

Валерий Белунцов
(под редакцией Юлии Дмитриковой)

Очистка и ретушь фонограммы

Одна из распространенных задач, решаемых при помощи компьютерной обработки звука, – это реставрация старых фонограмм, которые были записаны на некачественные (поскольку качественных тогда еще не изобрели) или поврежденные носители.

Дефекты старых аналоговых носителей могут быть самыми разными. Поэтому и помехи, которые образуются при воспроизведении звука с этих носителей, тоже различаются. Они могут быть следующими:

- достаточно равномерный шум, звучащий на протяжении всей фонограммы;
- неравномерный шум изменяющегося спектра;
- скрипы и характерный шорох грампластинки;
- щелчки, возникающие на месте склеивания пленки или от дефектов поверхности грампластинки;
- фон, возникающий от воздействия на звук частоты электросети;
- “задувания” взрывных букв при записи речи;
- “плавающий звук” и “провалы”, образовавшиеся из-за механического повреждения пленки;
- нелинейные искажения.

Рассмотрим несколько способов очистки поврежденных фонограмм, в зависимости от вида помех при их воспроизведении, а также необходимые для этого программные средства.

Специальные модули для удаления шумов разного вида имеются во многих программах звуковой редакции. Кроме того, существуют специальные программы реставрации фонограмм, – например, DART Pro. Однако они не особенно популярны (из-за своей высокой стоимости и “громоздкости”), если только речь не идет о сложной работе, в которую есть возможность и смысл вложить много средств.

1. Удаление шума из фонограммы

Наиболее распространенным дефектом фонограммы является равномерный шум, который появляется, например, на пленках.

Модули для удаления шума могут работать на основе различных принципов. Наиболее простые модули при помощи обычной фильтрации подавляют те частотные полосы, в которых чаще всего по статистике располагаются шумы. Однако это не очень эффективный метод. Если шумы какого-то одного типа (например, шумы обычной

аудиокассеты) можно приблизительно “локализовать” заранее, то другие шумы и постоянные помехи могут состоять из различных частотных полос. Кроме того, иногда шум может быть сам по себе достаточно широкого спектра.

Поэтому более “умные” модули шумоподавления действуют следующим образом. Нужно сначала указать, что именно считать шумом и помехами, а что нет. В фонограмме нужно отыскать фрагмент “чистого” шума, не содержащий никакого полезного

сигнала, и загрузить его в модуль очистки. Там он подвергается анализу, после чего создается так называемый профиль шума. Если у вас много фонограмм с одинаковым характером шумов, то этот профиль можно сохранить отдельно и затем просто загружать всякий раз, когда нужно очистить следующую фонограмму с тем же характером шума.

Один из первых модулей шумоподавления первого типа назывался RayGun и поставлялся компанией Arboretum как в виде

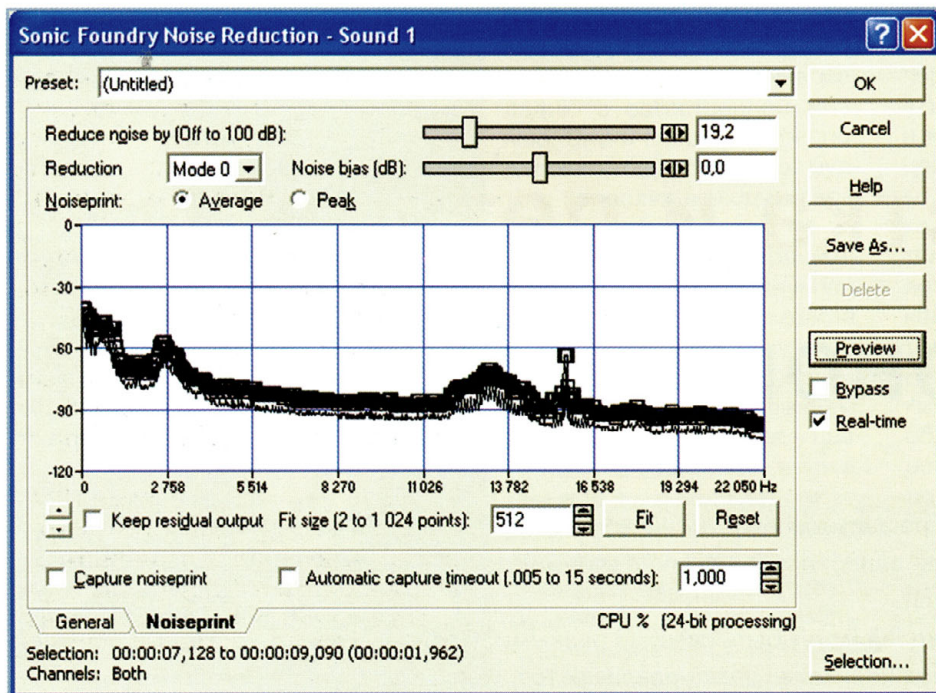


Рис. 1. Считывание шумового профиля

самостоятельной программы, так и в виде подключаемого модуля DirectX.

Один из первых модулей второго, “умного” типа входил в поставку программы Cool Edit и до сих пор сохранился в ее “наследнице” – программе Adobe Audition.

Рассмотрим в качестве примера работу подключаемого модуля Sonic Foundry Noise Reduction. Ранее он не поддерживал интерфейс DirectX и работал только с программой Sound Forge. Более поздняя версия этого модуля работает через интерфейс DirectX и может использоваться в любой программе редактирования звука, которая его поддерживает (а это практически все современные программы). Старые версии модуля не работают с пятой и более поздними версиями программы Sound Forge.

Окно модуля Noise Reduction содержит две вкладки: General и Noiseprint, вторая из которых показана на рис. 1. Переходить от одной вкладки к другой можно при помощи переключателей в нижней части окна.

Перед запуском модуля выделите нужный фрагмент звукового файла, состоящий только из шума, который надо отфильтровать. После этого запустите модуль и откройте вкладку Noiseprint. Установите флажок

Capture Noiseprint и нажмите кнопку Preview.

Через некоторое время вы увидите, что флажок Capture Noiseprint исчез, а на графике появился профиль шума, созданный программой на основе анализа представленного ей шумового фрагмента. Если выбранный фрагмент окажется слишком коротким и программа не сможет произвести его спектральный анализ, то она сообщит об этом. В этом случае нужно загрузить более продолжительный фрагмент либо уменьшить параметр FFT Size на вкладке General окна настроек модуля.

Профиль шума отображается на графике в виде частотной огибающей. Программа определяет, насколько “зашумлена” каждая из частотных полос, чтобы соответственно уменьшить их уровень при шумоподавлении.

График профиля шума можно просматривать в различных видах и, при необходимости, редактировать вручную.

Для изменения режима просмотра графика наведите на него курсор и нажмите правую кнопку мыши. Перед вами появится контекстное меню (рис. 2), в котором за режим просмотра отвечают четыре нижних пункта:

- Logarithmic – горизонтальная частотная шкала графика становится не равномерной (линейной), а логарифмической;

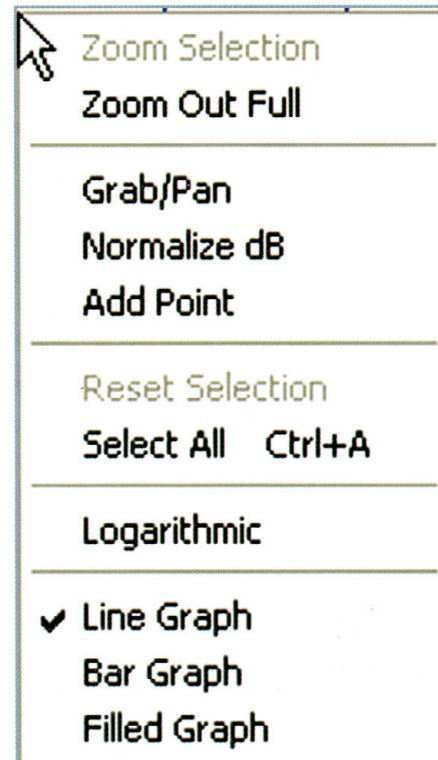


Рис. 2. Режимы просмотра шумового профиля

- Line Graph – шумовой профиль отображается в виде кривой на частотном графике;
- Bar Graph – каждая частотная полоса отображается как прямоугольный столбик, высота которого соответствует уровню шума;
- Filled Graph – схоже с Line Graph, однако нижняя часть графика профиля закрашивается.

Если отметить галочкой пункт Grab/Pan, то можно будет перемещать мышью точки графика вверх и вниз. Это относится исключительно к режиму просмотра. А редактировать огибающую шумового профиля можно точно так же, как и любую другую огибающую в программе Sound Forge или в DirectX-модулях Sony. При помощи мыши можно добавлять в любое место “точки излома”, а затем перетаскивать их, тем самым изменяя форму огибающей. Чтобы удалить точку излома, нужно щелкнуть на ней мышью два раза.

Может возникнуть ситуация, при которой вы сначала изменили или вообще убрали огибающую, а затем вам не понравились изменения и вы решили начать все сначала. Необязательно при этом снова заставлять программу анализировать звук, достаточно нажать кнопку Fit. При

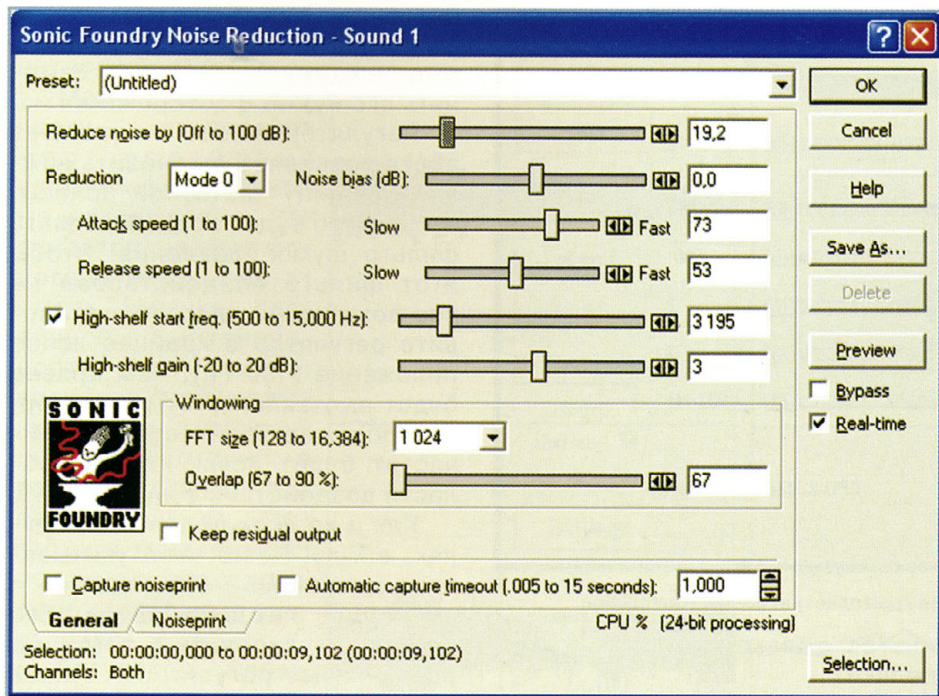


Рис. 3. Точные настройки модуля шумоподавления

этом программа построит огибающую вдоль графика, используя столько точек излома, сколько указано в поле Fit Size. Чем большее количество точек, тем качественнее будет результат. Можно указать любое количество точек в пределах от 2 до 1024. Если нажать кнопку Reset, то огибающая будет "сброшена", то есть станет прямой, содержащей только две точки излома на ее концах.

Флажок Automatic capture Timeout. можно применять в тех случаях, когда шум звучит в самом начале фонограммы в течение нескольких секунд. В этом случае в модуль можно загрузить сразу всю фонограмму, а при использовании функции Capture Noiseprint установить этот флажок и указать в соответствующем поле временной отрезок, через который в фонограмме начинается полезный сигнал.

Во всех остальных случаях после построения огибающей шумового профиля потребуется выбрать всю фонограмму, чтобы дальше продолжить работу над ее очисткой:

- нажмите кнопку Selection в правом нижнем углу окна модуля;
- в открывшемся окне из раскрывающегося списка Selection выберите пункт All Sample Data;
- нажмите ОК.

Будет выделена вся фонограмма (хотя в окне отображения волновой формы этого видно не будет, так как оно сейчас неактивно).

Теперь можно приступить непосредственно к удалению шума. Полезно сделать следующие настройки:

- с помощью регулятора Reduce noise by можно установить степень шумоподавления. Чем больше это значение, тем сильнее воздействие модуля, но

одновременно тем больше искажения вносится в исходный звук;

- раскрывающийся список Reduction предназначен для выбора режима действия фильтров – можно попробовать сменить режим, если результат не очень устраивает;

- регулятор Noise bias предназначен для поправки на постоянную составляющую шума;

- на вкладке General (рис. 3) с помощью регуляторов Attack speed и Release speed можно установить допустимое время атаки и затухания звуков;

- при установке флажка High-shelf start freq включается дополнительный фильтр, воздействующий на верхние частоты, а соответствующий регулятор устанавливает частоту среза этого фильтра;

- при помощи регулятора High-shelf gain можно установить степень подавления или усиления верхних частот;

- в секции Windowing можно установить параметры анализа спектра. Раскрывающийся список FFT Size устанавливает размер одного среза звука при анализе, а при помощи регулятора Overlap можно установить степень перекрытия этих срезов.

Для проверки правильности настроек можно установить флажок Keep residual output. Тогда вместо удаления шума модуль поступит наоборот – будет отфильтровано все, кроме шумовой составляющей. Внимательно вслушаемся в результат: если там присутствует полезный сигнал, значит, параметры шумоподавления подобраны неправильно и их следует изменить. Но не забудьте перед нажатием кнопки ОК снять этот флажок, иначе в волновой форме так и останется только шумовая составляющая.

2. Удаление скрипа грампластинки

Не менее часто требуется удалить искажения, характерные для виниловых грампластинок: их специфический "скрип" и

"скрежет", а также отдельные щелчки.

Для удаления подобных искажений также существуют специ-

альные программные средства. Например, два модуля от компании Sonic Foundry, работающих через интерфейс DirectX. Один

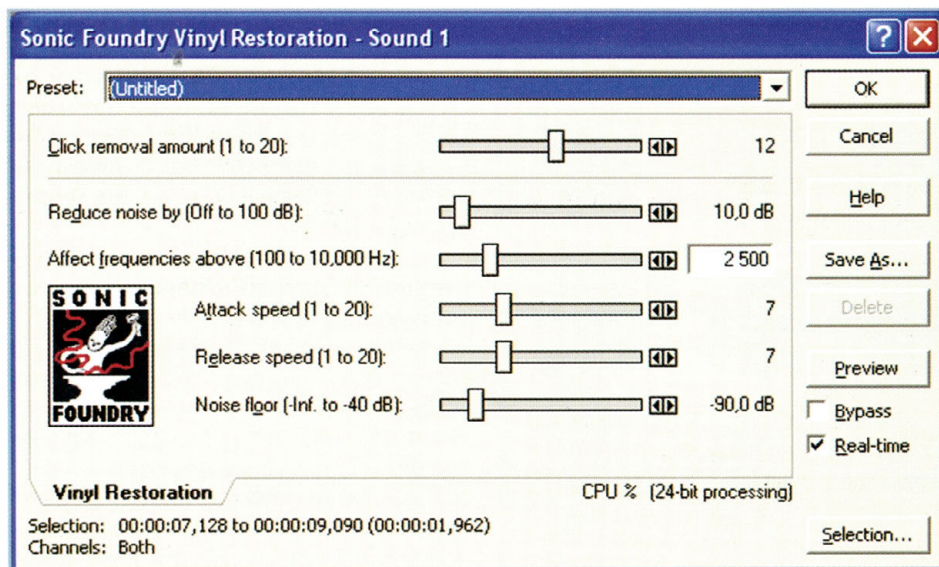


Рис. 4. Окно модуля для удаления шумов грампластинки Vinyl Restoration

из них так и называется – Vinyl Restoration (“реставрация виниловых записей” – *англ.*), его окно показано на рис. 4.

Регулятор Click Removal Amount позволяет установить силу воздействия фильтра удаления щелчков. Чем больше значение этого параметра, тем более тихие щелчки будет выявлять и удалять программа. При малых значениях этого параметра уда-

ляются только самые громкие щелчки.

При помощи регулятора Reduce noise by можно установить уровень шумоподавления. Однако, в отличие от модуля Noise Reduction, шумовой спектр в модуле Vinyl Restoration не настраивается. Модуль уже настроен на шум, который возникает при “старении” виниловых грампластинок. При слишком

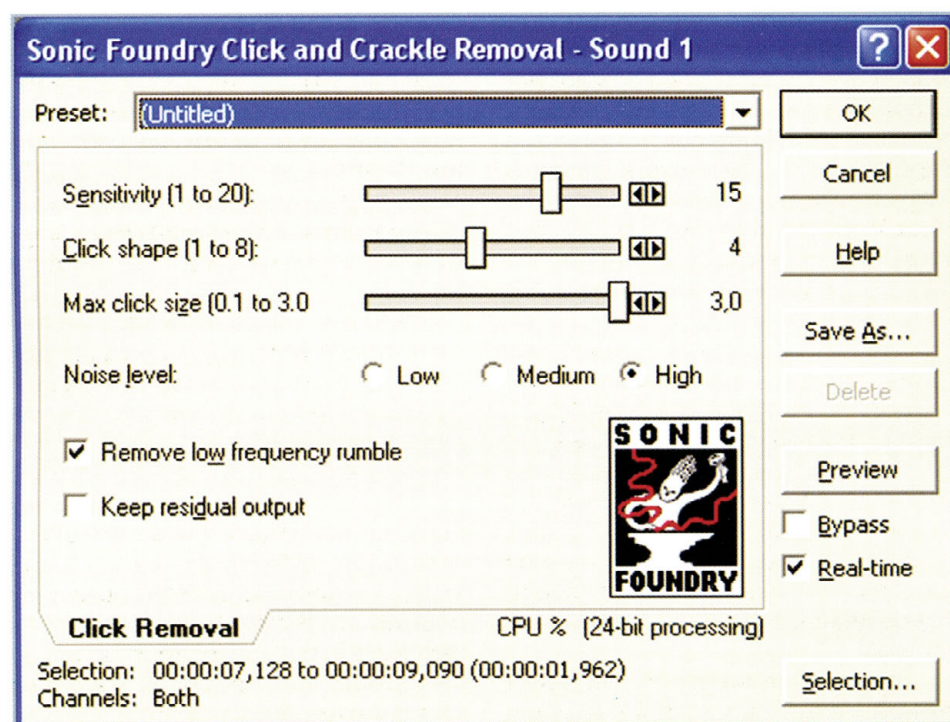
больших значениях этого параметра могут возникнуть некоторые искажения, поэтому изменять его нужно с осторожностью.

Регулятор Affect Frequencies above позволяет установить нижнюю границу частотной полосы, на которую будет воздействовать фильтр шумоподавления. Чтобы этот фильтр воздействовал на все возможные частоты, установите регулятор в крайнее левое положение (100 Гц). Чем правее будет выставлен этот регулятор, тем большее количество нижних частот будет исключено из области воздействия фильтра.

Как и во всех подобных модулях, в Vinyl Restoration учитывается допустимое время атаки и затухания каждого звука. Его можно регулировать с помощью ползунковых регуляторов Attack speed и Release speed.

Еще один параметр, играющий большую роль при реставрации, – Noise floor. С его помощью можно указать уровень общего шума пластинок, в диапазоне от -40 до -100 дБ (это крайнее положение регулятора обозначено как “минус бесконечность”: -Inf.).

3. Удаление щелчков



Щелчки в старых фонограммах могут возникать из-за дефектов аналоговых носителей. Чаще всего они появляются на виниловых грампластинках, в некоторых случаях – при перезаписи с других носителей.

Для удаления щелчков можно либо воспользоваться программными средствами, либо, если щелчков не очень много, попробовать убрать их вручную. Кратко рассмотрим оба способа.

Одно из автоматизированных средств удаления щелчков из фонограммы – модуль от компании Sonic Foundry, который называется Click and Crackle Removal (рис. 5). Этот модуль работает

Рис. 5. Окно модуля автоматического удаления щелчков Click and Crackle Removal

с любой звуковой программой через интерфейс DirectX.

Модуль автоматически определяет местоположение щелчков в фонограмме и вырезает их. Разумеется, разные фонограммы могут иметь щелчки различной интенсивности. Кроме того, волновая форма щелчка может быть различных очертаний, в зависимости от его происхождения. Поэтому в модуле можно сделать некоторые дополнительные настройки.

Регулятор Sensitivity позволяет установить степень чувствительности модуля при автоматическом определении щелчков. При низких значениях этого параметра определяются и удаляются только са-

мые громкие щелчки. При высоких значениях параметра программа определяет даже самые ничтожные "пощелкивания". При этом нужно иметь в виду, что к разряду щелчков программа может причислить и обычные звуки с очень резкой атакой – например, отдельные звуки акустической гитары или фортепиано. Поэтому нужно подобрать регулятора лучше вручную.

Регулятор Click shape указывает программе, какой шаблон для определения очертаний волновой формы щелчка следует использовать. К сожалению, в окне отсутствуют иллюстрации этих шаблонов, а есть только их номера – с 1 по 8. Если щелчки определяются неправильно или не определяются вообще, можно попробовать использовать другой шаблон.

Регулятор Max click size позволяет определить максимально возможную длину щелчка. Звуки, которые соответствуют по параметрам щелчку, но длиннее указанного максимума по времени, не будут рассматриваться как щелчки, и, соответственно, программа не будет их удалять.

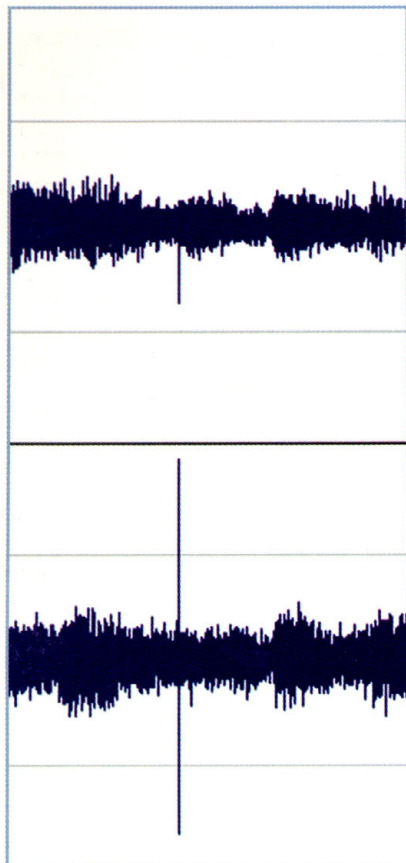


Рис. 6. Начало удаления щелчков вручную: определение места щелчка



Рис. 7. Просмотр щелчка в увеличенном масштабе

Кроме того, данный модуль имеет дополнительную функцию – он удаляет шумы (Noise Level). Но спектр удаляемых шумов, к сожалению, нельзя никак настраивать. Можно лишь установить уровень удаляемых шумов: Low – низкий, Medium – средний и High – высокий. Если при этом установить флажок Remove low frequency rumble, то программа будет пытаться удалить низкочастотные шумы-“ворчания”, которые иногда возникают в фонограмме из-за старения и дефектов аналоговых носителей.

Флажок Keep residual output служит для проверки наших настроек. Если он установлен, то при нажатии кнопки Preview будет слышна только та часть фонограммы, которая предназначена для удаления. Слушая удаляемую часть, можно определить, не попал ли в нее что-нибудь важное. Если вас все устраивает, то не забудьте снять этот флажок перед нажатием кнопки ОК. Если его не снять, то в результате мы получим фонограмму, состоящую только из щелчков и шумов, а все остальное будет удалено.

Теперь рассмотрим ручной способ удаления щелчков. Он

применяется только в тех случаях, когда щелчков немного.

Сначала необходимо на слух определить место щелчка. В этом месте остановите фонограмму. Если вы используете программу Sound Forge, то для остановки фонограммы используйте клавишу Enter на цифровой клавиатуре, – в этом случае курсор останется в том месте, где вы остановили фонограмму, а не переместится назад к началу воспроизведения фрагмента, как при остановке с помощью клавиши Пробел.

После этого нужно визуально определить место щелчка. Его обычно очень хорошо видно (рис. 6).

Увеличьте масштаб так, чтобы было удобно изменять вид щелчка на графике. Обычно для этого нужно использовать масштаб 1:1 (рис. 7).

После этого отметьте галочкой пункт Auto Snap to Zero в меню Options, чтобы при выделении частей звука границы выделения автоматически сдвигались к нулевой отметке. Это в данном случае необходимо, чтобы легче было вырезать щелчок, не создав на этом месте новый.

Затем выделите область щелчка (рис. 8).

Теперь проверьте, как будет звучать фонограмма, если из нее убрать выделенную область. Для этого нажмите сочетание клавиш Ctrl-K. Будет проиграна часть звука до выделения, после чего программа сразу перейдет к тому, что идет после выделения. Если все нормально, то можно вырезать выделение с помощью клавиши Delete или сочетания клавиш

Ctrl-X. Если нет, то можно попробовать изменить положение границ выделения и снова прослушать получившееся с помощью сочетания Ctrl-K, и так далее. Когда щелчок будет вырезан, можно переходить к следующему.

Для недлинных щелчков можно также скорректировать волновую форму с помощью инструмента Draw. Однако этот способ достаточно трудоемкий и требует некоторой сноровки.

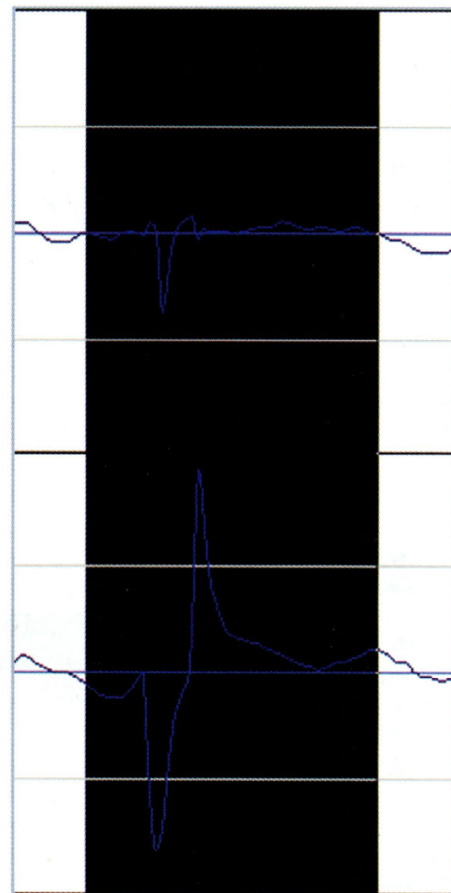


Рис. 8. Выделение области щелчка

4. Удаление фонового звука

Начинающие пользователи часто путают понятия “фоновый звук” (или просто “фон”) и “шум”. Чтобы разграничить эти два понятия, вспомним следующее:

- шум – неперiodические колебания широкого спектра (рис. 9);

- фон – проникновение в звук периодических низкочастотных колебаний электросети (рис. 10).

Как известно, частота переменного тока электросети составляет 50 Гц (в США и некоторых других странах – 60 Гц). Тон именно этой частоты и присутствует в звуке. Казалось бы, поставить фильтр на эту частоту – и дело с концом! Однако фоновый звук имеет не синусоидальную форму! Это значит, что в нем присутствует множество частот, распределенных по всему спектру. Собственно говоря, именно их мы и слышим, так как сам по себе тон в 50 Гц очень тихий и из динамиков практически не слышен. Так что бороться приходится не с частотой основного тона, а с многочисленными обертонами, разбросанными по всему спектру.

Фон – одна из самых неприятных помех, которые могут присутствовать в звуке (наряду с нелинейными искажениями). С ним очень трудно бороться и почти невозможно удалить так, чтобы

не внести в полезный сигнал каких-либо искажений.

Для борьбы с фоном в основных программах звуковой обработки не существует специальных средств. Однако можно попробовать использовать следующее:

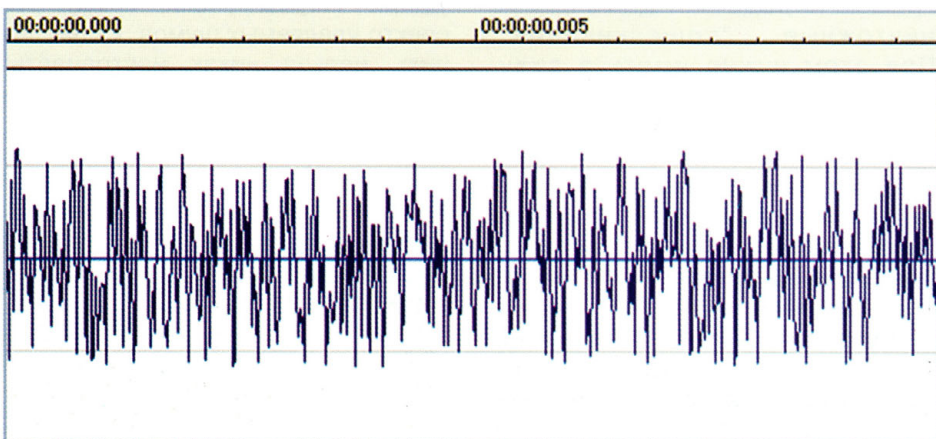


Рис. 9. Шум (масштаб 1:1)

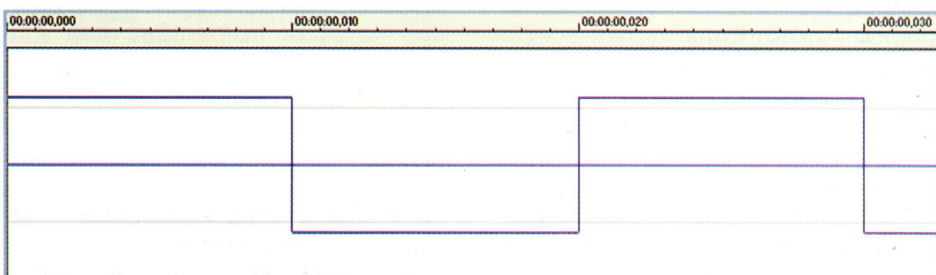


Рис. 10. Фон (масштаб 1:2)

- в модуле RayGun от компании Arboretum есть переключатель, который задает функцию удаления

фона. Там же можно установить, тон какой частоты – 50 или 60 Гц – являлся источником фона;

• любой модуль шумоподавления. В качестве “шумового участка” можно дать программе проанализировать кусочек фона. Правда, при этом получится такой профиль, что удалять придется очень много частотных полос (рис. 11).

Лучшее средство для борьбы с фоном – профилактика. При записи и перезаписи аналоговых и цифровых носителей нужно по возможности следить, чтобы в фонограмму не проникал фон.

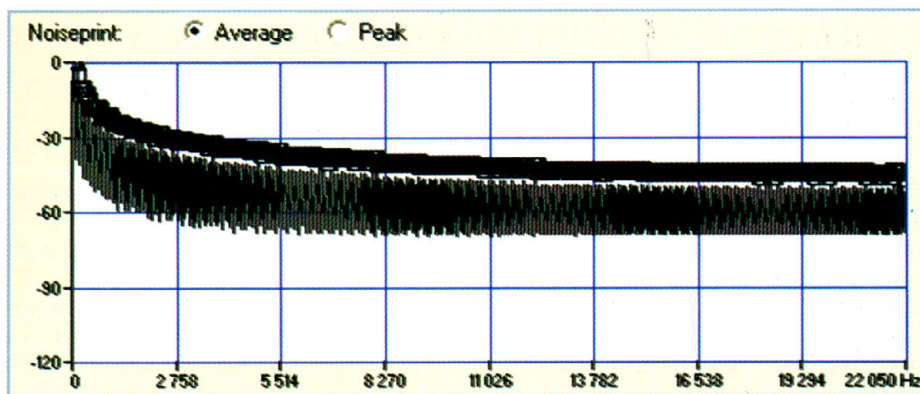


Рис. 11. Профиль при использовании модуля шумоподавления для борьбы с фоном.