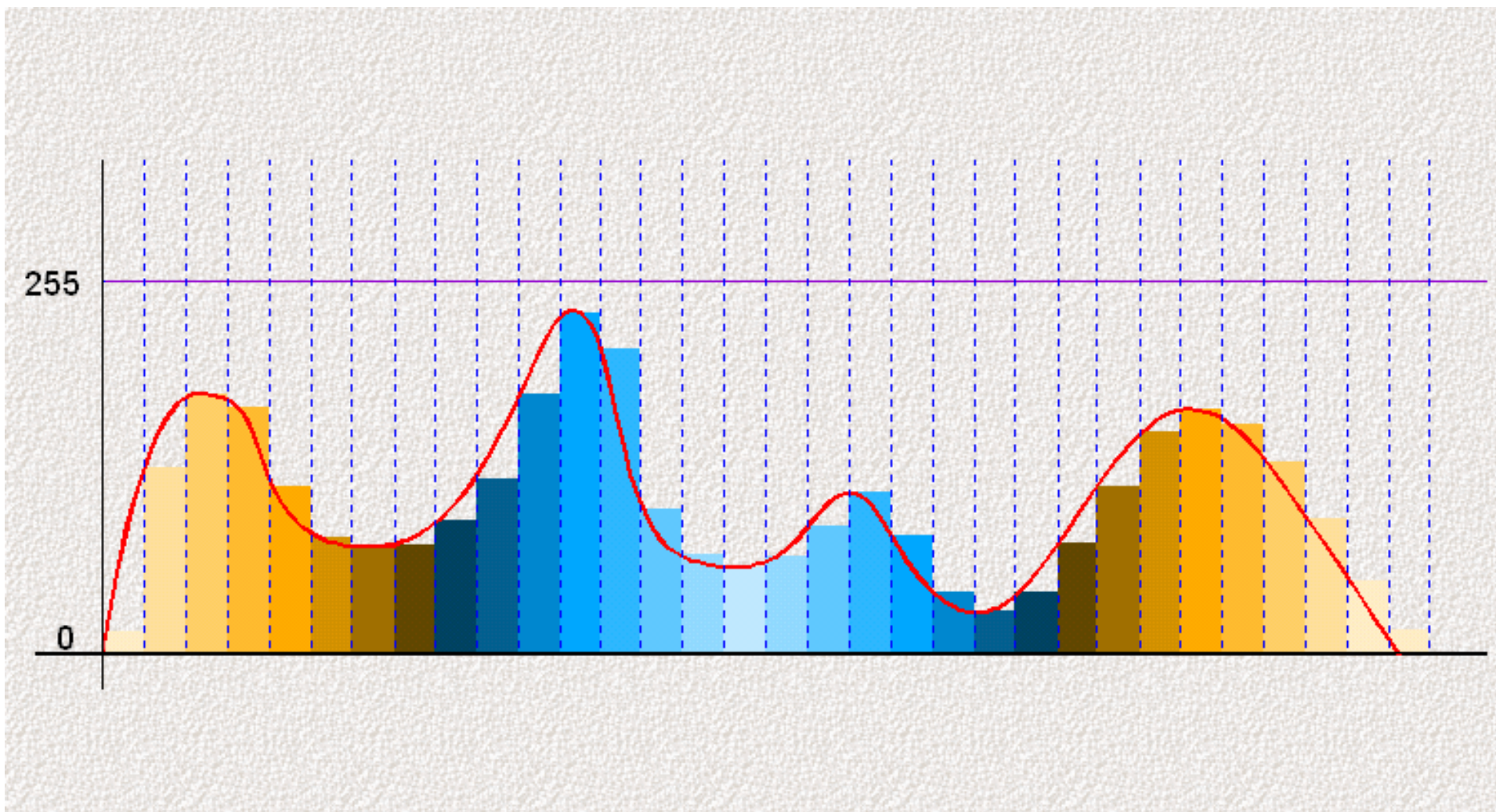
АКТИВНАЯ  
АКУСТИЧЕСКАЯ  
СИСТЕМА



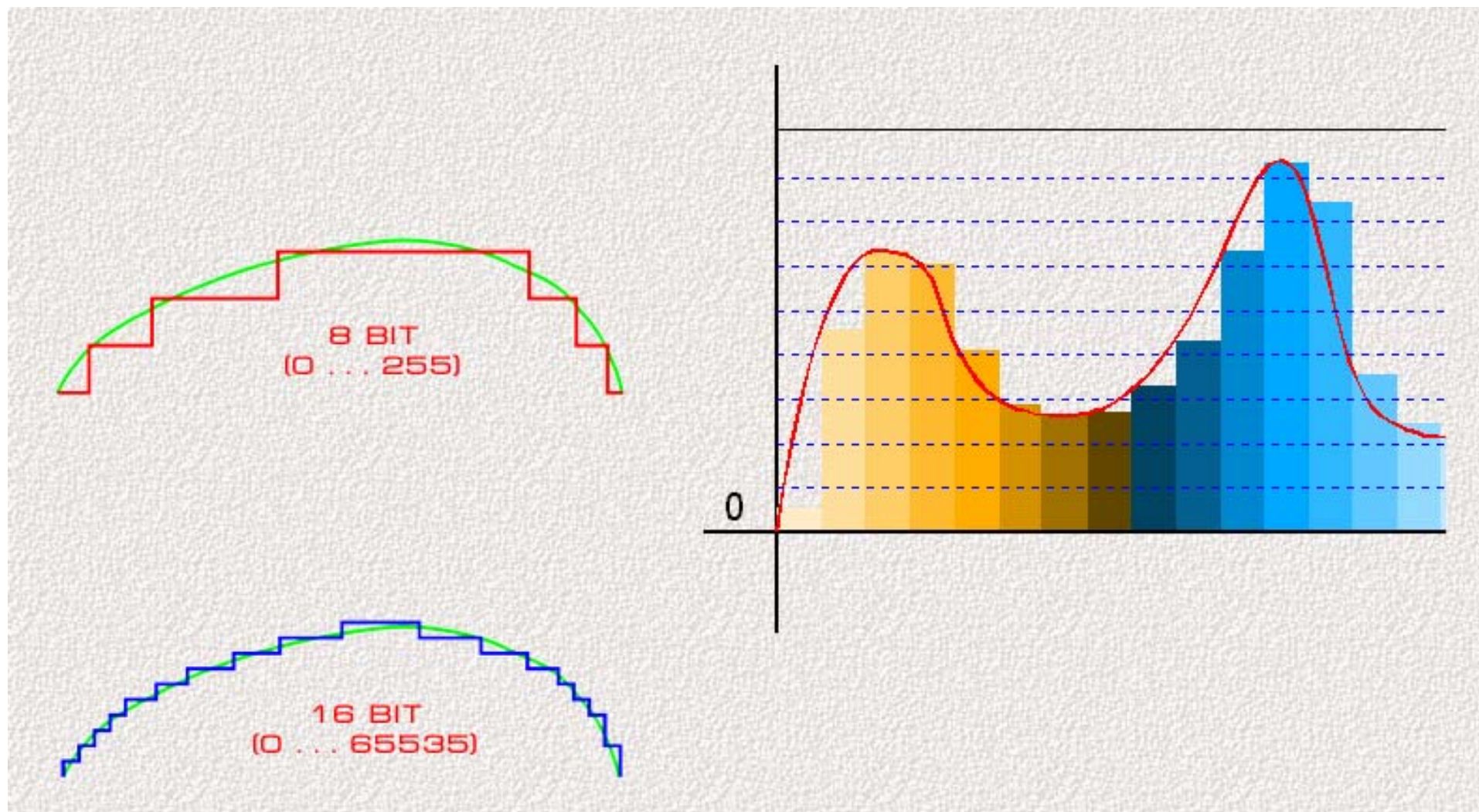
Простейшей схемой звукопередачи можно назвать схему, состоящую из микрофона, преобразующего звук в электрические колебания, и акустической системы, совершающей обратное преобразование - из электрических колебаний в звук. Усилитель необходим для того, чтобы слабый электрический сигнал микрофона поднять до уровня, достаточного для работы колонок.



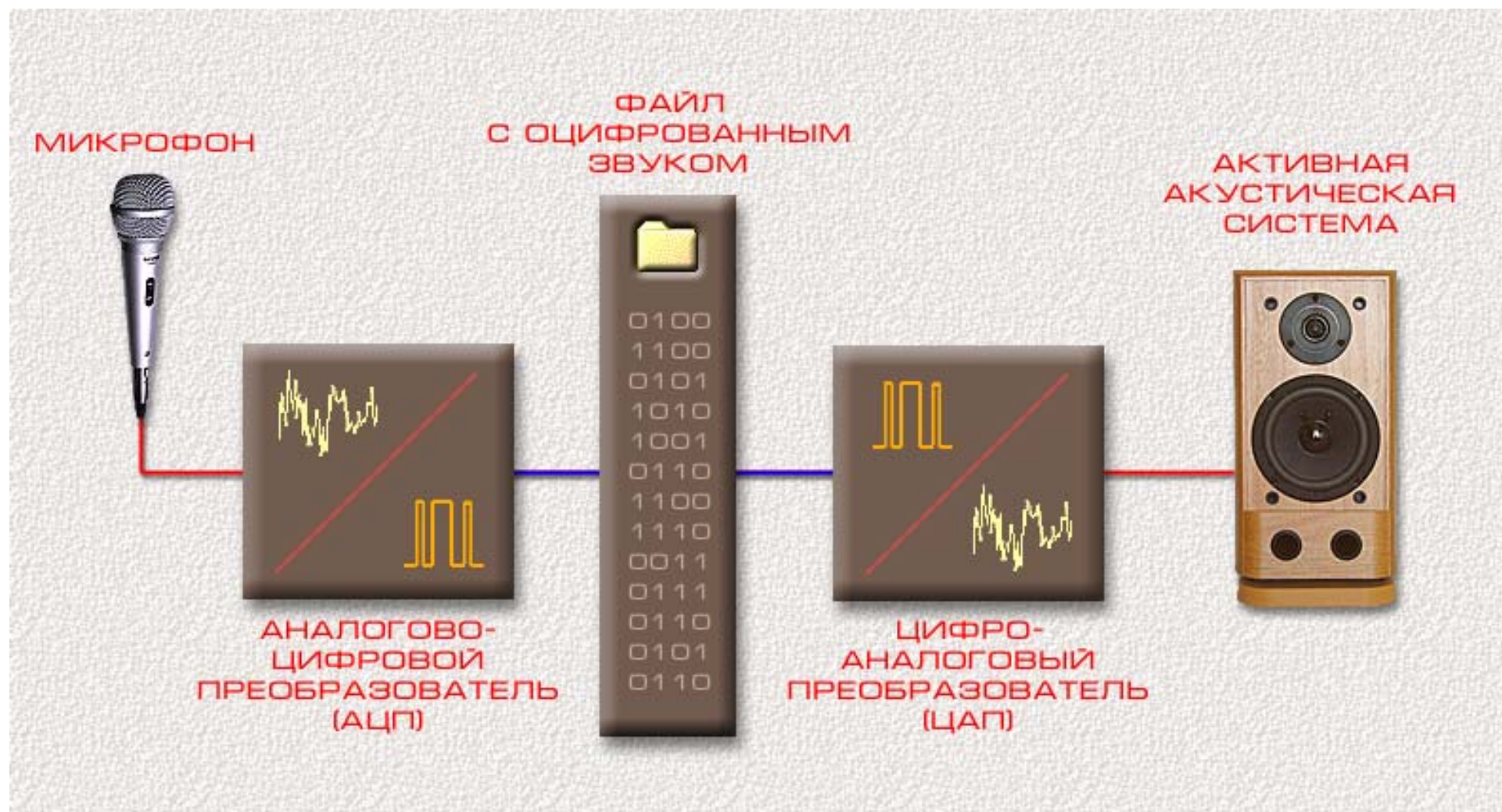
При передаче звуковых электрических сигналов по проводам неизбежны помехи и искажения. Преобразуя сигнал микрофона в поток цифровых данных, где импульсы имеют только два значения: "есть сигнал" и "нет сигнала", можно значительно улучшить качество звукопередачи. Преобразования выполняют специальные приборы, аналогово-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи.



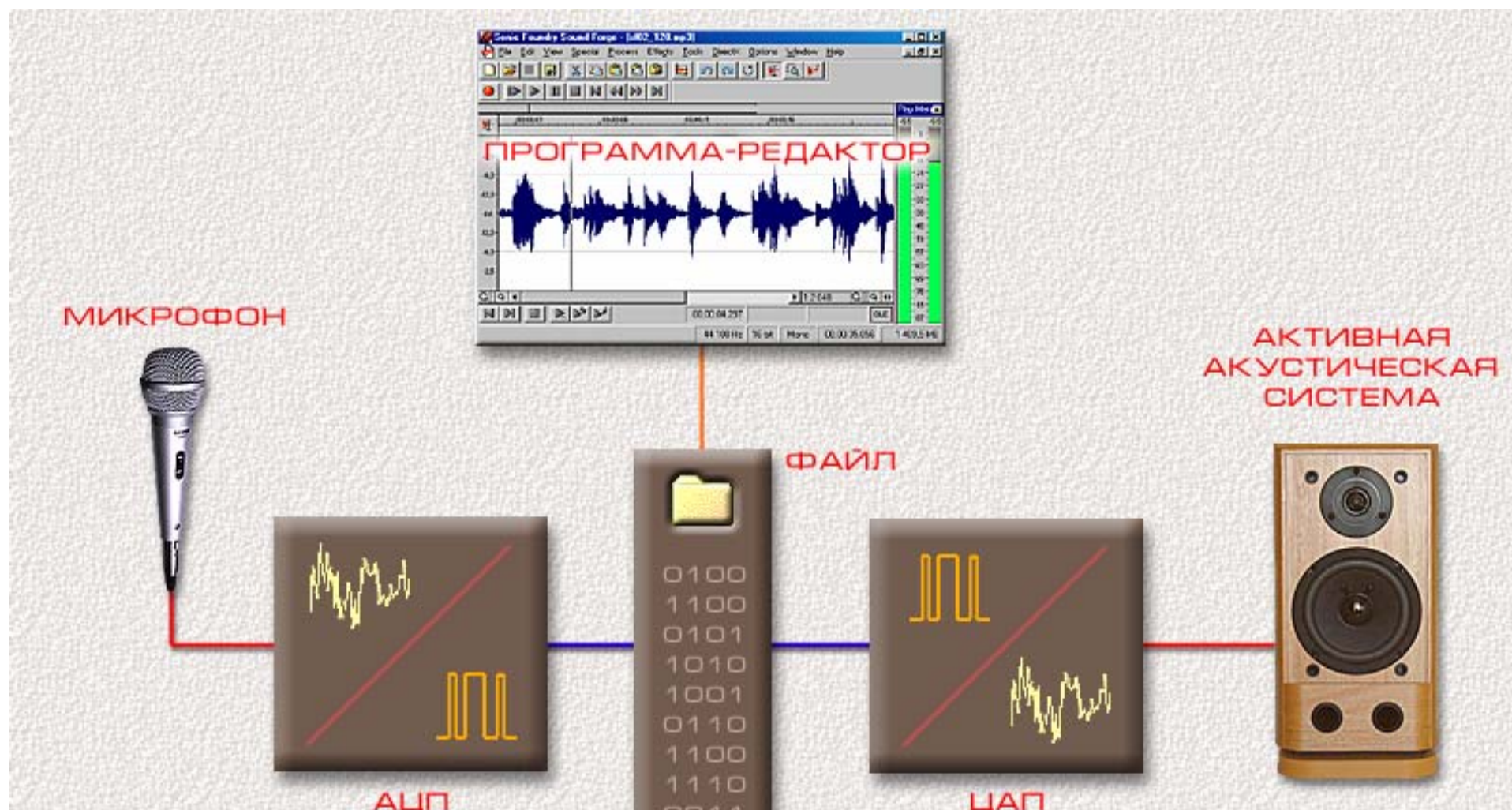
При преобразовании звука в поток цифровых данных аналогово-цифровой преобразователь тысячи раз в секунду измеряет уровень сигнала. Чем чаще измеряется сигнал, тем выше качество оцифрованного звука. Частота измерений называется "частотой семплирования". Для качества, аналогичного качеству звукового компакт-диска, необходимо измерять сигнал 44100 раз в секунду. Это называют частотой семплирования в 44,1 кГц.



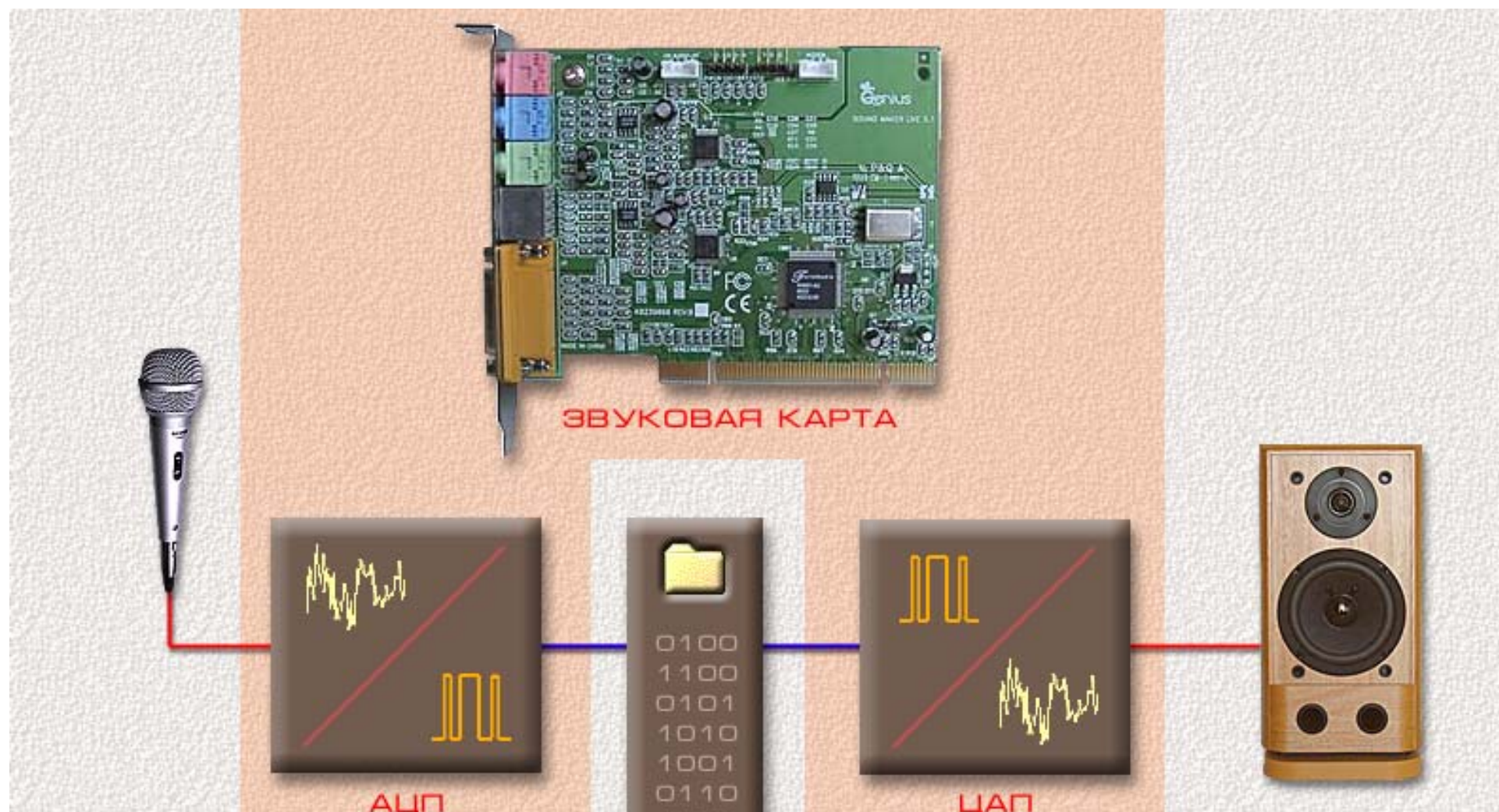
Измеренный уровень сигнала можно записать в виде восьмибитного числа (от 0 до 255), шестнадцатибитного (от 0 до 65535) и выше. Количество бит, используемых для записи, называется "разрядностью квантования". Чем больше бит, тем качественнее звук. Для качества, аналогичного звуковому компакт-диску, необходимо 16-битное квантование сигнала.



Цифровой поток данных можно сохранить с помощью компьютера в виде файла. Этот файл, содержащий данные о звуке, может храниться, копироваться и при необходимости воспроизводиться в любой момент с максимальным качеством. Никаких дефектов, характерных для записи на магнитной пленке (шум, изменения громкости), при проигрывании файла не возникает.



Файлы, содержащие звуковую информацию, можно редактировать с помощью специальных программ. Со звуком можно делать что угодно - смешивать, переставлять местами фрагменты. Можно имитировать естественные акустические процессы, такие как реверберация. Можно создавать новые, необычные эффекты, добиваясь неповторимого звучания.



Преобразователи сигнала микрофона в цифровую форму имеются в специальных устройствах, предназначенных для работы компьютера со звуком - звуковых картах. Звуковые карты вставляются в специальные разъемы в материнской плате компьютера. Практически все компьютеры, продающиеся в магазинах, уже снабжены звуковой картой.

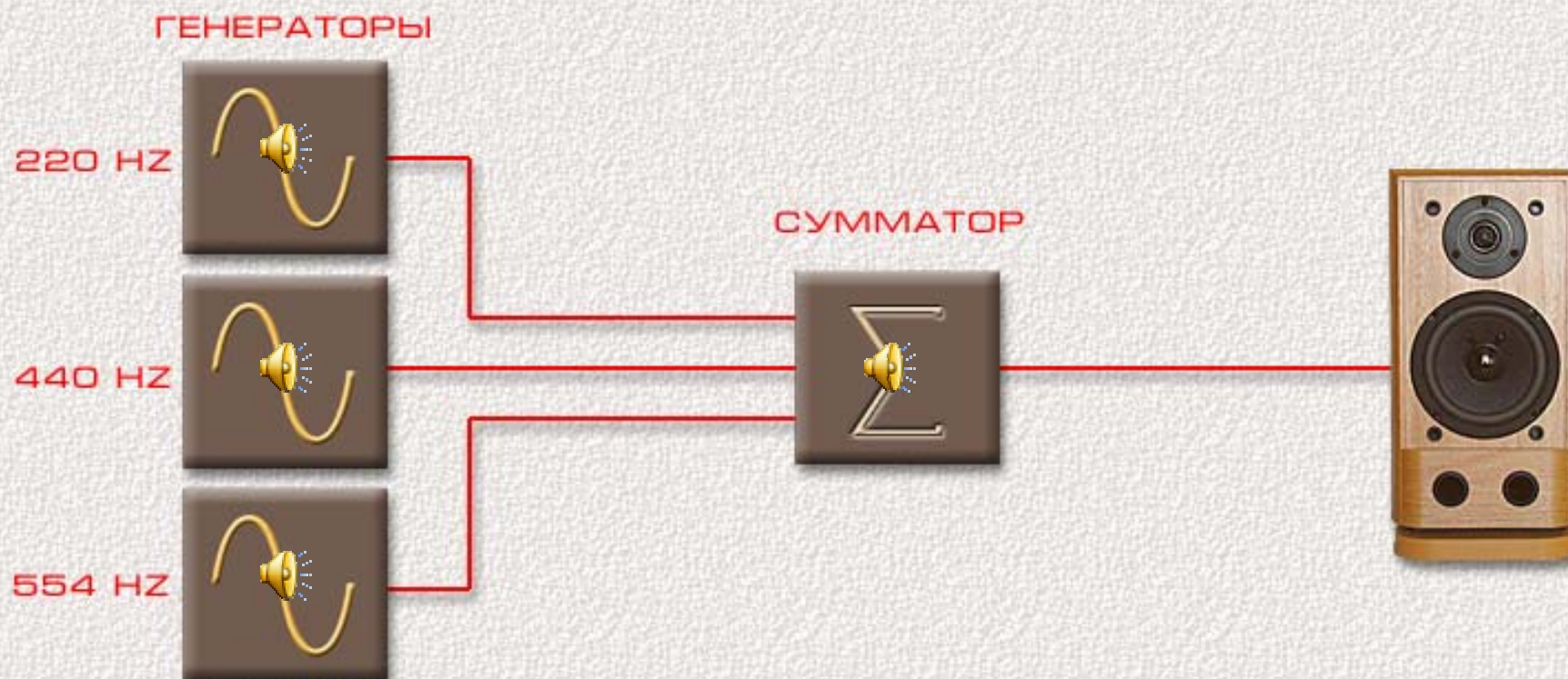


Звуковая карта, как правило, имеет панель с гнездами коммутации. Эта панель располагается на задней стенке компьютера. В простейшем случае коммутация осуществляется по "пальчиковым" разъемам. Микрофон подключается к микрофонному входу звуковой карты, маркированному красным цветом. Акустические системы подключаются к линейному выходу карты, маркированному зеленым цветом. [<<<Вернуться в Оглавление](#)



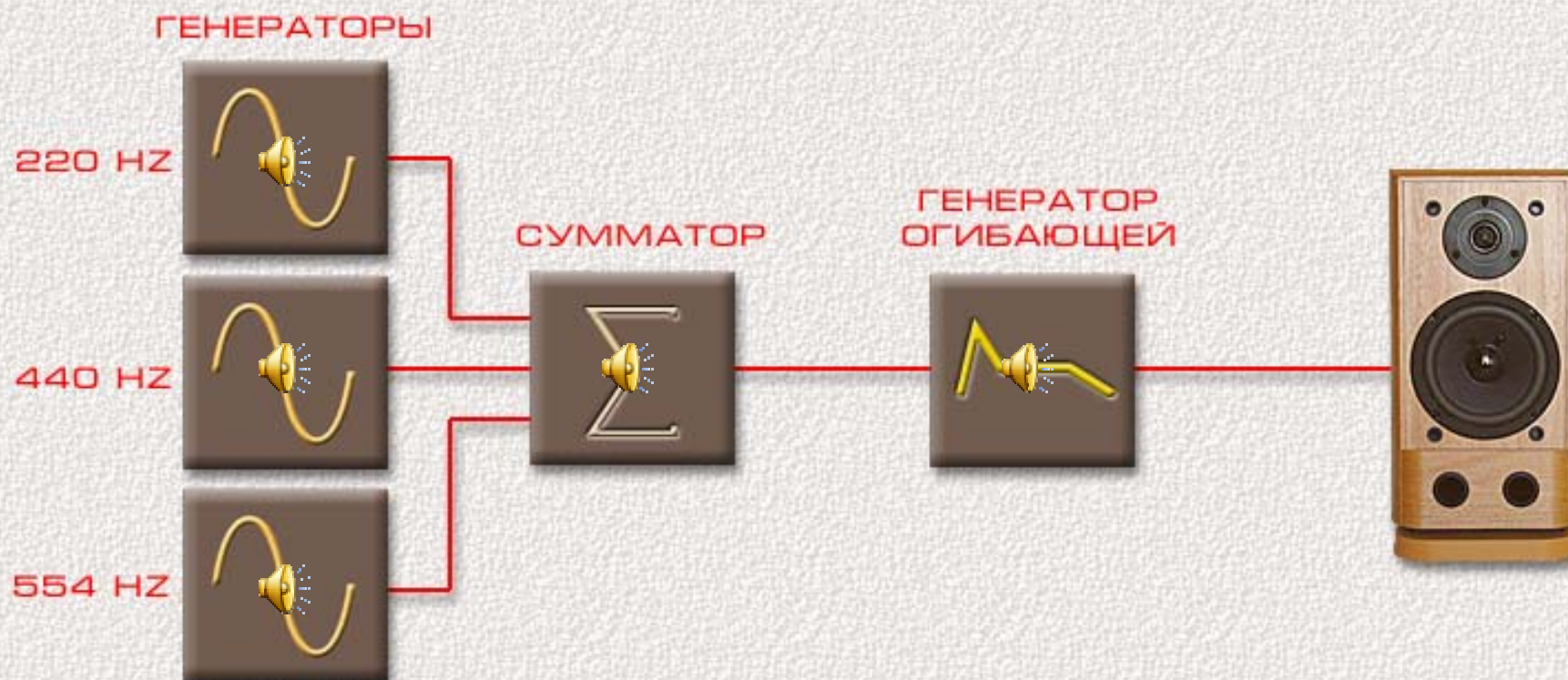
# MIDI-СИНТЕЗАТОР В ЗВУКОВОЙ КАРТЕ

Универсальные звуковые карты способны не только преобразовывать звук от внешнего источника сигнала, но и генерировать звук с помощью встроенного синтезатора.



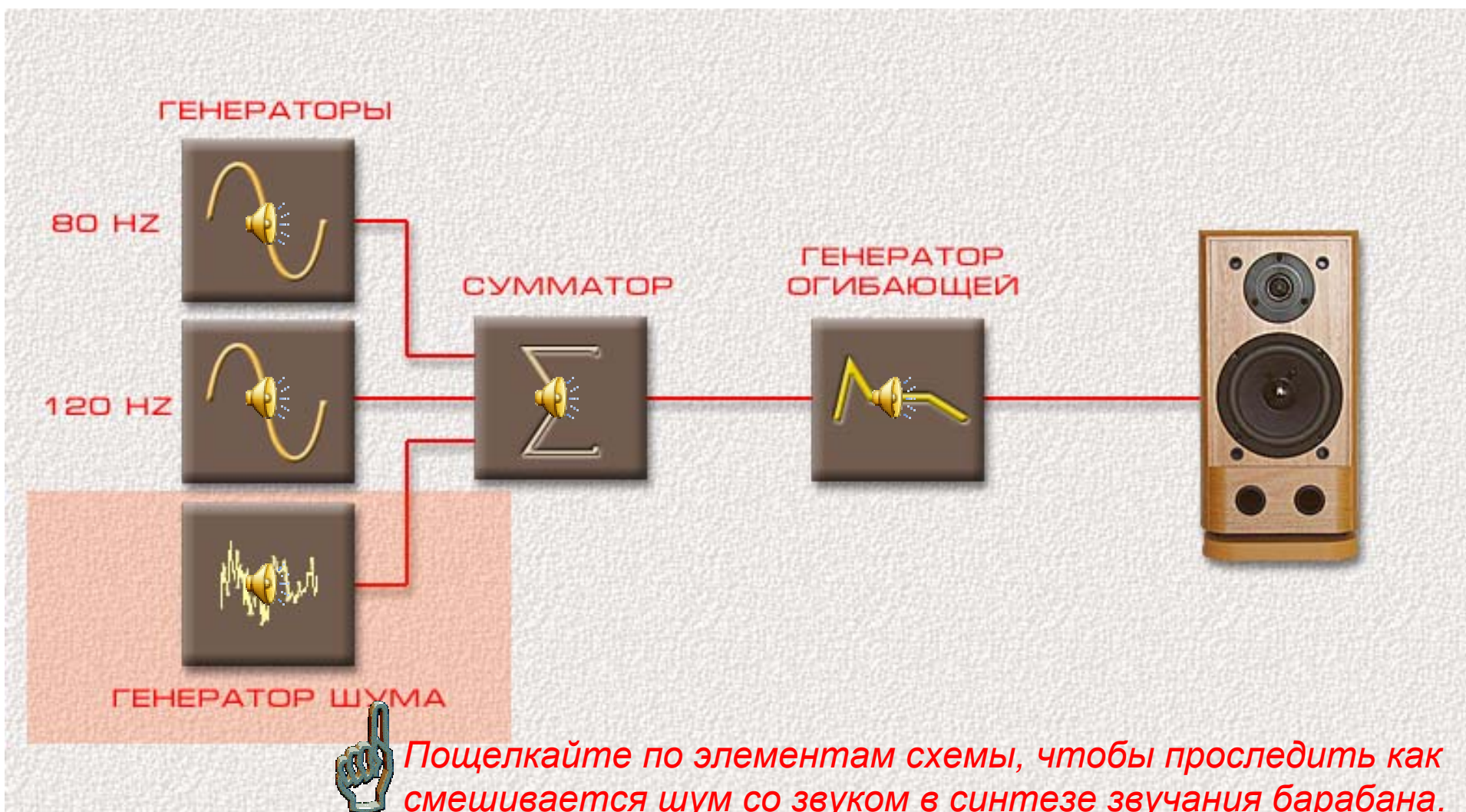
*Пощелкайте по элементам схемы на иллюстрации, чтобы послушать как суммируются звуки*

В простейшем случае синтезатор звуковой карты генерирует звук, подобно аналого-вым синтезаторам недалекого прошлого. В синтезаторе есть несколько управляемых генераторов, вырабатывающих электрические колебания. После смешивания сигналов от генераторов можно получить звук, имитирующий естественные музыкальные инструменты. Синтезатор также может создавать эффектные звуки.

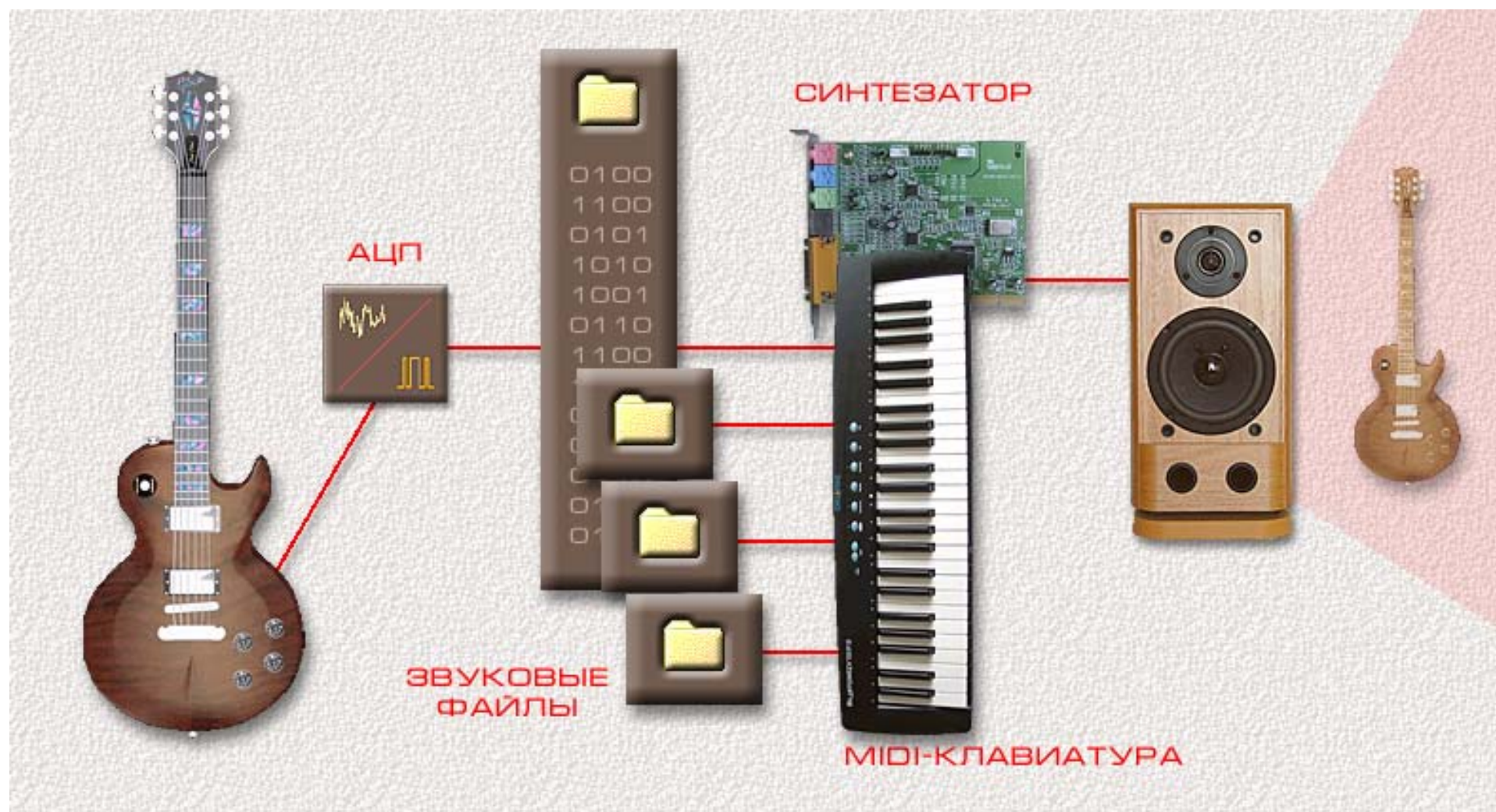


*Пощелкайте по элементам схемы, чтобы услышать звук, иллюстрирующий работу генератора огибающей.*

Еще больше расширяет возможности синтезатора генератор огибающей. С его помощью можно регулировать динамические характеристики звукового сигнала. Изменять время "атаки", "спада", "поддержки" и "затухания". Эти характеристики звука знакомы музыкантам.



Многие музыкальные инструменты имеют шумовую составляющую в звуке. Это в большей степени относится к ударным инструментам - барабанам, тарелкам. В синтезаторе звуковой карты присутствует генератор шума, облегчающий имитацию как звучания ударных и духовых инструментов, так и природных шумов (ветер, море).



Звук, получаемый с помощью частотного синтеза, далек от совершенства. Поэтому в современных звуковых картах применяют синтезатор, основанный на воспроизведении заранее записанных натуральных звуков музыкальных инструментов. Звуки оцифровываются и хранятся в файлах в виде так называемых "семплов", содержащих звук только одной ноты.

СЕМПЛЫ



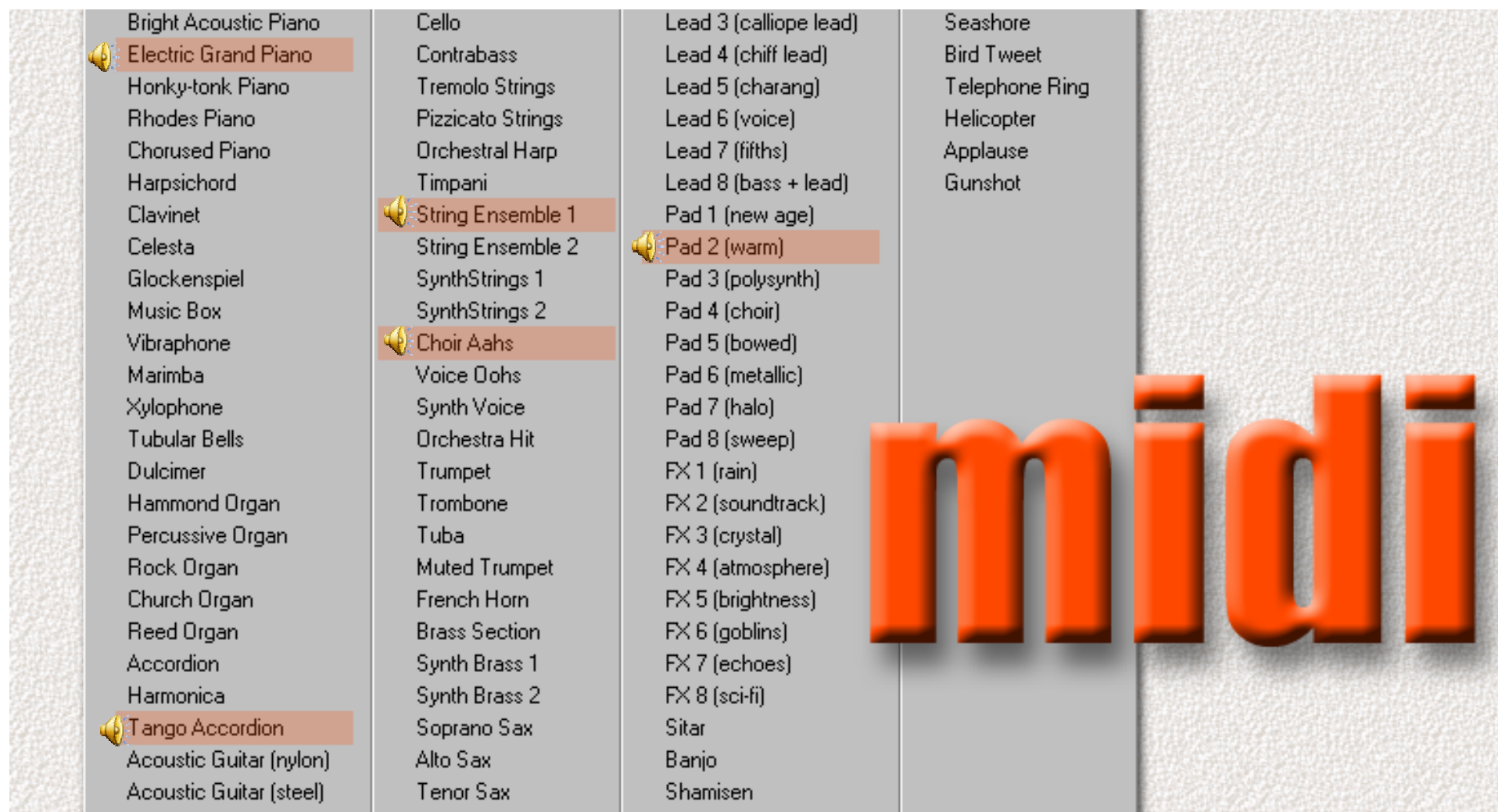
MIDI-КЛАВИАТУРА

СУММАТОР

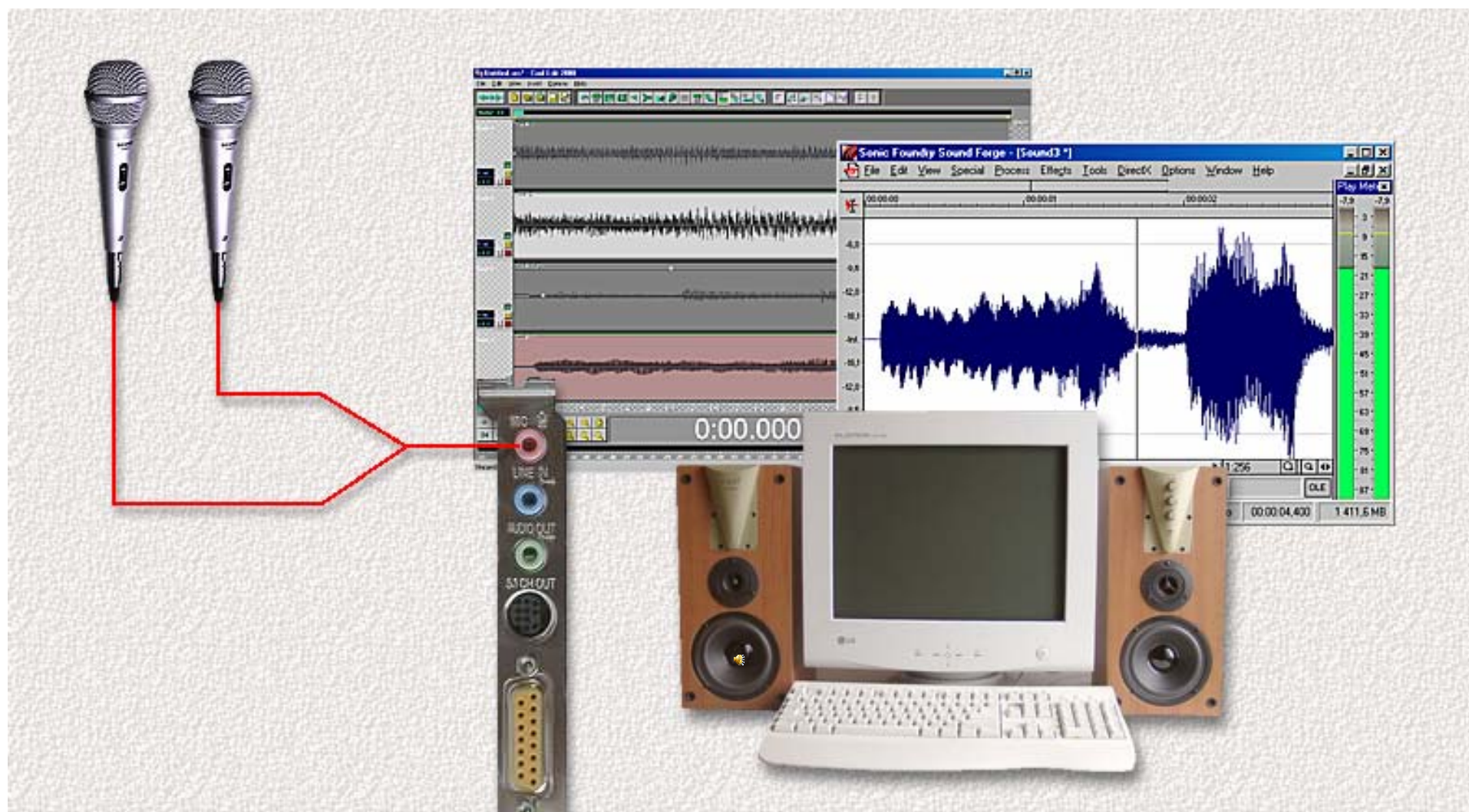


*Пощелкайте по схеме, чтобы послушать отдельные семплы гитары и получаемые музыкальные фразы, когда мы начинаем играть на MIDI-клавиатуре, используя эти семплы.*

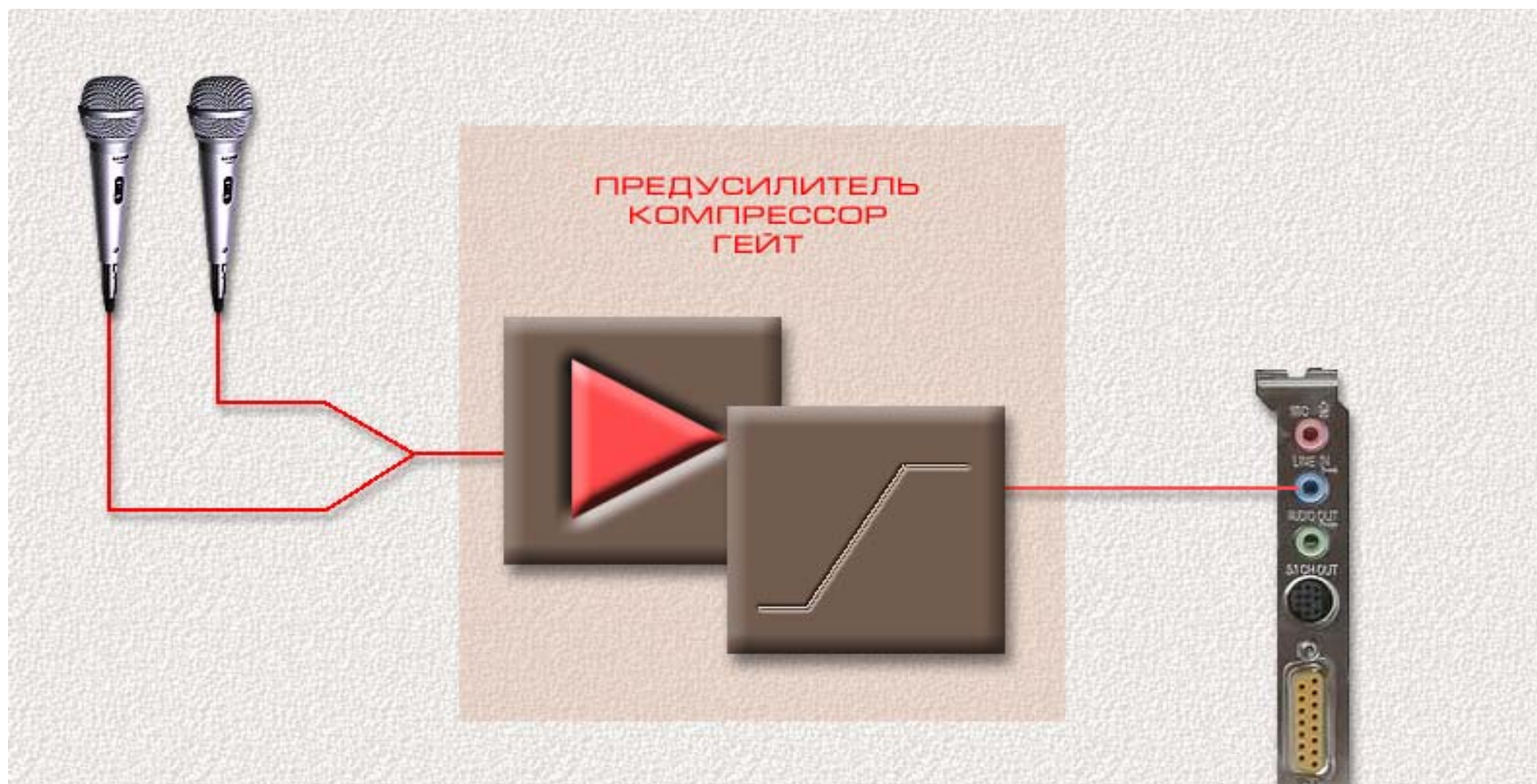
Для каждого музыкального инструмента часто используют несколько семплов, привязанных к узкому диапазону клавиш на MIDI-клавиатуре. В момент воспроизведения звук семпла немного повышается или понижается, в зависимости от нажатой клавиши.



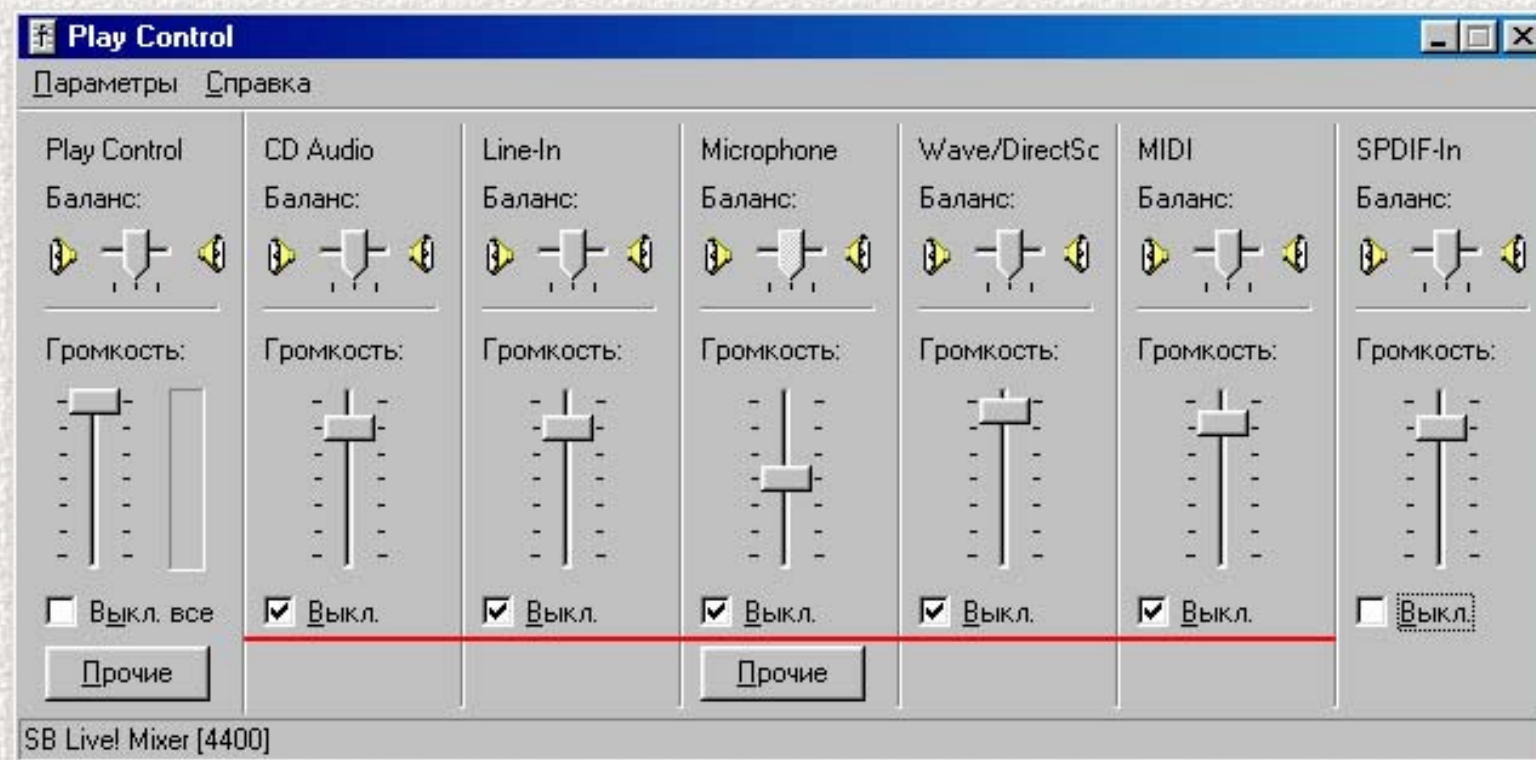
В последнее время стало принято объединять множество семплов в библиотеки - так называемые "звуковые фонты". Звуковые фонты представляют собой файлы с расширением .SF2 и продаются на компакт-дисках. Часто звуковые фонты объединяют звуки стандартного MIDI-набора и нескольких комплектов барабанов. Пощёлкайте по значкам, для прослушивания семплов.



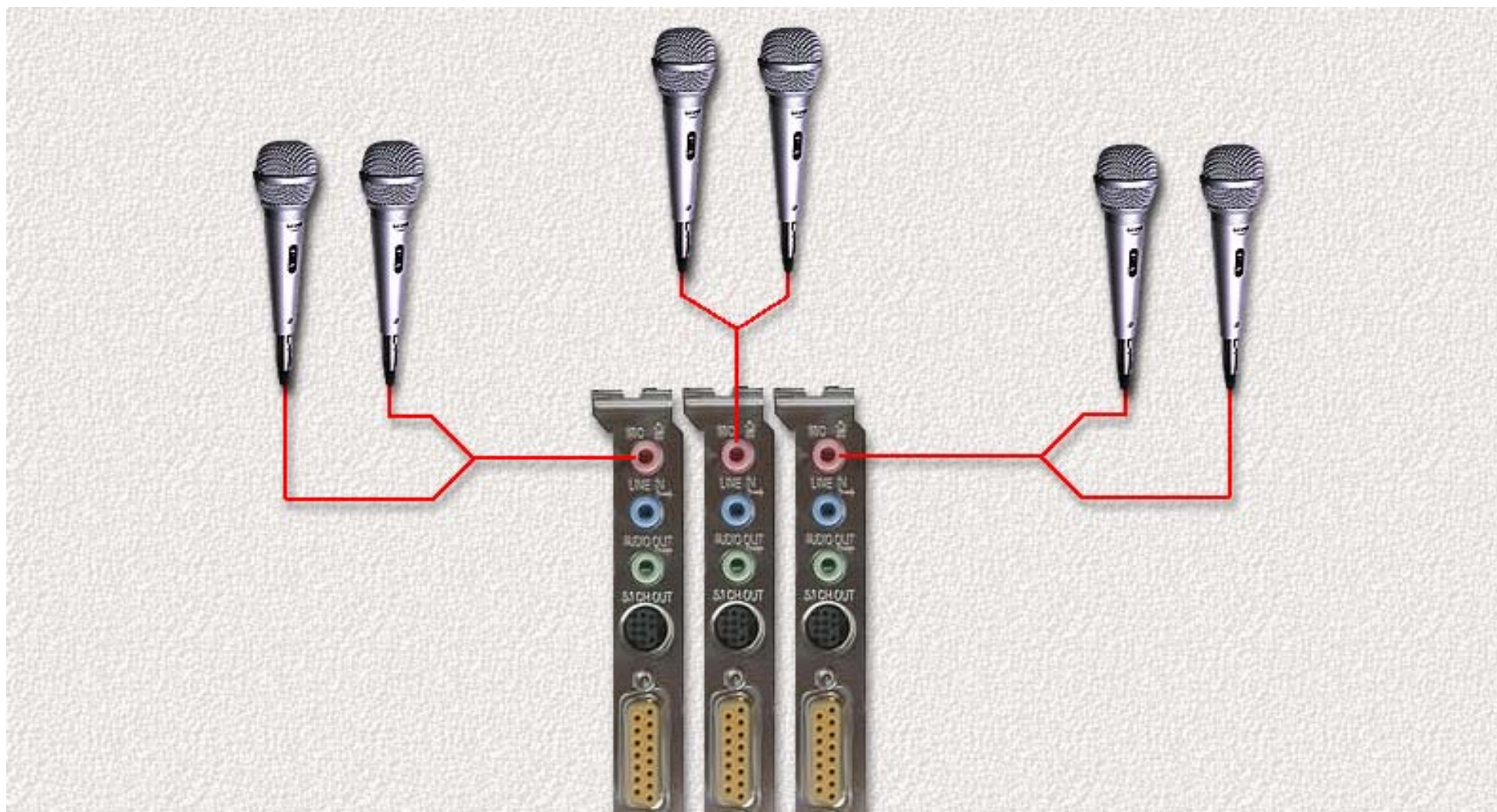
Что нужно для организации домашней звуковой студии? Это зависит от задач, стоящих перед музыкантом. Если предполагается простейшая запись с одного или двух микрофонов, достаточно самих микрофонов и звуковой платы. Микрофоны просто подключаются к входу платы. Затем сигнал обрабатывается программно и записывается на компакт-диск, либо компрессируется для публикации в Интернете.



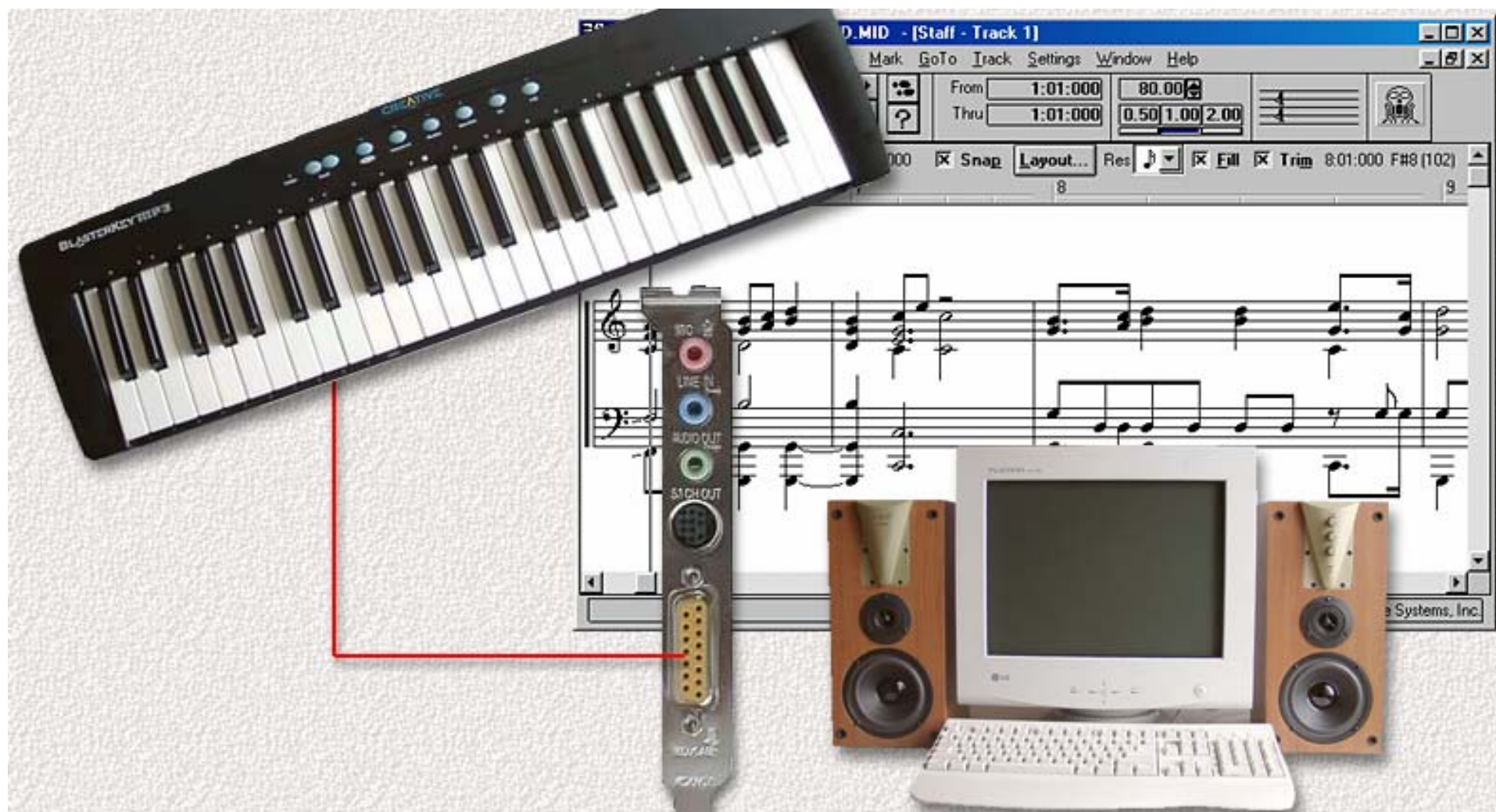
Микрофонные усилители недорогих звуковых карт оставляют желать лучшего. Они очень сильно шумят. Для улучшения качества звука микрофона неплохо бы обзавестись внешним прибором, включающим в себя предварительный усилитель сигнала микрофона, компрессор звукового сигнала и гейт. Такие приборы продаются в музыкальных магазинах и стоят около 200 долларов. Выход предусилителя соединяется с линейным входом звуковой карты (синяя маркировка).



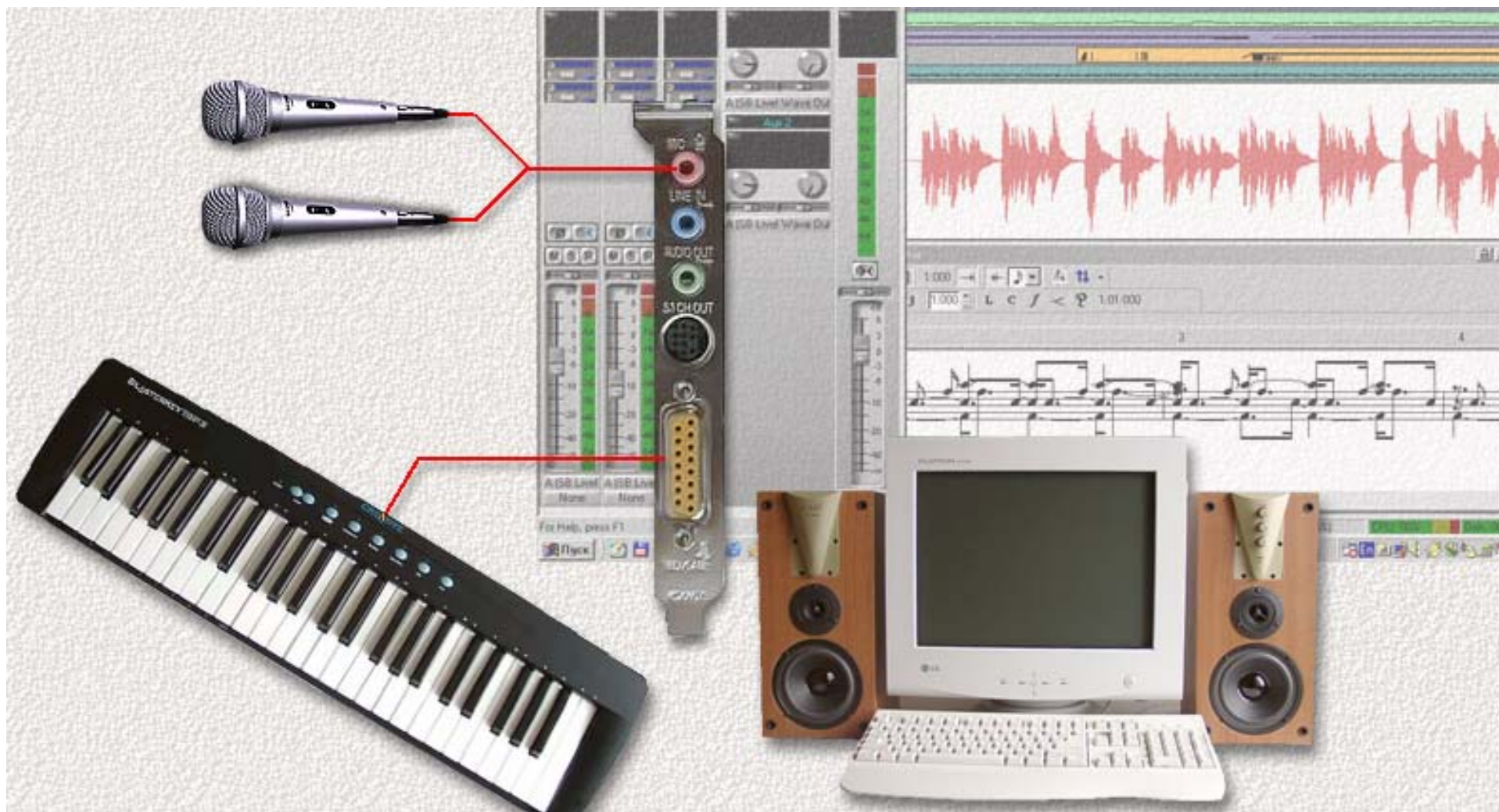
При использовании внешнего предварительного усилителя с компрессором и гейтом необходимо отключать в WINDOWS-микшере сигналы от неиспользуемых входов для уменьшения уровня шума. Особенно это касается микрофонных входов и аналогового входа проигрывателя компакт-дисков.



Если предполагается многоканальная запись с нескольких микрофонов, то придется дополнительно к микрофонам купить несколько звуковых карт, желательно одинаковых. Понадобится также специальная программа, умеющая принимать сигналы с нескольких звуковых карт. При наличии достаточных финансовых ресурсов можно купить профессиональную многоканальную карту.



Если Ваша задача состоит в записи музыки, исполняемой на MIDI-клавиатуре или внешнем синтезаторе, имеющем MIDI-порт для соединения с компьютером, Вам понадобится MIDI-клавиатура, звуковая карта с качественным синтезатором, набор звуковых фонов и программы, умеющие работать с MIDI.



Для организации полномасштабной звуковой домашней студии, где вы будете записывать и MIDI-аккомпанемент, и "живые" инструменты, а также голос, понадобится все вместе: микрофоны, звуковые карты, MIDI-клавиатура и многофункциональные программы звукового редактирования, способные смешивать файлы оцифрованного звука со звучанием MIDI-синтезатора.

[<<<Вернуться в Оглавление](#)

## Преобразователи АЦП и ЦАП

Наиболее естественным способом "подружить" цифровой компьютер с его "рваной" импульсной системой передачи информации, и непрерывный реальный мир является использование преобразователей аналоговых сигналов в цифровые и обратно, которые и называются аналогово-цифровыми и цифро-аналоговыми преобразователями - АЦП и ЦАП. Первый получает непрерывный аналоговый сигнал и постоянно выдает поток цифровых сигналов, второй действует наоборот. При этом говорят, что АЦП кодирует аналоговый сигнал, а ЦАП - декодирует его. В англоязычной литературе используются обозначения ADC и DAC, а также codec (coder/decoder).

Для преобразования в цифровой код аналоговый сигнал приходится подвергать дискретизации - разбиению на фиксированные участки во времени и на ряд фиксированных величин - по уровню.

Каждый элементарный участок сигнала кодируется одним числом, величина которого пропорциональна среднему уровню сигнала на этом участке; такое число называется отсчетом. Числа появляются на выходе АЦП синхронно с изменением сигнала на входе; точность преобразования будет тем выше, чем выше частота следования отсчетов и чем больше используется фиксированных значений уровня. Частота следования отсчетов называется частотой дискретизации, а диапазон значений отсчета определяется разрядностью его двоичного представления.

Выбор частоты дискретизации важен в первую очередь для передачи частотного диапазона сигнала - при слишком низкой частоте звук становится глухим и неразборчивым.

Чаще всего для хорошей передачи звука достаточно частоты, вдвое большей максимальной частоты исходного сигнала, хотя для достижения высокого качества используется трех - пятикратное превышение. А разрядность влияет прежде всего на количество искажений и шумов, вносимых в звук - при недостаточной точности отсчетов звук становится резким и неприятным, как внутри металлической трубы.

В популярных сейчас бытовых проигрывателях компакт-дисков используется частота дискретизации 44.1 кГц и отсчеты в 16 двоичных разрядов (65536 фиксированных уровней). В цифровых телефонных линиях применяется 8-разрядная (256 уровней) оцифровка на 8 кГц, а в студийных системах обработки звука - 24-разрядная (16777216 уровней) с частотой 96 кГц. Понятно, что с ростом частоты дискретизации и разрядности отсчета растет и объем данных, занимаемый звуком. Например, один компакт-диск вмещает 74 минуты стереозвучания, однако при записи на нем звука в монофоническом телефонном формате время непрерывного звучания составит более суток.

Самый простой ЦАП делается при помощи так называемой резистивной матрицы, когда все разряды двоичного числа, представляющего отсчет, через резисторы с различным сопротивлением сводятся в одну точку, причем сопротивление резисторов падает с ростом старшинства разрядов двоичного числа. Таким образом, изменение старшего разряда из 0 в 1 и наоборот будет вносить в линию максимальное изменение напряжения, а то же самое в младшем разряде - минимальное, и в случае 8 разрядов разница составит в точности 256 раз. При последовательном переборе всех чисел от 0 до 255 сигнал на выходе будет ступенчато изменяться от нуля до максимума - в 256 раз более плавно, чем простой цифровой переход от 0 к 1.

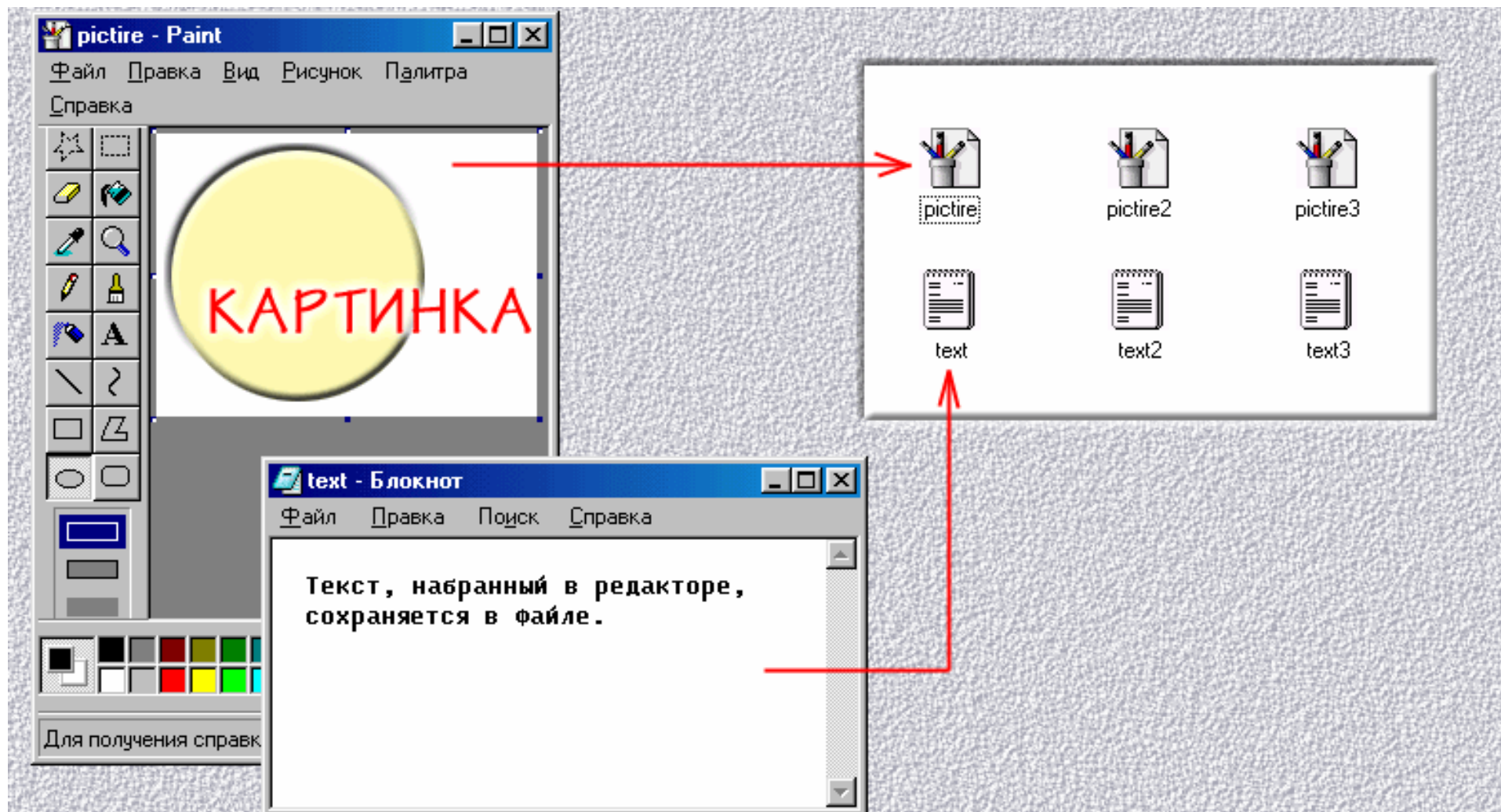
Лет десять назад на компьютерах IBM PC подобные 8-разрядные ЦАП делались при помощи параллельного порта принтера, имеющего как раз 8 линий данных, а при использовании дополнительных линий управления - и более качественный 12-разрядный. Выводя из программы в порт отсчеты с нужной скоростью, можно получить достаточно чистый звук, сравнимый по качеству с телефоном или дешевым магнитофоном.

Сейчас выпускается широчайший ассортимент звуковых адаптеров, или карт, для всех видов персональных компьютеров, а во многих моделях они являются компонентом системной платы. Современный звуковой адаптер содержит 16-разрядные стереофонические ЦАП и АЦП, работающие на частоте 5..48 кГц, которые передают и получают цифровой звук по каналам прямого доступа к памяти (DMA), без прямого участия программ, которым остается только вовремя забирать готовый оцифрованный фрагмент с АЦП, или подавать очередной цифровой фрагмент на ЦАП. Многие адаптеры могут записывать и воспроизводить звук одновременно, и программа при должном быстродействии может синхронно воспроизводить записанный звук в уже обработанном виде.

[<<<Вернуться в Оглавление](#)



# СОХРАНЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ В ФАЙЛЕ



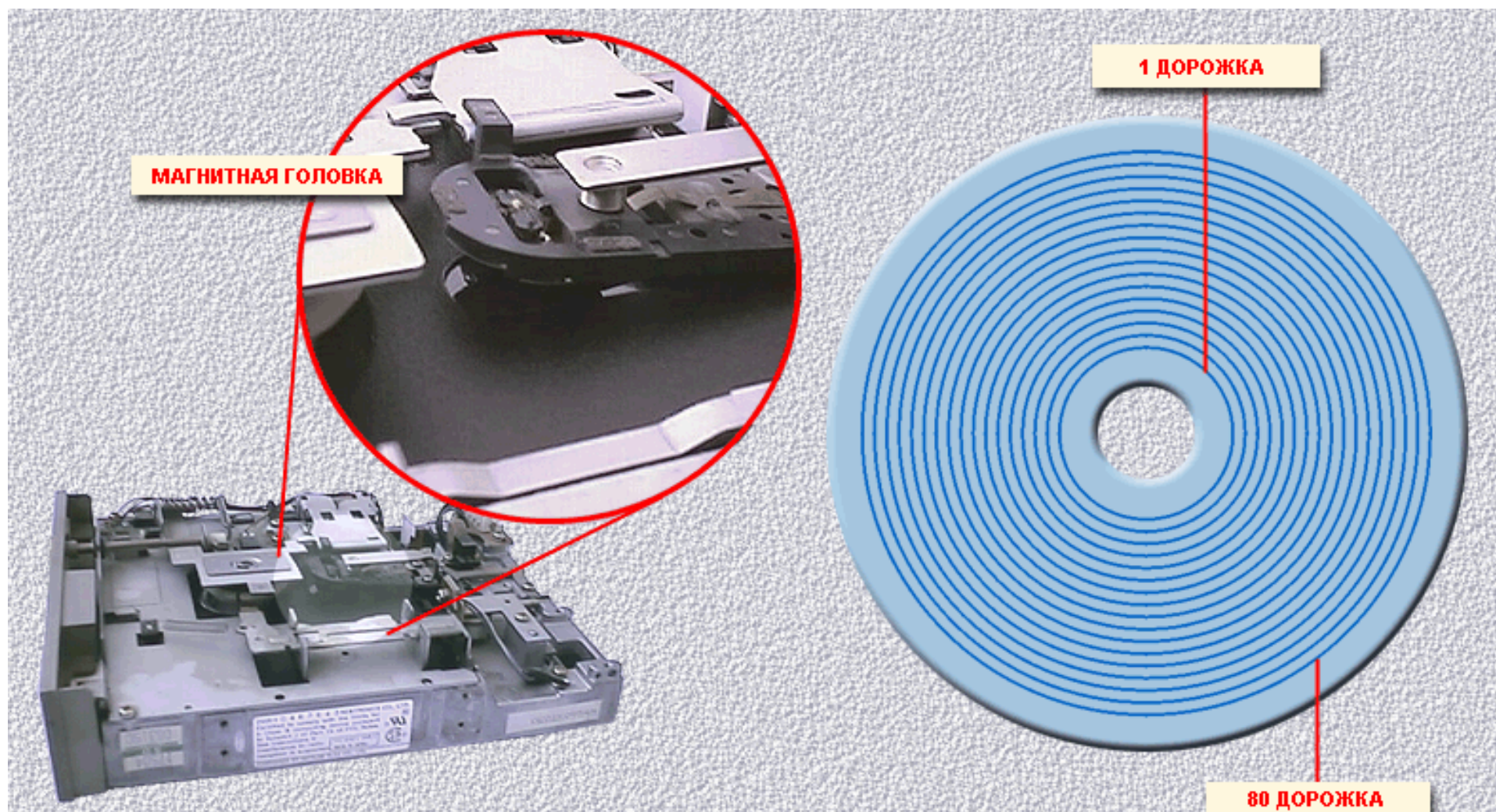
Работа с компьютером всегда заключается в работе с блоками информации - файлами. Печатаете ли Вы документ в текстовом редакторе, рисуете ли картинку в графической программе, играете ли в игры - в любом случае Вы выполняете действия с файлами - создаете их, сохраняете на дисках, копируете в оперативную память, запускаете на исполнение. Чтобы работать осознанно, надо познакомиться с файловой системой компьютера.



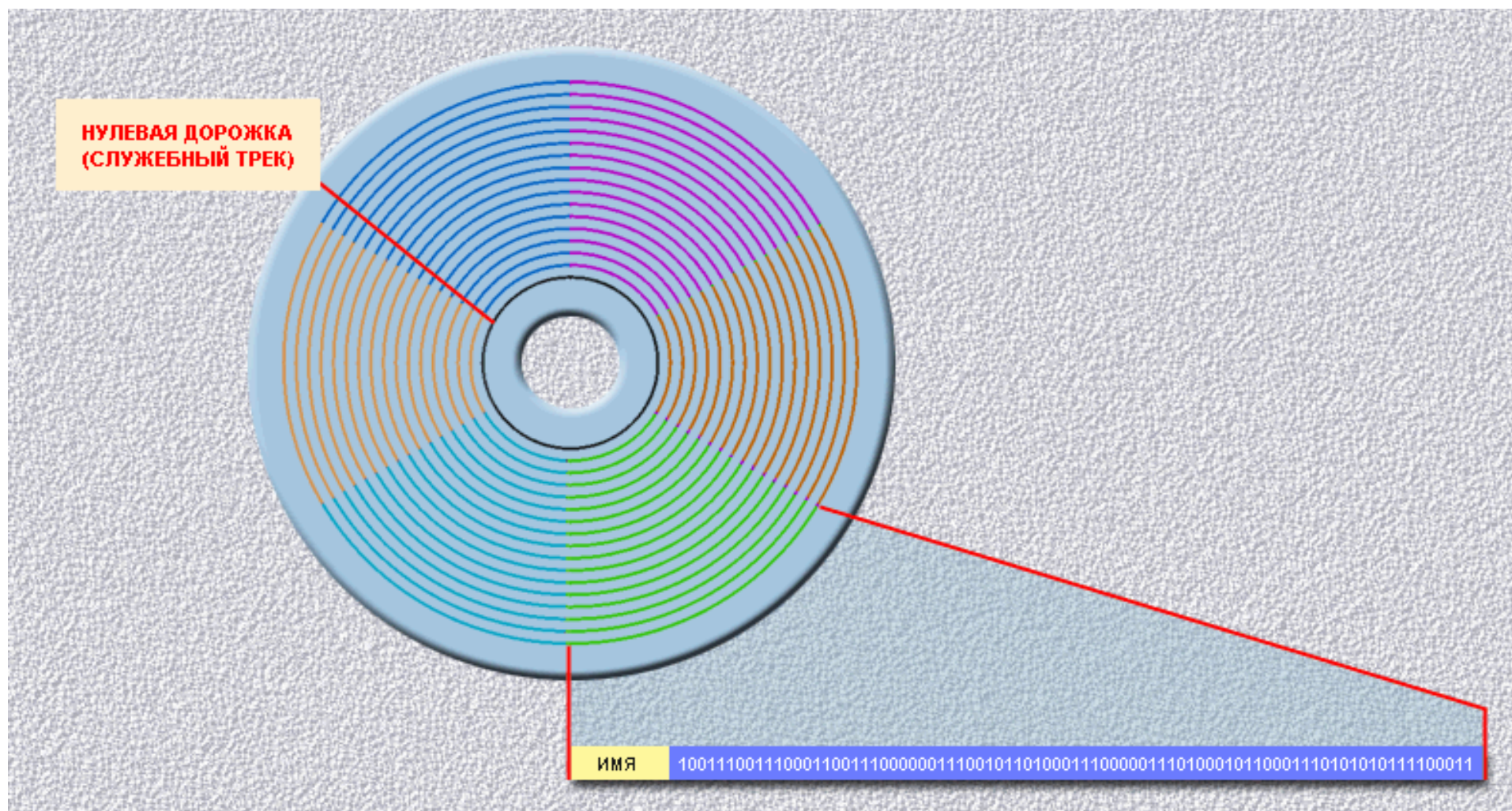
Звуковой плеер сам по себе не умеет петь песни. Это всего лишь устройство для считывания записанной на магнитную ленту информации. Компьютер тоже не умеет думать и решать задачи. Эта груда металла, пластика и полупроводников предназначена для действий по написанной программистами инструкции - программе.



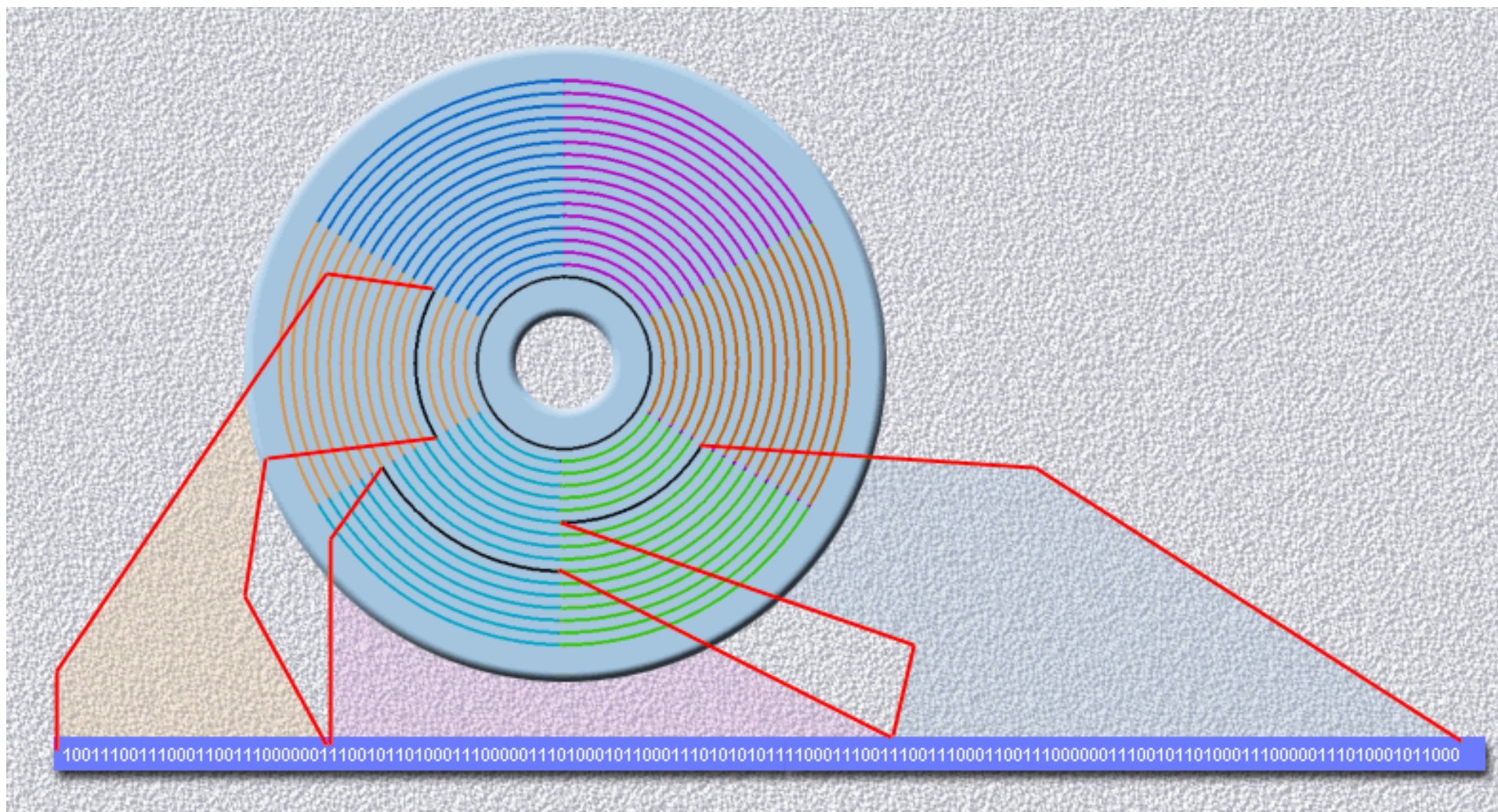
Фонограмма для магнитофона записывается последовательно на дорожку длинной магнитной ленты. Программа для компьютера может быть записана на таком же магнитном материале, только имеющем форму диска. Гибкие магнитные диски в пластиковом корпусе называются дискетами. Дискководы для дискет имеют в операционной системе стандартные имена A: или B:



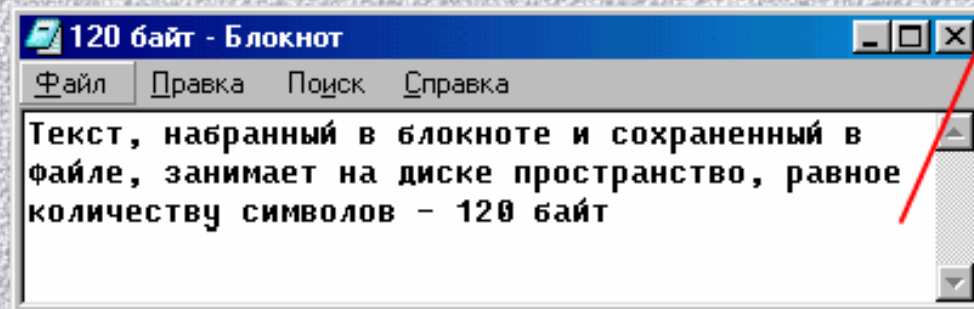
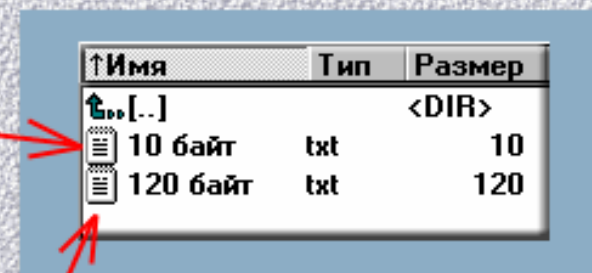
Информация записывается на дискету магнитной головкой. Дорожки с записанной информацией имеют форму окружности. Дискета вращается, головка приближается к ее поверхности и записывает данные. Стандартная дискета имеет около 80 дорожек для записи информации - треков.



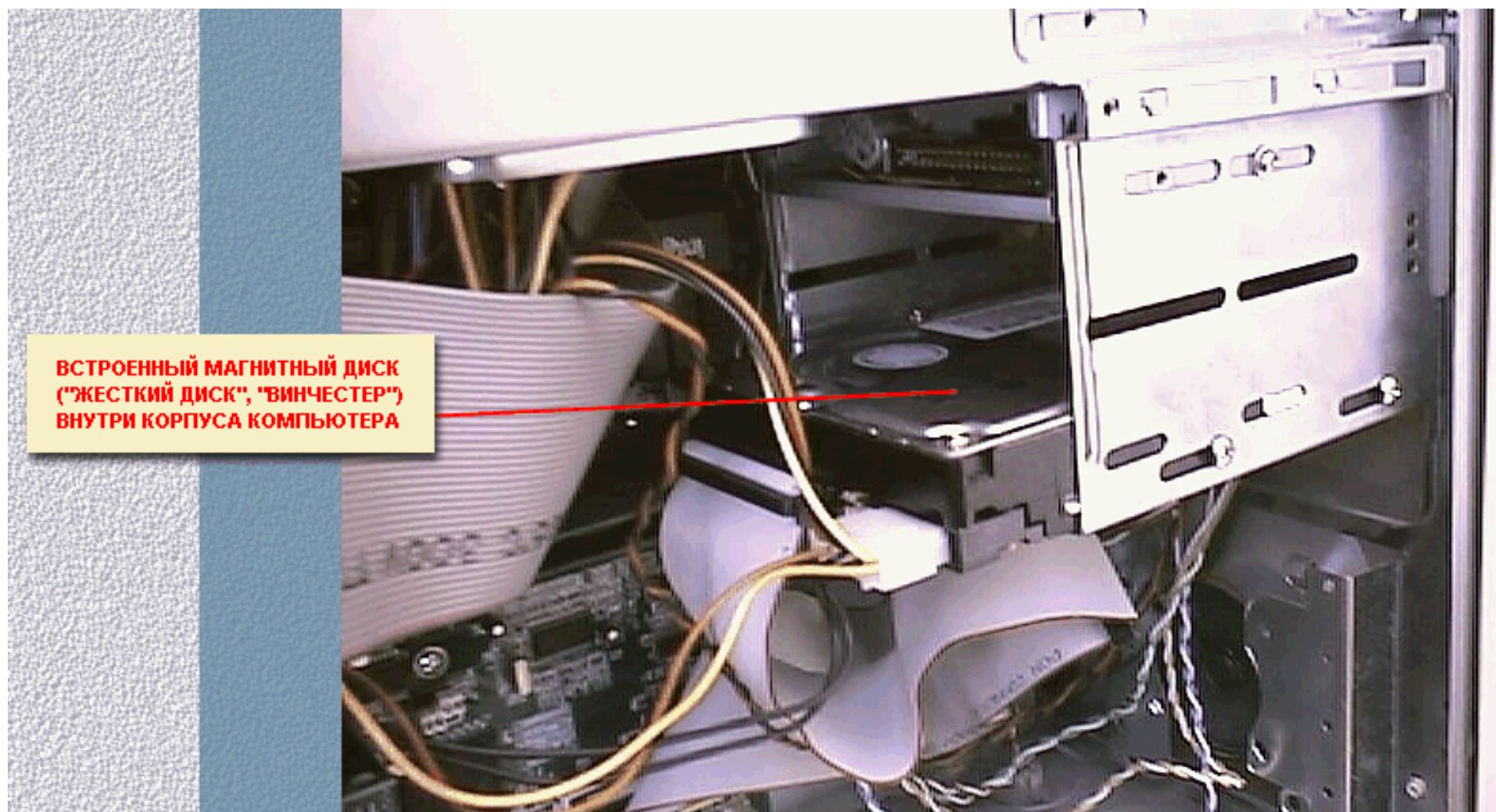
Каждый трек может состоять из нескольких секторов. Перед использованием дискеты ее непременно форматируют - ставят специальные метки в начале каждого сектора. Кроме того, дискета имеет особый служебный трек, где описывается расположение записанной информации на дискете.



Каждый законченный блок информации - файл, будь то рисунок, текстовый документ или видеофрагмент записывается по порциям на секторах дискеты. А на служебном треке указывается название файла, его длина, перечисляются номера и последовательность секторов где расположены кусочки файла. Файл записывается не обязательно последовательно. Его отдельные части могут быть разбросаны по первым попавшимся свободным секторам - фрагментированы.

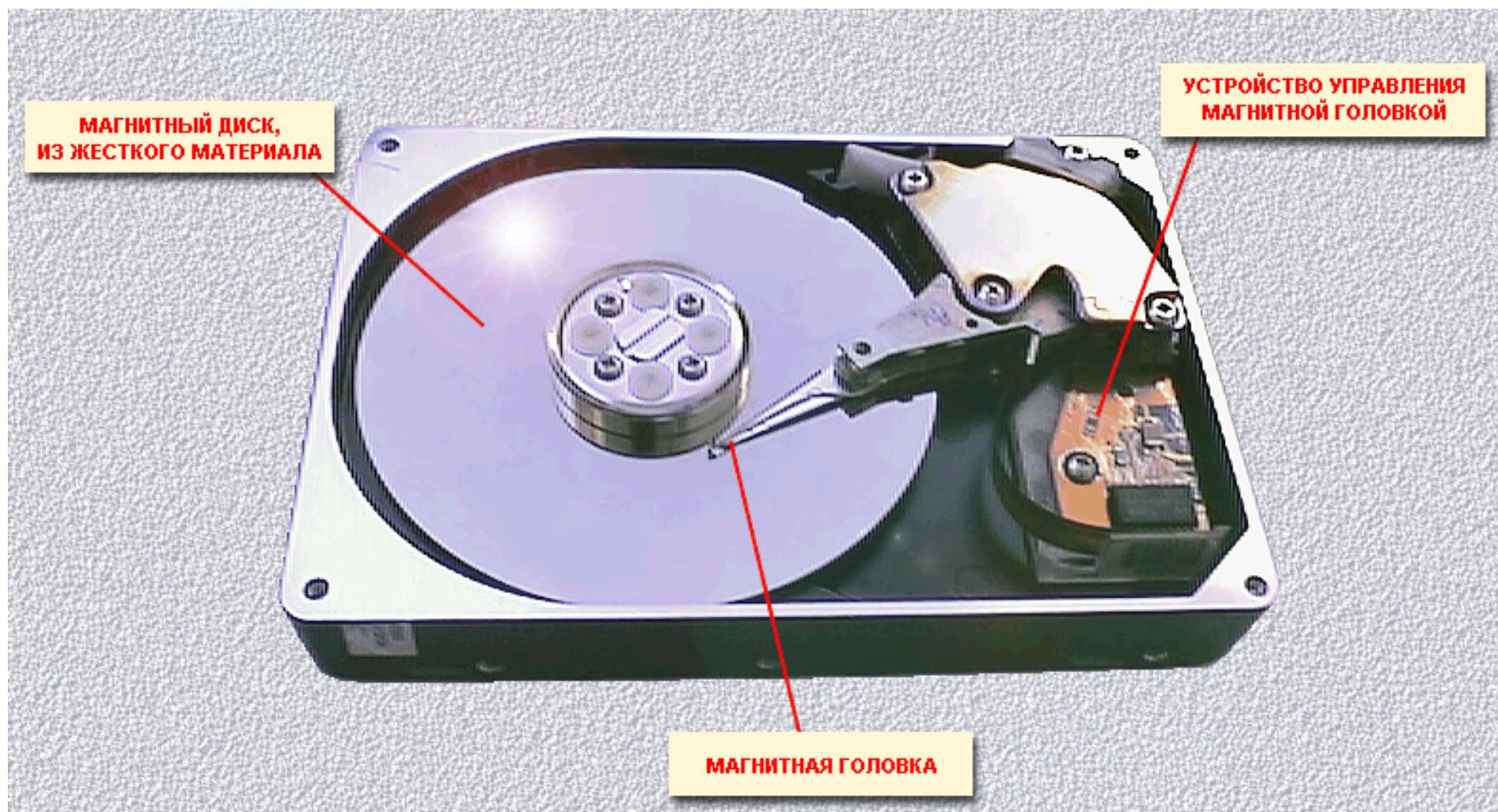


Файл имеет длину, или, как еще называют, объем, измеряемый в байтах. Байт - это число от 0 до 255, с помощью которого можно кодировать различные типы данных. Например, буквы, набираемые в программе NotePad, кодируются одним байтом и каждой букве соответствует один байт в файле. Если вы набрали в блокноте текст длиной в 120 символов и сохранили его на дискету, то полученный файл будет иметь объем в 120 байт.

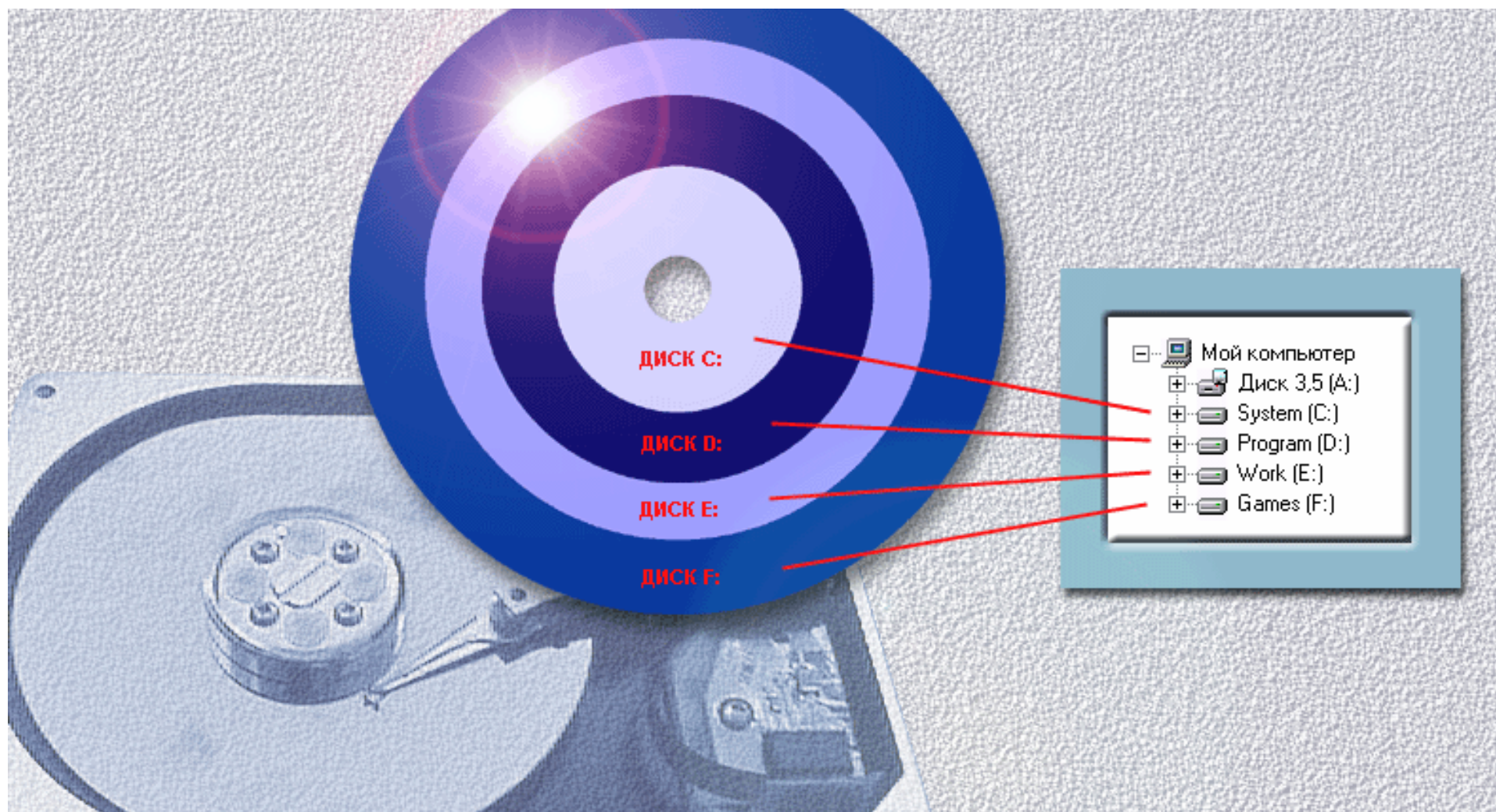


**ВСТРОЕННЫЙ МАГНИТНЫЙ ДИСК  
("ЖЕСТКИЙ ДИСК", "ВИНЧЕСТЕР")  
ВНУТРИ КОРПУСА КОМПЬЮТЕРА**

Когда программы и файлы данных были простыми и небольшими, для их хранения вполне хватало дискет. По мере увеличения объема хранимой информации все файлы перестали уместаться на одну дискету и пользователю компьютера приходилось часто менять дискеты в дисководе. Это было неудобно. Поэтому был придуман магнитный диск, встроенный в корпус компьютера, который мог хранить значительно большее количество информации.



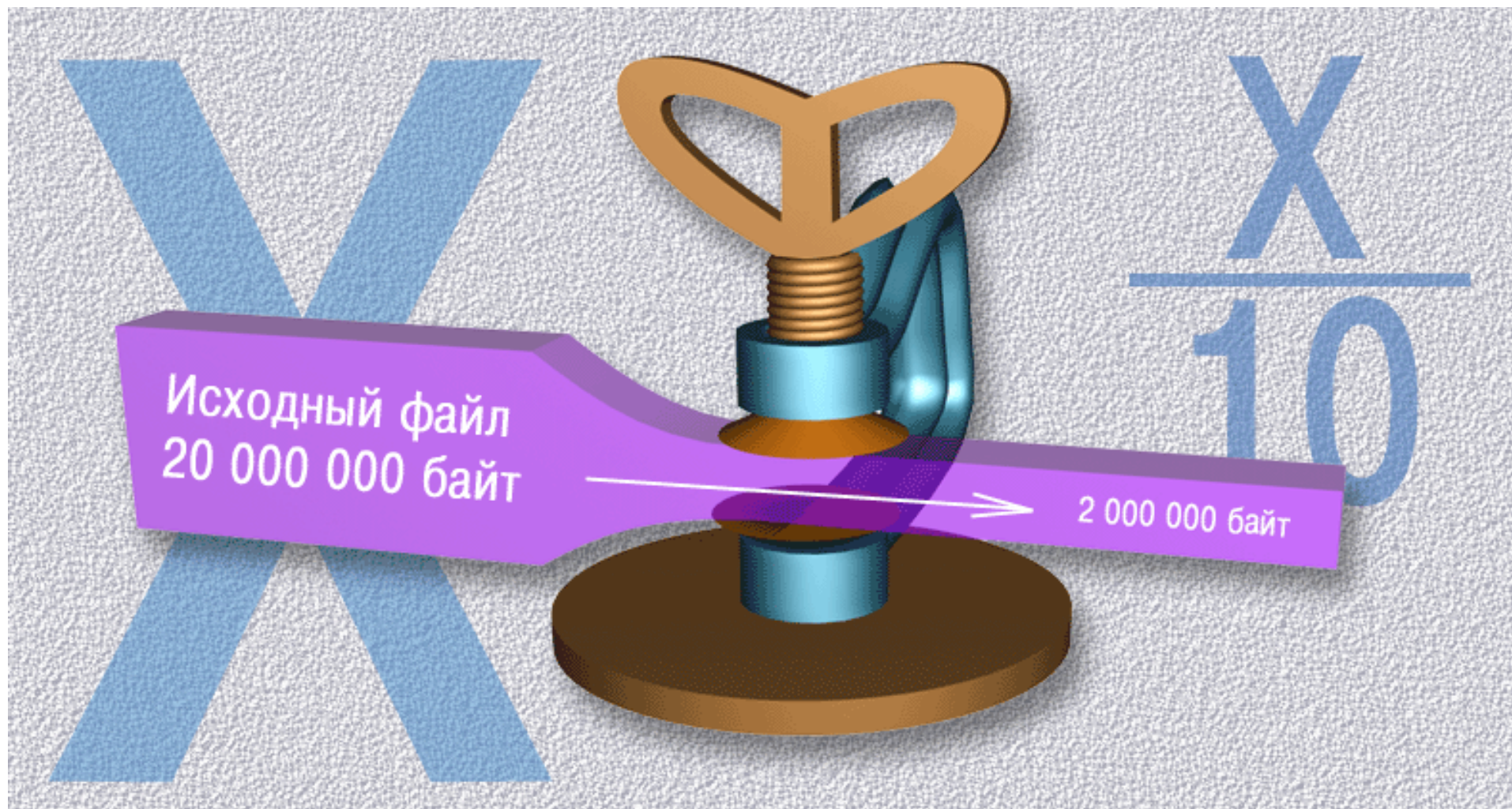
Жесткий диск называется так потому что хранит информацию не на кружках тонкой магнитной пленки, а на жестких, выполненных по специальной технологии дисках. Диски помещены в герметичное пространство, защищены от внешних влияний, что позволяет записывать на них очень узкие дорожки. Это повысило плотность записи на единицу площади. Жесткие диски позволяют записывать большие объемы информации и действуют намного быстрее дискет.



Даже не очень обеспеченному пользователю сейчас вполне доступны жесткие диски объемом в 10...20 гигабайт, или миллиардов байт. Это позволяет сохранять громадные по своей длине файлы со звуковыми данными. Операционные системы не могут воспринимать диски такого объема, как единое пространство данных, поэтому пространство диска условно делится на логические диски, обозначаемые буквами от C: до Z:



Звуковые файлы достаточно велики по объему. Например, файл, содержащий аудио-информацию с качеством звукового компакт-диска, то есть с частотой семплирования 44100 герц, с 16-битной квантизацией, стерео, занимает на диске объем примерно в 10000000 байт или 10 мегабайт на каждую минуту звучания. В процессе серьезной монтажной работы существует тенденция очень быстрого роста количества звуковых файлов, в результате чего дисковое пространство быстро заполняется.



То есть, для публикации трехминутного файла в Интернете понадобится 30 мегабайт дискового пространства. При средней скорости загрузки по модему 1 килобайт в секунду вашему слушателю понадобится на загрузку файла около восьми часов. Это нереально. Как же быть? Чтобы разрешить эту проблему, применяются математические методы сжатия информации в файле.

# MPEG3 REAL AUDIO WINDOWS MEDIA

Современные методы компрессии файлов учитывают особенности восприятия звука человеком и убирают избыточную информацию, что позволяет уменьшать размер аудиофайлов в 10 и более раз. Наиболее распространенными форматами аудиокомпрессии являются MPEG3, Real Audio и Windows Media. Для форматов MPEG3 разработаны даже переносные миниатюрные плееры, воспроизводящие упакованные файлы с флеш-карт и компакт-дисков.

| КАЧЕСТВО | АУДИОПОТОК    | ОБЪЕМ ФАЙЛА |
|----------|---------------|-------------|
| ХОРОШЕЕ  | 128 КБАЙТ/СЕК | 513 КБАЙТ   |
| СРЕДНЕЕ  | 64 КБАЙТ/СЕК  | 257 КБАЙТ   |
| НИЗКОЕ   | 40 КБАЙТ/СЕК  | 160 КБАЙТ   |
| УЖАСНОЕ  | 20 КБАЙТ/СЕК  | 80 КБАЙТ    |

Компрессия аудиофайлов может осуществляться с различной степенью сжатия. Чем больше степень сжатия, тем меньше поток информации, тем ниже качество звука. При сжатии аудиофайлов приходится искать компромисс между качеством и объемом файла. Послушайте фрагменты, иллюстрирующие разные степени компрессии одного и того же музыкального фрагмента.

[<<<Вернуться в Оглавление](#)

# ОДНОДОРОВАЯ ЗАПИСЬ МУЗЫКИ



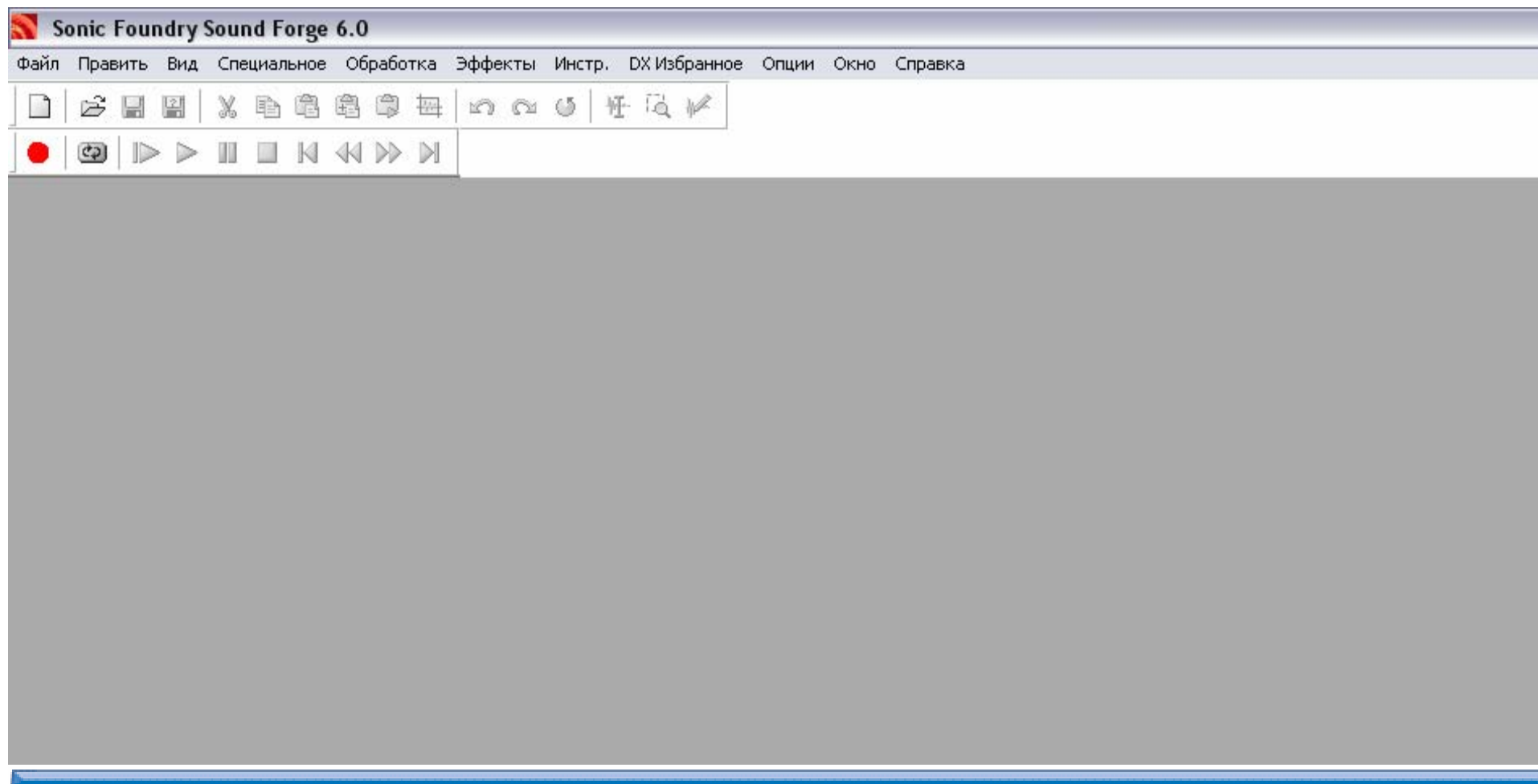
Начнем с простого. А самое простое и естественное в дружбе музыканта с компьютером - взять микрофон, подключить его ко входу звуковой платы и с помощью звукового редактора записать свое исполнение в максимально качественном, цифровом виде. Помимо записи звуковой редактор обладает такими возможностями коррекции и монтажа звука, какие и не снились обычному магнитофону.



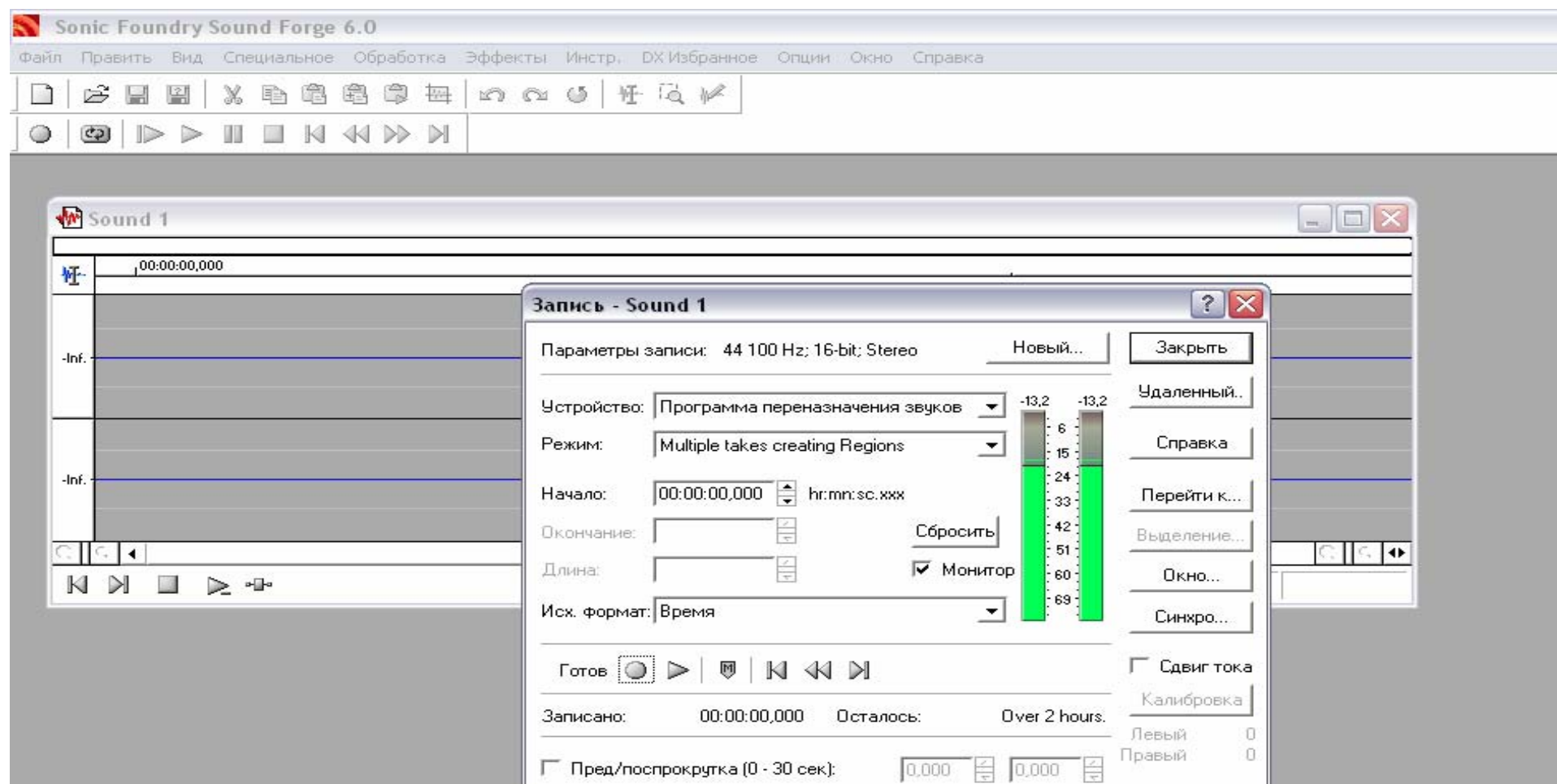
Многие программы звукозаписи и звукового монтажа имитируют работу магнитофонов. Так привычнее для музыканта. Отсюда и терминология, которой мы будем пользоваться. "Дорожкой", или "треком", будем называть имитацию звуковой дорожки магнитофона. "Каналом" назовем линию записи и воспроизведения от одного источника звука или к одной акустической системе. Дорожки могут быть монофоническими (одноканальными) или стереофоническими (двухканальными).



Одной из самых мощных и популярных программ, обеспечивающих одноканальную моно- и стереозапись, а также широкие возможности редактирования, является программа "Sound Forge", разработанная компанией "Sonic Foundry". С ее помощью мы и научимся записывать звук на компьютер.



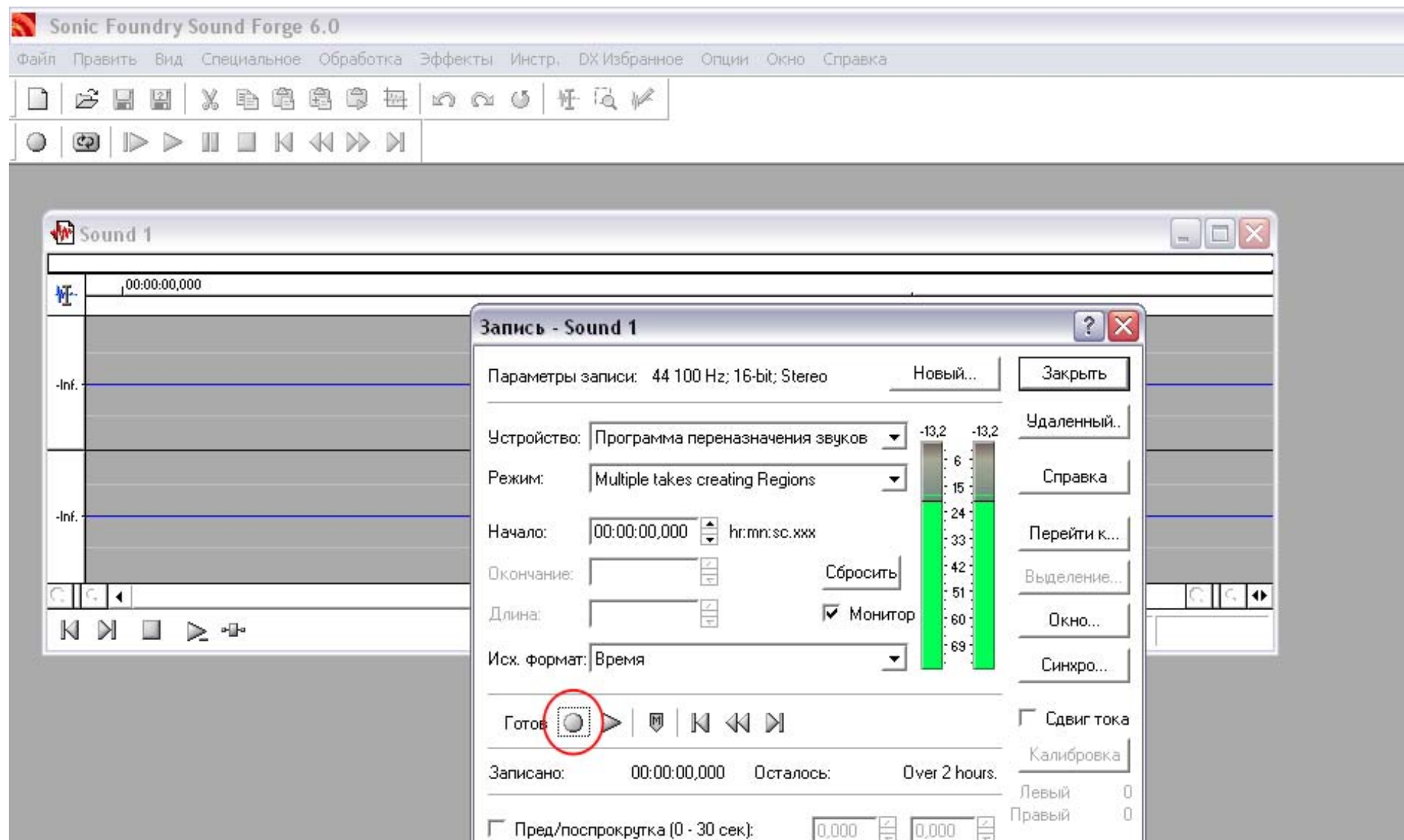
Управлять записью очень легко. В верхней части окна программы видим панель, почти идентичную панели управления магнитофона. Кнопка с красным кружком включает режим записи. Щелчком по ней мышкой.



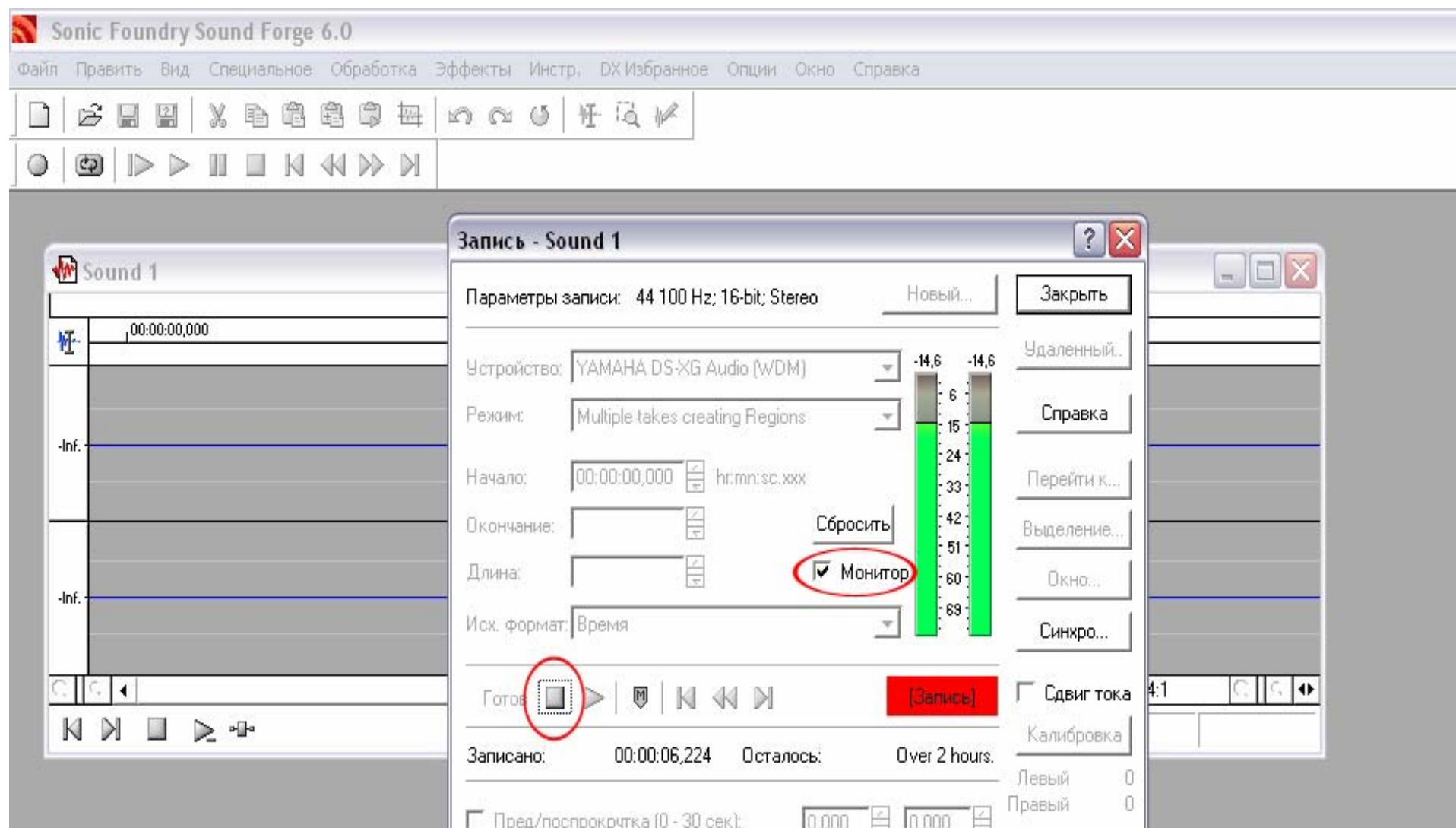
Программа создала новый файл, назвала его "Sound1" и открыла окошко управления параметрами записи.



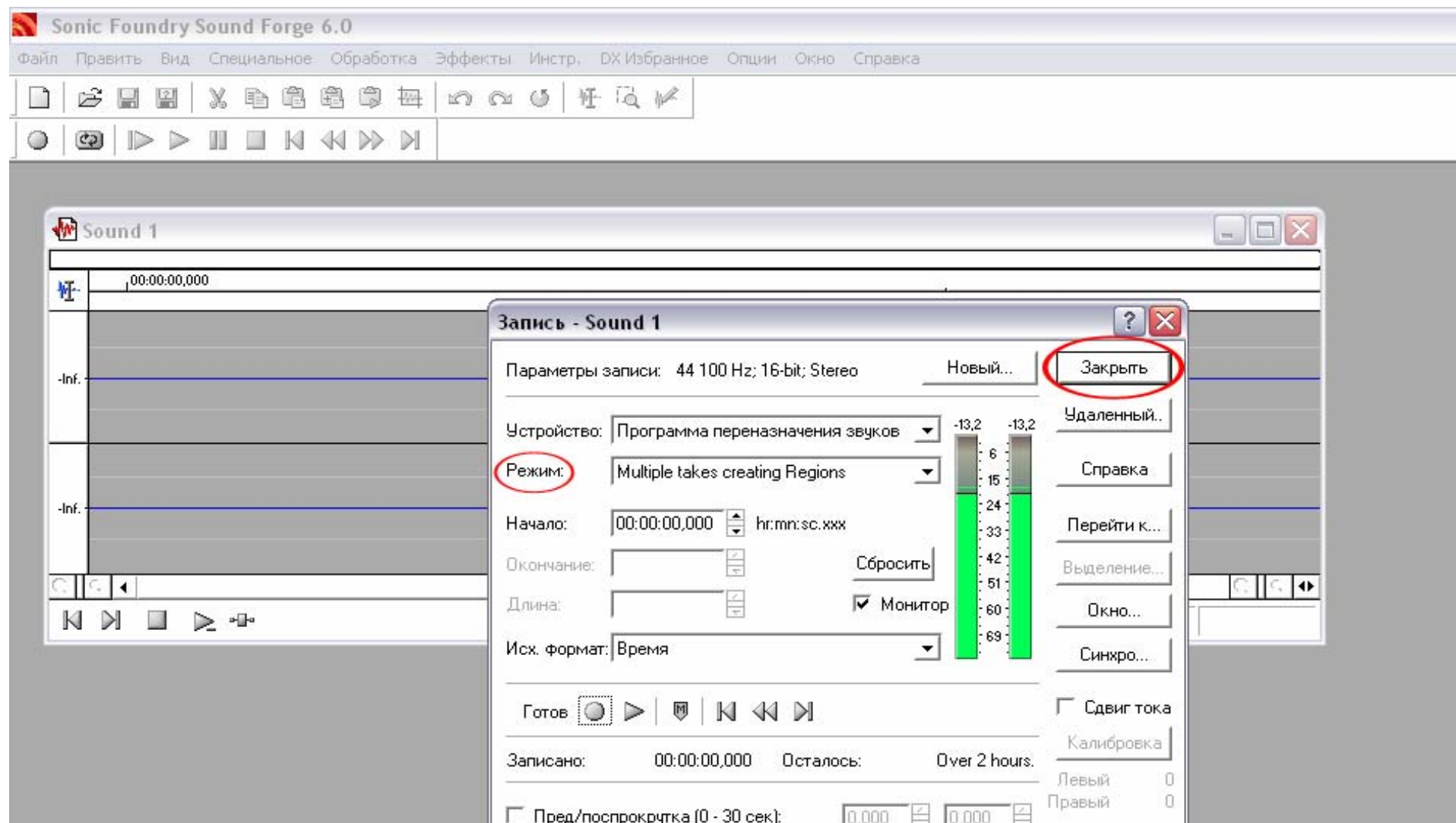
При необходимости можно изменить параметры файла. Установить желаемую частоту семплирования и разрядность квантования звука. Можно выбрать также и режим записи: "Моно" ("Mono"), "Стерео" ("Stereo") - в зависимости от источника сигнала.



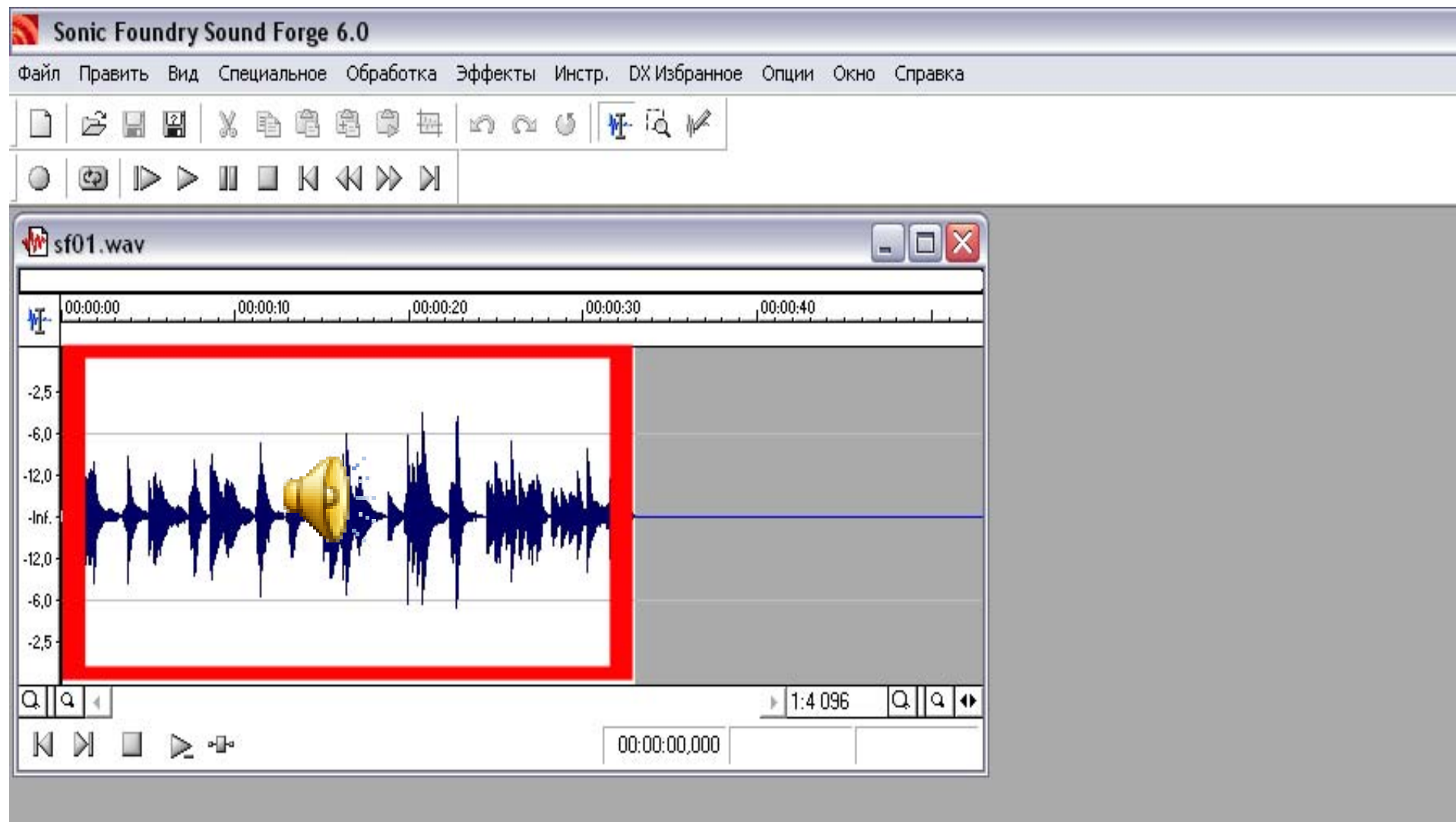
Когда все установки сделаны, а музыканты замерли в ожидании сигнала, достаточно нажать кнопку с красным кружком. Начали!



Процесс записи сопровождается миганием надписи «Запись». Уровень записываемого сигнала высвечивается на индикаторе. На медленных машинах, во избежание притормаживания, индикатор можно отключить щелчком по триггеру «Монитор». Чтобы остановить запись, достаточно щелкнуть по кнопке с черным квадратом.

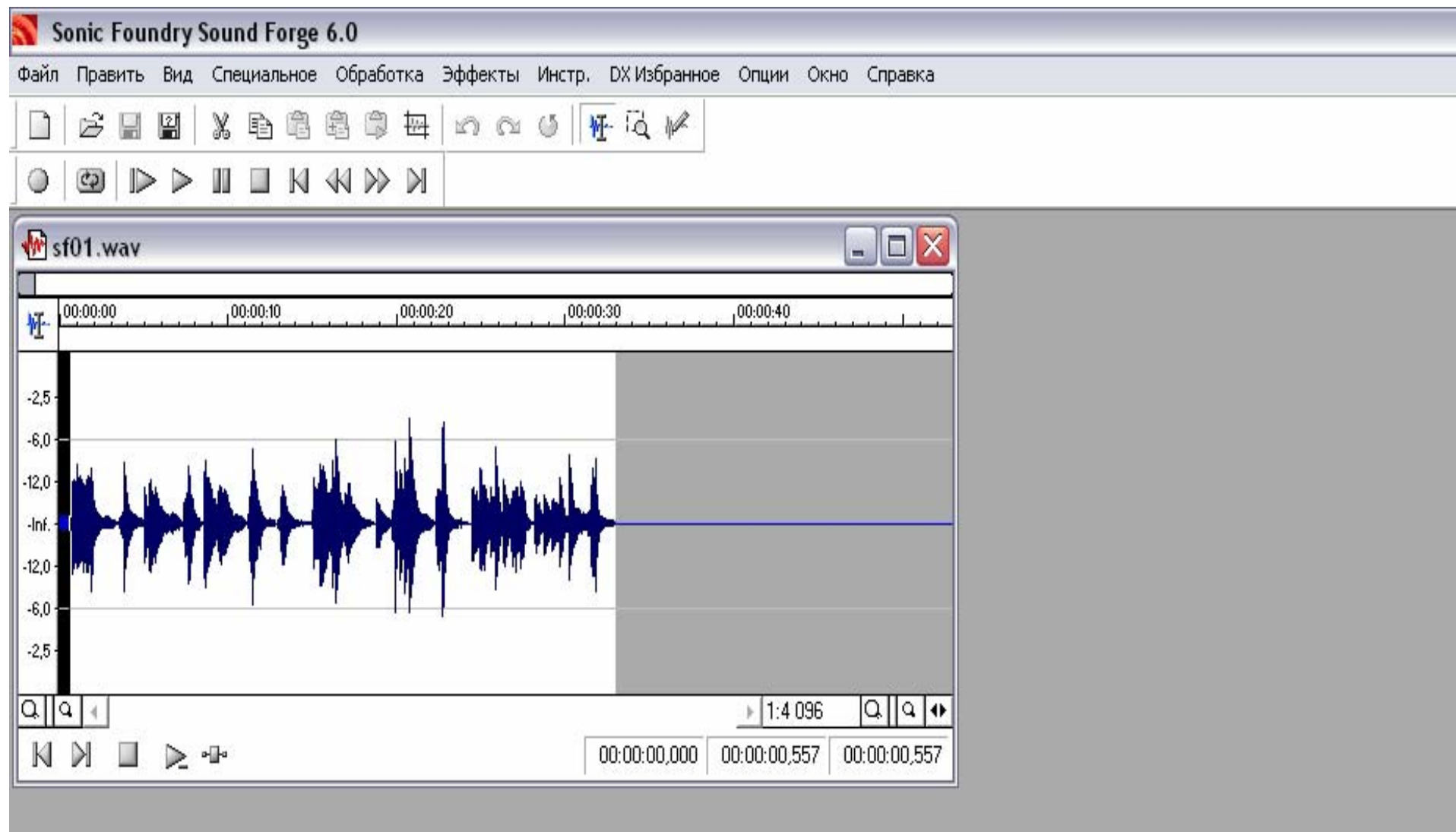


Когда вы остановили запись, программа ждет команды переписать все заново, если музыканты допустили ошибку. Эта функция установлена в списке «Режим» по умолчанию. Если же все сыграно правильно, можно закрыть окно записи щелчком по кнопке «Закрыть».

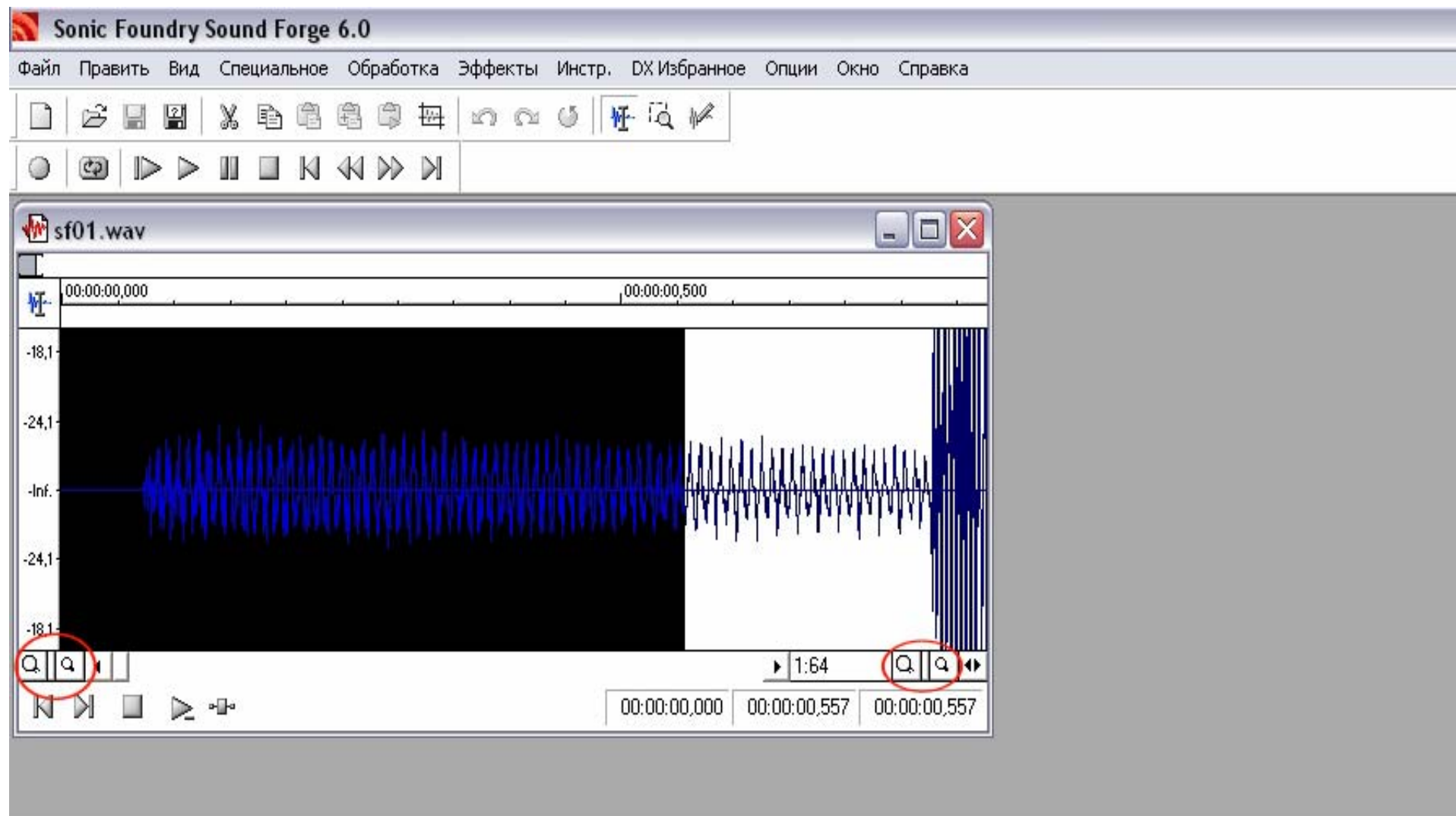


Запись готова. Прослушаем, что получилось.

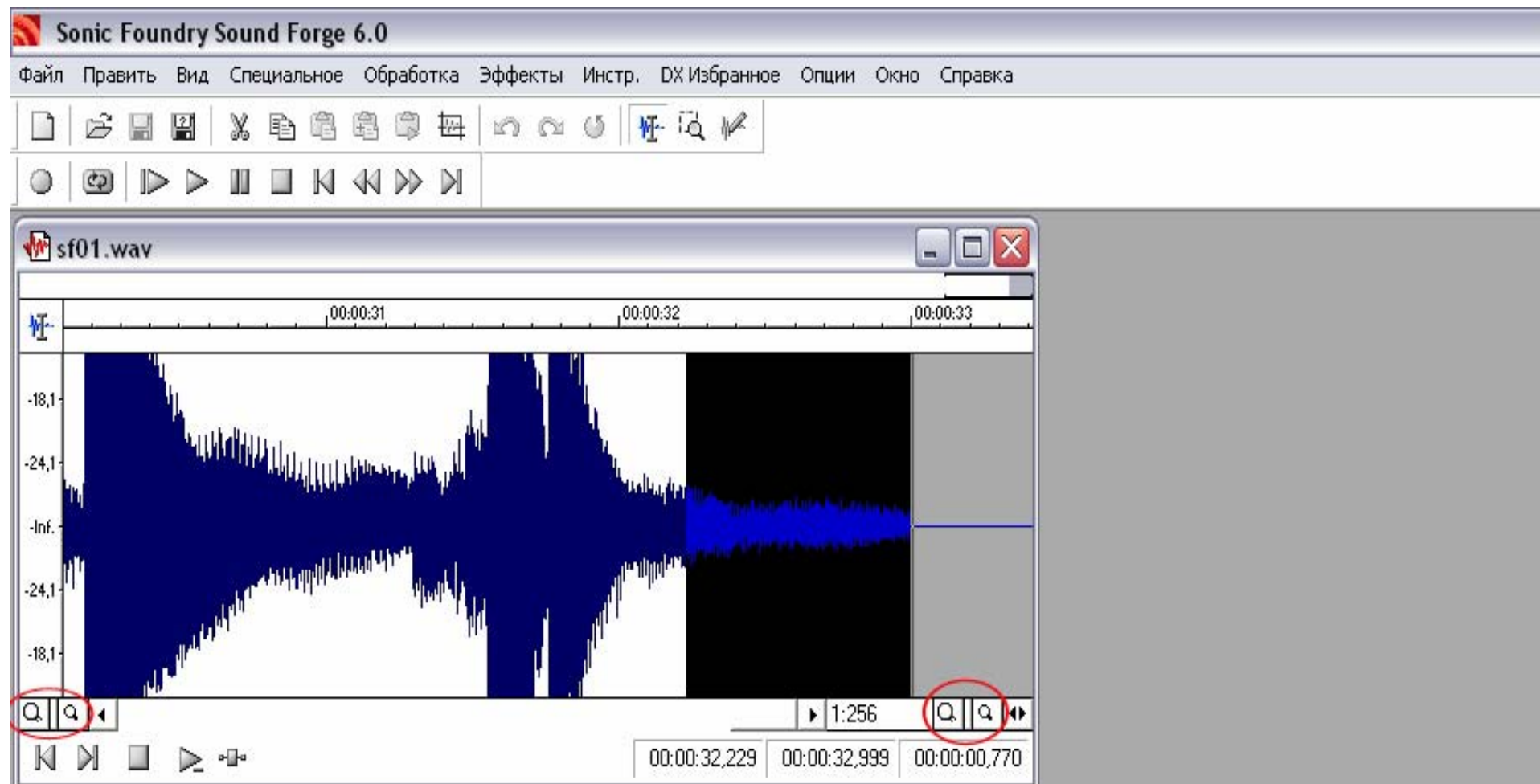
*Щелкните на выделенной части картинке значок звука, чтобы прослушать звуковой фрагмент.*



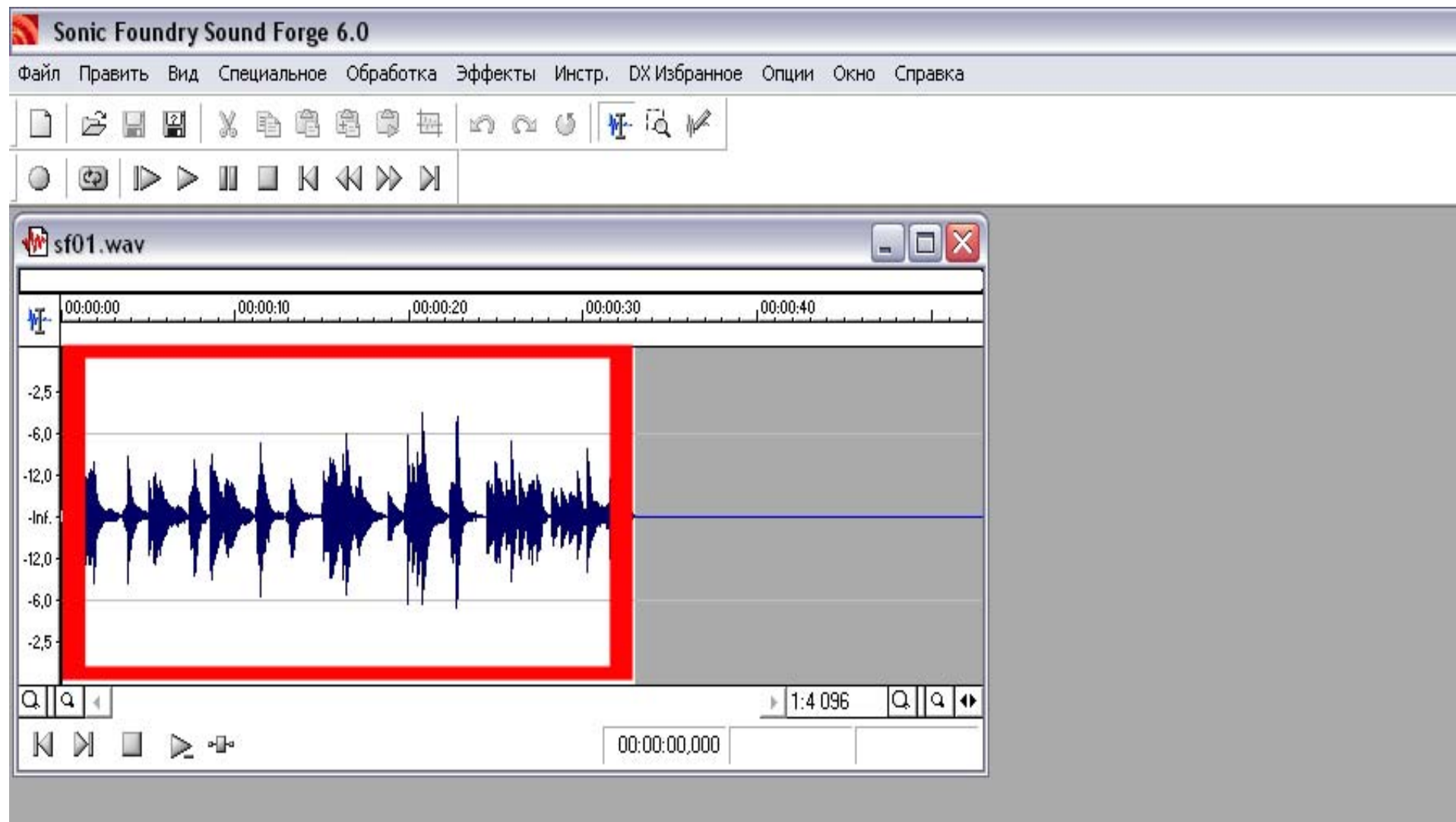
На осциллограмме явно видны паузы в начале и конце фонограммы. Их лучше убрать, чтобы не загромождать файл и не заставлять слушателя ждать начала звука. Движением мышки при нажатой левой кнопке выделяем область, подлежащую удалению, и нажимаем клавишу "Delete" на клавиатуре.



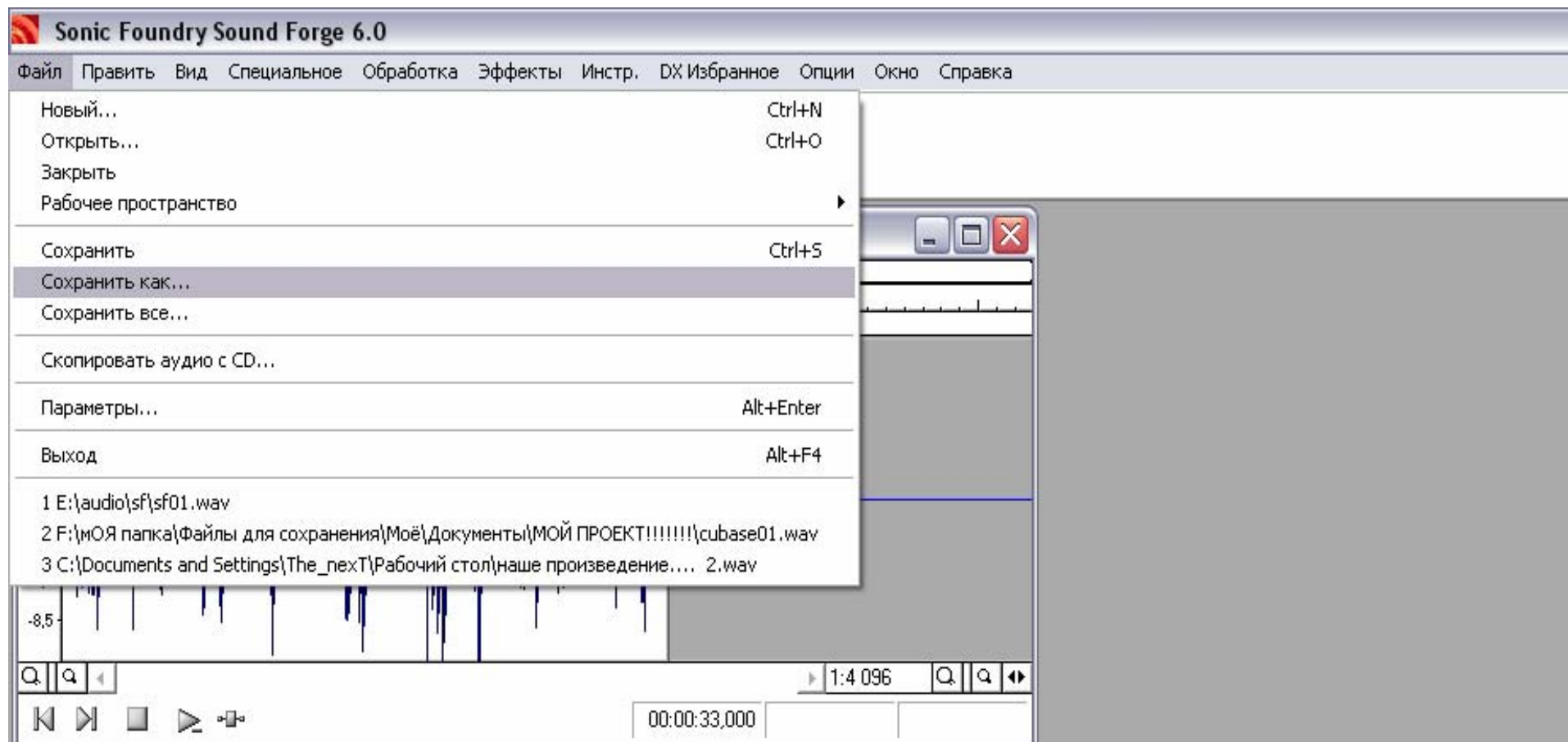
Удаление можно провести намного точнее, если изменить масштаб осциллограммы. Щелчками по кнопке с увеличительным стеклом выбираем удобный масштаб. Движением мышки выделяем область, предназначенную для удаления, и нажимаем клавишу "Delete".



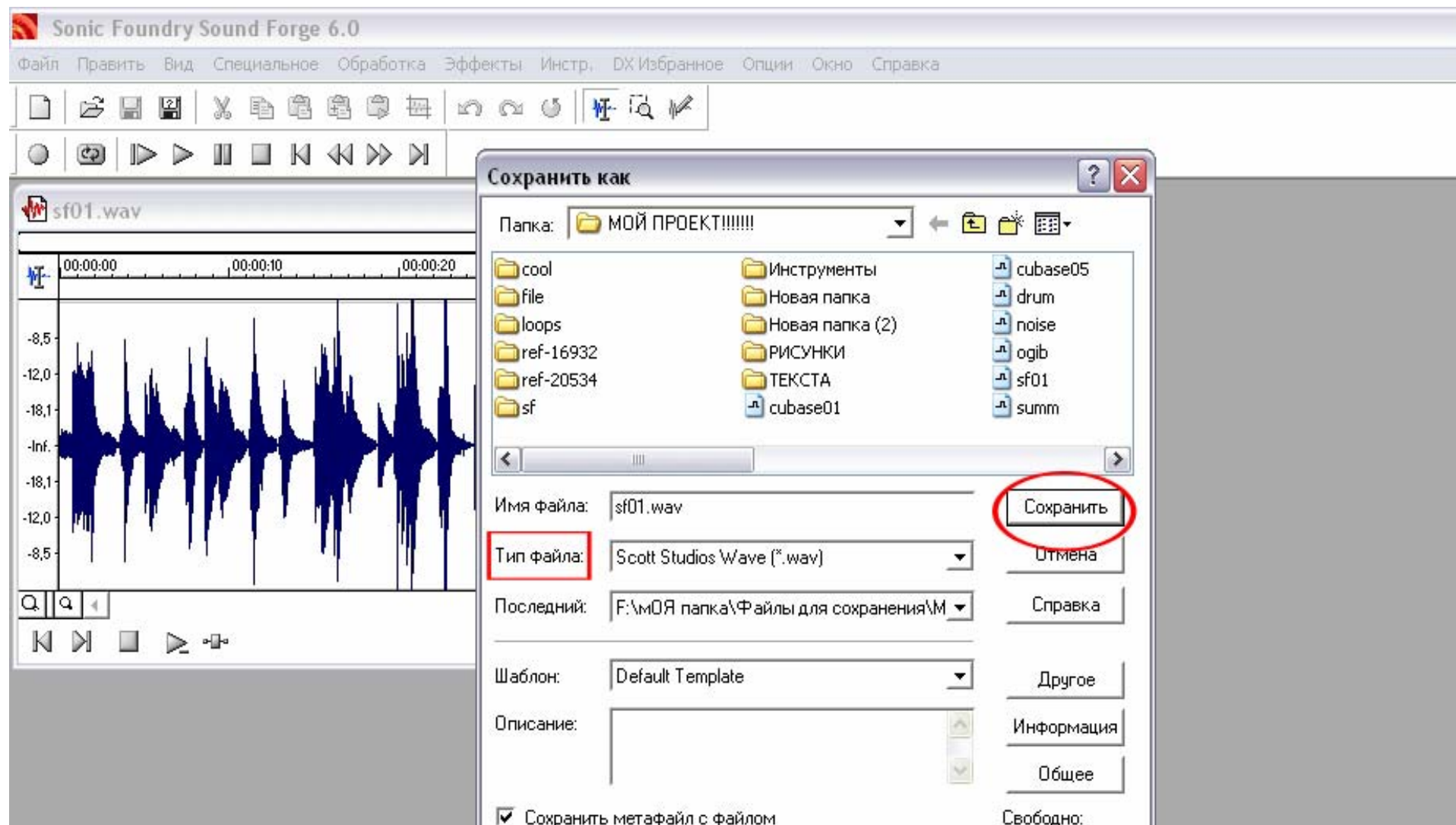
Точно так же удаляем лишнюю паузу в конце фонограммы. Для возврата в прежний масштаб используем кнопку с маленьким увеличительным стеклом.



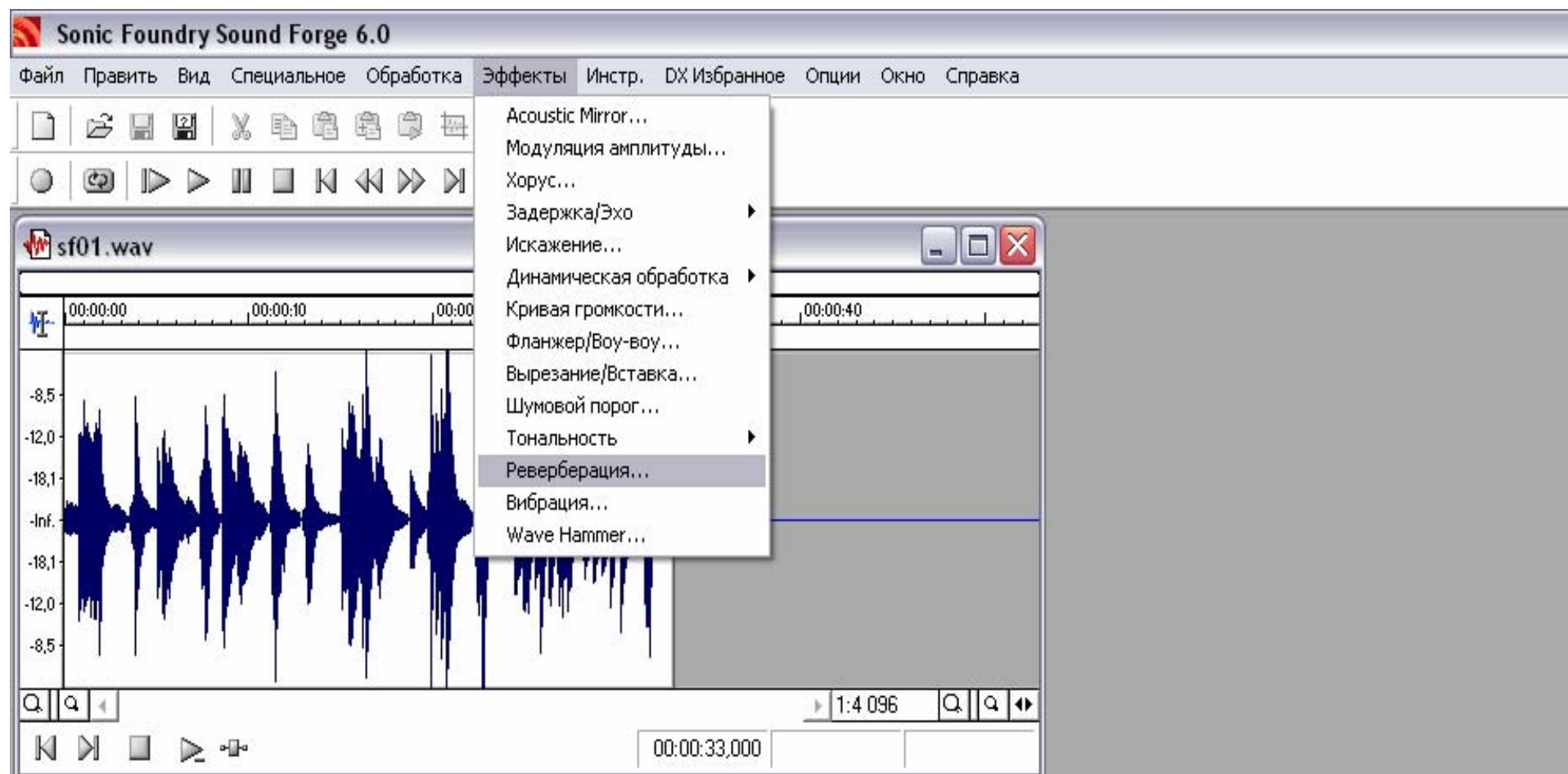
Фонограмма готова. Программа "SoundForge" бережно относится к данным. Вся работа производится со специально создаваемыми временными файлами. Для сохранения результатов необходимо переписать данные из временного файла в основной.



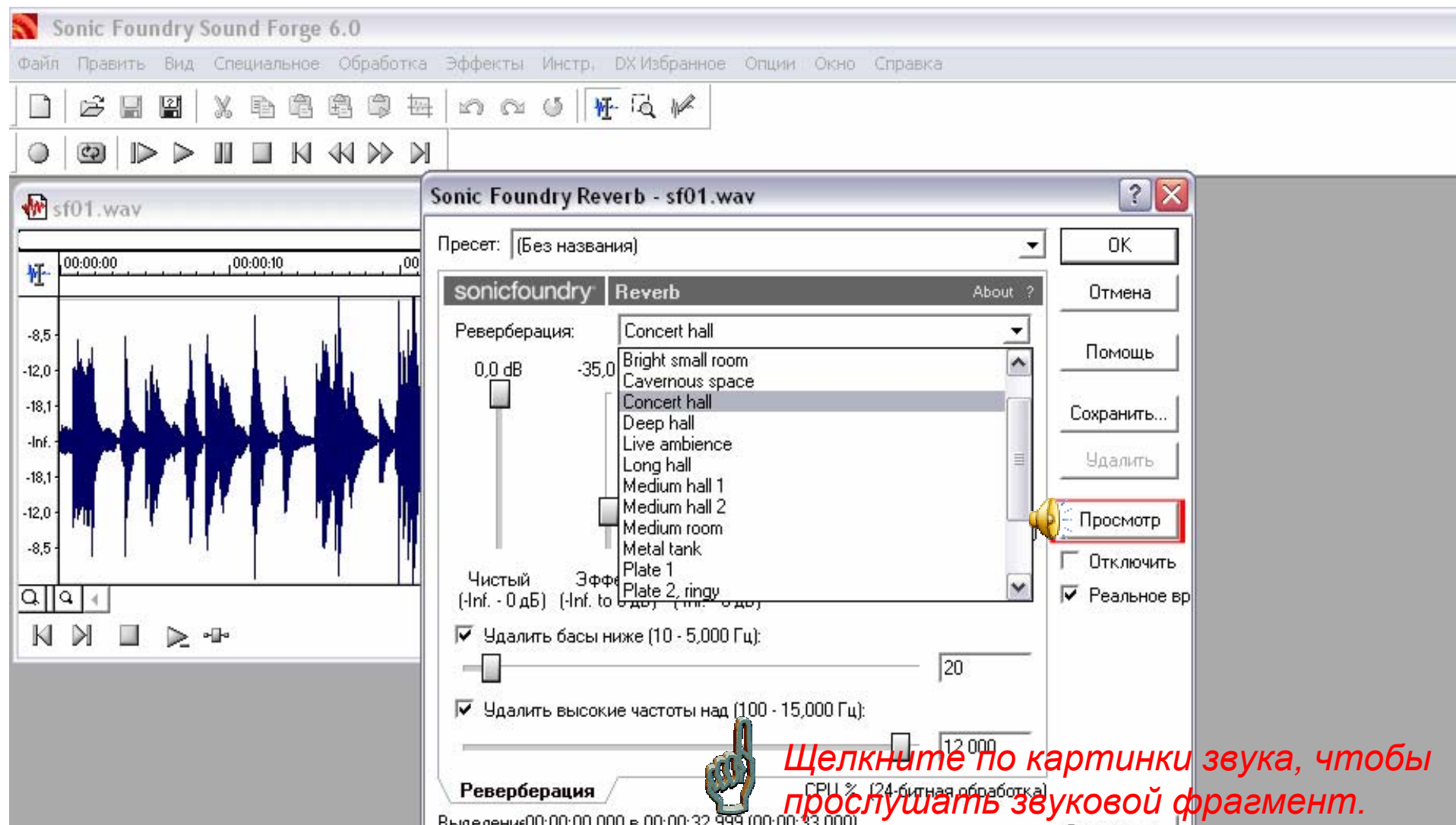
Для сохранения фонограммы выбираем меню «Файл» - «Сохранить как...»



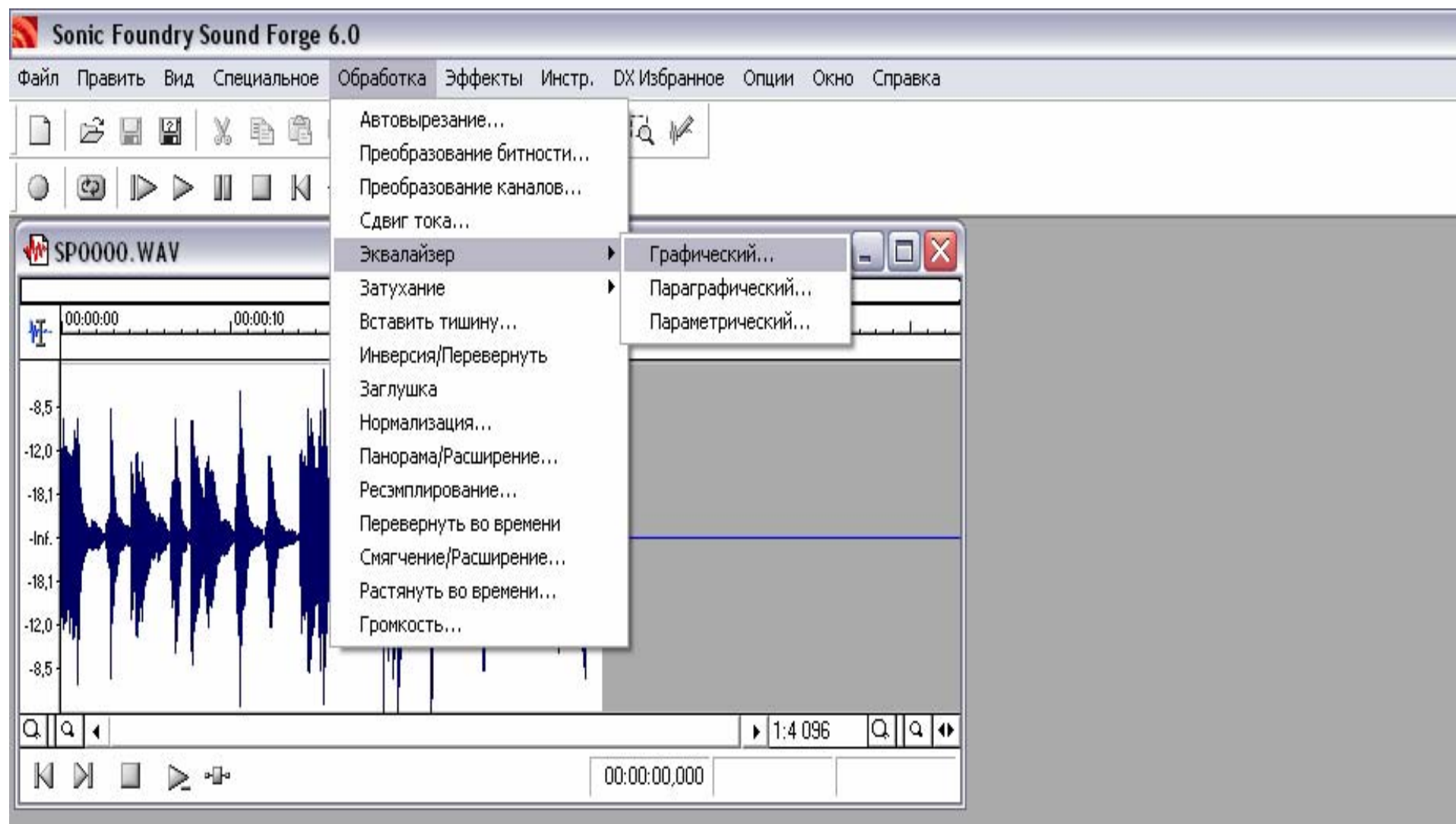
В появившемся на экране диалоговом окне указываем имя файла. Выбираем каталог для сохранения и формат (тип) файла. Нажимаем кнопку "Сохранить".



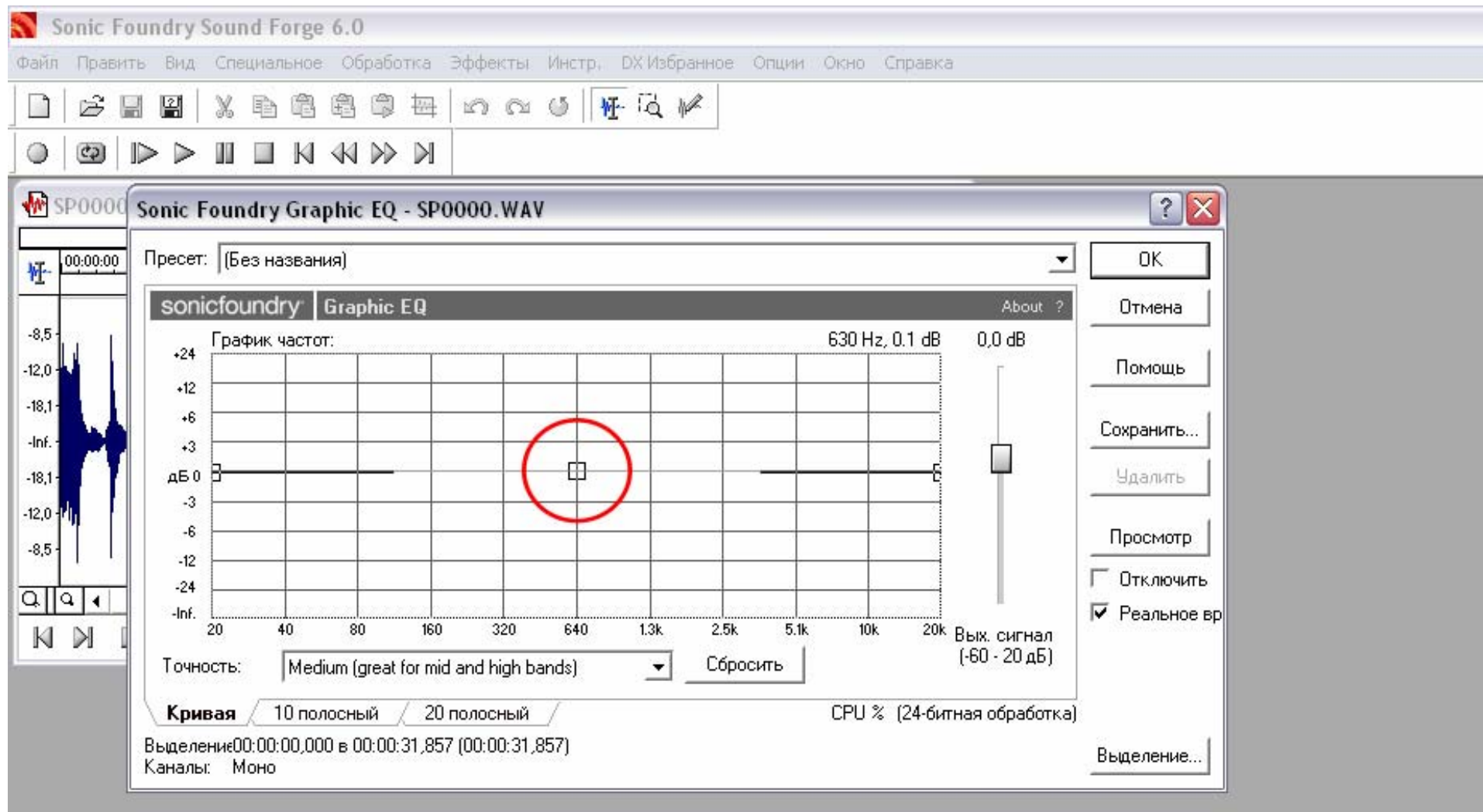
Программа "Sound Forge" умеет не только записывать звуковые файлы. Она предоставляет в Ваше распоряжение очень широкие возможности редактирования звука. Посмотрите, сколько пунктов в меню «Эффекты»! Со звуком можно вытворять все что угодно. Например, добавить реверберацию. Щелкнем по пункту меню «Реверберация...»



Параметры эффекта можно задавать вручную, с помощью многочисленных регуляторов или выбрать готовые настройки из списка. Для примера возьмем настройку реверберации концертного зала. Прослушать то что получится в результате можно, щелкнув по кнопке предварительного просмотра «Просмотр».



Какая же студия обойдется без эквалайзера - прибора, регулирующего амплитудно-частотные характеристики сигнала? Программа "SoundForge" имеет целых три встроенных эквалайзера, достаточно грамотно обрабатывающих цифровой сигнал. Для примера щелкнем по пункту меню «Обработка» - «Эквалайзер» - «Графический...»



Графический эквалайзер позволяет выстраивать графики АЧХ, создавая многочисленные точки перегиба. Изначально график ровный, устанавливающий уровень 0 децибел по всем частотам диапазона. Щелчком мышки по линии графика. На ней появился квадратик, обозначающий положение точки перегиба.

Sonic Foundry Sound Forge 6.0

Файл Править Вид Специальное Обработка Эффекты Инстр. DX Избранное Опции Окно Справка

SP0000.WAV

Sonic Foundry Graphic EQ - SP0000.WAV

Пресет: (Без названия)

sonicfoundry Graphic EQ About ?

График частот:

0,0 dB

Выходной сигнал (0,0 dB)

Точность: Medium (great for mid and high frequencies)

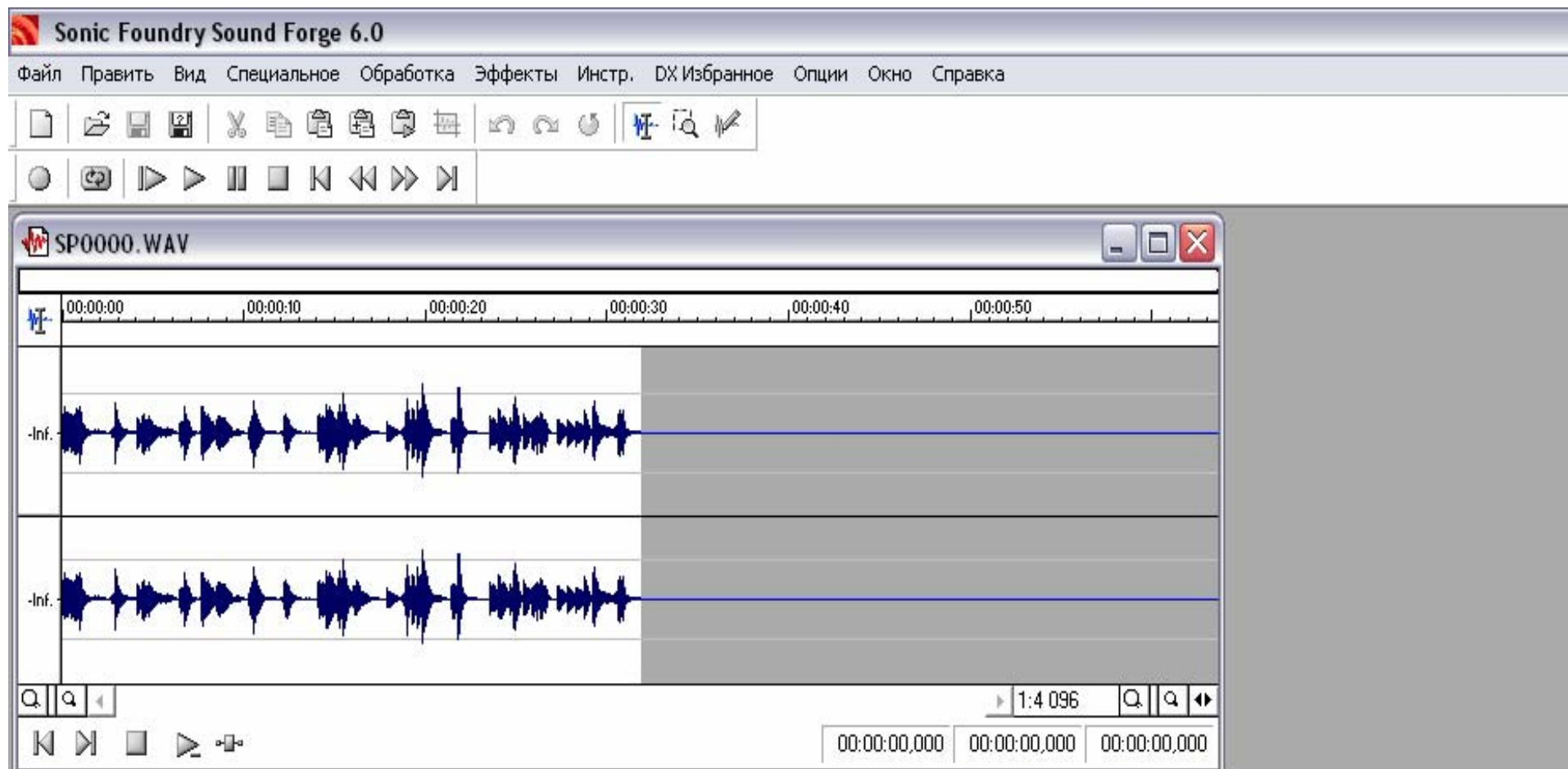
Кривая 10 полосный 20 полосный

Выделение: 00:00:00,000 в 00:00:31,857 (00:00:31,857)

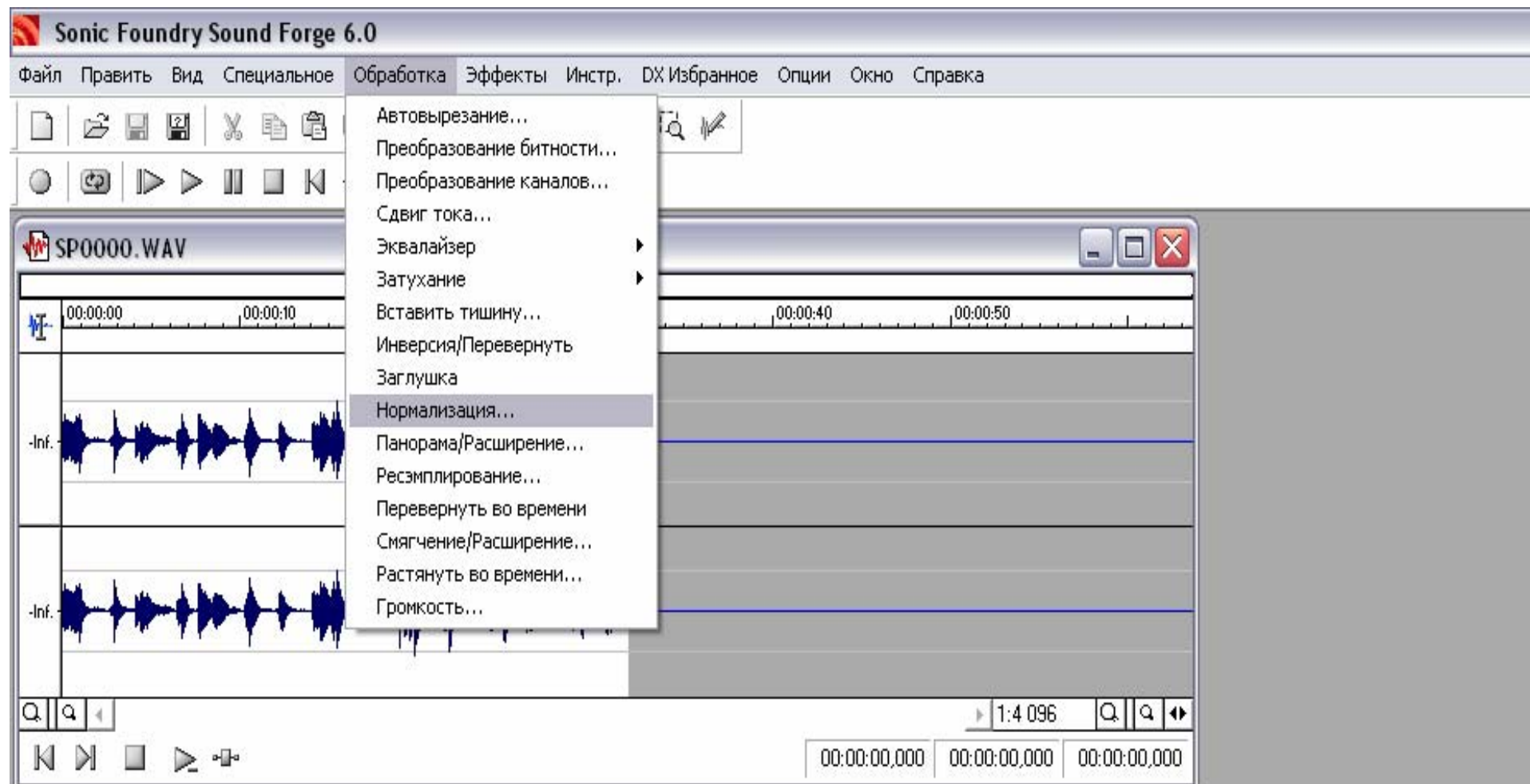
Щелкните по иконке звука в выделенной части картинки, чтобы прослушать звуковой фрагмент.

Просмотр

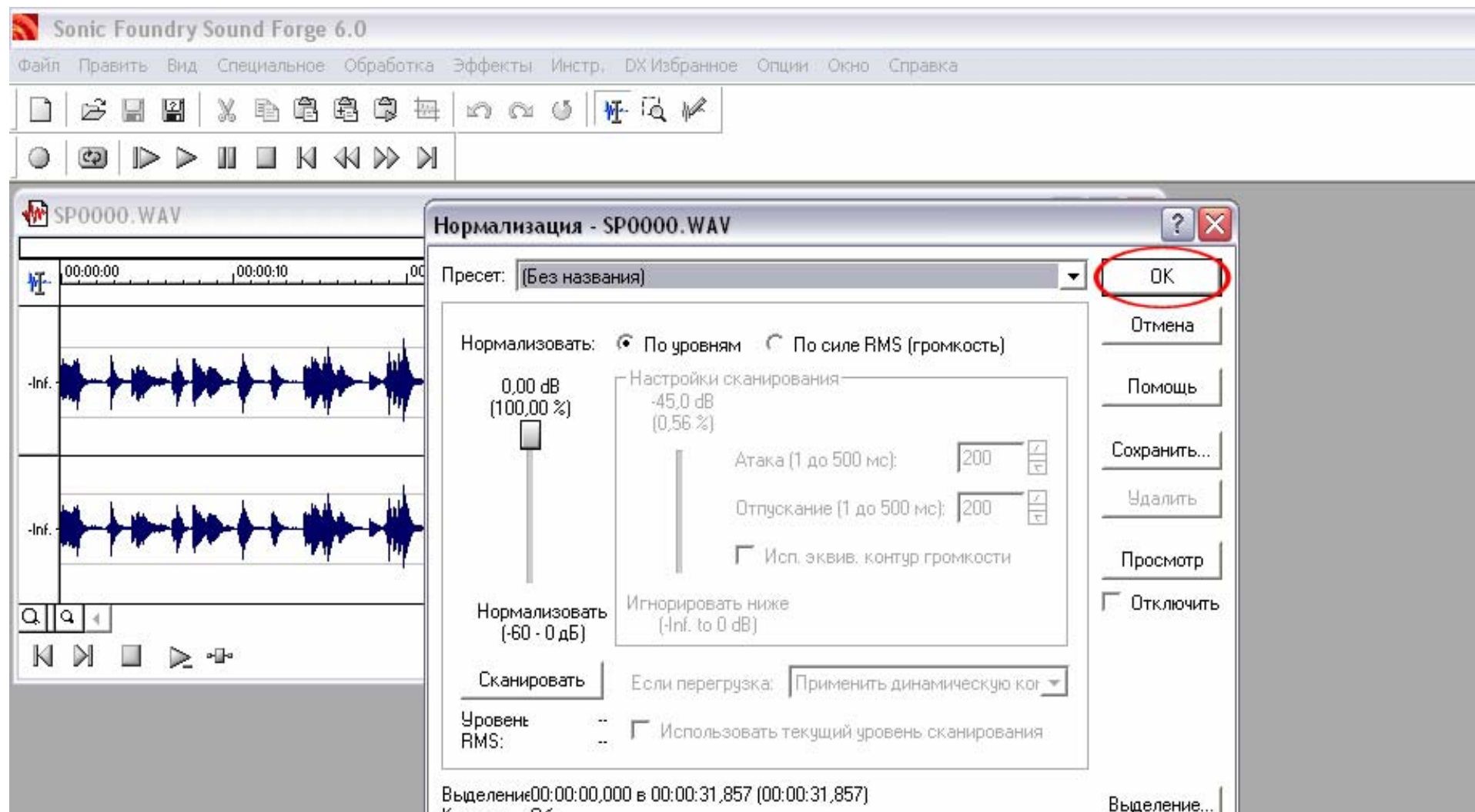
Захватим мышкой правую точку графика и опустим ее вниз. Это будет означать, что, начиная с частоты 640 Гц, коэффициент передачи эквалайзера будет плавно снижаться, а на частоте 20 кГц достигнет нуля. То есть сигнал потеряет верхние частоты. Нажмем кнопку «Просмотр», чтобы прослушать, что получилось.



Если при записи сигнала Вы установили слишком низкую громкость, дело поправимо. "SoundForge" поможет довести сигнал до оптимальной громкости, ориентируясь на самый громкий звук фонограммы.



Войдем в меню «Обработка» - «Нормализация...»



Если все установки выставлены по умолчанию, достаточно нажать "ОК". Программа вычислит, где находится самый громкий звук, и установит общий уровень сигнала, ориентируясь по этому пику.

**Sonic Foundry Sound Forge 6.0**

Файл Править Вид Специальное Обработка Эффекты Инстр. DX Избранное Опции Окно Справка

SP0000.WAV \*

00:00:00 00:00:10 00:00:20 00:00:30 00:00:40 00:00:50

-Inf. -Inf.

Щелкните по картинке звука, чтобы прослушать звуковой фрагмент.

В этом случае можно быть уверенным, что звук не "захрипит" от переусиления. Автоматическая нормализация уровня громкости намного удобнее долгого подбора уровней вручную.

Об Sound Forge 6 можно говорить вечно, наука на месте не стоит...

Записывать ансамбль с помощью одного микрофона достаточно сложно - ведь нужно подобрать такое расположение микрофона, чтобы звук был приятным и сбалансированным. Можно применить многомикрофонную систему, многодорожечный магнитофон, но сколько это стоит! Выходом из положения может стать многодорожечная последовательная запись, при которой дорожки записываются одна за другой, с использованием одного и того же микрофона.

На этом мы наше обучение закончим. Существуют миллионы программ записываемые звук. Кто сильно этим заинтересовался вперёд во всемирную паутину!!!  
☺ БЛАГОДАРЮ ЗА ОКАЗАННОЕ ВНИМАНИЕ ☺

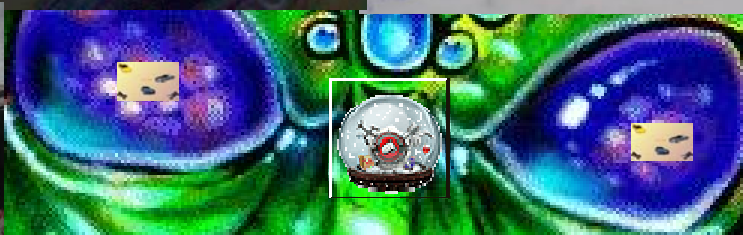
[<<<Вернуться в Оглавление](#)



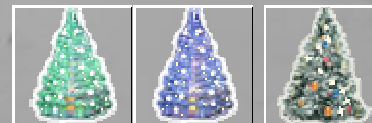
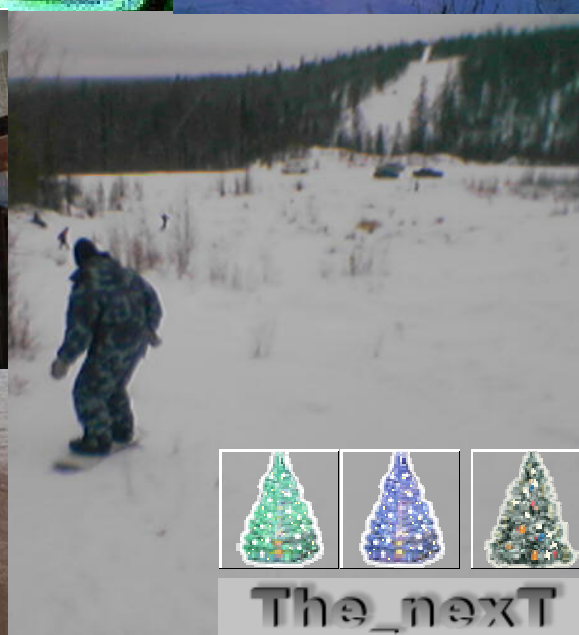
The\_nextT

[<<<Вернуться в Оглавление](#)

The\_nextT



The\_nextT



The\_nextT

## Процессоры DSP (Digital Signal Processing)

В принципе DSP (Рис.1) нужен чтобы разгрузить центральный процессор (CPU) компьютера, да и вообще поменьше от него зависеть. Это делает работу платы устойчивей и позволяет избежать многих проблем совместимости с разными компьютерами.

Обработка цифрового звука - отдельная и весьма обширная область, которая, по



Рис.1.  
Процессор-DSP.

сути, сводится к выполнению над числами-отсчетами тех же математических операций, которые в аналоговых устройствах выполняются электронными схемами. Например, усилению или ослаблению соответствует умножение или деление отсчетов, смешиванию двух сигналов - попарное сложение их отсчетов, фазовому сдвигу - задержка одних отсчетов относительно других.

Единственная проблема состоит в том, что для выполнения сложных преобразований вроде фильтрования или модуляции требуется очень большое число элементарных числовых операций, которое рядовой компьютер не в состоянии делать синхронно с поступающим сигналом (как говорят - в реальном времени). В таких случаях либо применяются специальные цифровые сигнальные процессоры (DSP), либо обработка проводится основным процессором, но после предварительной записи звука в память или на жесткий диск, с воспроизведением оттуда после окончания обработки. Эта так называемая нелинейная обработка занимает больше времени и не позволяет тут же слышать результат, однако никак не ограничена по сложности и глубине воздействия на звук.

Частным случаем обработки является простой монтаж фонограмм, с которым постоянно сталкиваются операторы самых различных звуковых студий. То, что на обычном магнитофоне делается за минуты, часы и дни путем многократной перезаписи с ленты на ленту, даже на самом простом компьютере занимает считанные секунды или часы, благодаря полному визуальному контролю и точности вплоть до одного цифрового отсчета (при 44.1 кГц - 23 мкс).

Однако компьютер способен не только сохранить и воспроизвести однажды записанный в него звук, даже после цифровой обработки - он может создавать совершенно новые звуки при помощи аппаратного или программного синтеза. Простейший метод синтеза состоит в генерации серии отсчетов и циклическом их воспроизведении, в результате чего получается периодический (тональный) звуковой сигнал. Например, при воспроизведении значений функции  $\sin(x)$ , вычисленных с некоторым шагом в границах периода, получается чистый синусоидальный звуковой сигнал с мягким звучанием и четкой музыкальной высотой; при усложнении вычислительной функции звуковые колебания будут повторять ее график - с точностью до параметров оцифровки и погрешностей ЦАП. График можно и нарисовать прямо на экране при помощи мыши; при этом плавному графику будут соответствовать более мягкие, глухие звуки, а крутому - более резкие, яркие и звонкие.

Если взять какой-либо физический процесс, приводящий к появлению звука - разряд молнии, шум ветра или колебания скрипичных струн - то всегда можно разработать достаточно точную математическую модель этого явления, которая сведется к системе уравнений. Решая эти уравнения, можно получить график звуковых колебаний, возникающих в этом процессе, и затем воспроизвести их. Подобным образом был получен предполагаемый звук московского Царь-Колокола при помощи только его наружных измерений и структурного анализа сплава. Этот метод физического моделирования - самый точный для имитации реальных звуков, однако он же - самый трудоемкий и длительный.

[<<<Вернуться в Оглавление](#)

## Частотная модуляция (FM)

Другой, более простой, метод синтеза состоит в генерации синусоидального сигнала, частота которого управляется другими генераторами таких же сигналов - это разновидность частотной модуляции (англ. FM). В результате получается сигнал весьма сложной структуры, тембр которого может меняться в чрезвычайно широких пределах. При достаточном количестве управляющих друг другом генераторов (так называемых операторов) и точном подборе их параметров можно не только синтезировать необычные звуки, но и достаточно точно имитировать звуки природы и музыкальных инструментов. Однако на практике количество операторов не превышает десяти, и разумное управление даже таким небольшим их числом сильно затруднено. В большинстве звуковых адаптеров есть аппаратный FM-синтезатор с двумя или четырьмя операторами, при помощи которого можно синтезировать различные шумы, стуки и звоны, однако для имитации музыкальных инструментов он в силу своей простоты совершенно непригоден.

[<<<Вернуться в Оглавление](#)

