

Загуменнов А. П.

Запись и редактирование звука. Музыкальные эффекты

Улучшение качества звука
Полезные практические советы

ПРОСТО О СЛОЖНОМ



NT
PRESS

Просто о сложном

Загуменнов А. П.

**Запись
и редактирование звука.
Музыкальные эффекты**

NT Press
Москва, 2005

УДК 004.9

ББК 32.973.26-018.2

3-14

Подписано в печать 22.09.04. Формат 84x108/32.

Усл. печ. л. 9,66. Тираж 3000 экз. Заказ № 4784.

Загуменнов А.П.

3-14 Запись и редактирование звука. Музыкальные эффекты /
А.П. Загуменнов. — М.: Издательство «НТ Пресс», 2005. —
181, [3] с.: ил. — (Просто о сложном).

ISBN 5-477-00023-6

Флэнжер, фэйзер, хорус, модуляция, фазовые сдвиги, изменение высоты и времени звучания, задержка сигналов, изменение панорамы – вот далеко не полный перечень эффектов, используемых при обработке звука.

Эта книга поможет вам быстро разобраться во всем многообразии эффектов и подобрать необходимые. Все описания снабжены примерами из таких известных программ редактирования звука, как Sound Forge, WaveLab, Samplitude, Sawstudio, а также программы-секвенсора Cakewalk SONAR.

УДК 004.9

ББК 32.973.26-018.2

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельца авторских прав.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но, поскольку вероятность технических ошибок все равно остается, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможный ущерб любого вида, связанный с применением содержащихся здесь сведений. Все торговые знаки, упомянутые в настоящем издании, зарегистрированы.

© Загуменнов А. П., 2005

© НТ Пресс, 2005

Содержание

Введение	5
1. Многоканальная запись	7
2. Сведение и монтаж	19
3. Стерефония	21
4. Основные понятия, определяющие акустический сигнал	22
4.1. Динамический диапазон и уровни	22
4.2. Частотный диапазон и спектры	23
4.3. Время реверберации	25
4.4. Субъективные критерии оценки звучания	25
5. Аналоговый и цифровой сигналы	28
6. Простейшее редактирование	31
6.1. Использование обзорных окон при редактировании	32
6.2. Копирование	34
6.3. Перемещение	37
6.4. Вставка	38
6.5. Удаление звуковых фрагментов	39
6.6. Реверс звука	41
6.7. Редактирование стереофайлов	42

7. Звуковые процессы	44
7.1. Слияние волновых форм	48
7.2. Инверсия	52
7.3. Амплитудные преобразования	54
7.4. Смещение по постоянному току	66
7.5. Нормализация	70
7.6. Расширение панорамы	77
7.7. Частотная коррекция	82
7.8. Фильтры и их характеристики	83
8. Звуковые эффекты	99
8.1. Задержка сигналов	99
8.2. Модуляция и фазовые сдвиги	115
8.3. Изменение высоты и времени звучания	126
8.4. Особые эффекты	134
8.5. Автоматическое изменение панорамы	154
9. Дополнительные инструменты	156
9.1. Спектральный анализ	156
9.2. Синтез звука и создание семплов	170
9.3. Шумопонижение	174
9.4. Синхронизация с видеорядом	176
9.5. Отмена ошибочных действий	181

Введение

Системы цифровой записи и редактирования звука с помощью персонального компьютера получили в настоящее время всеобщее признание. Эта книга посвящена вопросам обработки звука, записанного на цифровой носитель, и насыщения его всевозможными эффектами.

В разделе 1 охарактеризован один из методов записи звука – многоканальная запись.

В разделе 2 описаны сведение и монтаж (линейный и нелинейный).

В разделе 3 даны требования к стереофонической записи.

В разделе 4 приведены основные понятия, определяющие акустический сигнал: динамический диапазон и уровни, частотный диапазон и спектры, время реверберации, субъективные критерии оценки звучания, слоговая разборчивость, отзвук и его длительность, прозрачность, пространственное впечатление, эхо.

Раздел 5 посвящен преобразованию аналогового и цифрового сигналов.

В разделе 6 основное внимание уделено простейшему редактированию: использованию обзорных окон, копированию, перемещению, вставке, удалению звуковых фрагментов, реверсу звука, редактированию стереофайлов.

Раздел 7 – о звуковых процессах: слиянии волновых форм, инверсии, амплитудных преобразованиях, устранении смещения по постоянному току, нормализации, расширению панорамы, частотной коррекции, фильтрах и их характеристиках.

Раздел 8 содержит описание звуковых эффектов: задержка сигналов, модуляция и фазовые сдвиги, изменение высоты и времени звучания, автоматическое изменение панорамы, особые эффекты (компрессия – сжатие динамического диапазона, искажения, имитирующие аналоговые перегрузки, вокодер, караоке и т.п.).

В разделе 9 рассказывается о дополнительных инструментах обработки звука: спектральном анализе, синтезе звука и создании семплов, шумопонижении, синхронизации с видеорядом, отмене ошибочных действий.

Так как в программах используются разные алгоритмы обработки звука, эффект от их применения на одном и том же звуковом материале также различается. Поэтому каждый из описанных в книге методов обработки иллюстрируется не одной, а несколькими программами.

Все разделы снабжены подробными описаниями приемов работы на примерах из программ редактирования звука Sound Forge, WaveLab, SAWStudio и Samplitude Professional для MS Windows. Они позволяют производить разнообразные действия над звуком, так или иначе изменяя его (порой до неузнаваемости).

Все программы, работающие с оцифрованным звуком, предъявляют довольно жесткие требования к компьютеру. Так, понадобится достаточно много свободного места на жестком диске (одна минута стереозаписи с качеством компакт-диска занимает около 10 Мб). Для надежной записи и качественного воспроизведения звука необходим жесткий диск со средним временем доступа не более 11 миллисекунд, а также значительный объем оперативной памяти.

Широкие возможности рассматриваемых в книге программ позволяют использовать их для различных целей: производства (мастеринга) фонограмм, мультимедийных приложений и аудиофайлов для Internet и для презентаций, компьютерной телефонии, анализа параметров звука. При этом программы дополняют друг друга и предоставляют пользователю средства для решения любых профессиональных задач.

В книге вы найдете подробное описание методов обработки звука при помощи этих программ.

Соглашения, принятые в книге

В книге выделены:

- ▶ определения, новые понятия – *курсивом*;
- ▶ названия пунктов меню, сочетания клавиш, элементы программы – **полужирным шрифтом**;
- ▶ последовательность команд, выполняемых из меню, отмечается стрелочкой, например **File ▶ Save** (Файл ▶ Сохранить);
- ▶ клавиши, нажимаемые одновременно, записываются со знаком + (плюс), например **Ctrl+S**.

1. Многоканальная запись

Суть метода *многоканальной последовательной записи* заключается в том, что ансамбль записывается частями (например, сначала только аккомпанемент, а затем солист). Делается это так: после того как записан аккомпанемент, его воспроизводят, подавая сигнал на головные телефоны. В студии у микрофона располагается солист, который исполняет свою партию под аккомпанемент, прослушиваемый им через наушники. Запись солиста ведется на отдельный канал. Затем каналы с записями аккомпанемента и солиста *микшируются (совмещаются при помощи микшера)*, звукорежиссер подбирает и регулирует соотношения уровней между каналами. Суммарный сигнал представляет собой законченную фонограмму полного произведения.

При этом запись аккомпанемента, в свою очередь, может быть сделана таким же способом: записать каждую группу исполнителей *по отдельности, вплоть до записи каждого инструмента из ансамбля* на отдельный канал.

Многоканальная запись облегчает работу исполнителей, сокращает число репетиций и записываемых дублей.

Описанный метод записи дает возможность наиболее выгодно расположить микрофоны для каждого исполнителя или группы исполнителей, не заботясь об их акустическом разделении и о том влиянии, которое могли бы оказать эти микрофоны на звучание других исполнителей.

Применение многоканальной последовательной, поочередной записи отдельных групп инструментов или исполнителей позволяет использовать многочисленные звуковые трюки, часто весьма эффективные. Например, запись дуэта, в котором партии обоих голосов исполняются одним и тем же певцом; запись какого-либо музыкального инструмента в несвойственном ему регистре и т.д.

Для многоканальной записи используются либо особые многодорожечные магнитофоны, либо специальное программное обеспечение, если запись ведется в цифровом виде на компьютер, звуковую рабочую станцию или цифровой магнитофон. Такое оборудование

позволяет записать музыкальный ансамбль по частям, каждую группу исполнителей (или каждый инструмент) – на отдельный канал записи. Затем при воспроизведении сигналы всех каналов микшируются для получения окончательной одноканальной (моно) или двухканальной стереофонической фонограммы.

Первые профессиональные многодорожечные магнитофоны появились в семидесятые годы и произвели подлинную революцию в методах записи и обработки музыкальных произведений с большим числом исполнителей. Благодаря такой технике представилась возможность записывать отдельно инструменты и инструментальные группы больших симфонических оркестров, вокалистов и т.п.

При *многоканальной параллельной записи* все группы исполнителей записываются одновременно, каждая на свой канал. Исполнители и микрофоны должны быть расположены так, чтобы микрофон каждого канала воспринимал звуки в основном только от своей группы исполнителей. Когда запись закончена, включается воспроизведение и выполняется микширование (сведение) сигналов всех каналов в один канал (для монофонической записи) или два канала (для стереофонической записи). Такой способ применяется в основном при записи больших музыкальных коллективов.

Чтобы звучание всех партий, записанных в разное время на разных каналах, совпало, и при этом точно соблюдался ритмический рисунок произведения, всем исполнителям на головные телефоны для синхронизации подается записанный ранее сигнал ритмической партии. Для следующей группы исполнителей будут воспроизводиться уже записанные партии и т.д. Распределение исполнителей по группам зависит, прежде всего, от характера и инструментовки произведения, а также от акустических характеристик студии. Поэтому для каждого конкретного случая звуко-режиссер подбирает свои условия записи. Дальнейшее сведение и монтаж производятся так же, как и при методе параллельной записи.

Для такого рода записи на компьютере должна быть установлена звуковая карта, которая позволяла бы одновременно осуществлять запись и воспроизведение (обеспечивала бы *полный дуплексный режим*) для того, чтобы непосредственно при записи следующего канала можно было воспроизводить ранее записанные каналы.

Многоканальная запись в *Samplitude Professional*

Нелинейная система монтажа в программе *Samplitude Professional* (последняя версия, которая была известна автору к моменту написания книги, – 7.22) воплощена в концепции так называемого Virtual Project (Виртуальный проект), или VIP. Это, по сути, многоканальный магнитофон с расширенными функциями редактирования каждого канала в отдельности и всей записи в целом. Все операции вырезки, изменения уровня громкости, наложения и замещения звука, введения эффектов и прочее полностью виртуальны. Это означает, что исходный звуковой материал при любых экспериментах не разрушается. Рассмотрим подробнее данную технологию.

Для начала вы создаете новый виртуальный проект: выполните команду **New Virtual Project** (Новый виртуальный проект) из меню **File** (Файл), которая откроет доступ к окну **Setup for New Virtual Project** (Установки нового виртуального проекта), показанному на рис. 1 при нажатой кнопке **Advanced>>** (Дополнительно).

Здесь определяются настройки проекта, которые необходимо произвести сразу.

Name (Название). Задается произвольное имя файла, в котором будет сохранен проект.

В поле **File Path** (Путь к файлу) указано расположение создаваемого файла на жестком диске компьютера, при этом выключатель

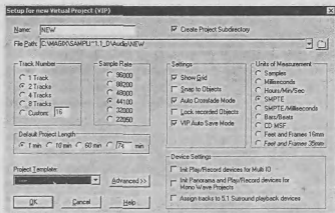


Рис. 1 ▼ Окно установок нового виртуального проекта в программе *Samplitude Professional*

Create Project Subdirectory (Создать для проекта каталог) позволяет сразу отвести под проект отдельный каталог, что весьма удобно.

Track Number (Число каналов). В зависимости от версии программы: для *Samplitude Professional* – максимум 999 каналов (что означает практически без ограничений). Одноканальные проекты называют еще *CD Projects* (Проекты компакт-диска). Файлы в таком проекте располагаются последовательно, как и на компакт-диске, с указанием интервалов пауз между ними при помощи операции **Set Pause Time** (Установка интервала паузы) в меню *CD*. Обычно для интервала паузы используется значение 2 секунды.

Sample Rate (Частота дискретизации). Допустимые значения: 22 050, 32 000, 44 100, 48 000, 88 200 и 96 000.

Default Project Length (Длительность проекта по умолчанию). Допустимые значения: 1 мин, 10 мин, 60 мин или устанавливается самостоятельно. При этом в дальнейшем длительность проекта будет, естественно, автоматически увеличиваться при операциях вставки или дозаписи.

Show Grid (Отображать сетку). Если опция помечена, в окне виртуального проекта будет отображена масштабная сетка, тип которой определяется секцией **Units of Measurement**.

Units of Measurement (Единицы измерения). Выберите один из девяти типов: **Samples** (Выборки), **Milliseconds** (Миллисекунды), **Hours/Min/Sec** (Часы/Минуты/Секунды), **SMPTE** (Формат SMPTE), **SMPTE/Milliseconds**, **Bars/Beats** (Такты/Длительности), **CD MSF** (Разметка для компакт-диска), **Feet and Frames 16mm** (Футы и кадры для 16-мм киноплёнки), **Feet and Frames 35mm** (Футы и кадры для 35-мм киноплёнки).

Snap to Objects (Привязка объектов). Активизируется объектная сетка. Объекты будут точно соотносены, синхронизированы друг с другом.

Auto Crossfade Mode (Режим автоматического замещения). Если помечена эта опция, громкость всех врезаемых или записываемых сигналов будет плавно совмещаться с громкостью уже имеющегося в проекте звукового материала.

Lock Recorded Objects (Блокировать записанные объекты). Записанные объекты немедленно, как только они размещены в канале виртуального проекта, блокируются. Это предотвращает случайное удаление или перемещение и особенно важно для многоканальных проектов.

VIP Auto Save Mode (Режим автоматического сохранения проекта). Если помечена эта опция, программа периодически будет записывать на диск звуковой проект.

Секция **Device Settings** (Настройка устройств) предназначена для настройки проекта таким образом, чтобы формировался звук для вывода на определенные устройства. Предлагаются следующие варианты: **Init Play/Record Devices for Multi IO** (Инициализировать устройства воспроизведения/записи для звуковых карт с несколькими параллельными и последовательными портами), **Init Panorama and Play/Record Devices for Mono Wave Projects** (Инициализировать устройства панорамирования и воспроизведения/записи для монофонических проектов), **Assign Tracks to 5.1 Surround Playback Devices** (Резервировать каналы для устройств воспроизведения формата Surround 5.1).

Чтобы не выполнять все перечисленные выше настройки, в поле **Project Template** (Шаблон проекта) можно выбрать подходящий шаблон из следующих типов: **2 Track 2 AUX**, **2 Track CD MSF**, **6 Stereo Track 5_1 Surround**, **8 Mono Track 8 IO**, **8 Stereo Track 16 IO**, **8 Stereo Track 8 IO**, **8 Tracks 2 Busses 2 AUX**.

Установив нужные параметры, нажмите кнопку **OK**, после чего будет открыто окно вашего нового проекта, вид которого показан на рис. 2 (в варианте с масштабной сеткой).

Окно разделено по вертикали на однотипные каналы, в правой части каждого канала будет размещена волновая форма, в левой части находятся элементы управления. Назначение кнопок следующее.

Кнопка **S** (**Solo** – Соло) в левом верхнем углу окна служит для индикации включения соло-режима в любых каналах проекта и позволяет выключать этот режим и снова его включать (одновременно для всех каналов, имевших указанный режим). При соло-режиме воспроизводятся только те каналы, которые в него переведены.

Кнопка **M** (**Mute** – Приглушить) в левом верхнем углу окна служит для индикации включения соответствующего режима в любых каналах проекта и позволяет выключать этот режим и снова его включать (одновременно для всех каналов, имевших указанный режим). При режиме **Mute** каналы, которые в него переведены, отключаются.

Справа от описанных выше кнопок расположена кнопка **MARKER** (Маркер). Она предназначена для работы с маркерами – специальными метками, которые расставляются в любом месте проекта и

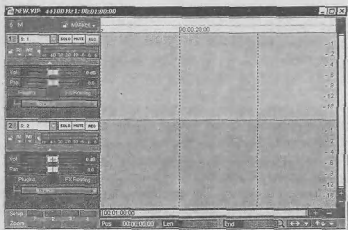


Рис. 2 ▾ Окно нового виртуального проекта

служат для остановок, начала воспроизведения и записи, детальной работы в определенных местах проекта. При нажатии на указанную кнопку откроется дополнительное меню, с помощью которого и расставляются маркеры. Кроме того, оно позволяет открыть специальное окно – менеджер марок. Его назначение – скрупулезная работа с маркерами в проекте.

Кнопка с нарисованным на ней замочком (левее кнопки **MARKER**), которая называется **Lock All Markers** (Блокировать все маркеры), служит для отключения расставленных в проекте маркеров.

Элементы управления для каждого из каналов проекта унифицированы, поэтому достаточно рассмотреть их для одного канала.

В левом верхнем углу области управления каналом находится кнопка с порядковым номером дорожки. Если щелкнуть по ней левой кнопкой мыши, то откроется диалоговое окно свойств канала, которое позволяет ввести имя канала, выбрать устройства для записи и воспроизведения, а также выполнить массу настроек, общих для всех каналов фонограммы. Если щелкнуть правой кнопкой мыши, откроется меню для управления треком. Если удерживать нажатой клавишу **Shift** на клавиатуре, то мышью можно перетащить канал на другое место. В соседнем окошке отображается имя канала. При перетаскивании каналов имя канала, конечно, не меняется. Кстати, сделать такое перемещение можно и по-другому: удерживая мышью нижнюю часть области управления.

Назначение кнопок **SOLO** и **MUTE** уже описано выше. Если нажать здесь правую кнопку мыши, появится список устройств воспроизведения для выбора. Обратите внимание, что при активной кнопке **SOLO** воспроизводится только один канал, даже если нажата кнопка **MUTE**.

Кнопка **REC (Record - Запись)** служит для подготовки канала к записи, для чего надо щелкнуть левой кнопкой мыши. Нажав здесь правую кнопку мыши, можно выбрать в контекстном меню устройство записи. Если удерживать нажатой клавишу **Shift** на клавиатуре, то мышью можно включить на запись одновременно все каналы с разными устройствами входного сигнала.

Непосредственно под кнопкой с порядковым номером дорожки имеется кнопка с нарисованным на ней замочком для блокировки канала. Если она нажата, редактирование канала не допускается.

Правее находится кнопка с номером входного устройства. При нажатии на нее откроется меню выбора таких устройств. Еще правее - кнопка для выбора аудиовыхода (если их несколько в системе). Далее - индикатор уровня сигнала.

Спускаемся ниже. Под описанными только что кнопками имеется одна узкая, но длинная кнопка, которая служит для частичного свертывания канала по вертикали, а именно: с ее помощью можно убрать с экрана все элементы управления, которые находятся ниже ее. При этом изменяется высота всего канала, что позволяет значительно сэкономить экранное место.

Кнопка **Vol (Volume - Громкость)**. Активизирует кривую автоматизации громкости. Рядом - регулятор громкости. Если щелкнуть правой кнопкой мыши по ним, откроется меню для управления треком.

Кнопка **Pan (Panorama - Панорама)**. Активизирует кривую автоматизации панорамы. Рядом - регулятор панорамы. Если щелкнуть правой кнопкой мыши по ним, откроется окно настройки панорамы.

С помощью кнопки **Plugins (Дополнительные модули)** открывается окно выбора дополнительных модулей обработки. А кнопка **FX Router (Трассировщик эффектов)** позволяет открыть окно, в котором определяется степень совместного использования различных эффектов: их включение/выключение, порядок следования, другие настройки. Если щелкнуть правой кнопкой мыши, меню для управления треком станет доступным.

Самая нижняя узкая кнопка служит для отключения эффектов, которые выбираются из контекстного меню, если щелкнуть мышью справа от узкой кнопки. После того как эффект выбран, щелчок правой кнопкой мыши по узкой кнопке приведет к появлению окна настройки эффекта.

Восемь кнопок в левой нижней части окна виртуального проекта позволяют сохранить до четырех общих установок (четыре кнопки **Setup**), включая масштаб изображения, позицию окна и его режим, и до четырех установок масштаба (четыре кнопки **Zoom**). Чтобы сохранить установку, удерживайте клавишу **Shift** и нажмите левую кнопку. Чтобы выбрать сохраненную установку, щелкните по кнопке, не нажимая клавишу **Shift**. Для удаления установки нажмите правую кнопку мыши и выберите нужную опцию из контекстного меню.

Создав виртуальный проект, можно выполнить поканальную запись. Кроме того, в любой канал можно интегрировать предварительно сделанные звуковые файлы.

Загрузка звукового файла в виртуальный проект

Отметьте диапазон в проекте VIP (для этого проведите мышью, удерживая левую кнопку, по верхней панели, которая находится над дорожками) и загрузите звуковой файл командами из меню: **File > Open Project** и далее выберите из меню тип загружаемого файла. Файл вставляется с начала выбранного диапазона как объект. Канал, в который вставляется файл, должен быть выбран предварительно (простым щелчком по нему).

Исключением из этой методики является CD VIP (одноканальный проект для создания компакт-диска). Объекты, созданные путем вставки WAV-файлов в такой проект, выстраиваются в единую последовательность, независимо от того, какой диапазон выбран. Интервал между объектами определен установкой длительности паузы в меню **CD > Set Pause Time**.



Многоканальная запись в SAWStudio

Программа SAWStudio (Software Audio Workshop – Программная звуковая рабочая станция) для Windows (последняя версия, доступная автору на момент написания книги, – 3.7) также предоставляет возможность работы с многоканальным звуковым материалом. Она подходит для любой звуковой платы. Для ее функционирования не нужно

никакого специального аппаратного обеспечения. Число воспроизводимых дорожек зависит в основном от скорости обмена информацией с жестким диском. Виртуальная консоль программы позволяет редактировать до 72 стереодорожек (144 канала), при этом можно воспроизводить до 24 стереоканалов.

Для многоканальной записи используется окно **MultiTrack**, вид которого изображен на рис. 3.

В основной части окна по вертикали располагаются каналы; правая часть каждого канала предназначена для размещения волновой формы звуковых файлов, в левой части находятся элементы управления. Назначение кнопок следующее.

Крайняя кнопка слева – номер канала. Нажав ее, вы выбираете соответствующий канал для манипуляций. Рядом с ней – поле с именем канала. Для ввода имени достаточно нажать на указанное поле, и откроется окно ввода.

Красная кнопка **REC**, как и положено, служит для подготовки трека к записи.

Вертикальный ряд кнопок в левой части окна служит для настройки звучания каждого из каналов. Самая верхняя кнопка в указанном ряду предназначена для быстрой навигации по каналам. При нажатии на нее откроется дополнительное окно со списком всех каналов, где и делается нужный выбор. Далее сверху вниз расположены кнопки для настройки микшера, а именно: **I/A** (Input/Attenuator – Вход/Громкость), **Eq** (Эквалайзер), **Dyn** (Dynamics – Динамика), **Fx** (Эффекты), **Aux** (Aux Sends – Вспомогательные эффекты), **Asg** (Out Assigns – Установка аудиовыходов), **Lbl** (Labels – Уровни), **Fdr** (Faders – Громкость на выходе).

Верхняя часть окна **MultiTrack** состоит из трех зон: панели управления, панели контрольных точек и панели выбора режимов.



Рис. 3 ▾ Окно **MultiTrack** в программе **SAWStudio**



Рис. 4 ▼ Панель управления в окне **MultiTrack**

Кнопки на панели управления (рис. 4) имеют обычное назначение и расположены в таком порядке (слева направо): **Stop** (Стоп), **Play** (Воспроизведение), **PlayMark** (Воспроизведение отмеченной области), **PlayLoop** (Циклическое воспроизведение) и **Autorewind** (Автоперемотка). Последняя кнопка предназначена для включения режима, при котором после остановки воспроизведения указатель в окне **MultiTrack** автоматически возвращается в первоначальную позицию. При этом обратите внимание, что кнопка **Autorewind** фактически находится за пределами панели управления, а именно: в панели контрольных точек.

Для быстрого перемещения в окне **MultiTrack** на панели контрольных точек имеется пять зон-кнопок, как показано на рис. 5. Если щелкнуть по одной из первых четырех кнопок, нажав предварительно на клавиатуре левую клавишу **Shift**, то текущая позиция указателя в окне **MultiTrack** будет отмечена как контрольная точка. Щелчок без нажатия на клавишу **Shift** приведет к перемещению указателя в соответствующую контрольную точку. Пятая кнопка служит для отображения меню, состоящего из 30 контрольных точек, каждая из которых может быть поименована.

На панели выбора режимов (рис. 6) имеются следующие кнопки-переключатели (перечислены слева направо): **Select Mode** (Режим выделения), **Wave Display Mode** (Режим отображения волновой формы), **Automation Mode** (Режим автоматизации) и **Offset Mode** (Режим смещения). Индикатор **Solo Mode** (Режим соло) загорается при включении данного режима на любом треке. Если щелкнуть по нему, все включенные режимы соло отключаются.

Каждый канал окна **MultiTrack** имеет свой регулятор громкости, а все они расположены в отдельном окне **F Mixer** (рис. 7).

Кнопки **S** (Solo) служат для включения на воспроизведение единственного канала. Кнопки **M** (Mute), наоборот, отключают воспроизведение необходимых каналов. Ползунковый регулятор



Рис. 5 ▼ Панель контрольных точек в окне **MultiTrack**

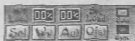


Рис. 6 ▼ Панель выбора режимов в окне **MultiTrack**

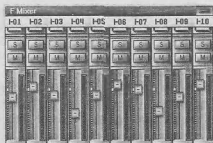


Рис. 7 ▼ Окно регуляторов громкости F Mixer в SAWStudio

громкости имеет минимальный шаг 0,25 дБ. Справа от него находится индикатор громкости. Если щелкнуть по нему левой кнопкой мыши, появится контекстное меню, с помощью которого можно сбросить отметки пиковой громкости на индикаторе.

Щелчок правой кнопкой мыши в любом месте окна F Mixer приводит к началу воспроизведения от точки останова. Повторный щелчок – к остановке воспроизведения.

Для загрузки WAV-файла выполните команду **Open SoundFile** (Открыть звуковой файл) из меню **File**. Выбранный файл будет загружаться не в окне **MultiTrack**, а в окне **SoundFile** (рис. 8).

Затем требуется выделить фрагмент, который и будет загружен в канал. Поместите курсор в начало фрагмента, нажмите кнопку **Mrk Beg** (Пометить начало); установите курсор в конец фрагмента, нажмите кнопку **Mrk End** (Пометить конец). Фрагмент выделен. В терминологии SAWStudio такие фрагменты называются **Regions** (Регионы). Ту же операцию выделения можно выполнить и по-другому. В нижней



Рис. 8 ▼ Окно SoundFile

части окна **SoundFile** находится шкала времени (рис. 1.8). Щелкните по ней левой кнопкой мыши, чтобы зафиксировать начало выделения, и, удерживая кнопку, проведите мышью по шкале до конца фрагмента, где кнопку отпустите. Чтобы отменить выделение, щелкните правой кнопкой мыши в любом месте указанной шкалы.

Для переноса выделенных фрагментов в канал предназначено специальное окно **Regions**. Поэтому сначала фрагмент надо поместить именно туда. Для этого служат команды из меню **Regions**. В данном случае выполним команду **Create New Region** (Создать новый регион). Выделим еще один фрагмент и тоже поместим его в список регионов. Окно **Regions** примет вид, показанный на рис. 9.

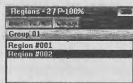


Рис. 9 ▼ Окно **Regions** со списком фрагментов

Если требуется поместить в список выделенных регионов файл полностью, можно поступить проще. Выполните команду **Open SoundFile And Create Region** (Открыть звуковой файл и создать регион) из меню **File**. Файл будет открыт в окне **SoundFile** и сразу помещен в список **Regions**.

Теперь для загрузки фрагментов в канал вам надо сделать следующее. В окне **MultiTrack** помечаете канал, в который будет добавлен звуковой фрагмент, и устанавливаете курсор в место вставки. В окне **Regions** выбираете очередной фрагмент. Нажимаете на кнопку **Insert To MT** (Вставить в окно **MultiTrack**) и переходите к работе со следующим фрагментом (регионом).

Для вставки файла в трек целиком существует и еще более простой способ. Установите курсор в треке в том месте, где подразумевается начало нового файла. Выполните команду **Open SoundFile And Add To MT** (Открыть звуковой файл и добавить в окно **MultiTrack**) из меню **File**.

2. Сведение и монтаж

Сведением называют процесс получения из множества звуковых источников (каналов) стандартной фонограммы.

Компоновку и редактирование звукового материала называют *монтажом фонограмм*. Вырезаются ненужные участки, вставляются нужные, объединяются фрагменты разных дублей и т.д. В аналоговой технике фонограммы монтируют путем разрезания и склейки магнитной ленты и последующей линейной (последовательной) перезаписи на мастер-ленту. Техника же цифровой записи позволяет вести *нелинейный монтаж*, то есть монтаж в произвольном порядке. В дисковых системах составляется только монтажный лист. Этот лист содержит команды перехода, необходимые для обращения к соответствующим адресам в процессе копирования. Монтажный лист позволяет задавать повторения, паузы, характеристики плавного спада и нарастания громкости и т.д.

Большие преимущества при монтаже дает визуальное представление сигнала на экране монитора, когда звук изображается в виде волновой формы (сигналограммы). С помощью такого представления сигнала можно легко и быстро находить монтажную точку в четкой ритмичной музыке и в речи, где хорошо заметны паузы. Здесь также помогает функция лупы, с помощью которой можно увеличивать временной масштаб в миллисекундной области. В файле точное местоположение щелчков и выпадений звука даже легче находить на экране монитора, нежели на слух. Для устранения щелчка сначала обозначают его начало с помощью мыши, а затем вырезают его при помощи соответствующей функции. Провалы сглаживаются посредством *интерполяции* (реконструкция сигнала).

Современные программы цифровой обработки звука, как правило, обеспечивают неразрушающую технологию редактирования. Это значит, что в процессе обработки звукового файла изменяется не оригинальный файл, а его копии (копии его частей), которые хранятся в оперативной памяти компьютера и на диске в виде временных файлов. Физически исходный материал не изменяется до тех пор, пока не

будет выполнена команда сохранения. Обработанный файл, безусловно, можно сохранить и под другим именем, оставив для себя как исходный, так и конечный вариант.

Нелинейная система позволяет производить такие эффекты обработки, которые невозможны на линейных носителях. Прежде всего, это эффекты, связанные с изменением временных параметров записи: сжатие, растяжение во времени (как с изменением тональности, так и без него). В ряде случаев необходим и противоположный эффект – изменение тональности без изменения темпа.

В целом можно сказать, что нелинейный монтаж сохраняет все известные преимущества традиционной техники линейного монтажа фонограмм. Кроме того, он значительно проще, так как исходные аналоговые сигналы можно отображать на экране наглядно в виде сигналограмм. При этом обеспечивается более быстрый прямой доступ к любому фрагменту фонограммы, так как исключаются затраты времени на перемотку ленты.

Отметим еще ряд важных преимуществ нелинейного монтажа:

- исключение неудачных вариантов монтажа с помощью функции отмены действий (Undo);
- различные характеристики объединения и разделения нескольких источников звука (Crossfade);
- при создании плавных переходов можно программировать их время и характеристику;
- раздельный монтаж стереодорожек;
- сохранение при монтаже исходного материала («неразрушающий монтаж»), что позволяет легко вносить исправления и создавать различные варианты;
- возможность экспериментировать с монтируемыми фрагментами и сразу же их воспроизводить;
- удаление мельчайших помех;
- сглаживание сигнала посредством графической интерполяции;
- временная коррекция с уменьшением и увеличением длительности фонограммы;
- объединение функций эквалайзера и быстрого преобразования Фурье (спектральный анализ);
- выравнивание различий в уровнях;
- преобразование частоты дискретизации;
- экономия времени по сравнению с аналоговыми методами обработки;
- визуальный контроль результатов на экране видеомонитора.

3. Стереофония

Обязательное и очень важное требование к стереофонической записи – совместимость, то есть возможность ее воспроизведения в монофоническом режиме. При суммировании сигналов левого и правого каналов в монофоническом канале должны сохраняться все технические и художественные свойства записи (уровень громкости, музыкальный баланс, прозрачность, тембровая окраска звучания и др.), за исключением пространственной локализации отдельных звуковых источников.

Совместимость стереофонических записей необходима для того, чтобы при параллельном существовании двух систем – стерео и моно – слушатели, располагающие обычной монофонической аппаратурой (например, монофоническими радиоприемниками), могли бы прослушивать стереофонические записи с удовлетворительным качеством, потеряв при этом лишь пространственное впечатление.

4. Основные понятия, определяющие акустический сигнал

Для правильного понимания проблем обработки звука необходимо различать первичные и вторичные акустические сигналы. К первичным относятся сигналы, создаваемые музыкальными инструментами, пение, речь, а также шумовые сигналы и т.п. В рамках этой книги фонограмму мы также рассматриваем как первичный акустический сигнал, который будем называть *исходным сигналом*. К вторичным акустическим сигналам относятся сигналы, воспроизводимые электроакустическими устройствами, то есть первичные акустические сигналы, прошедшие по электроакустическим трактам.

К параметрам, определяющим акустические сигналы, относятся значения уровня в частотном и временном представлениях, средние значения уровней, динамический диапазон, форма спектра и занимаемая полоса частот, а также время корреляции.

Слушатель всегда имеет собственное представление о «хорошем звуке», сформированное личным опытом, и оценивает звучание по многим субъективным критериям. Поэтому, говоря о свойствах звука, необходимо определить также критерии оценки, согласованные с субъективным восприятием звука.

Рассмотрим основные понятия, определяющие первичный акустический сигнал.

4.1. Динамический диапазон и уровни

Уровень акустического сигнала непрерывно изменяется во времени. Интервал таких изменений может быть довольно широким. На рис. 10 показана возможная зависимость уровня сигнала от времени: L – уровень сигнала; t – время; T – длительность сигнала; D – динамический диапазон.

Разность между максимальным и минимальным уровнями (по мощности) называют *динамическим диапазоном*. Обычно единицей измерения динамических диапазонов является *децибел* (дБ). Диапазон

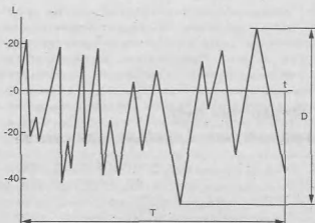


Рис. 10 ▽ Зависимость уровня сигнала от времени

в децибелах определяют как 20 десятичных логарифмов от квадрата максимального размаха (разности уровней) сигнала.

Сама по себе *громкость* звука определяется только как субъективный параметр. Но на практике уровни громкости также измеряют в децибелах.

Динамические диапазоны разных акустических сигналов существенно различаются. Некоторые из них приведены в табл. 1.

Таблица 1 ▽ Динамические диапазоны некоторых акустических сигналов

Вид сигнала	Динамический диапазон, дБ
Речь	25–35
Фортепиано	45–55
Симфонический оркестр	20–100
Рок-группа	90–110

Следует различать динамические диапазоны первичного акустического сигнала и электроакустического тракта.

4.2. Частотный диапазон и спектры

Спектры акустических сигналов (форма и относительные мощности отдельных компонент, полоса частот) для разных источников звука сильно отличаются. Сигнал можно представить в виде значений его уровня в любой момент времени. Такое представление

называют импульсным. Другая форма представления сигнала – частотная. В этом случае сигнал изображают непрерывной совокупностью гармонических колебаний. Спектр звукового сигнала – это совокупность звуковых гармонических колебаний. Формально определением спектра является специальное интегральное преобразование, выполняемое на бесконечно большом отрезке времени. На практике временные интервалы, на которых определяют спектры сигналов, ограничены, но они все же должны быть намного больше обратного значения возможной полосы частот сигнала.

Зависимость амплитуды гармонического сигнала от частоты называют *частотной характеристикой*. Частотные характеристики реальных сигналов с ростом частоты спадают. Под *полосой частот* сигнала понимают тот интервал, где уровень частотных компонент превышает некоторое заданное значение, например –60 дБ. За пределами этого интервала значения уровня частотных составляющих принимаются за 0.

К временным (импульсным) характеристикам относятся волновая форма сигнала и время корреляции. *Корреляция* – это достаточно сложный и важный параметр, заимствованный из теории вероятности. Дело в том, что любой несущий информацию сигнал следует рассматривать как случайный процесс. *Белым шумом* называют такой случайный сигнал, в котором все последующие значения уровня никак не зависят от предыдущих. Белый шум имеет нулевое среднее значение размаха сигнала и бесконечно широкий спектр. Реальные сигналы отличаются от белого шума тем, что последующие значения зависят от предыдущих. Такая зависимость и называется корреляцией, а среднее значение интервала времени, в пределах которого эта зависимость сохраняется, называется *временем корреляции*. Время корреляции важно учитывать потому, что оно определяет время взаимодействия (*интерференции*) с отраженными сигналами, а следовательно, и интенсивность интерференционных помех.

Волновая форма сигнала дает возможность определить резкие переходы интенсивности звукового сигнала.

Возможны самые разнообразные нарушения точности передачи сигнала через электроакустические тракты. Основные из них – потеря акустической перспективы, смещение уровней, ограничение динамического и частотного диапазонов сигнала, помехи и искажения. Поэтому главной задачей электроакустических систем, и в частности,

систем обработки звука, является максимальное достижение идентичности характеристик первичных и вторичных акустических сигналов. Совершенно очевидно, что для этого необходима обширная гамма средств, конкретно воздействующих на тот или иной параметр акустического сигнала.

Первичный акустический сигнал обладает широким спектром, и для его правильной передачи электроакустический тракт должен иметь достаточно широкий частотный диапазон. Системы обработки звука при этом должны работать во всем этом диапазоне.

4.3. Время реверберации

Время реверберации определяется как время, за которое после отключения источника сигнала звук в помещении, затухая, ослабнет в 1 000 раз, то есть на 60 дБ. При превышении некоторых предельных значений этой величины снижаются разборчивость речи и «прозрачность» музыки (для речи – около 1,2 с, для музыки – 2 с).

Следует различать ранние и поздние отражения. Граница между ними лежит вблизи 50 мс для речи и 80 мс для музыки от момента прихода прямого звука.

При обработке звука необходимо учитывать, что в помещении время реверберации имеет частотную зависимость, то есть оказывает влияние на тембровую окраску звучания.

4.4. Субъективные критерии оценки звучания

Специфическая особенность всех процессов обработки звука заключается в том, что обязательным (если не важнейшим) его этапом является субъективная оценка качества звучания. Это в свою очередь обусловлено тем, что используемый в настоящее время набор объективных параметров: диапазон частот, неравномерность амплитудно-частотной характеристики, уровень нелинейных искажений и др. (хотя он постоянно расширяется и обновляется) – неоднозначно определяет «слуховой образ», воспринимаемый слушателем. Поэтому субъективная экспертиза является обязательной процедурой на всех этапах записи и обработки звука, а также служит главным критерием оценки полученного результата.

Результаты оценки качества звучания зависят от многих факторов, например: параметры помещения прослушивания, выбор тестовых программ, отбор и тренировка экспертов, метод выбора оценок и обработки результатов и т.д.

Если для речи важнейшим параметром является ее разборчивость (артикуляция) и степень зависимости от уровня громкости и посторонних шумов, то для музыки высокое качество звучания определяется факторами, которые в определенной степени могут быть охарактеризованы с помощью понятий уровня громкости, прозрачности, пространственного впечатления, тембровой окраски звучания, баланса и подобных субъективных критериев.

Слоговая разборчивость

Для речи существует один субъективный критерий качества звучания – хорошая *словговая разборчивость* (или артикуляция). Следует различать чисто информативную речь – доклад, объявление и т.п. – и речь художественную, имеющую определенное эстетическое содержание в первую очередь благодаря интонации. Во втором случае для оценки качества звука только разборчивости недостаточно. Для художественной речи критерии качества ее звучания такие же, как и для музыки. Разборчивость зависит от уровней громкости полезного сигнала и шума, а также от акустических свойств помещения (ранних отражений и реверберации).

Отзвук

Отзвукам называют сохраняющийся после внезапного умолкания источника звукового сигнала и ослабевающий со временем звук, обусловленный последовательностью повторяющихся отражений и связанным с этим явлением – постепенным стиханием звукового сигнала.

Длительность отзвука

Длительность отзвука – это время, в течение которого отзвук еще слышен. Длительность отзвука зависит от времени реверберации (свойств акустики помещения), уровня звукового сигнала, уровня помех, а также от порога слуха и частоты сигнала.

Прозрачность

Под *прозрачностью* обычно понимают различимость одновременно звучащих тонов и инструментов, несмотря на налагающийся отзвук помещения. Отметим, что временная граница для полезных с точки зрения прозрачности и пространственного впечатления первых отражений и отзвука помещения, определяющего его гулкость (сумма поздних отражений), составляет около 80 мс.

Пространственное впечатление

Пространственное впечатление возникает из слухового восприятия в частично или полностью закрытом пространстве и складывается из ряда составляющих:

- ощущение, что слушатель находится в одном помещении с источником звука;
- представление о размерах помещения;
- гулкость;
- пространственность.

Пространственное впечатление основывается на сознательном различении отраженного и прямого звуковых сигналов.

Гулкость

Гулкостью считается ощущение, что кроме прямого звука имеется и отраженный звук, воспринимаемый не как повторение сигнала. В больших помещениях гулкость зависит от отношения поздней энергии отзвука к ранней. К ранней энергии относится энергия прямого звука и отражений, которые при звучании речи приходят примерно за первые 50 мс, а при звучании музыки – за 80 мс после прихода прямого звука.

Эхо

Эхом считаются такие повторения звукового сигнала, при которых первичный и вторичный сигналы воспринимаются во времени, а в некоторых случаях и в пространстве, как самостоятельные слуховые объекты. Если повторение сигнала обусловлено отражениями, то для раздельного его восприятия необходимое время запаздывания – около 50 мс, в зависимости от вида сигнала. В тех случаях, когда периодические повторения сигнала следуют так быстро друг за другом, что уже не воспринимаются слухом как отдельные сигналы, говорят о многократном эхе.

5. Аналоговый и цифровой сигналы

Как известно, преобразование аналогового (непрерывного во времени) сигнала в цифровой происходит в три приема: выборка, квантование и кодирование.

Сначала аналоговый сигнал преобразуется в последовательность аналоговых же *выборок*, полученных через равные промежутки времени. *Квантование* аналогового сигнала представляет собой выбор конечного числа уровней, которые, как правило, равномерно распределены в диапазоне от $-U$ до $+U$ шкалы входного сигнала аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Количество уровней квантования почти однозначно связывается с выходным цифровым сигналом посредством *кодирования*. Наиболее распространенным является прямое двоичное кодирование.

Если спектр преобразуемого аналогового сигнала располагается в полосе частот от 0 до F , то частота выборки (или частота дискретизации) не должна быть менее $2F$. Таким образом, если реальный аналоговый сигнал содержит частотные компоненты от 0 Гц до 20 кГц, то частота дискретизации такого сигнала должна быть выбрана не меньше 40 кГц.

На этот счет существует *теорема Шеннона-Котельникова* и *частота Найквиста* (F) как следствие из данной теоремы. Однако теорема не содержит утверждения о точном восстановлении аналогового сигнала при указанном условии ($i2F$). На самом деле восстановленный сигнал имеет произвольные амплитуду и фазу (в определенных пределах). Статистически достоверное восстановление исходного аналогового сигнала имеет место при частоте выборки не менее $5F$.

Отношение сигнал/шум на выходе АЦП в идеальном случае равно $(6N - 6)$ дБ, поскольку существует неустранимая погрешность квантования (так называемый *шум квантования*), равная половине разности между соседними уровнями квантования, что эквивалентно потере 6 дБ в отношении сигнал/шум. Увеличение частоты преобразования

существенно снижает интермодуляционные искажения, обусловленные наложением спектров *Aliasing* (Совмещение), и повышает достоверность восстановления аналогового сигнала. Реальный музыкальный сигнал далек от белого шума (близок к *розовому* – шуму дождя, прибоя, ветра, то есть шуму, плотность которого спадает с ростом частоты), но шум квантования не зависит от сигнала, если число уровней квантования неизменно и распределение их равномерно. Другое дело – погрешность преобразования, которая действительно зависит от амплитуды и частоты входного сигнала и выражается в реальных нелинейных и интермодуляционных искажениях, то есть паразитных спектральных составляющих.

На слух такие ошибки воспринимаются как «зернистость» во фрагментах записи с низким уровнем сигнала. При этом возникает ощущение «грязного» звука. Оно же появляется при изменении разрядности записи, например, когда 20-разрядную запись приводят к 16-разрядной или последнюю – к 8-разрядной.

В таких случаях для уменьшения ошибок квантования в цифровых записях применяется дизеринг. *Дизеринг* (*Dithering* – размывание) представляет собой подмешивание в исходный сигнал (в цифровой форме) псевдослучайного шума со специально подобранным спектром. В результате наиболее заметные (для человеческого уха) паразитные спектральные составляющие перемещаются из среднечастотной (3–5 кГц) в высокочастотную область (15–17 кГц).

Другими словами, метод дизеринга заключается в добавлении при крайне низком уровне сигнала специального вида шума, обычно высокочастотного. Это приводит к независимости шумов квантования и сигнала, однако общий уровень шумов немного возрастает. Действительно, добавленный шум может восприниматься на слух как постоянное шипение. Однако это едва ощутимо и намного «приятнее» на слух, чем искажения, появляющиеся при отбрасывании младших разрядов.

В результате обработки сигнала с применением дизеринга к нему добавляется шум квантования. Его спектр равномерен и занимает полосу от 0 Гц до половины частоты дискретизации. Равномерность по частоте и некоррелированность шума с сигналом достигается благодаря дизерингу, а также правилу квантования, согласно которому амплитуда в отсчете округляется до ближайшей опорной величины. Применение более сложных правил округления позволяет получить

другие (неравномерные) спектральные характеристики шумов округления при сохранении полной мощности шумов неизменной. Учитывая, что слух человека имеет спад чувствительности на высоких и на очень низких частотах, можно, используя специальные правила округления при квантовании, получить спектр шумов округления, большей частью сосредоточенный в области наименее заметных на слух частот. Следовательно, можно значительно увеличить отношение сигнал/шум в диапазоне слышимых частот в цифровом сигнале, не увеличивая количество бит на один отсчет.

Для этого формируется спектр шумов квантования, имеющий форму, обратную кривой чувствительности слухового аппарата человека. То есть там, где наш слух наиболее чувствителен к шумам, кривая спектра мощности шумов будет иметь минимум, и наоборот, там, где наш слух менее чувствителен к шуму, будет сосредоточен максимум шумов. Подобный метод называется *нойс-шейпингом* (Noise-shaping – формирование шума).

Применяя такие методы обработки сигнала, можно достичь субъективно лучшего восприятия звука, хотя объективные измерения отношения сигнал/шум во всем частотном диапазоне могут показать ухудшение этого параметра за счет увеличения мощности высокочастотных шумов.

6. Простейшее редактирование

Операции редактирования можно условно разделить на четыре группы:

- простейшее редактирование;
- звуковые процессы;
- звуковые эффекты;
- дополнительные инструменты.

К группе *простейшего редактирования* относят операции, которые не затрагивают внутренней структуры звука, то есть не изменяют его акустических, частотных характеристик и прочее.

Большинство из них используют *буфер обмена*, который представляет собой временную область для хранения. Буфер обмена может быть использован также для перемещения данных из одного окна в другое.

Чаще всего используются операции, представленные следующим списком.

Cut (Отрезать). Выделенная часть данных удаляется из звуковой волны и копируется в буфер обмена.

Clear/Delete (Очистить/Удалить). Выделенный фрагмент данных удаляется без копирования в буфер обмена.

Trim/Crop (Вырезать/Обрезать). Удаляются все данные из окна, за исключением выделенного фрагмента.

Copy (Копировать). Копируется выделенный фрагмент данных в буфер обмена.

Paste (Вставить). Вставляется содержимое буфера обмена в окно данных, начиная с текущей позиции курсора, или заменяется выделение.

Mix (Смешать). Смешивается содержимое буфера обмена с данными в окне, начиная с текущей позиции курсора или с начала выделения.

Crossfade (Плавно заместить). Данные в окне плавно замещаются содержимым буфера обмена, начиная с позиции курсора (громкость одного сигнала плавно затухает, а другого нарастает).

Технология выполнения описываемых операций в программе *Samplitude Professional* несколько отличается. Для временного хранения используется не отвлеченный буфер обмена, а две конкретные области: **Clip** для аудиоданных из **Wave Projects** (Волновые проекты) и **VirtClip** для **Virtual Projects** (Виртуальные проекты).

Clip – это область памяти для хранения выборок из **Wave Projects**, которые копируются из окна волнового проекта и могут быть вставлены в тот же самый или в другой волновой проект. Кроме того, содержимое **Clip** можно смешать с содержимым окна другого волнового проекта. **Clip** всегда создается с атрибутами из проекта (разрядность в битах, частота дискретизации, моно/стерео режим, левый/правый канал).

В то время как **Clip** служит для пересылки звукового материала между окнами волновых проектов, **VirtClip** делает то же самое с данными из виртуальных проектов. При этом фактически **VirtClip** не содержит аудиоинформации, а хранит только ссылки на аудиофайлы, и в нем присутствует столько каналов, сколько их содержит скопированный фрагмент.

6.1. Использование обзорных окон при редактировании

Для быстрой ориентации в графиках звуковых данных вне зависимости от их масштаба в программах обработки звука используются разного вида *обзорные окна*. В них всегда видна волновая форма всего файла, сжатая до размеров окна, а также по ним легко определить местоположение редактируемого в основном окне фрагмента.

Полоса обзора в программе *Sound Forge*

При выделении фрагментов и перемещении по звуковому файлу вы, вероятно, заметили изменения в полосе обзора (узкое окно чуть ниже названия окна данных), вид которой показан на рис. 11.

Полоса обзора представляет длину всего звукового файла так, словно выбран наименьший масштаб. По ней вы можете определить, какая именно часть звукового файла отображается в окне, где сделано выделение и где расположен курсор.



Рис. 11 ▼ Полоса обзора в программе *Sound Forge*



Обзор в программе WaveLab

Полоса обзора в программе WaveLab имеет вид, показанный на рис. 12.

Как показано на рисунке, в этой программе добавлены шкала, полоса прокрутки и регуляторы масштабирования.



Рис. 12 ▼ Полоса обзора в программе WaveLab



Обзор в программе SAWStudio

Специального обзорного окна в программе SAWStudio нет. Для быстрой навигации используется окно волновой формы **SoundFile**, в котором имеется кнопка – **Zm Full**. При нажатии на нее звуковая форма выбранной области (или открытого звукового файла) отобразится в полный размер окна, как показано на рис. 13. Для постепенного возврата к первоначальному масштабу предназначена кнопка **+Zm**.

Если щелкнуть правой кнопкой мыши в любом месте окна **SoundFile**, начнется воспроизведение звукового файла от текущей позиции курсора. Повторный щелчок правой кнопкой приостановит воспроизведение. Щелчок левой кнопкой мыши перемещает позицию курсора. Щелчок левой кнопкой в этом окне во время воспроизведения перемещает курсор к точке нажатия, и воспроизведение продолжается уже с этой точки.



Рис. 13 ▼ Обзор в программе SAWStudio

Быстрое передвижение и воспроизведение в Sound Forge

Щелкнув левой кнопкой мыши в полосе обзора вне области в скобках, вы перестанете видеть курсор на изображении волны. Однако двойной щелчок в полосе обзора перемещает курсор в центр окна данных, а волна будет изображаться относительно этой позиции в звуковом файле.

Можно воспроизвести звуковой файл, начиная с текущей позиции курсора, если щелкнуть правой кнопкой в любом месте полосы обзора. Повторный щелчок правой кнопкой приостановит воспроизведение. Щелчок левой кнопкой мыши в полосе обзора перемещает позицию курсора. Обратите внимание: этот щелчок во время воспроизведения перемещает курсор к точке нажатия, и воспроизведение продолжается уже с данной точки. При помощи таких средств передвижения легко найти нужные фрагменты в больших файлах.

Например, в записи речи вы хотите переместить курсор в начало фразы. Щелкните правой кнопкой в полосе обзора, чтобы начать воспроизведение, а затем щелкайте левой кнопкой в различных позициях внутри полосы обзора, пока не найдете точную отметку начала. Как только вы ее нашли, можно нажать кнопку **Stop**, чтобы прекратить воспроизведение. Курсор теперь находится в той позиции, где вы щелкнули последний раз. Выберите команду **Center Cursor** (Отцентрировать курсор) из меню **Special**, а затем приступайте к редактированию.

Локатор звуковых событий в Sound Forge

Если удерживать нажатой левую кнопку мыши и сдвигать курсор в полосе обзора, то начнется циклическое воспроизведение маленьких частей, располагающихся возле позиции курсора. Эта возможность называется **Audio Event Locator** (Локатор, или Устройство улавливания звуковых событий). С его помощью пользователь может прослушивать короткие фрагменты звукового материала, чтобы быстро поймать точку вставки. Длительность цикла звукового фрагмента можно скорректировать в диалоговом окне **Preferences**.

6.2. Копирование

Копирование звуковых данных выполняется в два приема, примерно одинаковым способом как в **Sound Forge** и **WaveLab**, так и в **SAWStudio** и **Samplitude Professional**.

Copy (Копировать). Выделив фрагмент, выполните команду **Copy** из меню **Edit**. При этом выделенные данные копируются в буфер обмена. На экране не происходит никаких изменений, так как команда **Copy** не изменяет данных, а только копирует их в буфер обмена.

В SAWStudio для копирования используется операция в меню **Regions** ► **Create New Region** (Области ► Создать новую область), с помощью которой копируются не сами аудиоданные, а только указатели, поэтому не требуется больших объемов свободной памяти. При этом созданные области можно использовать неоднократно в качестве буфера обмена.

В программе **Samplitude Professional** данные из волнового проекта копируются в **Clip**, а из виртуального проекта – в **VirtClip**, при этом бывшее содержимое буферов обмена **Clip** или **VirtClip**, как и в других рассматриваемых здесь программах, не сохраняется. Все атрибуты проекта также копируются в **Clip** или **VirtClip**. Кроме команды **Copy**, в **Samplitude Professional** есть еще две команды копирования: **Copy+Clear** (Копировать и очистить) и **Copy Track(s)** (Копировать каналы). По команде **Copy+Clear** из меню **Edit** ► **More** содержимое выделенного фрагмента копируется из виртуального проекта в **VirtClip**, а сам фрагмент очищается от данных. По команде **Copy Track(s)** из меню **Track** все выделенные каналы виртуального проекта копируются в **VirtClip**.

Paste (Вставить). В программах **Sound Forge** и **WaveLab** содержимое буфера обмена вставляется в окно данных, начиная с текущей позиции курсора. Если был выделен фрагмент, он заменяется содержимым буфера обмена.

В SAWStudio созданные области можно вставить в любой трек в окне **MultiTrack**. Для выполнения этой операции надо выбрать трек и установить указатель в место вставки, затем перейти в окно **Regions** (Области), выбрать нужную область и нажать на кнопку **Insert To MT** (Вставить в **MultiTrack**).

В программе **Samplitude Professional** команда того же назначения называется **Paste/Insert Clip**. Содержимое **Clip** вставляется в текущий проект, начиная с позиции курсора или с начала выделенного фрагмента. Данные или объекты, которые размещены за позицией вставки, сдвигаются, чтобы освободить место для содержимого **Clip**. Семплы или звуковые каналы (в зависимости от того, где происходит вставка) станут длиннее. **Clip** не изменяется. Если **Clip** пуст, возникает сообщение об ошибке.

После вставки программа выделяет фрагмент вставленной области. Если сразу выбрать в меню **Edit** команду **Delete**, то вставленный фрагмент будет удален, и проект возвращается к первоначальному состоянию.

В виртуальных проектах программа использует начальную позицию выделенного диапазона и его положение относительно каналов как точку вставки для содержимого **Clip** или **VirtClip**.

Если **Clip** имеет режим моно, а проект – режим стерео, то в каждый канал стереопроекта вставляется содержимое **Clip**. Если, наоборот, **Clip** имеет режим стерео, а проект – моно, то в проект вставляется содержимое левого канала **Clip**.

Если требуется заменить выделенный фрагмент содержимым **Clip**, выполняется команда **Overwrite With Clip** из меню **Edit** ► **More**. При этом общая длительность записи остается неизменной.

Копирование данных в новый файл

В **Sound Forge** или **WaveLab** сделайте открытое окно со звуковыми данными активным. Для этого щелкните мышью на его титульной строке. Если в окне нет выделенного фрагмента, выделите его. Из меню **Edit** выберите команду **Copy**. При этом выделенные звуковые данные копируются в буфер обмена.

Теперь сделайте активным вновь созданное пустое окно. Если титульная строка этого окна закрыта другими окнами, воспользуйтесь меню **Window**. Выберите команду **Paste** из меню **Edit**, и фрагмент появится в новом окне. Для прослушивания нажмите кнопку **Play**, после чего зазвучит уже новый файл.

Если ухватить мышью выделенный фрагмент записи и перетащить его в пустую часть рабочей области **Sound Forge** или **WaveLab**, будет автоматически создано новое окно со скопированным в него фрагментом.

В **SAWStudio** эта операция выполняется при помощи команды **Export Region(s) To SoundFile(s)** (Экспорт области в звуковой файл). Содержимое области записывается в файл. При этом будет запрошено его имя.

В **Samplitude Professional** эта операция выполняется при помощи команды **Copy As** из меню **Edit** ► **More**. Копируется выделенный фрагмент волнового проекта.



Разрешение конфликта по частоте дискретизации в WaveLab

При копировании данных из одного окна в другое может обнаружиться, что частота дискретизации одной записи не соответствует другой. Тогда программа выдает предупреждение о том, что звук скопированного фрагмента будет воспроизводиться с другой скоростью. Обычно это нежелательно (если только это не специальный эффект). Чтобы избежать такого несоответствия, следует перед копированием привести частоту дискретизации одного из файлов к частоте дискретизации другого файла. Только не делайте этого слишком часто, так как многократное конвертирование может ухудшить качество записи из-за операций округления или различий в применяемых для разных программ алгоритмах.

6.3. Перемещение

Перемещением звуковых данных называют копирование фрагмента в новое место и удаление его со старого.



Перемещение области выделения в Sound Forge

Иногда необходимо сдвинуть выделение (не звуковые данные, а область), сохраняя его протяженность. Это можно выполнить одним из двух способов.

Указанная операция производится при помощи мыши. Нажмите и удерживайте клавишу **Shift**, а мышью ухватите край выделения. Теперь, когда вы перемещаете мышью влево или вправо, все выделение будет двигаться целиком как блок, длина выделения при этом сохраняется.

Второй способ скорее математический. При использовании **ACID Looping Tools** (Инструментальные средства создания цикла для программы ACID) можно также сдвигать выделение на величину его длины. Это весьма полезно, когда выделен такт или нота (по длительности), а вы хотите перейти к следующему такту или ноте. Выберите команду **Shift Selection Left** (Сдвинуть область выделения влево) или **Shift Selection Right** (Сдвинуть область выделения вправо) из **ACID Looping Tools** в меню **Special**, и вся область выделения целиком перейдет влево или вправо на величину своей длины.



Перемещение выделенного фрагмента в WaveLab

Ухватите мышью выделенный фрагмент записи, нажмите и удерживайте клавишу **Alt** (или **Shift**) и перетащите фрагмент в новую позицию в текущем или другом окне. Когда курсор оказывается в допустимой для перемещения области, он принимает символическую форму звуковой волны. В строке состояния отображается точная позиция, в которую будет вставлен фрагмент.

Чтобы отменить перемещение между окнами, надо сначала выполнить в окне-адресате команду **Undo Paste** (Отменить вставку) из меню **Edit**, а затем в исходном окне – **Undo Cut** (Отменить вырезку) из меню **Edit**.

6.4. Вставка

Paste (Вставить). В программах **Sound Forge** и **WaveLab** содержимое буфера обмена вставляется в окно данных, начиная с текущей позиции курсора, или, если был выделен фрагмент, он заменяется содержимым буфера обмена.

В **SAWStudio** созданные области можно вставить в любой трек в окне **MultiTrack**. Для выполнения этой операции надо выбрать трек и установить указатель в место вставки, затем перейти в окно **Regions** (Области), выбрать нужную область и нажать на кнопку **Insert To MT** (Вставить в **MultiTrack**). Содержимое области добавляется к файлу в окне **MultiTrack**, начиная с позиции курсора.

В программе **Samplitude Professional** эта команда называется **Paste/Insert Clip**. Содержимое **Clip** вставляется в текущий проект с позиции курсора или с начала выделенного фрагмента. Данные или объекты, которые размещены за позицией вставки, сдвигаются, чтобы освободить место для содержимого **Clip**. Семплы или звуковые каналы (в зависимости от того, где происходит вставка) станут длиннее. **Clip** не изменяется. Если **Clip** пуст, возникает сообщение об ошибке.

После вставки программа выделяет фрагмент вставленной области. Если сразу выбрать в меню **Edit** команду **Delete**, вставленный фрагмент будет удален, и проект возвратится к первоначальному состоянию.

В виртуальных проектах программа использует начальную позицию выделенного диапазона и его положение относительно каналов как точку вставки для содержимого **Clip** или **VirtClip**.

Если Clip имеет режим моно, а проект – режим стерео, то в каждый канал стереопроекта вставляется содержимое Clip. Если, наоборот, Clip имеет режим стерео, а проект – моно, то в проект вставляется содержимое левого канала Clip.

Если требуется заменить выделенный фрагмент содержимым Clip, выполняется команда **Overwrite With Clip** из меню **Edit** и **More**. При этом общая длительность записи остается неизменной.

Вставка перетаскиванием в Sound Forge

Выделите весь исходный файл и перетаскивайте выделение мышью в другое окно. Нажмите и удерживайте клавишу **Alt**, когда устанавливаете точку вставки в начале волны в окне-адресате. Теперь отпустите кнопку мыши. Если все выполнено правильно, выделенный фрагмент из исходного окна будет вставлен в данные окна-адресата.

6.5. Удаление звуковых фрагментов

Удаление частей звуковой волны можно сделать из меню **Edit** тремя способами: **Cut**, **Delete (Clear)** и **Trim/Crop**.

Cut (Отрезать). Чтобы вырезать фрагмент, надо выделить его и выполнить команду **Cut**. При этом выделенный фрагмент убирается из волны и размещается в буфере обмена.

В программе **Samplitude Professional** команда **Cut** действует по-разному в волновом и в виртуальном проектах. В волновом проекте аудиоданные выделенного фрагмента копируются в Clip. Материал, расположенный за удаляемым фрагментом, объединяется с расположенным перед ним материалом, чтобы закрыть промежуток. Весь волновой проект становится короче.

Обратите внимание, что при копировании и удалении Clip всегда содержит те же самые атрибуты, что и волновой проект, из которого взяты данные. Если материал взят из монофонического волнового проекта, Clip станет моно. Если из стерео – Clip соответственно станет стерео. И другие атрибуты (разрядность, частота дискретизации) также будут взяты из текущего проекта, а все предыдущее содержимое Clip будет удалено.

После удаления программа оставляет маркер в той позиции, с которой начинался удаленный фрагмент. Если вы удалили материал случайно, это позволит вернуть назад содержимое Clip из то же самое место волнового проекта.

Чтобы вставить содержимое Clip, воспользуйтесь функцией **Paste/Insert Clip** из меню **Edit**.

В виртуальном проекте выделенный фрагмент копируется в VirtClip и удаляется из проекта. VirtClip не содержит фактической аудиоинформации, а хранит только ссылки на аудиофайлы. При этом в нем присутствует столько каналов, сколько содержал удаленный фрагмент.

Материал за удаленным фрагментом добавляется к материалу перед ним. Виртуальный проект станет короче, если выделенный фрагмент покрывает все каналы. Этим способом можно укоротить виртуальный проект, если в нем за последним объектом — тишина.

Как и в волновом проекте, после удаления программа оставляет маркер в той позиции, с которой начинался удаленный фрагмент. Это позволяет вставить случайно удаленный материал при помощи функции **Paste/Insert Clip** из меню **Edit**.

В этой же программе по команде **Cut Tracks** (Отрезать каналы) из меню **Track** все выделенные каналы удаляются из виртуального проекта, но копируются в VirtClip.

Delete (Clear) (Удалить/Очистить). При удалении выделенного фрагмента командой **Delete (Clear)** в Sound Forge или командой **Delete** в WaveLab звуковые данные убираются из волны без копирования в буфер обмена, а в Samplitude Professional по команде **Delete** аудиоданные удаляются без копирования в Clip. Обратите внимание: в Samplitude Professional по команде **Clear** данные в выделенном фрагменте заменяются тишиной, также без копирования в Clip. В этой же программе по команде **Delete Tracks** (Удалить каналы) из меню **Track** все выделенные каналы удаляются из виртуального проекта.

Trim/Crop (Вырезать/Обрезать). Удаляются все данные из окна, за исключением выделенного фрагмента. Это удобная возможность, так как с помощью кнопки **Play** вы можете прослушать фрагмент, начинающийся с позиции курсора, а затем выделить его и с помощью команды **Trim/Crop** в Sound Forge или команды **Trim** в WaveLab избавиться от всего лишнего.

В программе Samplitude Professional эта команда называется **Extract** и также действует по-разному в волновом и в виртуальном проектах.

В волновом проекте аудиоданные выделенного фрагмента остаются без изменений, удаляются все разделы до и после него. Аудио-файл становится короче. Содержимое Clip не изменяется.

В виртуальном проекте выделенным фрагментом определяется удаляемый материал сразу для всех его каналов, независимо от того, охватывает ли выбранный фрагмент все каналы или нет. Это означает, что данная функция не оперирует одним каналом выборочно. Объекты до и после выделенного фрагмента удаляются из проекта. Содержимое VirtClip не изменяется.

6.6. Реверс звука

Реверс звука – это его воспроизведение в обратную сторону, от конца к началу. Выделенный фрагмент звуковой волны зеркально переворачивается слева направо.

Реверс звука в Sound Forge и WaveLab

Как в Sound Forge, так и в WaveLab реверс выполняется при помощи команды **Reverse** из меню **Process**.

Реверс звука в SAWStudio

В окне **MultiTrack** перейдите в режим **Select** (Выбор): нажмите на кнопку с надписью **Sel**. Для выделения щелкните по той области (или тем областям); где хотите применить эффект. Удерживая нажатой клавишу **Alt**, щелкните правой кнопкой мыши по выделенной области. В открывшемся контекстном меню выберите пункт **Reverse Audio** (Реверс звука). Область, к которой применен эффект, помечается штрихом в левом верхнем углу, как показано на рис. 14.

Эффект заключается в следующем: запись в области, к которой он применен, воспроизводится в обратную сторону. Все составляющие регионы канала остаются на месте, но звук в каждом помеченном регионе проигрывается в обратную сторону. Этот эффект не разрушает исходной записи и выполняется в реальном времени.



Рис. 14 ▼ Область Vocal-02 помечена для выполнения эффекта **Reverse Audio**

Реверс в *Samplitude Professional*

Звуковые данные в выделенном фрагменте реверсируются по оси времени, то есть их воспроизведение ведется от конца к началу. Это дает очень интересные эффекты, не говоря уже о скрытых сообщениях, которые можно разместить в песне.

Данная функция обратима: если еще не выделен новый фрагмент, ее повторный вызов приведет аудиоматериал к первоначальному состоянию.

Команда **Reverse** вызывается из меню **Effects** ► **Sample Manipulation**.

6.7. Редактирование стереофайлов

При *редактировании стереофайлов* имеются сразу два канала данных для обработки. Верхняя волна в окне данных – это левый канал, нижняя – правый. Оба канала доступны для редактирования.

Выделение данных в стереофайлах

При *выделении данных* в стереофайлах как *Sound Forge*, так и *WaveLab* позволяют выбрать отдельно левый и правый или одновременно оба канала для воспроизведения, редактирования и обработки эффектами.

Окно для редактирования стереофайла визуально разделено на два канала: левый (расположен сверху) и правый (внизу). Кроме такого видимого разделения в окне поддерживается разделение на три логические (невидимые) части для выполнения выделений при помощи мыши. Щелчок левой кнопкой мыши в верхней половине левого (верхнего) канала служит для выбора левого канала, в нижней половине правого (нижнего) канала – для правого, в остальной части (в середине: в нижней половине верхнего канала и в верхней половине нижнего) – для выбора обоих каналов. При выборе данных в стереофайле по форме курсора можно определить, какой канал будет выбран: для левого канала рядом с курсором появляется буква **L**, для правого – буква **R**, при выборе обоих каналов – буквы нет.

Откройте звуковой файл. Переместите указатель мыши к верхней части левого канала и выделите фрагмент. При этом цветом выделяется только левый канал. Теперь проделайте то же самое, но в средней части окна вблизи линии, разделяющей левый и правый каналы. На этот раз будут выделены оба канала. Повторите эту операцию внизу окна, и вы увидите, что будет выделен только правый канал.

Переключение каналов выделенного фрагмента

Выделив фрагмент в стереофайле, вы можете переключаться между каналами при помощи клавиши **Tab** (Табуляция). Эта клавиша циклически переключает выделенный фрагмент по каналам: фрагмент в левом канале, в правом канале, в обоих каналах одновременно. Кроме того, в *Sound Forge* при выделении можно выбрать канал из диалогового окна **Set Selection** (Установить выделение) в раскрываемом списке каналов **Channel**. Вызвать указанное окно можно посредством меню: **Edit > Selection > Set**. В *WaveLab* то же самое достигается с помощью меню **Edit**: команды **Select > Right Channel Only** (Выбрать правый канал), **Select > Left Channel Only** (Левый канал) и **Select > Extend To All Channels** (Все каналы).

Предварительное прослушивание каналов в *Sound Forge*

Выделение одного канала позволяет прослушать соответственно один канал стереофайла. Например, дважды щелкните левой кнопкой мыши по окну данных (или трижды, если окно содержит области или маркеры), чтобы выделить все данные (или воспользуйтесь командой **Select All** из меню **Edit**). Нажмите кнопку **Play** и прослушайте стереозапись. Теперь нажмите клавишу **Tab**, чтобы переключить выделение на один канал, и снова нажмите **Play**. Выполните эту операцию еще раз, чтобы услышать другой канал.

Редактирование одного канала

Данные левого и правого каналов в стереофайле связаны друг с другом: они всегда проигрываются вместе. Это означает, что существуют операции редактирования, например **Cut** (Вырезать) или **Paste** (Вставить), которые нельзя использовать в одном канале. Чтобы немного сдвинуть один канал во времени, используют функцию **Delay/Echo**.

Вы можете скопировать выделение из одного канала в буфер обмена, выбирая данные или в левом, или в правом канале и используя команду **Copy**. При этом в буфер обмена помещается монофрагмент. Вы можете затем вставить его в монофонический файл, в оба канала стереофайла, а можете смешать его с одним или обоими каналами стереофайла. При смешивании монофонических данных из буфера обмена со стереофайлом вам надо будет ответить на запрос, хотите ли вы смешать их на одном канале или одновременно на обоих.

7. Звуковые процессы

К *звуковым процессам* можно отнести следующие операции:

- *слияние волновых форм*;
- *инверсия*;
- *амплитудные преобразования* разного рода;
- *устранение смещения по постоянному току*;
- *нормализация*;
- *расширение панорамы*;
- *частотная коррекция и преобразование тембров*.



Использование секции мастеринга в WaveLab

Для запуска эффектов в WaveLab (часть которых отнесена здесь к группе звуковых процессов) необходимо, чтобы была подключена **Master Section** (Секция мастеринга). В меню **Options** должна быть помечена опция **Use Master Section** (Использовать секцию мастеринга). При этом открывается окно **Master Section**, показанное на рис. 15. Все эффекты, применяемые здесь, работают в режиме реального времени. Когда секция не нужна, она таким же способом отключается и не поглощает вычислительных ресурсов процессора. При этом отключаются все ее эффекты и закрываются все связанные с ними окна.

Основное назначение секции мастеринга, как видно из ее названия, – заключительная подготовка звуковых записей (для компакт-диска, видео, мультимедиа и т.д.). Однако ее применение не ограничивается только этими функциями. Секция мастеринга позволяет творчески обрабатывать записи, независимо от того, являются ли они законченным материалом или только отдельными дорожками многоканальной записи.

Секция мастеринга состоит из следующих блоков:

- **Effects:** слоты (ячейки) эффектов;
- **Master:** блок установки выходного уровня;
- **Dithering:** дизеринг-процессор;

- ▶ кнопка **Render** (Передать) для переназначения вывода всего звукового материала в файл вместо воспроизведения в реальном времени.

В секции мастеринга программы WaveLab находятся восемь слотов (ячеек) эффектов. В каждую ячейку можно загрузить один из встраиваемых модулей (plug-in) эффектов.

Обработка звукового сигнала выполняется следующим образом. Входным сигналом для секции мастеринга является либо загруженный в программу файл, либо сигнал, подаваемый на вход звуковой карты. Входной сигнал последовательно проходит через ячейки эффектов с первой (верхней) по восьмую (нижнюю), далее через регуляторы уровня попадает в блок дизайринга, затем в формирователь выходного сигнала (откуда снимается сигнал для индикаторов уровня) и далее возвращается в программу (для записи в файл или для воспроизведения).

Ряд эффектов включен в комплект поставки программы, дополнительно может быть установлено множество других. Дополнительные модули устанавливаются сами так, что становятся доступны из WaveLab.

Для добавления эффекта в ячейку щелкните по кнопке (рядом с полем для названия эффекта), после чего будет выведен список всех установленных в системе эффектов. Выберите один из них, щелкнув по его имени. Чтобы удалить эффект из ячейки, выберите в том же списке пункт **None** (Нет). Удалить эффект из ячейки можно и так: щелкните правой кнопкой мыши по ячейке с названием эффекта и выберите в контекстном меню пункт **Remove** (Удалить).

Один и тот же эффект можно назначить нескольким ячейкам и таким образом использовать его несколько раз с различными параметрами настройки.

Когда эффект назначен, появляется его панель управления. Панель можно закрыть, если щелкнуть правой кнопкой мыши по ячейке с названием эффекта и выбрать в контекстном меню пункт **Hide**



Рис. 15 ▼ Окно Master Section

(Скрыть). Для повторного появления панели на экране надо выполнить такое же действие, но выбрать в меню пункт **Show** (Показать).

При нажатии на кнопку **SOLO**, соответствующую какой-либо ячейке, все эффекты в других ячейках временно отключаются, и можно прослушать конкретный эффект изолированно от других. Этот способ применим в одно и то же время только к одной ячейке.

Для временного отключения эффектов предназначены кнопки **On**. При таком отключении эффекта от сигнальной цепочки он перестает занимать процессорное время.

Кнопка **Bypass** (Обойти) позволяет временно отключить все процессы, чтобы можно было услышать качество звука без обработки. Этот переключатель фактически выключает каждый индивидуальный процесс. Но даже при этом дизеринг-процессор и блок установки выходного уровня остаются подключенными.

При нажатии на кнопку **Presets** откроется окно предустановок. Кнопки «+» и «-» предназначены для показа и скрытия ячеек в блоке. Так, при каждом нажатии на кнопку «-» исчезает нижняя ячейка, и общий размер окна уменьшается, что визуально удобнее для работы с окном секции мастеринга.

Кнопка **Mono** в блоке **Master** предназначена для суммирования обоих выходных сигналов. Кнопка **Unlink** (Расцеплять) отключает связь между двумя регуляторами громкости, после чего уровень сигнала каждого из каналов можно регулировать отдельно. После повторного нажатия на кнопку **Unlink** связь возобновляется, но установленная разница в уровнях автоматически поддерживается программой при последующих изменениях положения регуляторов. Световой индикатор **Dropout** (Выпадение сигнала) сигнализирует о недостаточной вычислительной мощности компьютера при обработке, если таковая возникает. В этом случае можно отключить какой-либо эффект, переназначить аудиовывод в файл или отключить фоновые процессы (например, обработку файлов). Если такие меры не помогают, попробуйте изменить настройки звуковой карты.

Дизеринг следует применять в следующих случаях:

- при понижении разрядности звукового файла, например, при мастеринге 20-разрядных файлов для компакт-диска (конвертировании в 16 бит) или при подготовке 16-разрядных записей для мультимедиа (конвертировании в 8 бит);
- при обработке эффектами в секции мастеринга, даже если не изменяется разрядность звукового файла, так как цифровые эффекты любого типа могут вносить ошибки округления.

Дизеринг выполняется как часть процесса обработки. Если, например, воспроизводится файл с 20-разрядной записью на 16-разрядной звуковой карте, для понижаемого в разрядности сигнала будет применен дизеринг.

Рассмотрим теперь настройку дизеринга. К сожалению, нет ни трудных, ни легких правил настройки, и выбор параметров зависит исключительно от самого звукового материала. Помощник тут только один – эксперимент, а судья – ваш слух.

Чтобы включить алгоритм дизеринга, в блоке **Dithering** щелкните по ячейке с опциями и выберите нужную опцию из меню. По умолчанию предлагаются опции **Intern** (Внутренняя) от WaveLab и два алгоритма, разработанные компанией Dprogec: **UV22** и **UV22HR**. При желании можно установить и дополнительные модули дизеринга.

Если выбрана опция **Intern**, можно выполнить следующие настройки. Для параметра **Noise Type** (Тип шума):

- **Off** (Выключено) – дизеринг не применяется, то есть фактически выключен;
- **Type 1** (Тип 1) – сначала пробуйте именно этот метод, поскольку он наиболее общий;
- **Type 2** (Тип 2) – этот метод подчеркивает высокие частоты лучше, чем первый метод.

Параметр **Noise Shaping** (Формирование шума) принимает значения **Off**, **Type 1**, **2** или **3**. Этим параметром определяется характер примешиваемого шума. Чем выше номер, тем вероятнее, что шум может быть замечен в самом чувствительном для слуха человека диапазоне – среднем.

Параметр **Output Bit Resolution** (Разрядность на выходе) принимает следующие значения: 8, 16, 20 или 24. Эта опция используется, чтобы определить разрядность заключительной записи после применения дизеринга, независимо от того, пишете ли вы в файл (нажали кнопку **Render**) или используете обработку в реальном масштабе времени. Очень важно установить это значение правильно, особенно при уменьшении разрядности.

Если выбрана опция **UV22**, открывается специальная панель управления, в которой и выполняются необходимые настройки. Сначала следует задать параметр **Normal** (Нормальный) как наиболее общий. При использовании параметра **Low** (Низкий) применяется более низкий уровень шума. Для параметра **Autoblack**

(Автозатенение) уровень примешиваемого шума уменьшается в тихих фрагментах.

При выборе опции **UV22 HR** все возможности такие же, как и при выборе **UV22**, единственное отличие: добавляются кнопки разрядности со значениями: 8, 16, 20 и 24.

7.1. Слияние волновых форм

Слияние волновых форм – мощная и полезная операция редактирования, которая используется очень часто. Смешивание позволяет объединять вместе два звука, помогая создавать сложные звуковые эффекты.

Операции слияния в Sound Forge

Mix (Смешивание, или Микширование). Смешивается содержимое буфера обмена с данными в окне, начиная с текущей позиции курсора или с начала выделенного фрагмента. Чтобы проще находить точки смешивания, убедитесь, что **Status Format** (Формат состояния) установлен в **Time** (Время). Для этого в меню **Options** выберите пункт **Status Format ▶ Time**. Это нужно сделать для обоих окон данных, так как **Sound Forge** следит за форматом каждого индивидуального окна.

Чтобы было удобнее наблюдать за картиной смешивания, можно максимально развернуть **Sound Forge**, нажав кнопку **Maximize Window** в верхнем правом углу и выбрав пункт **Tile Vertically** (Выровнять по вертикали) из меню **Window**. При этом будет полностью использоваться рабочая область **Sound Forge** по вертикали.

Технология смешивания такова. Откройте оба окна с данными, которые вы хотите смешать. Окно, звук из которого вы будете добавлять, сделайте активным. Дважды щелкните в нем левой кнопкой мыши на изображении звуковой волны (можно также пользоваться командой **Select All** из меню **Edit**), чтобы выделить все данные. Скопируйте данные в буфер обмена командой **Copy** из меню **Edit**. Теперь сделайте активным другое окно и в его панели управления нажмите кнопку **Go to Start**, после чего курсор будет установлен в начало файла. Выберите команду **Mix** из опции **Paste Special** в меню **Edit**. Появится диалоговое окно **Mix**, показанное на рис. 16. Установите оба уровня в 0 дБ и нажмите кнопку **OK**. Вы увидите результат смешивания. Нажмите кнопку **Play**, чтобы его услышать. Если результат вам не понравится, выберите команду **Undo**

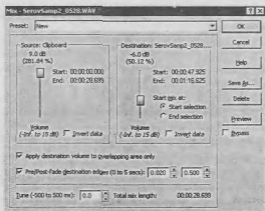


Рис. 16 ▾ Диалоговое окно Mix

Mix (Отменить смешивание) в меню **Edit** – тогда вы вернетесь к первоначальному состоянию.

Crossfade (Плавное замещение). Данные в окне плавно замещаются содержимым буфера обмена, начиная с позиции курсора (громкость одного сигнала плавно затухает, а другого – нарастает).



Смешивание звуковых данных в WaveLab

По команде **Mix** (Смешивать) из меню **Edit** ► **Paste Special** смешиваются два фрагмента, начиная от края выделения (если оно имеется) или от позиции курсора (если нет выделения).

Данные из буфера обмена всегда смешиваются вне зависимости от длины выделения. При вставке не имеет значения, сделано выделение в окне-адресате или нет.



Операции перетаскивания при слиянии волновых форм в Sound Forge

Вы можете выполнять операции смешивания, вставки или замещения, перетаскивая выделение из одного окна данных в другое.

Для этого сделайте следующее.

1. Откройте два звуковых файла и, чтобы было проще работать, выберите команду **Tile Vertically** (Расположить окна

вертикально) из меню **Window**. Одно окно будем называть исходным, а другое – окном-адресатом.

2. Нажмите и удерживайте левую кнопку мыши в выделенной области исходного окна данных. Продолжая удерживать кнопку, сдвиньте курсор, пока его форма не изменится на стрелку, перемещающую небольшой прямоугольник.
3. Перетащите курсор в окно-адресат. Вы увидите затененный блок, который представляет диапазон исходного материала. Также вы увидите, что в небольшом прямоугольнике, сопровождающем курсор, теперь содержится буква **M** (Mix – Смесить), **C** (Crossfade – Заместить) или **P** (Paste – Вставить). Установите блок в то место окна-адресата, где хотите произвести нужную операцию, как показано на рис. 17.
4. Отпустите левую кнопку мыши. Откроется диалоговое окно **Mix**. Для операции замещения удерживайте при этом клавишу **Ctrl** (откроется окно **Crossfade**). Для вставки удерживайте клавишу **Alt**.

Самый простой способ выбрать операцию такой: перетащите блок в окно-адресат и, продолжая удерживать левую кнопку, нажимайте еще и правую, пока не появится обозначение нужной операции. В зависимости от избранной операции блок примет форму прямоугольника

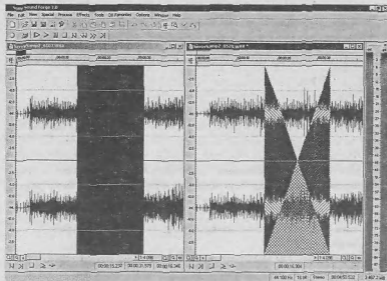


Рис. 17 ▽ Расположение окон для операций перетаскивания

(для операции смешивания), буквы **X** (для замещения) или пунктирной вертикальной линии (для вставки).

Для операции смешивания оставьте уровни громкости в положении по умолчанию 0 дБ. Для операции замещения уровни громкости по умолчанию установлены следующим образом: для исходного файла – от минимума до 0 дБ, а для файла-адресата, наоборот, – от 0 дБ до минимума (замещаемый сигнал плавно затихает, а громкость нового сигнала плавно нарастает). Нажмите **ОК**, а затем кнопку **Play**, чтобы прослушать результат.

Дополнительные возможности операций слияния в Sound Forge

В диалоговом окне **Mix** есть несколько опций, которые можно использовать для выполнения сложных операций смешивания. Например, при смешивании вокальных партий и музыки вы можете плавно уменьшить громкость музыки, когда звучит вокал, а затем постепенно вернуть громкость музыки, когда закончится вокальная партия. Эту операцию иногда называют **Ducking** (Сворачивание).

Рассмотрим, как это можно сделать:

1. Откройте звуковой файл с вокальной партией или речью и выделите фрагмент.
2. Перетащите этот фрагмент в пустую часть рабочей области **Sound Forge**, чтобы создать новое окно.
3. На вкладке **Summary** в окне **Properties** (меню **File > Properties**) в поле **Title** дайте название звуковому файлу и нажмите **ОК**.
4. Теперь откройте файл с записью музыки.
5. Поместите курсор в нескольких секундах от начала файла.
6. Выделите весь вокал и перетащите его в окно с музыкой.
7. В поле **Preset** диалогового окна **Mix** выберите установку **Slow duck** (Медленная свертка). Обратите внимание, что громкость в окне **Destination** (Адресат) устанавливается в -6 дБ, а время изменения громкости **Pre/Post-fade destination edges** – 0,5 с. Это значит, что перед смешиванием громкость музыки плавно изменится до -6 дБ за 0,5 с, а после смешивания за это же время плавно вернется к прежнему уровню. Нажимайте **ОК**.
8. Прослушайте, что получилось, затем отмените операцию.
9. Снова перетащите вокальную партию в окно с записью музыки и установите **Slow duck**. На этот раз выставьте громкость

в -20 дБ и нажмите ОК. Теперь музыка станет еще тише. Таким способом вы подберете правильное соотношение громкости музыки и голоса. **Pre/Post-fade destination edges** управляет скоростью, с которой музыка становится тише, а затем возвращается к исходной громкости.

Смешивание звука в *Samplitude Professional*

Mix With Clip (Смешать с Clip). Содержимое Clip смешивается с содержимым фрагмента, начиная от позиции курсора. Clip при этом не изменяется.

Функция запускается из меню **Edit** и **More** и выполняется посредством сложения двух сигналов. В некоторых случаях это может привести к отсечению пиков сигнала и, как следствие, возникновению искажений. Поэтому иногда перед смешиванием может понадобиться модификация амплитуды, которую позволяет сделать программа.

7.2. Инверсия

Суть *инверсии* состоит в том, что фаза аудиосигнала переворачивается на 180°. Все положительные значения в волновой форме заменяются отрицательными, и наоборот. При смешивании двух противофазных сигналов они подавляют друг друга, а не усиливают, как при слиянии сигналов с одинаковой фазой.

При инвертировании фазы моносигнала на слух не произойдет никаких изменений. Однако если один канал в стереозаписи не совпадает по фазе с другим, это может привести к таким эффектам, как снижение громкости в басовом регистре или «размывание» стереоизображения. Следовательно, самым общим использованием этой функции является восстановление стереобаланса, если один из каналов случайно был записан так, что их фазы не совпадают.

Инверсию можно также использовать, чтобы сгладить переходы при слиянии волн, а также справиться с проникновением сигнала между каналами. Например, предположим, что в одно и то же время на одном канале была записана партия гитары, а на другом — фортепиано. Оба канала имеют нежелательный барабанный эффект. Инверсия фазы в одном из каналов может убрать такой эффект, сделав звук при смешивании чище.

Инверсия в Sound Forge

Для этой операции используется команда **Invert/Flip** из меню **Process**.

Инверсия фазы в WaveLab

Для этой операции не требуется никаких установок. Выделите фрагмент – операция будет выполняться только в нем. В меню **Process** выберите команду **Invert Phase**.

Реверс фазы в SAWStudio

Реверс фазы в SAWStudio выполняется не как процесс (так было в ранних версиях программы), а с помощью двух переключателей: на выходе обратной связи и на входе звукового тракта. И тот, и другой переключатели переворачивают фазу сигнала на 180° . Первый переключатель предназначен для реверса фазы той части сигнала, которая подается на дополнительную обработку. В некоторых случаях реверс фазы помогает скорректировать частотные искажения, возникшие в записи, например при неправильном подключении микрофонов.

Переключатель **Input Phase Reverse Switch** (Входной переключатель реверса фазы) расположен на первой вкладке (в окне **MultiTrack** она обозначена **I/A**) окна виртуальной консоли **Z Mixer**, в верхней ее части, показанной на рис. 18, и обозначен кратко **Phs Rvs**.



Рис. 18 ▼ Верхняя часть вкладки I/A окна виртуальной консоли Z Mixer



Иверсия фазы в *Samplitude Professional*

Звуковые данные выделенного фрагмента инвертируются по оси амплитуды. Функция **Invert Phase** помогает согласовать семплы, если они различаются фазами.

Функция является обратимой, то есть ее повторное выполнение на том же фрагменте приведет звуковые данные в исходное состояние.

В отличие от функций смешивания, которые с математической точки зрения являются функциями суммирования, данная функция фактически производит операцию вычитания на выделенном фрагменте.

Функция доступна из меню **Effects**.

7.3. Амплитудные преобразования

Изменения амплитуды (усиление или ослабление звукового сигнала) выполняются при помощи различных действий над ней, которые сводятся к умножению ее значений на некий постоянный коэффициент.

Амплитудные преобразования выполняются последовательно над отдельными фрагментами, поэтому они просты в реализации и не требуют большого объема вычислений.

Обычно используемые операции: **Fade In** (Нарастание), **Fade Out** (Затухание) и **Crossfade** (Замещение). **Fade In** применяется для того, чтобы плавно увеличить громкость выделенного фрагмента от нулевого или некоего фиксированного уровня до 0 дБ или другого фиксированного уровня. Операция **Fade Out**, напротив, плавно уменьшит громкость от одного уровня до другого, меньшего. Объединение двух предыдущих операций дает операцию **Crossfade**.

Для этих операций может понадобиться знание некоторых особенностей амплитудных преобразований.



Постепенное нарастание и затухание звука в *Sound Forge*

Доступны три операции из меню **Process**: **Fade > Graphic** (Графический регулятор), **Fade > In** (Увеличение) и **Fade > Out** (Уменьшение).

Операция **Fade > In** используется для того, чтобы постепенно поднять громкость выделенного фрагмента от нулевого уровня (-Inf. дБ) до 0 дБ. Операция **Fade > Out**, напротив, плавно уменьшит громкость от 0 дБ до -Inf. дБ.

Диалоговое окно **Graphic Fade** позволяет нарисовать кривую постепенного изменения амплитуды, которая будет применена к текущему выделению данных. Допускается до 16 точек, изменяющих вид кривой. На рис. 19 показано окно с графиком постепенного нарастания уровня громкости с 0% до 100%, небольшого в начальной стадии и резко усиливающегося в конце.

Изменяйте кривую, перетаскивая маленькие квадратные рамки (точки перетаскивания) вверх или вниз. Можно сделать новую точку перетаскивания, щелкнув левой кнопкой мыши в любом месте ограничительной кривой. Удаляется такая точка одинарным щелчком на ней правой кнопкой мыши или двойным щелчком левой кнопкой. Закончив построение ограничительной кривой, нажмите кнопку **ОК**, чтобы применить постепенное изменение амплитуды.

Чтобы нарисовать на графике волновую форму текущего выделения, пометьте галочкой опцию **Show Wave** (Показывать волну). Если выделение небольшое, это делается автоматически. Для стереофайлов есть также возможность видеть отдельно левый канал, отдельно правый или оба канала смешанными.

Нажатие на кнопку **Reset Envelope** (Сброс огибающей) удаляет все точки огибающей, кроме двух. Эти две точки устанавливаются в такое положение, словно никакого снижения амплитуды не предусматривается.

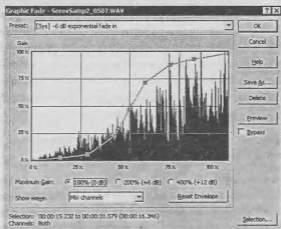


Рис. 19 ▾ Диалоговое окно **Graphic Fade**



Нарастание и затухание звука в WaveLab

Операцией **Fade In/Out** из меню **Process** открывается диалоговое окно **Fade**, где можно выбрать разные опции: **Fade In** или **Fade Out**. Вкладка **Settings** (Настройки) этого окна показана на рис. 20.

Одновременно с открытием окна **Fade** в выделенном фрагменте волновой формы, к которому применяется операция, изображается кривая, показывающая характер изменения амплитуды сигнала, возможный вид которой приведен на рис. 21. Сразу при корректировке параметров настройки вид кривой меняется.

Настройке поддаются два параметра: **Offset** (Смещение) и **Damping** (Демпфирование). Оба параметра определяют местоположение так называемой **Fade Focus Point** (Точка фокусировки изменения амплитуды) в выделенном фрагменте, которую видно на рисунке. В этой точке уровень громкости составляет половину от максимального уровня в выделенном фрагменте. Громкость плавно нарастает от минимального значения до значения в поле **Damping** (указываемого в дБ) на отрезке, длина которого (в процентах от всей длины выделенного фрагмента) указана в поле **Offset**. Далее громкость продолжает плавно нарастать до 0 дБ в остальной части выделенного фрагмента.

Эта точка определяет «крутизну» кривой постепенного изменения громкости. Например, установка -6 дБ приведет к нормальному постепенному изменению, где уровень громкости достигнет половины от уровня оригинала в точке фокусировки. При значениях ближе к 0 дБ увеличение громкости звука будет подчеркнуто в начале фрагмента. При значениях ближе к -18 дБ будет подчеркнуто увеличение громкости звука в конце.

На вкладке **Presets** (Предустановки) диалогового окна **Fade**, показанной на рис. 22, предлагается несколько стандартных настроек для рассматриваемой операции.

При нажатии на кнопку **Load** (Загрузить) загружается выбранная предустановка. То же самое можно сделать, дважды щелкнув по названию предустановки.

Кроме описанных выше операций, в меню **Process** имеется пункт **Easy Fade** (Легкое изменение громкости). Операция выполняется действительно очень легко: выделяется фрагмент в начале или в конце звуковой волны и выбирается указанный пункт меню. Дело сделано!

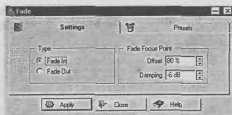


Рис. 20 ▼ Вкладка Settings диалогового окна Fade

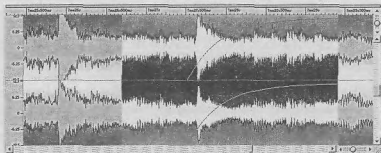


Рис. 21 ▼ Возможный вид кривой изменения амплитуды в окне волновой формы

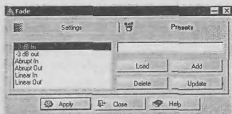


Рис. 22 ▼ Вкладка Presets диалогового окна Fade



Автоматизированное управление громкостью в SAWStudio

Затухание звука в конце записи и усиление звука в ее начале выполняются так: в окне **MultiTrack** выделите нужную область, примыкающую к концу или началу звукового блока, и нажмите на клавишу **X**. Если в указанном окне не выделена никакая область, то при нажатии на клавишу **X** программа самостоятельно рассчитает затухание или усиление звука. Его продолжительность вычисляется на основании расстояния от позиции курсора до конца или начала записи.

В окне **MultiTrack** вы можете выделить фрагмент, который в терминах **SAWStudio** называется **Marked Area** (Помеченная область). Помеченная область создается так. В окне **MultiTrack** установите указатель мыши в какой-либо позиции на шкале времени (она находится в нижней части окна) и, удерживая нажатой левую кнопку, протащите указатель вправо. Позиция, где вы отпустите кнопку мыши, станет концом помеченной области, а позиция, в которой вы кнопку нажали, — ее началом.

Если при помощи клавиши **Tab** (Табуляция) поместить курсор на границу звукового блока и нажать затем клавишу **X**, то текущее затухание/усиление звука, если таковое имеется, отменяется.

Таких же эффектов можно достичь и с помощью контекстного меню **MT Entry Properties** (Свойства блока в окне **MultiTrack**), которое вызывается в окне **MultiTrack** при помощи следующих комбинаций клавиш на клавиатуре и кнопок мыши:

- нажать и удерживать клавишу **Alt**, щелкнуть правой кнопкой мыши;
- или нажать и удерживать левую кнопку мыши, щелкнуть правой кнопкой мыши.

Назначение пунктов меню понятно из их названий, поэтому просто перечислим их:

- **Set SoftEdge** ➤ **Start** (Установить плавный переход ➤ Начало);
- **Set SoftEdge** ➤ **End** (Установить плавный переход ➤ Конец);
- **Set SoftEdge** ➤ **Both** (Установить плавный переход ➤ Оба) — начало и конец;
- **Clear SoftEdge** ➤ **Start** (Удалить плавный переход ➤ Начало);
- **Clear SoftEdge** ➤ **End** (Удалить плавный переход ➤ Конец);
- **Clear SoftEdge** ➤ **Both** (Удалить плавный переход ➤ Оба) — начало и конец.

В меню **Automation** (Автоматизация) можно выбрать несколько команд автоматизированного управления громкостью и панорамированием. Рассмотрим их подробнее. Обратите внимание, что при этом должен быть включен **Automation Mode** (Режим автоматизации), то есть в окне **MultiTrack** нажата кнопка **Aut**.

Fade Dn/Up To Next Automation Change (Плавный переход к очередному изменению громкости). С помощью этой команды выполняется плавное изменение громкости сигнала от начала до конца помеченной области. Если уровень громкости в начале области

выше уровня в ее конце, громкость звука будет нарастать; если ниже – затухать.

Так, чтобы звук затухал, поместите курсор на шкале времени (в нижней части окна **MultiTrack**) в то место, где будет заканчиваться спад громкости. Нажмите левую кнопку мыши, переместите курсор влево, к тому месту, откуда должно начаться затухание громкости, отпустите кнопку. В меню **Automation** выберите команду **Fade Dn/Up To Next Automation Change**. Так вы обеспечите постепенное снижение громкости между двумя указанными точками. На изображении соответствующего канала в окне **MultiTrack** снижение громкости будет видно по опускающемуся слева направо графику амплитуды сигнала, как показано на рис. 23.

Чтобы звук нарастал, уровень громкости в начальной точке фрагмента, в котором будет выполняться автоматизированное изменение громкости звучания, должен быть меньше, чем в конечной.

Если в конце помеченной области громкость нулевая, то уменьшение громкости начинается с ее уровня в начале области и завершается нулевым уровнем в конце. Если, наоборот, громкость нулевая в начале помеченной области, то выполняется постепенное нарастание громкости звука от нулевого уровня в начале до необходимого уровня громкости в конце помеченной области.

Крутизна кривой изменения громкости определяется опцией **Set Default Fader Slope** (Установка крутизны кривой изменения громкости по умолчанию). Данная опция при помощи указания времени затухания (или нарастания) громкости позволяет выбрать форму кривой,

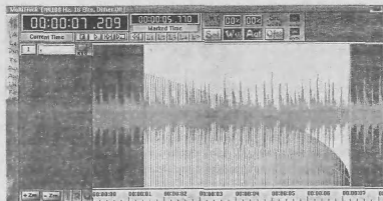


Рис. 23 ▾ График изменения амплитуды сигнала в канале **MultiTrack View**

используемой в функциях постепенного изменения громкости. При выборе этой опции откроется диалоговое окно **Set Default Fader Slope**, показанное на рис. 24, в котором задайте время в интервале от 0 до 22 675 миллисекунд и нажмите на кнопку **ОК**. Указанное вами время будет использоваться по умолчанию для всех последующих автоматических изменений громкости, пока вы не введете другое.

Fade Up To Next Automation Change (Плавное нарастание громкости к очередному ее изменению). С помощью этой команды выполняется плавное нарастание громкости сигнала вне зависимости от начального или конечного его уровня.

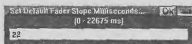


Рис. 24 ▼ Диалоговое окно **Set Default Fader Slope**

Нарастание и затухание звука в *Samplitude Professional*

Функция **Fade In/Out** доступна из меню **Effects ► Amplitude/Normalize** и обеспечивает нарастание/затухание звука в выделенном фрагменте. Амплитуда сигнала изменяется во времени от одного значения в начале фрагмента (**Fade Start In %**) к другому значению

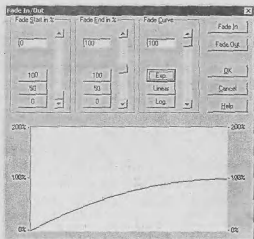


Рис. 25 ▼ Окно **Fade In/Out**

в его конце (**Fade End In %**). При вызове функции появляется окно **Fade In/Out**, показанное на рис. 25, где вы можете определить параметры этой операции.

Простая операция нарастания звука (**Fade In**) выполняется с параметрами от 0 до 100%, в то время как для затухания звука (**Fade Out**) требуется установить от 100 до 0%.

Функция кривой постепенного изменения (секция **Fade Curve** в окне **Fade In/Out**) может корректироваться от линейной до показательной или логарифмической.

Обратите внимание, что в режиме реального времени нарастание/затухание применяется только к виртуальным проектам. Для других проектов (**RAM** и **HD**) нужно физически преобразовать звуковые данные.

Замещение звука в Sound Forge

Выделите весь исходный файл и перетащите выделение к концу другого файла так, чтобы упереться в его правый край. Нажмите клавишу **Ctrl** и удерживайте ее, чтобы видеть блок замещения. Теперь, перемещая блок по горизонтали, вы можете корректировать время замещения и видеть, как сужается или расширяется блок замещения. Как только вы определили, где начинается замещение, отпускайте кнопку мыши. После этого откроется диалоговое окно **Crossfade** (рис. 26).

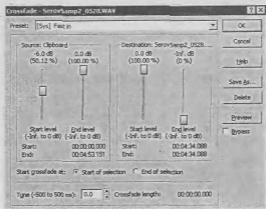


Рис. 26 ▽ Диалоговое окно **Crossfade**

Опция **Preset** (Предустановка) служит для загрузки стандартных (поставляемых с программой) или сохраненных пользователем предустановленных параметров диалогового окна. Конкретный параметр выбирается из раскрывающегося списка.

Выберите опцию **Normal crossfade** (Обычное замещение) из списка в поле **Preset** и нажмите **ОК**. Теперь вы услышите, как звук в конце второго файла постепенно стихает, а звук исходного файла постепенно появляется, то есть звук одного источника плавно замещается другим.

Автоматизированное замещение звука в WaveLab

Crossfade (Замещение) – это постепенное изменение амплитуды двух звуков, когда один звук появляется, а другой – исчезает, что позволяет выполнить смешивание двух звуков.

Диалоговое окно **Crossfade** вызывается из меню **Process**. Вкладка **Settings** (Настройки) этого окна показана на рис. 27.

Одновременно с открытием окна **Crossfade** в выделенном фрагменте волновой формы, к которому применяется операция автоматизированного замещения звука, изображаются кривые, показывающие характер изменения амплитуды двух сигналов – нарастающего и затухающего. Возможный вид этих кривых приведен на рис. 28. Вид кривой меняется по мере корректировки параметров настройки.

Для каждой кривой настраиваются два параметра: **Offset** (Смещение) и **Damping** (Демпфирование). Эти параметры определяют местоположение точек **Fade In Focus Point** (Точка фокусировки нарастания амплитуды) и **Fade Out Focus Point** (Точка фокусировки



Рис. 27 ▾ Вкладка **Settings** диалогового окна **Crossfade**

затухания) в выделенном фрагменте, которые можно видеть на рис. 28. В этих точках уровень громкости равняется половине максимального уровня в выделенном фрагменте (отдельно для фрагмента с нарастанием и с затуханием звука). Громкость плавно нарастает/затухает от минимального/максимального значения до значения в поле **Damping** (указываемого в дБ) на отрезке, длина которого (в процентах от всей длины выделенного фрагмента) указана в поле **Offset**. Далее громкость продолжает плавно нарастать/затухать до максимального/минимального значений в остальной части выделенного фрагмента.

Кроме того, можно пометить опцию **Inverse of Fade In** (Инверсия нарастания) диалогового окна **Crossfade**. Тогда параметры настройки точек фокусировки для кривой нарастания звука становятся недоступными, а кривая строится автоматически как обратная кривой затухания. Соответственно, наоборот – для опции **Inverse of Fade Out** (Инверсия затухания).

Если пометить опцию **Mix Without Fading** (Смешивать без изменений) в рассматриваемом окне, то соответствующая кривая (нарастания, затухания звука или обе) не строится, амплитуда волны не изменяется.

На листе **Presets** (Предустановки) диалогового окна **Crossfade**, показанном на рис. 29, предлагается несколько стандартных настроек для рассматриваемой операции.

При нажатии на кнопку **Load** (Загрузить) загружается выбранная предустановка. Того же результата можно достичь двойным щелчком левой кнопки мыши на названии предустановки.

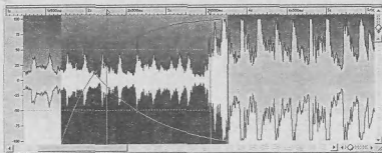


Рис. 28 ▼ Возможный вид кривых нарастания/затухания звука в окне волновой формы

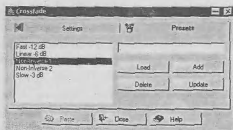


Рис. 29 ▽ Лист Presets диалогового окна Crossfade



Автоматизированное замещение звука в SAWStudio

Перекрестное затухание и усиление звука двух объединяемых источников сигнала в SAWStudio выполняется так: выделите область в окне **MultiTrack**, смежную с точкой стыка двух источников сигнала, и нажмите на клавишу **X**. Выделенная область может располагаться как симметрично относительно точки стыка, так и несимметрично. Если в окне **MultiTrack** не выделена никакая область, то при нажатии на клавишу **X** программа создаст симметричное относительно точки стыка затухание/усиление звука. Его продолжительность вычисляется на основании расстояния от позиции курсора до точки стыка.

Если при помощи клавиши **Tab** (Табуляция) установить курсор на границу канала и нажать затем клавишу **X**, то текущее перекрестное затухание/усиление звука, если таковое имеется, отменяется.



Замещение звука в Samplitude Professional

В волновых проектах (RAM или HD) существует возможность плавной замены звуковых данных диапазона перед курсором или выделенным фрагментом данными из буфера обмена **Clip**. Для этого необходимо выполнить две операции:

- скопировать фрагмент в **Clip**;
- установить курсор в требуемую позицию волнового проекта и вызвать функцию **Crossfade Editor** (Редактор замещения) из меню **Edit**.

В виртуальном проекте эта функция является удобным способом замещения одного объекта другим в реальном масштабе времени.

Для проведения операции требуется, чтобы оба объекта были выделены. Затем при помощи команды **Crossfade Editor** из меню **Edit** запускается редактор замещения – открывается окно **Crossfade Editor**, показанное на рис. 30.

Длительность замещения может быть определена в различных единицах измерения или взята из выбранного фрагмента. Убедитесь, что до и после выделенного фрагмента имеется достаточное количество материала, чтобы создать желаемую длительность замещения.

Доступны следующие типы кривой нарастания/затухания: **Linear** (Линейная), **Exponential** (Экспоненциальная), **Logarithmic** (Логарифмическая), **Cosinus** (Косинусоидальная) и **Sine/Cosine** (Синусоидальная/Косинусоидальная).

Предварительный результат операции можно прослушать при помощи кнопки **Play/Stop**. Все изменения, сделанные в редакторе, воспроизводятся в реальном масштабе времени. Однако имейте в виду, что для выполнения длительного замещения потребуется вдвое большая вычислительная мощность компьютера по сравнению с простым воспроизведением, так как процессором обрабатываются одновременно два фрагмента в реальном масштабе времени. В критических

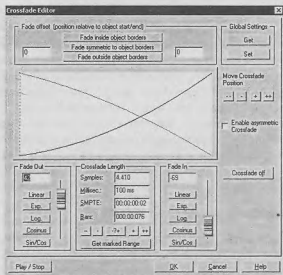


Рис. 30 ▼ Редактор замещения – окно **Crossfade Editor**

случаях увеличивайте размер VIP Buffer (Буфер виртуального проекта) в меню **Options > System/Audio**. Линейное замещение не требует такой мощности обработки, как замещение с использованием кривой нелинейного типа.

Кнопки «+», «-», «++» и «--» в секции **Crossfade Length** служат для изменения длины замещаемого фрагмента, а сам фрагмент может быть сдвинут с помощью таких же кнопок, размещенных в секции **Move Crossfade Position** (в правой части окна). Кнопка **Crossfade Off** отключает замещение.

Кнопка **Get Marked Range** применяется для того, чтобы длину выделенного фрагмента использовать как длину фрагмента замещения.

Выбранные настройки параметров замещения можно использовать по умолчанию для вновь создаваемого замещения. Для этого в секции **Global Settings** (расположенной в правой верхней части окна) используются две кнопки: **Set** – для сохранения настроек и **Get** – для их восстановления.

При редактировании замещений в виртуальных проектах полезной оказывается специальная функция, размещенная в меню **Edit > Auto Crossfade Active** (Режим автозамещения включен).

Если данная опция включена, автоматическое замещение применяется и ко вновь записанному материалу, и к вырезанному из виртуального проекта, и к скопированному из волнового проекта в канал виртуального проекта. Объекту назначаются общие параметры настройки для затухания/нарастания звука. Эти параметры могут быть изменены в редакторе замещения (меню **Edit > Crossfade Editor**). Если применено автоматическое замещение, при воспроизведении оно будет выполняться всегда, когда два объекта перекрывают друг друга.

Режим автозамещения – это превосходный инструмент для линейной врезки, например речевого канала, канала с аккомпанементом и т.д., когда требуются мягкие переходы, без неожиданных всплесков сигнала. При этом сохраняется возможность исправления любого замещения в редакторе, если это необходимо.

7.4. Смещение по постоянному току

Звуковые карты или внешнее музыкальное оборудование могут создавать некоторый уровень *смещения по постоянному току* в записанных звуковых файлах. В файлах без смещения пики сигнала, точки минимальной амплитуды и сама форма волны отображаются равномерно относительно центральной линии (нулевого уровня)

графика. В звуковом файле со смещением волна сдвинута в положительном или отрицательном направлении (вверх или вниз на графике), и при воспроизведении такого файла могут возникать искажения. Однако возможна ситуация, когда смещение было существенным, а на графике этого увидеть нельзя.

Смещение по постоянному току создает две проблемы. Во-первых, при соединении файлов нарушается гладкость соединения в точках прохождения волны через ось нулевого уровня. И, во-вторых, некоторые функции обработки звуковых файлов не дают оптимальных результатов при выполнении их в файлах со смещением. Более того, когда к файлам, которые содержат смещение по постоянному току, применяются звуковые эффекты, могут происходить сбои.

Добавление или вычитание смещения по постоянному току в Sound Forge

Операция **DC Offset** (Смещение по постоянному току) применяется для смещения *опорной линии* звукового файла. Опорной линией на графике звуковой волны называют осевую линию нулевой амплитуды. Считается, что волна, которая не отцентрирована возле опорной линии, имеет смещение по постоянному току. Чтобы исправить смещение, к каждой выборке добавляется некоторое постоянное значение.

По команде **DC Offset** из меню **Process** откроется диалоговое окно, вид которого показан на рис. 31.

Опция **Preset** (Предустановка) служит для загрузки стандартных (поставляемых с программой) или сохраненных пользователем

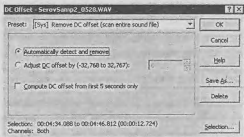


Рис. 31 ▽ Диалоговое окно DC Offset

предустановленных параметров диалогового окна. Конкретная предустановка выбирается из раскрывающегося списка.

Если помечена опция **Automatically Detect and Remove** (Автоматически найти и удалить), DC-смещение вычисляется индивидуально для каждого канала и затем автоматически корректируется.

При помощи опции **Adjust DC Offset By** можно непосредственно скорректировать значение смещения. Смещение может быть от -32 768 до 32 767 для 16-разрядных данных и от -128 до 127 для 8-разрядных данных.

Существует простой способ определить смещение DC: нужно увеличить масштаб изображения во фрагменте звукового файла, содержащем только тишину, и посмотреть, не сдвинута ли линия (а это и есть форма волны тишины) относительно средней линии графика.

Для того чтобы вручную скорректировать смещение DC, надо выбрать функцию **Statistics** (в меню **Tools**). Статистический отчет о состоянии файла будет представлен в виде, показанном на рис. 32.

Если в строке **Average Value (DC Offset)** показано смещение -6, как на рисунке, то следует указать значение 6, чтобы исправить смещение.

Когда помечена опция **Compute DC Offset From First 5 Seconds Only** (Вычислять смещение DC только в первые 5 секунд), подразумевается, что при измерении смещения DC будут проанализированы только первые 5 секунд звукового файла. Их недостаточно в том случае, если в начале файла применялось длительное увеличение громкости от нуля, или если в начале файла - тишина.

Statistic - Drum Fill		
	Left channel	Right channel
Cursor position:	00:00:01.335 (58'981)	00:00:00.000 (0)
Sample value at cursor:	26 (-62.09 dB, 0.07 %)	0 (-inf. dB, 0.00 %)
Minimum sample position:	00:00:01.232 (54'958)	00:00:00.000 (0)
Minimum sample value:	-23'399 (-2.92 dB, -71.41)	0 (-inf. dB, 0.00 %)
Maximum sample position:	00:00:01.228 (54'180)	00:00:00.000 (0)
Maximum sample value:	22'346 (-3.32 dB, 68.19)	0 (-inf. dB, 0.00 %)
RMS power:	-20.19 dB (9.77 %)	-inf. dB (0.00 %)
Average value (DC Offset):	-6 (-74.74 dB, -0.01 %)	0 (-inf. dB, 0.00 %)
Zero crossings:	1'022.75 Hz	0.00 Hz
	<input type="button" value="OK"/>	<input type="button" value="Help"/>

Рис. 32 ▼ Окно Statistics



Устранение смещения по постоянному току в WaveLab

Функция **Eliminate DC Offset** (Устранить смещение по постоянному току) из меню **Process** устраняет проблему, которая может появиться из-за несоответствий между различным оборудованием записи. Для выполнения данной функции не требуется настройки параметров.

Так как смещение обычно происходит при записи, оно воздействует на весь файл. Следовательно, функцию рекомендуется применять ко всему файлу.

Операция выполняется так. Выделите фрагмент в звуковом файле (лучше, как сказано выше, выделить весь файл). Выберите команду **Eliminate DC Offset** из меню **Process**.

В появившемся диалоговом окне (рис. 33) указываются рассчитанные размеры смещения отдельно для каждого канала (на нашем примере – вариант для одного канала) и предлагается их устранить. Нажмите кнопку **ОК**.

Если на том же самом оборудовании производились другие записи, то с ними может возникнуть такая же проблема. Она устраняется аналогичным образом.



Рис. 33 ▼ Рассчитанные размеры смещения по постоянному току после выполнения операции **Eliminate DC Offset**



Устранение смещения по постоянному току в Samplitude Professional

Данная функция автоматически устраняет смещение по постоянному току в выделенном фрагменте волнового проекта (RAP или HDP). Для этого в меню **Effects** (Эффекты) выберите команду **Remove DC Offset** (Убрать смещение по постоянному току), и функция выполнит все необходимые операции самостоятельно. При этом откроется окно **Remove DC Offset**, показанное на рис. 34.

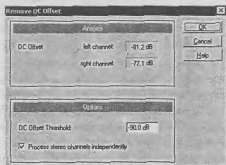


Рис. 34 ▼ Окно Remove DC Offset

Рассматриваемая функция работает в два этапа. Сначала выполняется анализ звуковой волны на наличие смещения. Вычислив смещение, программа указывает его в полях **Left Channel** (Левый канал) и **Right Channel** (Правый канал), что мы и видим на рис. 34. Вы можете задать минимальный **DC Offset Threshold** (Порог смещения) в одноименном поле. Если смещение в файле окажется ниже заданного значения, операция по устранению смещения выполняться не будет. Чтобы выполнить обработку отдельно для каждого из каналов (учитывая указанный порог), требуется отметить галочкой опцию **Process Stereo Channels Independently** (Обрабатывать стереоканалы независимо).

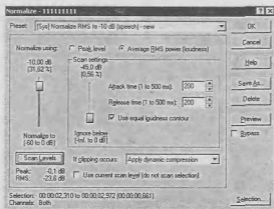
7.5. Нормализация

Нормализация применяется для максимально возможного увеличения громкости без усечения пиков сигнала. При этом просматривается (сканируется) аудиозапись и используется операция усиления сигнала, чтобы поднять его уровень к некоторому определенному (часто очень высокому) значению.

Нормализация в Sound Forge

Команда **Normalize** доступна из меню **Process** и настраивается для работы с одной из двух опций: **Peak level** (По пиковым уровням) или **Average RMS power (loudness)** – по средней мощности RMS. Вид диалогового окна **Normalize** показан на рис. 35.

Опция **Preset** (Предустановка) служит для загрузки стандартных (поставляемых с программой) или сохраненных пользователем

Рис. 35 ▾ Диалоговое окно **Normalize**

предустановленных параметров диалогового окна. Конкретная предустановка выбирается из раскрывающегося списка.

Если выбрана опция **Peak level**, звуковой файл нормализуется по максимальным (мгновенным) обнаруженным значениям. Именно по ним рассчитывается допустимое усиление сигнала (если это возможно), которое считается константой и затем применяется ко всему звуковому файлу.

При выборе опции **Average RMS power** звуковой файл нормализуется, используя обнаруженные средние значения RMS звука (RMS – среднеквадратичные значения сигнала). Таким образом, постоянное усиление, которое будет применено к звуку, рассчитывается по этим значениям. Как правило, оно больше рассчитано по пиковым уровням, что достаточно удобно при соотношении громкости различных записей.

Регулятор **Normalize to** (Нормализовать к) указывает уровень, к которому будет нормализован звуковой файл. Например, если при использовании опции **Peak level** определен пиковый уровень -10 дБ, а регулятор **Normalize to** установлен в позицию -3 дБ, ко всему файлу будет применяться постоянное усиление 7 дБ.

При использовании опции **Average RMS power** нормализация к 0 дБ означает усиление сигнала до громкости 0 дБ (это очень громко). Если использовать данное значение, динамический диапазон сигнала будет сильно сужен, а все пики – отсечены или серьезно сжаты. Таким образом, нормализация к 0 дБ по пиковым значениям является нормальной, но нормализация по RMS более чем к -6 дБ – это игра с огнем.

Параметрами, расположенными в секции **Scan settings**, определяются настройки для сканирования звукового файла по мощности RMS.

Регулятор **Ignore below** (Игнорировать ниже) служит для задания уровня амплитуды материала, который вы хотите включить в RMS-вычисление. Звук, имеющий уровень ниже установленного порогового значения, будет при вычислении игнорироваться. Эта функция оказывается полезной для устранения любых тихих фрагментов из вычисления RMS. Данный параметр следует установить на несколько дБ выше того уровня, который вы считаете тишиной.

Если установить рассматриваемое значение в минус бесконечность (-Inf.), то будут использованы все звуковые данные. Если значение установить слишком высоко (от -10 дБ), есть шанс, что значение RMS будет всегда ниже порогового. В таком случае никакой нормализации не произойдет. Поэтому следует проверить пороговое значение, воспользовавшись кнопкой **Scan Levels** (Сканировать уровни).

Опция **Attack time** (Время атаки) устанавливает инертность определения пиков при сканировании звукового файла. При медленной атаке наблюдается тенденция к игнорированию резких пиков сигнала. Допустимые значения: от 1 до 500 мс.

Опция **Release time** (Время отпущения) определяет, насколько быстро следует прекратить измерение пика сигнала. Большие значения увеличат количество материала, включенного в вычисление RMS. Допустимые значения: от 1 до 500 мс.

Если пометить опцию **Use equal loudness contour** (Использовать контур равногромкости), то при сканировании будет применена функция равногромкого контура Флетчера-Мансона (Fletcher-Munson). Как известно, очень низкие и очень высокие звуковые частоты менее различимы на слух, чем звук в средней полосе частот. При включенной опции в вычисление RMS добавляется средневзвешенный коэффициент, учитывающий эту особенность восприятия звука.

Кнопка **Scan Levels** запускает функцию сканирования на выделенном фрагменте и отображает оба найденных максимальных уровня: пиковый и RMS. Используйте их для установки уровня **Normalize to**.

Звездочка (*) после значения уровня (при первом открытии диалогового окна или при изменении выделения) указывает, что отображенные значения не являются текущими. Если сканирование еще не производилось, вместо значений будут указаны два прочерка. Чтобы обновить значения, нажмите кнопку **Scan Levels**.

При подготовке к нормализации следует просканировать весь файл, даже если будет нормализована лишь его часть. Нажав кнопку **Scan Levels**, вы сохраните текущие значения пиков и RMS. Это позволит попробовать разные уровни **Normalize to** без повторного сканирования всего файла.

Если уровень RMS не достигает порога **Ignore below**, будет отображаться значение -96 дБ. Перед обработкой файла следует понизить порог **Ignore below**.

Когда помечена опция **Use current scan level** (Использовать текущий уровень сканирования), сканирование не выполняется. Вместо этого используются указанные в окне уровни сканирования (которые сохраняются даже при закрытии диалогового окна). Эту функцию удобно использовать, когда вы применяете к текущему выделению уровни другого выделения или файла. Таким образом, один и тот же коэффициент усиления можно применять к различным файлам.

Можно действовать следующим методом: отсканировать небольшую часть той дорожки фонограммы, которая имеет самый громкий уровень или постоянные уровни громкости, и затем использовать результаты для нормализации всего файла или различных дорожек фонограммы.

Опция **If clipping occurs** (Если произойдет ограничение) позволяет выбрать способ обработки, если при использовании RMS произойдет отсечение пиков сигнала. Возможны следующие варианты:

- **Apply dynamic compression** – Применить сжатие динамического диапазона;
- **Normalize peak value to 0 dB** – Нормализовать пиковые значения к 0 дБ;
- **Ignore (saturate)** – Игнорировать;
- **Stop processing** – Остановить выполнение.

Сжатие динамического диапазона при нормализации применяется для уменьшения искажений. Громкость пиков сигнала, которые могут оказаться отсеченными, снижается до значения 0 дБ. При этом используется ненулевое время атаки и отпускания, как при компрессии. Другими словами, чтобы не произошло жесткого ограничения сигнала, используется изменяющийся во времени коэффициент усиления. Эту опцию следует использовать для получения очень громкого и при этом чистого звука, а также при преобразовании 16-разрядного звука к 8-разрядному или к другим

компрессированным форматам, если звук был максимизирован перед преобразованием.

Когда пиковые значения нормализуются к уровню 0 дБ, уровень амплитуды пиков выделенного фрагмента также нормализуется к 0 дБ. При этом применяется максимально возможный постоянный коэффициент усиления, который еще не отсекает пики сигнала. Чем меньше коэффициент усиления, тем в большей степени необходима нормализация по уровню среднеквадратичных значений.

При выборе опции **Ignore** разрешается отсечение громких пиков сигнала. Если отсекаемые пики очень коротки и нечасты, это будет незаметно на слух, но запись получится некачественной, если будет сделано много отсечений.

При выборе опции **Stop processing** обработка прекращается при появлении любых звуковых данных, которые станут отсекаться. При этом выдается предупреждение.

При выделении обоих каналов стереоданных нормализация вычисляется по самому громкому найденному значению в любом из каналов, причем один и тот же коэффициент усиления применяется к обоим каналам. Если в стереофайле выделен один канал, то и нормализация действует только на этот канал.



Нормализация уровня звука в WaveLab

По команде **Normalize** (Нормализовать) из меню **Process** открывается диалоговое окно **Normalize Sound Level** (Нормализация уровня звука), вид которого показан на рис. 36.

Это окно используется для изменения коэффициента усиления (громкость) выделенного фрагмента аудиозаписи. Изменение коэффициента усиления всегда устанавливается в соотношении с полным уровнем звука. Основная задача, которую можно решать с помощью данной опции, заключается в том, чтобы оптимизировать коэффициент усиления звуковых файлов с низким уровнем записи.

Секция окна **Maximum Level** (Максимальный уровень) используется для установки уровня. Полная нормализация (увеличение громкости до максимального уровня) достигается при установке максимального уровня в 0 дБ, 100% или 32 767 условных единиц, в зависимости от шкалы измерения, которая используется в данный момент.

Если помечена опция **As Selected** (Как в выделенном фрагменте), максимальный уровень будет автоматически установлен на уровне максимальной амплитуды в выделенном фрагменте.

Когда помечена опция **Stereo Link** (Связать стереоканалы) и нормализация применяется в стереофайле, самые высокие пики сигнала отыскиваются отдельно в каждом канале, но к обоим каналам применяется одинаковый коэффициент усиления (чтобы не нарушить стереобаланс). Обычно эта опция должна всегда быть активной.

Опция **Mix To Mono** (Смешать в моно) позволяет одновременно с нормализацией получить монофонический результат.

Кнопка **Get Peak Level** (Определить пиковый уровень) служит для определения уровня самого громкого сигнала в выделенном фрагменте звукового файла. Найденный уровень отображается в окне, вид которого показан на рис. 37. Эта возможность используется, например, в том случае, когда надо решить, имеется ли потребность в волновой нормализации или нет.

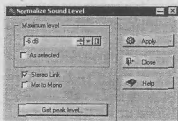


Рис. 36 ▼ Диалоговое окно Normalize Sound Level



Рис. 37 ▼ Найденный пиковый уровень после нажатия кнопки Get Peak Level

Две функции нормализации в *Samplitude Professional*

В *Samplitude Professional* применяются два способа нормализации: на физическом уровне и на виртуальном. Оба способа доступны из меню **Effects** ► **Amplitude/Normalize** ► **Normalize**.

Функция нормализации: на физическом уровне изменяет амплитуду на всем протяжении файла. Данные изменяются так, что максимальная амплитуда, встречающаяся в определенном диапазоне, принимается за 100% (значение может быть другим в интервале 1–400%). Программа сначала ищет максимальное значение и соотносит его

с выбранным процентом. Затем все другие значения взвешиваются с новыми коэффициентами.

Функция **Normalize** разработана с таким расчетом, чтобы полностью перемодулировать весь файл. Перед тем как выполнять какие-либо преобразования над файлом, приводящие к снижению частоты дискретизации, следует произвести его обработку с помощью данной функции. В противном случае ее применение может полностью испортить звук.

При работе со звуком единственного инструмента следует установить коэффициент 100%. Однако если в аудиоматериале имеются, например, ударные, то можно перемодулировать файл с коэффициентом от 120 до 200%. При этом будут срезаны пики только ударных. Тот же самый метод позволяет изменить характер звучания инструментов.

При подготовке к дальнейшей обработке, например с помощью фильтров, реверберации, динамического сжатия и т.д., рекомендуется уменьшить коэффициент до 50–70%. Это поможет избежать усечения пиков сигнала во время последующей обработки.

Обратите внимание: если уровень громкости во время записи относительно низкий и материал позже был нормализован, в результате обработки не будет достигнуто то качество, какое было бы возможно при нормальном уровне записи. Если, например, уровень громкости был установлен только к 50% от возможного уровня, звуковой материал будет записан в 15-разрядном качестве. Нормализация материала даже к 100% в этом случае уже не улучшит положения.

По команде **Normalize** из указанного выше меню откроется окно **Normalization**, показанное на рис. 38, в котором выполняется установка коэффициента нормализации. Для нормализации на

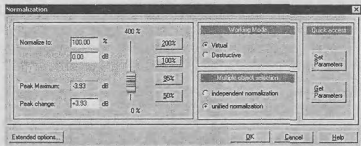


Рис. 38 ◀ Окно **Normalization** настройки коэффициента нормализации

физическом уровне переключатель в секции **Working Mode** (Рабочий режим) должен находиться в положении **Destructive** (Разрушающий).

В режиме же **Virtual** (Виртуальный) будет выполнена нормализация выбранных объектов в реальном масштабе времени. В отличие от нормализации на физическом уровне эта функция не изменит звуковой файл.

При нормализации в реальном времени программа ищет пики сигнала в аудиоматериале и затем корректирует громкость так, чтобы уровень пиков составлял максимум 0 дБ. Громкость остальной части аудиоматериала масштабируется соответственно.

Вы можете вернуть громкость виртуального объекта к первоначальному уровню с помощью регулятора **Volume** (Громкость) в окне **Object Editor**, выбрав его из меню **Object > Object Editor**.

Кроме описанных функций в программе имеется функция так называемой быстрой нормализации, доступная из меню **Effects > Amplitude/Normalize > Normalize (Quick Access)** и не требующая никаких настроек.

7.6. Расширение панорамы

Панорамирование и расширение стереобазы в Sound Forge

В диалоговом окне **Pan/Expand** (Панорамирование/Расширение базы), показанном на рис. 39 и доступном по команде **Pan/Expand** из меню **Process**, вы можете изображать панораму в виде графика или MS-кривой. Этот график будет применен к текущему выделению данных. Для изменения формы кривой можно использовать до 16 точек.

Опция **Preset** (Предустановка) служит для загрузки стандартных (поставляемых с программой) или сохраненных пользователем предустановленных параметров диалогового окна. Конкретная предустановка выбирается из раскрывающегося списка.

Опция **Process Mode** (Режим обработки) допускает четыре режима. Рассмотрим каждый из них.

Pan (Preserve Stereo Separation) – Панорамирование с сохранением стереоразделения – позволяет выполнить панорамирование правого и левого каналов без их смешивания. Режим используется, чтобы смоделировать левое/правое позиционирование стереозаписи.

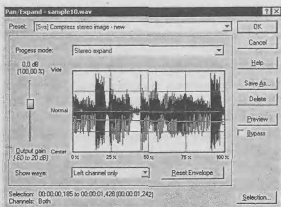


Рис. 39 ▾ Диалоговое окно Pan/Expand

Pan (mix channels before panning) – Смешивание каналов перед панорамированием – позволяет панорамировать правый и левый каналы, причем сначала каналы микшируются, а уже затем изменяется громкость между каналами.

В режиме **Stereo expand** (Расширение стереобазы) можно сузить или расширить стереобазу записи от центра (моно) до полностью панорамированной ширины (без центрального канала). Для сохранения реального звучания не следует задавать значения, слишком отличающиеся от **Center**, однако экспериментировать необходимо.

Чтобы переместить сразу всю кривую, можно выделить ее, нажав клавиши **Ctrl+A**. После этого кривая будет сдвигаться, если ухватить мышью любую точку на ней.

Этот эффект работает лучше всего с обычными стереозаписями и не будет работать с моно.

Mix mid-side (MS) recording to left and right channels (Преобразовать запись посередине панорамы в левый и правый каналы). Запись посередине панорамы – это техника стереозаписи, когда один микрофон используется для записи центрального, или среднего, канала (направлен на источник, расположенный непосредственно перед слушателем), а другой микрофон записывает стереокартину (его ось максимальной чувствительности располагается перпендикулярно направлению на источник, а сам микрофон имеет диаграмму направленности в виде восьмерки). Для проигрывания на большинстве аудиосистем MS-запись должна быть преобразована

в стандарт левой/правой дорожки (также называемый стереофонической системой АВ).

Чтобы нарисовать на графике волновую форму текущего выделения, пометьте галочкой опцию **Show wave** (Показывать волну). Если выделение небольшое, это делается автоматически. Для стереофайлов есть также возможность видеть отдельно левый канал, отдельно правый или оба канала смешанными.



Стереозкспандер в WaveLab

В WaveLab для изменения стереопанорамы необходимо, чтобы **Master Section** (Секция мастеринга) была подключена: в меню **Options** должна быть помечена опция **Use Master Section** (Использовать секцию мастеринга). При этом открывается окно **Master Section**. В одной из ячеек эффектов из раскрывающегося списка выберите **VST > stereoexpander** (Расширитель стереопанорамы). Откроется окно **stereoexpander** (рис. 40).

Стереозкспандер преобразовывает моносигнал в стерео или увеличивает панораму стереосигнала.

Регулировке поддается только один параметр. Для стереосигнала при значении -100 на выходе будут два одинаковых канала (оригинал стереопанорамы полностью утерян), и звук будет исходить из центра стереобазы. При значениях от -99 до -1 стереопанорама сужается. При значении 0 сигнал на выходе соответствует исходному сигналу. Значения от 1 до 100 расширяют стереопанораму.

В WaveLab можно подключить еще один стереозкспандер: в одной из ячеек окна **Master Section** выберите из раскрывающегося списка **StereoExpander**. Откроется окно **StereoExpander**, вид которого показан на рис. 41.

И здесь настраивается лишь один параметр – **Width** (Ширина), который имеет различный эффект для моно- и стереосигналов.



Рис. 40 ▼ Окно stereoexpander



Рис. 41 ▾ Другое окно StereoExpander

Для моно сигнала при значении 0% на выходе будут два одинаковых канала, то есть звук будет исходить из центра стереобазы. Значения от 1 до 100% увеличивают стереоэффект.

Для стереосигнала при значении 0% на выходе будут два одинаковых канала (оригинал стереопанорамы полностью утерян). Значения между 1 и 49% сужают стереопанораму. При значении 50% сигнал на выходе соответствует исходному сигналу. Значения между 51 и 100% расширяют стереопанораму.

Панорамирование в *Samplitude Professional*

Стереосигнал в этой программе можно панорамировать в **Object Editor** (Редактор объектов), который доступен из меню **Object**. Редактор объектов, как и все другие опции в меню **Object**, оперирует с выбранным в окне виртуального проекта объектом.

Редактор объектов – это один из самых мощных инструментов *Samplitude*. С его помощью к каждому объекту могут быть применены эффекты в реальном масштабе времени, и нет необходимости специально назначать канал микшера или выполнять сложную маршрутизацию. Выбранные эффекты не изменяются при манипуляциях с объектом, например при его перемещении или копировании.

Кроме вызова из меню, окно редактора объектов можно открыть еще двумя способами. Находясь в выбранном объекте, нажмите правую кнопку мыши и, удерживая ее, нажмите левую. Или дважды нажмите левую кнопку мыши в нижней половине выбранного объекта.

Окно редактора объектов можно и не убирать с экрана. При помощи трех больших кнопок в левой части окна можно радикально изменять вид окна, по сути, окно имеет три разных вида. Кроме того, все три вида можно сложить в одно большое окно, а также сделать размер окна минимальным.

Так как окно редактора объектов многофункционально, рассмотрим только интересующую нас часть. Она открывается при нажатии на кнопку **Object Effects** (показано на рис. 42), в ней нам понадобится секция **Pan**.



Рис. 42 ▼ Окно объектного редактора Object Editor (вид Object Effects)

В указанной секции левый регулятор – это регулятор панорамы, а правый – регулятор стереобазы. Переключатель L<->R предназначен для взаимного переключения сигналов левого и правого каналов. Опция **Invert** позволяет инвертировать фазу любого из каналов, а опция **Mute** – выключить звук любого канала.

В рассматриваемой секции **Pan**, как и во многих других, имеется кнопка **Edit...**, с помощью которой открывается дополнительное окно **Pan Settings**, показанное на рис. 43.

В секции **Pan Modus** выбирается способ, которым влияют на аудиосигнал два регулятора – регулятор панорамы и регулятор ширины стереобазы. Таких способов четыре.

Balance + Stereo Enhancer (Баланс + Усилитель стереоэффекта). Регулятором панорамы определяется стереобаланс (средняя позиция – 0 дБ; при повороте влево уменьшается сигнал правого канала, в крайней левой позиции правый канал выключается совсем; при повороте вправо, соответственно, уменьшается сигнал левого канала вплоть до его выключения в крайней позиции). С помощью регулятора стереобазы устанавливается ширина стереобазы: в среднем положении она соответствует оригиналу,



Рис. 43 ▼ Дополнительное окно Pan Settings объектного редактора Object Editor

в крайнем левом положении – моно, в крайнем правом положении ширина стереобазы максимально увеличена.

-4.5 dB Panorama + Stereo Enhancer (Панорама -4,5 дБ + Усилитель стереоэффекта). В среднем положении регулятора панорамы громкость каждого канала уменьшена на 4,5 дБ. При повороте регулятора один из каналов постепенно исчезает, а другой остается, в крайних положениях достигая усиления до 4,5 дБ (чтобы максимальный уровень не превысил 0 дБ). При этом воспринимаемая на слух стереобаза сохраняется. Это идеальный режим для размещения монообъектов внутри стереопанорамы. С помощью регулятора стереобазы, как и в первом режиме, устанавливается ширина стереобазы: в среднем положении она соответствует оригиналу, в крайнем левом положении – моно, в крайнем правом положении ширина стереобазы максимально увеличена.

2 Channel Panorama (Панорама двух каналов). В этом режиме каждый стереоканал настраивается своим регулятором. Как и в предыдущем режиме, применяется тот же самый алгоритм сохранения громкости постоянной. Это позволяет установить, например, сигнал левого канала справа, а сигнал правого канала – посередине.

2 Channel Volume (Громкость двух каналов). В этом режиме каждый стереоканал настраивается своим регулятором громкости. В качестве регуляторов громкости левого и правого каналов выступают регуляторы панорамы и стереобазы.

7.7. Частотная коррекция

При восприятии музыки ее тембровая окраска играет большую роль. С появлением компьютерных технологий появилась возможность создавать и использовать звук любого тембра. Современные технологии позволяют избежать всех принципиальных тембровых ограничений.

Для частотной коррекции тембра широко применяются аппаратные эквалайзеры – устройства, позволяющие выборочно в определенных полосах частот усилить или ослабить частотные составляющие звука. Они имеют также программную реализацию и активно используются во всех рассматриваемых в книге программах.

Если использовать спектральное разложение (графическую форму представления звука, в которой по горизонтали отсчитываются гармонические составляющие сигнала, а по вертикали – их амплитуды), то многие частотные преобразования становятся фактически амплитудными преобразованиями спектра сигнала.

Например, фильтрация – усиление или ослабление определенных полос частот – сводится к наложению на спектр соответствующей амплитудной огибающей. Однако частотную модуляцию таким образом представить нельзя – она выглядит как смещение всего спектра или его отдельных участков во времени по определенному правилу.

Для реализации частотных преобразований обычно применяется спектральное разложение по методу Фурье, которое требует значительных вычислительных ресурсов. Однако существует алгоритм быстрого преобразования Фурье, который выполняется в арифметике целых чисел и позволяет уже на младших моделях компьютеров с процессором Intel 80486 разворачивать с достаточной точностью в реальном времени спектр сигнала. Подробнее эту методику мы рассмотрим в разделе книги, посвященном спектральному анализу.

7.8. Фильтры и их характеристики

В зависимости от полосы пропускаемых частот выделяют *фильтры низких частот* (НЧ фильтры), *фильтры высоких частот* (ВЧ фильтры), *полосно-пропускающие фильтры* (полосовые фильтры) и *полосно-задерживающие фильтры* (режекторные фильтры). Соответствующие им *амплитудно-частотные характеристики* (АЧХ) изображены на рис. 44.

На данном рисунке показаны:

- а) фильтр низких частот;
- б) фильтр высоких частот;
- в) полосно-пропускающий фильтр;
- г) полосно-задерживающий фильтр.

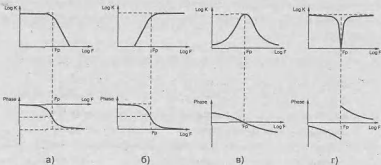


Рис. 44 ▼ Амплитудно-частотные и фазово-частотные характеристики фильтров

Наряду с АЧХ фильтра значительный интерес представляет его *фазово-частотная характеристика* (ФЧХ), то есть сдвиг фазы выходного сигнала по отношению к входному в зависимости от частоты. Фаза важна потому, что сигнал, прошедший через фильтр без изменения амплитуды в полосе пропускания, может быть искажен по форме, если запаздывание при прохождении через фильтр не будет постоянным для различных частот. Постоянное время задержки (для всех частот) соответствует линейному изменению сдвига фазы в зависимости от частоты, поэтому фильтр с линейной фазой обеспечивает неискаженную передачу формы сигнала. ФЧХ различных фильтров показаны на том же рисунке.

Графический эквалайзер в Sound Forge

При помощи **Graphic EQ** (Графический эквалайзер) можно усилить или ослабить сигнал в выбранных полосах частот, чтобы изменить частотный спектр сигнала.

Окно графического эквалайзера открывается из меню **Process** (Процессы) по команде **EQ > Graphic**. Окно содержит три вкладки: **Envelope** (Огибающая), **10 Band** (10 полос), **20 Band** (20 полос). Вторая и третья вкладки – это аналоги аппаратных решений эквалайзеров с ползунковыми регуляторами определенных полос частот, число которых (полос), соответственно, 10 и 20. Первая вкладка – это решение тех же задач графическими средствами, когда строится график огибающей определенных частот. Рассмотрим 10-полосный графический эквалайзер (вкладка 2), окно которого изображено на рис. 45.

Опция **Preset** (Предустановка) служит для загрузки стандартных (поставляемых с программой) или сохраненных пользователем настроек эквалайзера. Программа поставляется со следующими стандартными настройками:

- **Boost Bass Around 80 Hz** By 6 dB (Повысить на 6 дБ басы у частоты 80 Гц);
- **Boost High Frequencies Above 7 kHz** By 6 dB (Повысить на 6 дБ высокие частоты выше 7 кГц);
- **Boost Mid-range Around 1 kHz** By 6 dB (Повысить на 6 дБ средние частоты у частоты 1 кГц);
- **Boost Upper Three Octaves** (Повысить частоты, начиная от третьей октавы);
- **Default All Parameters** (Все значения по умолчанию, то есть в 0 дБ);
- **Gentle High-frequency Boost** (Легкое усиление высоких частот);

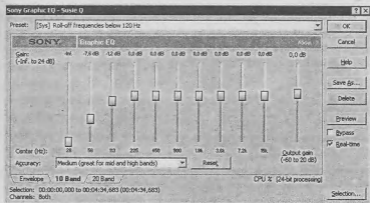


Рис. 45 ▼ Вкладка 10 Band окна Graphic EQ

- Notch Frequencies Around 450 Hz (Вырезать полосу частот 450 Гц);
- Roll-off Frequencies Below 120 Hz (Спад частот ниже 120 Гц).

Каждый из десяти ползунковых регуляторов в секции **Gain** (Усиление) позволяет усилить или ослабить уровень сигнала в определенной полосе частот. Под каждым регулятором указана средняя частота полосы, на которую он воздействует: 28 Гц, 56 Гц, 113 Гц, 225 Гц, 450 Гц, 900 Гц, 1,8 кГц, 3,6 кГц, 7,2 кГц и 15 кГц.

В зависимости от выставленных положений регуляторы воздействуют в каждой соответствующей полосе частот следующим образом:

- +24 дБ – соответствует максимальному усилению;
- 0 дБ – сигнал не изменяется;
- -Inf. – максимальное ослабление.

Значениями в поле **Accuracy** (Точность) определяется соотношение между точностью фильтра и быстродействием обработки. Низкая точность не рекомендуется при фильтрации в узкой частотной полосе, в области низких частот и при использовании высокой частоты дискретизации. Доступны три степени точности:

- **Low** – низкая (выполняется быстро, рекомендуется только для высоких частот);
- **Medium** – средняя (рекомендуется для средних и высоких частот);
- **High** – высокая (выполняется медленно, рекомендуется для всех частот).

Кнопка **Reset** (Сброс) служит для установки всех регуляторов в положение 0 дБ.

Кнопка **Preview** (Предварительно) позволяет прослушать предварительный результат без внесения изменений в звуковой файл.

Параграфический эквалайзер в Sound Forge

Paragraphic EQ (Параграфический эквалайзер) – это параметрический эквалайзер с графическим дисплеем. Он состоит из четырех полностью параметрических (настраиваемых, с регулируемыми параметрами) пиковых фильтров, одного высокочастотного и одного низкочастотного фильтров. Такой эквалайзер очень нагляден и удобен при работе над звуком.

Окно параграфического эквалайзера, показанное на рис. 46, открывается из меню **Process** по команде **EQ** ► **Paragraphic**.

Рассмотрим элементы управления в этом окне.

Опция **Preset** (Предустановка) служит для загрузки стандартных (поставляемых с программой) или сохраненных пользователем предустановленных параметров диалогового окна. Конкретная предустановка выбирается из раскрывающегося списка.

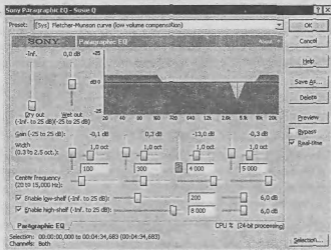


Рис. 46 ▼ Окно Paragraphic EQ

Регулятор **Dry Out** (Выход необработанного сигнала) управляет количеством необработанного, а регулятор **Wet Out** (Выход обработанного сигнала) – обработанного сигналов, которые смешиваются на выходе.

График в окне отображает кривую зависимости амплитуды от частоты, сгенерированную в соответствии с параметрами настройки.

В секции **Gain** (Усиление) устанавливается уровень усиления или ослабления сигнала в каждой из четырех полос частот (от -25 до 25 дБ). Для быстрого отключения фильтра в нужной полосе частот соответствующий регулятор устанавливается в 0 дБ двойным щелчком мыши по ручке регулятора.

Пропускная способность каждого фильтра задается регуляторами в секции **Width** (Ширина) и выражается числом октав (от 0,3 до 2,5, с центром на выбранной частоте), на которые будет воздействовать фильтр, то есть устанавливается ширина полосы. При высоких значениях фильтр охватывает широкий диапазон частот, а при низких значениях фильтр действует выборочно.

Регуляторы в секции **Center Frequency** (Средняя частота) служат для установки частоты (от 20 до 15 000 Гц), определяющей центр полосы частот каждого фильтра.

Когда помечена опция **Enable Low-shelf** (Включить фильтр низких частот), частоты ниже установленной (в соседнем поле) будут ослаблены или усилены до значений от -Inf. до 25 дБ, в зависимости от настройки регулятора, расположенного справа от поля частоты.

Когда помечена опция **Enable High-shelf** (Включить фильтр высоких частот), частоты выше установленной будут ослаблены или усилены до значений от -Inf. до 25 дБ, в зависимости от настройки.

Параметрический эквалайзер в Sound Forge

Parametric EQ – это устройство, состоящее из четырех частотных селективных фильтров, которое позволяет внести точные изменения в частотное содержание звукового сигнала.

Окно параметрического эквалайзера, показанное на рис. 47, открывается из меню **Process** по команде **EQ > Parametric**.

Рассмотрим это окно и его элементы управления.

Опция **Preset** (Предустановка) служит для загрузки стандартных (поставляемых с программой) или сохраненных пользователем

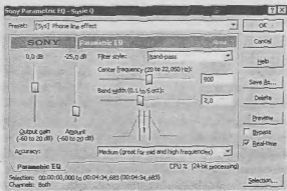


Рис. 47 ▼ Окно Parametric EQ

предустановленных параметров диалогового окна. Конкретная предустановка выбирается из раскрывающегося списка.

С помощью опции **Filter Style** (Тип фильтра) определяется характеристика частотного воздействия фильтра. Предусмотрены следующие стандартные настройки.

Low-frequency Shelf (Фильтр низких частот). При частотах ниже f пропускная способность фильтра уменьшается, а кривые сглаживания формируются в зависимости от ширины перехода. Вид кривых показан на рис. 48 – виртуальные горизонтальная и вертикальная оси обозначают, соответственно, частоту и усиление.

Этот фильтр подавляет низкочастотные составляющие и может использоваться для удаления, например, гула от перемотки ленты, электрической помехи от промышленного источника или гула пролетающего самолета.

High-frequency Shelf (Фильтр высоких частот). При частотах выше f пропускная способность фильтра уменьшается, а кривые сглаживания (показаны на рис. 49) формируются в зависимости от ширины перехода.

Данный фильтр используется, чтобы подавить высокочастотные составляющие сигнала. С его помощью возможно удаление из записи, например, высокочастотного фона от компьютера, шума ветра или уменьшение шипения ленты.

Band-pass (Полосовой фильтр). Этот фильтр усиливает или ослабляет частоты, находящиеся за пределами его ширины, как показано на рис. 50.

Такой фильтр следует применять в тех случаях, когда требуется, например, удалить шум ветра и грохот автотрассы, но выделить звучание голоса.

Этот фильтр лучше всего работает, если частоты расположены очень близко друг к другу, то есть когда полоса пропускания фильтра узкая. Если частоты находятся далеко друг от друга, то звук может звенеть.

Band-notch/boost (Режекторный фильтр). Этот фильтр усиливает или ослабляет частоты, находящиеся в пределах его ширины, как показано на рис. 51.

Такой фильтр уменьшает прохождение сигнала в выбранной частотной полосе и в основном используется, чтобы удалить помехи в узкой полосе частот, вроде самовозбуждения усилителя от микрофона или электрического фона переменного тока 50 или 60 Гц.

Регулятором **Center Frequency** (Центральная частота) задается значение f в пределах от 22 до 22 050 Гц.

Регулятор **Band Width** (Ширина полосы) используется для указания ширины частотной полосы, в которой применяется обработка (в октавах, от 0,1 до 5).

Регулятором **Output Gain** (Усиление на выходе) задается усиление, приложенное к сигналу после обработки (-60 дБ - максимальное ослабление, 20 дБ - максимальное усиление).

Регулятор **Amount** (Количество) предназначен для задания уровня сигнала в обрабатываемой полосе частот, определенной опциями **Center Frequency** и **Band Width** (-60 дБ - максимальное ослабление, 20 дБ - максимальное усиление).

Как и в окне графического эквалайзера, значениями в поле **Accuracy** (Точность) определяется компромисс между точностью фильтра и быстродействием обработки. Низкая точность не рекомендуется при выполнении очень острой фильтрации, при фильтрации очень низких частот и при использовании высокой частоты дискретизации. Доступны три степени точности:



Рис. 48 ▾ Вид кривых фильтра **Low-frequency Shelf**



Рис. 49 ▾ Вид кривых фильтра **High-frequency Shelf**



Рис. 50 ▾ Вид кривой фильтра **Band-pass**



Рис. 51 ▾ Вид кривых фильтра **Band-notch/boost**

- Low – низкая (выполняется быстро, рекомендуется только для высоких частот);
- Medium – средняя (рекомендуется для средних и высоких частот);
- High – высокая (выполняется медленно, рекомендуется для всех частот).



Параметрический эквалайзер в WaveLab

В последней версии программы WaveLab параметрический эквалайзер вызывается не из главного меню, как было раньше, а из секции мастеринга. Для этого необходимо, в первую очередь, чтобы **Master Section** (Секция мастеринга) была подключена: в меню **Options** должна быть помечена опция **Use Master Section** (Использовать секцию мастеринга). При этом открывается окно **Master Section**. В одной из ячеек эффектов из раскрывающегося списка выберите **VST** ➤ **Q**. Откроется окно **Q**, вид которого показан на рис. 52.

Этот эквалайзер имеет два ограничивающих фильтра (высокой и низкой частот) и две параметрические настраиваемые по частоте полосы с корректируемой шириной. В результате всех регулировок график, изображающий общую кривую фильтра, изменяет свою форму.

В секции **Low** (Низкочастотный диапазон) настраиваются два параметра: **Freq.** (Частота) от 20 до 2 000 Гц и **Gain** (Усиление)

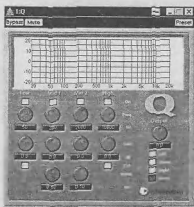


Рис. 52 ▼ Окно **Q** параметрического эквалайзера

от -20 до 20 дБ. Аналогично в секции **High** (Высокочастотный диапазон) регулируются частота от 200 до 20 000 Гц и усиление от -20 до 20 дБ.

Фильтр **Mid 1** (Первый диапазон средних частот) представляет собой параметрический полосовой фильтр. Регулировке поддаются следующие параметры: частота **Freq** от 20 до 20 000 Гц, которая обозначает центральную частоту полосы фильтра, усиление **Gain** от -20 до 20 дБ и **Width** (Ширина) от 0,05 до 5 октав, определяющая диапазон действия фильтра в соответствующей частотной полосе. Чем ниже последнее значение, тем полоса уже.

Фильтр **Mid 2** (Второй диапазон средних частот) также представляет собой параметрический полосовой фильтр. Регулировке поддаются те же параметры, что и у фильтра **Mid 1**, и в тех же диапазонах.

Кнопки **Cut** (Срезать) в секциях **Low** и **High** служат для полного и плавного среза частот соответственно в низкочастотном и высокочастотном диапазонах, как показано на рис. 52.

В секции **Output** (Выход), кроме регулятора выходного сигнала, имеются три кнопки: **Left** (Левый), **Stereo** (Стерео), **Right** (Правый), а также индикатор **Mono** (Моно). Кнопки **Left** и **Right** позволяют настроить параметры эквалайзера отдельно для каждого из каналов стереозаписи, как это изображено на графике рис. 53. Кнопка **Stereo** предназначена для одинаковой настройки левого и

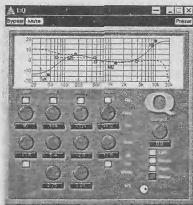


Рис. 53 ▾ Окно эквалайзера **Q** с особыми настройками, отраженными на графике

правого каналов стереозаписи, а индикатор **Mono**, как видно из его названия, служит просто для индикации монозаписи.

Кнопка **Preset** (Предустановка) используется для выбора и сохранения настроек.

Эквалайзер **Q** позволяет увеличить число полос регулировки, для чего в **Master Section** можно вызвать несколько **Q** и применить для них различные настройки.



Еще один параметрический эквалайзер в WaveLab



Рис. 54 ◀ Окно параметрического эквалайзера **EQ-1**

В программе WaveLab имеется еще один эквалайзер, также параметрический, с настраиваемыми параметрами.

Для его запуска необходимо, чтобы **Master Section** (Секция мастеринга) была подключена: в меню **Options** должна быть помечена опция **Use Master Section** (Использовать секцию мастеринга). При этом открывается окно **Master Section**. В одной из ячеек эффектов из раскрывающегося списка выберите функцию **EQ-1**. Откроется окно **EQ-1**, вид которого показан на рис. 54.

Этот стандартный параметрический эквалайзер обладает свойствами высококачественного микшерного пульта. Каждая полоса частот – **High** (Высокие), **Mid** (Средние) и **Low** (Низкие) – может быть отключена с помощью соответствующих кнопок с надписями **High**, **Mid** и **Low**, так что не требуется изменять регулировки ручек **dB**, чтобы сравнить сигнал с эквалайзером и без него.

Если требуется полностью параметрический многополосный эквалайзер, назначьте модуль **EQ-1** трем последовательным слотам (ячейкам) в **Master Section** и пользуйтесь регулировкой только полосы **Mid**, так как она настраивается на любой диапазон частот между 20 и 20 000 Гц.

В каждой из трех секций имеются регуляторы **dB** (Ослабление/усиление сигнала) и **Hz** (Частота). Допустимые значения для регуляторов **dB**: от -24 до 24 дБ.

Допустимые значения для регулятора **Hz** в высокочастотной полосе – от 632,5 до примерно 20 Гц в зависимости от частоты

дискретизации. В этой полосе фильтр имеет ограничивающий тип: это значит, что все частоты выше частоты среза также будут подавляться.

Допустимые значения для регулятора **Hz** в среднечастотной полосе – от 20 до 20 000 Гц. Среднечастотный фильтр – это пиковый полосовой фильтр. С помощью регулятора **Hz** устанавливается центральная частота полосы, а с помощью регулятора добротности **Q** – ее ширина (от 0,333 до 100). Чем выше значение **Q**, тем уже полоса пропускания фильтра.

Допустимые значения для регулятора **Hz** в низкочастотной полосе – от 20 до 10 023,7 Гц. Фильтр имеет ограничивающий тип: это значит, что все частоты ниже частоты среза также будут подавляться.

Эквалайзер **EQ-1** позволяет увеличить число полос регулировки, для чего в **Master Section** можно вызвать несколько **EQ-1** и применить для них различные настройки.



Параграфический эквалайзер в SAWStudio

Программа предлагает много способов изменения частотного содержания звуковых записей. Параметрический эквалайзер выглядит как типичный графический эквалайзер, но обладает дополнительной эксплуатационной гибкостью.

Сдвигая ползунки регуляторов, вы получаете графическое представление о корректирующей способности фильтров в виде кривой (подобно обычному графическому эквалайзеру). Кроме того, для каждой из семи частотных полос имеется возможность корректировки центральной (средней) частоты и пропускной способности (подобно типичному параметрическому эквалайзеру). Имеются также корректируемые фильтры высоких и низких частот, а также регулятор громкости выходного сигнала.

Этот эквалайзер не изменяет исходную запись и работает в реальном времени. В связи с этим требования к вычислительной мощности процессора весьма высоки, поэтому число частотных полос, которые могут обрабатываться «вживую», полностью зависит от быстродействия компьютера.

В окне **MultiTrack** выберите тот канал, где хотите применить эффект. С помощью пункта меню **View > FX > FX Choices** (Вид > Модули эффектов > Выбор) откройте окно **FX Choices** (Выбор эффекта), показанное на рис. 55. В нем отображается список всех эффектов – как встроенных, так и установленных дополнительно.

Различные комбинации эффектов из этого списка применяются для обработки аудиоданных, размещенных в канале. С помощью пунктов меню **View > FX > FX Pre Patches** (Тембры для обработки в начале), **View > FX > FX Post Patches** (Тембры для обработки в конце) или **View > FX > FX F-Res Patches** (Тембры для обработки в процессе) откройте любое из одноименных окон в зависимости от ваших задач. На рис. 56 изображено для примера окно **FX Pre Patches**.

В окне **FX Choices** выберите эффект **Studio Graphic Equalizer** (Графический эквалайзер) и добавьте его в другое открытое окно при помощи кнопки **Add** (Добавить). Теперь дважды щелкните по названию эффекта, чтобы открыть окно управления, вид которого показан на рис. 57.

Рассмотрим настройки, которые можно выполнить в окне.

Ползунковыми регуляторами отдельно в каждой частотной полосе настраивается уровень усиления или ослабления сигнала (левой кнопкой мыши) от -15 до 15 дБ. Этот уровень отображается в окнах секции **±db** отдельно для каждой частотной полосы. Если,

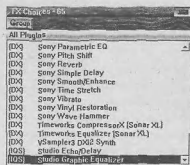


Рис. 55 ▼ Окно FX Choices

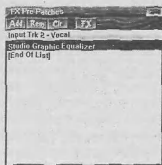


Рис. 56 ▼ Окно FX Pre Patches

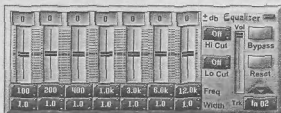


Рис. 57 ▼ Окно Equalizer

удерживая нажатой левую кнопку мыши, щелкнуть правой, уровень установится опять в 0 дБ.

Секция **Freq** (Частота) предназначена для установки центральной (резонансной) частоты для каждой из семи частотных полос.

Каждая частотная полоса в эквалайзере представляет собой полосу фильтра, который воздействует только на звуковые частоты, близкие к установленной центральной (резонансной) частоте. Эти звуковые частоты находятся внутри диапазона, определяемого пропускной способностью фильтра (равномерно сбалансированного с обеих сторон от резонансной частоты).

Для изменения частоты нажмите левую кнопку мыши в любом окне секции **Freq** и, удерживая ее, передвигайте курсор вверх или вниз. Нажатие правой кнопки мыши отключит соответствующую полосу. Повторное нажатие правой кнопки снова включит фильтр.

Частотный диапазон каждой полосы перекрывает частотные диапазоны смежных полос, что придает эксплуатационную гибкость настройке комбинаций частот. Для каждой из полос допустим диапазон частот от 40 Гц до 15 кГц.

Секция **Width** (Ширина) предназначена для корректировки пропускной способности фильтров. Меньшая пропускная способность используется, чтобы обнулить сигнал определенной частоты. При большей пропускной способности фильтр воздействует на более широкий диапазон частот. Допустимые значения: от 0,1 до 3,0.

Для изменения ширины диапазона нажмите левую кнопку мыши в любом окне секции **Width** и, удерживая ее, передвигайте курсор вверх или вниз.

Hi Cut (Фильтр высоких частот) – это ограничивающий фильтр, который удаляет высокие частоты выше установленной частоты среза (от 40 Гц до 15 кГц). Крутизна кривой среза определена шагом снижения уровня сигнала в 18 дБ на октаву.

Для изменения частоты нажмите левую кнопку мыши в окошке **Hi Cut** и, удерживая ее, передвигайте курсор вверх или вниз. Нажатие правой кнопки мыши отключит фильтр. Повторное нажатие правой кнопки снова его включит.

Lo Cut (Фильтр низких частот) – это ограничивающий фильтр, который удаляет низкие частоты ниже установленной частоты среза (от 40 Гц до 15 кГц). Крутизна кривой среза определена шагом снижения уровня сигнала в 18 дБ на октаву.

Для изменения частоты нажмите левую кнопку мыши в окне **Lo Cut** и, удерживая ее, передвигайте курсор вверх или вниз. Нажатие

правой кнопки мыши отключит фильтр. Повторное нажатие правой кнопки снова его включит.

Регулятор **Vol** (Громкость) используется для уменьшения громкости, чтобы, например, устранить отсечение пиков сигнала, возникающее при усилении или ослаблении частотных полос в громкой части звукового файла. Находясь в самом верхнем положении, регулятор не оказывает никакого влияния на сигнал.

Кнопка **Reset** (Сброс) нужна, чтобы установить ползунковые регуляторы частоты в среднее положение, а также отключить фильтры высоких и низких частот. Эта кнопка не изменяет параметров настройки пропускной способности или резонансной частоты фильтров.

Расположенная в правом нижнем углу окна **Equalizer** треугольная кнопка служит для вывода информации о версии программы. Кроме того, она позволяет сохранить текущие настройки модуля (пути к файлам настроек эквалайзера и расположение окна на экране). Для этого нажмите на нее и в открывшемся контекстном меню выберите опцию **About** (О программе) или, соответственно, **Save Preferences** (Сохранить настройки).

В этом же контекстном меню команда **Load Presets** (Загрузить предустановки) служит для загрузки предварительно сохраненных файлов установок, содержащих все корректируемые параметры настроек эквалайзера. При этом открывается диалоговое окно выбора файла. После выбора файла будут установлены все параметры настроек, сохраненные в нем. Файлы настроек эквалайзера имеют расширение **.eq**.

Аналогично с помощью команды **Save Presets** (Сохранить предустановки) эти файлы создаются и записываются на диск.

Кнопка **Close** (Закрыть) в виде знака тире, расположенная в правом верхнем углу окна **Equalizer**, закрывает окно эквалайзера. Заданные параметры настройки остаются в силе.

Параметрический эквалайзер в *Samplitude Professional*

Параметрический эквалайзер запускается из меню **Effects** (Эффекты) по команде **Parametric Equalizer**. Открывающееся при этом окно **Parametric Equalizer** показано на рис. 58. Это же окно доступно из окна **Mixer** (Микшер) при щелчке правой кнопкой мыши по какому-либо регулятору в секции **EQ** (Эквалайзер) одного из каналов микшера.

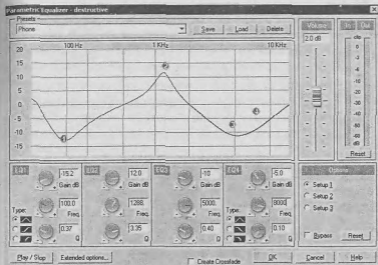


Рис. 58 ▼ Окно параметрического эквалайзера **Parametric Equalizer**

Окно представляет собой 4-полосный параметрический эквалайзер. Для корректировки звука включаются фильтры в четырех свободно выбираемых диапазонах частот. Фильтры высоких и низких частот (в окне крайние) являются широкополосными, а центральный фильтр – узкополосный.

Эквалайзер используется в волновых проектах. Для его применения выделите фрагмент в текущем проекте или выделите весь проект (с помощью клавиши **A**).

Работает эквалайзер в реальном масштабе времени. Любые настройки можно легко исследовать до внесения изменений в оригинал. Такой же процессор-эквалайзер используется в каждом канале микшера (окно **Mixer**) и на его выходе. Микшер также функционирует в режиме реального времени, и аудиоматериал не изменяется без специальных команд (применено неразрушающее редактирование).

Рассмотрим настройки, которые можно выполнить в окне **Parametric Equalizer**, используя элементы управления эквалайзером.

С помощью регуляторов **Freq.** (Частота) резонансная частота каждого фильтра может быть установлена в диапазоне от 10 Гц до 22 кГц. Так как выбор частоты свободный, нескольким фильтрам могут быть заданы одни и те же значения, чтобы достичь большего эффекта.

Регуляторами **Q** (Добротность) ширина каждого фильтра может быть изменена от 10 Гц до 10 кГц (значения от 10,0 до 0,1).

Регуляторами **Gain dB** (Усиление в децибелах) устанавливается величина ослабления или усиления сигнала в частотной полосе фильтра (от -20 до 20 дБ). При установке в 0 дБ фильтр отключается и не требует дополнительных вычислительных ресурсов.

Регулятором в секции **Volume** (Громкость) корректируется общая громкость сигнала, если в результате фильтрации она заметно снизилась.

Кнопка **Play / Stop** (Воспроизвести / Остановить) используется для предварительного прослушивания результата фильтрации в реальном масштабе времени. Если при повторном нажатии кнопки **Play / Stop** воспроизведение не прекращается (из-за перегрузки компьютера), нажмите пробел, чтобы остановить воспроизведение. Если необходимо, увеличьте размер **Test Buffer** (Буфер для проверки) в окне **System/Global Audio Options** (меню **Options** ► **System/Audio**).

При помощи опций **Setup 1-3** (Установка 1-3) выполняется быстрое переключение между тремя различными вариантами настроек фильтров, чтобы легко сравнить акустические свойства различных параметров настройки во время предварительного прослушивания.

Секция **Presets** (Предустановки) служит для выбора и загрузки в эквалайзер стандартных настроек, а также для сохранения и загрузки настроек пользователя.

Обратите внимание, что иногда при неоднократном применении к одному и тому же звуковому материалу одинаковых фильтров эффект от них может даже усилиться. Следовательно, с частотами фильтров могут выполняться самые разнообразные манипуляции.

8. Звуковые эффекты

Звуковые эффекты добавляют звучанию особый колорит, а иногда меняют звук до неузнаваемости.

8.1. Задержка сигналов

К эффектам, основанным на *задержке сигнала*, относят следующие:
Дилей (от англ. *delay* – задержка).

Реверберация (от англ. *reverberation* – повторение, отражение). Получается путем добавления к исходному сигналу затухающей серии его копий, смещенных во времени. Это имитирует затухание звука в помещении, когда за счет многократных отражений от стен, потолка и прочих поверхностей звук приобретает полноту и объемность, а после прекращения звучания источника затухает не сразу, а постепенно. При этом время между последовательными отзвуками (примерно до 50 мс) ассоциируется с размерами помещения, а их интенсивность – с характером отражающих, рассеивающих и поглощающих звук поверхностей.

Эхо (Echo). Реверберация с еще более увеличенным временем задержки – свыше 50 мс. При этом слух перестает воспринимать отражения как призвуки основного сигнала и начинает ощущать их как повторения. Обычно реализуется так же, как и естественное эхо – с затуханием повторяющихся копий.

Кроме перечисленных выше, с задержками связан целый ряд эффектов (например, флэнжер, фэйзер и хорус), которые мы рассмотрим несколько позже в разделе, посвященном модуляции.

Простейшие задержка и эхо в Sound Forge

Эффект **Delay/Echo** (Задержка/Эхо) добавляет задержанную по времени копию звукового сигнала к файлу. Одиночные или многократные задержки могут добавляться как до звукового сигнала, так и после него.

Окно **Simple Delay** (Простейшая задержка), изображенное на рис. 59, открывается из меню **Effects** по команде **Delay/Echo > Simple**.

Опция **Preset** (Предустановка) служит для загрузки стандартных (поставляемых с программой) или сохраненных пользователем предустановленных параметров диалогового окна. Конкретная предустановка выбирается из раскрывающегося списка.

Регулятор **Dry Out** (Необработанный сигнал) служит для управления амплитудой необработанного сигнала, а регулятор **Delay Out** (Сигнал с задержкой) – обработанного сигнала, которые смешиваются на выходе.

Если опция **Multiple Delays (Feedback)** (Множественные задержки – Обратная связь) не помечена, в файл добавляется копия с одиночной задержкой. Если опция помечена, то добавляются копии с множественными задержками (задержка сигнала с дополнительной задержкой и т.д.), которые создают эффект раскатистого эха.

Опция **Delay Time** (Время задержки) определяет промежуток времени между оригинальным звуком и копией с задержкой. Кроме того, если помечена опция **Multiple Delays (Feedback)**, эхо отображается на экране с интервалами, определенными опцией **Delay Time**.

Опцией **Decay Time** (Время затухания) определяется время, за которое эхо становится практически неслышимым. С технической точки зрения это время, за которое эхо уменьшает свою амплитуду на 30 дБ. Если **Decay Time** меньше **Delay Time**, то никакой задержки не будет.

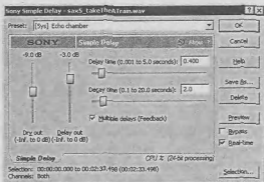


Рис. 59 ▾ Окно Simple Delay

Функцию **Delay/Echo** можно использовать для того, чтобы сдвинуть один канал стереофайла вперед или назад во времени. Например, если у вас в правом канале файла музыка, а в левом – голос, выделите только левый канал с голосом. Установите следующие параметры: уровни **Dry Out** – 0%, **Delay Out** – 100%, опцию **Multiple Delays (Feedback)** не помечайте. Теперь параметрами времени задержки **Delay Time** будет определяться время сдвига.

Чтобы смоделировать стереозвук из моно, скопируйте звук в левый и правый каналы стереофайла, а затем сделайте очень маленькое запаздывание в одном из каналов (**Dry Out** – 0%, **Delay Out** – 100%, **Multiple Delays (Feedback)** отключено). Этот простой способ часто дает хорошие результаты при создании звука, имеющего более реалистичное стереопредставление. Когда звуковая волна приходит сбоку от слушателя, звук достигает правого и левого уха в разное время – именно этот эффект и моделируется.

Разветвленная задержка в Sound Forge

Эффект **Multi-Tap Delay** (Разветвленная задержка) используется, чтобы моделировать множественное эхо, реверберацию и другие связанные с задержкой звука эффекты. Он выполняется с помощью разветвленной задержки, пошаговой модуляции и фильтрации.

Вы можете использовать до восьми независимых ответвлений задержки. Каждое ответвление состоит из задержки во времени и спецификации амплитуды для каждого эхо-сигнала. Этими ответвлениями моделируются ранние отражения сигнала в помещении. Затем применяется обратная связь в комбинации с фильтрацией и модуляцией для реализации множества отражений сигнала, которые объединяются, чтобы сформировать то, что мы слышим как реверберацию.

Окно **Multi-Tap Delay** (Разветвленная задержка), изображенное на рис. 60, открывается из меню **Effects** по команде **Delay/Echo > Multi-Tap**.

График в нижней части окна называется **Echogram** (Эхограмма). Эхограмма представляет собой амплитуды звуковых отражений сигнала (отзвуков импульса) через промежутки времени, определенные текущими параметрами настройки. Каждая вертикальная линия – эхо первоначального звука. Длина каждой линии соответствует амплитуде эха (как процент от амплитуды первоначального звука), в то время как расстояние по горизонтали от левого края до линии эха представляет

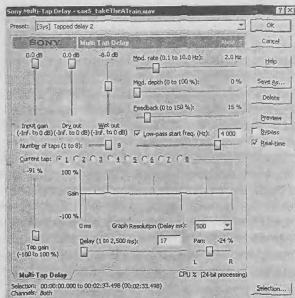


Рис. 60 ▼ Окно Multi-Tap Delay

собой промежуток времени, истекший после первоначального звука. Красная линия – это выбранное в настоящее время ответвление, черные линии – другие активные ответвления, а синие линии – эхо, возникающее из обратной связи.

Эхограмма может использоваться для того, чтобы увидеть картину полного затухания звука. Крайняя правая отметка по горизонтали соответствует времени задержки, ее значение зависит от разрешающей способности графика. Это значение может быть установлено в 500, 1 000, 3 000 или 5 000 мс.

Рассмотрим систему настройки этого окна.

Опция **Preset** (Предустановка) служит для загрузки стандартных (поставляемых с программой) или сохраненных пользователем предустановленных параметров диалогового окна. Конкретная предустановка выбирается из раскрывающегося списка.

Регулятором **Input Gain** (Входное усиление) устанавливается усиление сигнала перед обработкой.

Регулятор **Dry Out** (Необработанный сигнал) управляет количеством необработанных сигналов, а регулятор **Wet Out** (Обработанный

сигнал) – обработанных сигналов, которые смешиваются на выходе (их значения могут изменяться от $-\infty$ дБ или 0% до 0 дБ или 100%).

Регулятор **Mod. Rate** (Частота модуляции) определяет частоту сигнала модуляции (в герцах) от медленной при 0,1 Гц до самой быстрой при 10 Гц.

Регулятор **Mod. Depth** (Глубина модуляции) управляет степенью глубины частотной модуляции, приложенной к реверберации. При 0% модуляция отсутствует, при 100% глубина модуляции наибольшая. Модуляция используется для того, чтобы создать более «полный» звук или эффекты хоруса.

Регулятором **Feedback** (Обратная связь) определяется та часть обработанного сигнала, которая подается обратно на вход процесса для повторной обработки и создания дополнительного эха. Большие значения позволяют удлинить время затухания, но могут вызвать в звучании звоны.

Регулятор **Low-pass Start Freq.** (Начальная частота фильтра высоких частот) определяет частоту среза фильтра высокой частоты (в герцах), применяемого к обработанному сигналу. Если опция отключена, высокочастотная фильтрация не выполняется. Установка высокой частоты среза приведет к реверберации, которая бывает в небольшом помещении. Более низкая частота среза приглушает звук, моделируя высокочастотное демпфирование (приглушение), которое происходит обычно в помещении со звукопоглощающими материалами, когда содержание высокочастотных гармоник в сигнале при каждом последующем отражении уменьшается.

Большинство строительных материалов и сам воздух поглощают высокие частоты сильнее, чем низкие, так что использование высокочастотного фильтра часто может предотвратить излишние отражения звука.

Частоту среза фильтра можно установить от 100 до 10 000 Гц.

Опцией **Number of Taps** (Число ответвлений) устанавливается число обрабатываемых ответвлений сигналов задержки, используемых для создания отражений (может быть от 1 до 8).

Переключателями **Current Tap** (Текущее ответвление) выбирается то ответвление задержки, параметры которого будут подстраиваться. Для каждого активного ответвления сохраняются три соответствующих ему параметра: **Delay** (Задержка), **Tap Gain** (Усиление для ответвления) и **Pan** (Панорама).

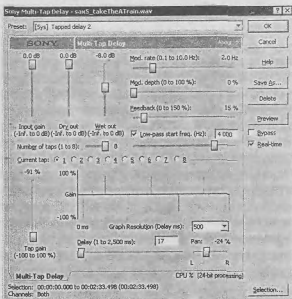


Рис. 60 ▼ Окно Multi-Tap Delay

собой промежуток времени, истекший после первоначального звука. Красная линия – это выбранное в настоящее время ответвление, черные линии – другие активные ответвления, а синие линии – эхо, возникающее из обратной связи.

Эхограмма может использоваться для того, чтобы увидеть картину полного затухания звука. Крайняя правая отметка по горизонтали соответствует времени задержки, ее значение зависит от разрешающей способности графика. Это значение может быть установлено в 500, 1 000, 3 000 или 5 000 мс.

Рассмотрим систему настройки этого окна.

Опция **Preset** (Предустановка) служит для загрузки стандартных (поставляемых с программой) или сохраненных пользователем предустановленных параметров диалогового окна. Конкретная предустановка выбирается из раскрывающегося списка.

Регулятором **Input Gain** (Входное усиление) устанавливается усиление сигнала перед обработкой.

Регулятор **Dry Out** (Необработанный сигнал) управляет количеством необработанных сигналов, а регулятор **Wet Out** (Обработанный

сигнал) – обработанных сигналов, которые смешиваются на выходе (их значения могут изменяться от $-\text{Inf}$. дБ или 0% до 0 дБ или 100%).

Регулятор **Mod. Rate** (Частота модуляции) определяет частоту сигнала модуляции (в герцах) от медленной при 0,1 Гц до самой быстрой при 10 Гц.

Регулятор **Mod. Depth** (Глубина модуляции) управляет степенью глубины частотной модуляции, приложенной к реверберации. При 0% модуляция отсутствует, при 100% глубина модуляции наибольшая. Модуляция используется для того, чтобы создать более «полный» звук или эффекты хоруса.

Регулятором **Feedback** (Обратная связь) определяется та часть обработанного сигнала, которая подается обратно на вход процесса для повторной обработки и создания дополнительного эха. Большие значения позволяют удлинить время затухания, но могут вызвать в звучании звоны.

Регулятор **Low-pass Start Freq.** (Начальная частота фильтра высоких частот) определяет частоту среза фильтра высокой частоты (в герцах), применяемого к обработанному сигналу. Если опция отключена, высокочастотная фильтрация не выполняется. Установка высокой частоты среза приведет к реверберации, которая бывает в небольшом помещении. Более низкая частота среза приглушает звук, моделируя высокочастотное демпфирование (приглушение), которое происходит обычно в помещении со звукопоглощающими материалами, когда содержание высокочастотных гармоник в сигнале при каждом последующем отражении уменьшается.

Большинство строительных материалов и сам воздух поглощают высокие частоты сильнее, чем низкие, так что использование высокочастотного фильтра часто может предотвратить излишние отражения звука.

Частоту среза фильтра можно установить от 100 до 10 000 Гц.

Опцией **Number of Taps** (Число ответвлений) устанавливается число обрабатываемых ответвлений сигналов задержки, используемых для создания отражений (может быть от 1 до 8).

Переключателями **Current Tap** (Текущее ответвление) выбирается то ответвление задержки, параметры которого будут подстраиваться. Для каждого активного ответвления сохраняются три соответствующих ему параметра: **Delay** (Задержка), **Tap Gain** (Усиление для ответвления) и **Pan** (Панорама).

Регулятором **Delay** устанавливается время задержки для ответвления. Так как звук распространяется в воздухе со скоростью примерно 30 сантиметров в миллисекунду, при работе с файлом можно моделировать размеры конкретного помещения, устанавливая задержки, соответствующие отражениям сигнала от каждой стены помещения. В большом помещении звук должен пройти большие расстояния, прежде чем достигнет отражающих поверхностей. Следовательно, при увеличении задержки создается ощущение большего объема.

Регулятор **Tap Gain** управляет уровнем громкости отраженного звука (от -100 до 100%). При отрицательных значениях эхо меняет полярность (фазу) своего сигнала относительно оригинала.

Регулятором **Pan** устанавливается относительное размещение эха в стереоканалах: при значении -100% эхо размещается в левом канале, при 100% – в правом. Панорамирование в стереозаписях создает иллюзию, будто отраженный звук приходит со всех направлений.

Опцией **Graph Resolution** (Разрешающая способность графика) определяется максимальное время в миллисекундах, отображаемое на графике.



Эхо в WaveLab

Для запуска эффекта **Echo** (Эхо) необходимо, чтобы **Master Section** (Секция мастеринга) была подключена: в меню **Options** следет отметить опцию **Use Master Section** (Использовать секцию мастеринга). При этом откроется окно **Master Section**. В одной из ячеек эффектов из раскрывающегося списка выберите **Echo**. Откроется окно **Echo**, вид которого показан на рис. 61.

С помощью этого эффекта создаются повторы звуковых сигналов, причем эти повторные сигналы дополнительно обрабатываются. Очень важно, что создается эффект естественного затухания даже для коротких выборок волны. Используются два блока задержек, которые могут быть настроены независимо.

Рассмотрим изменяемые параметры настройки эффекта.



Рис. 61 ◀ Окно Echo

Параметр **Delay 1** (Задержка 1) устанавливает время задержки относительно входного сигнала в первом блоке (значения от 0,5 до 1 000 миллисекунд).

Параметром **Feedback 1** (Обратная связь 1) устанавливается доля задержанного сигнала, подаваемого обратно в блок **Delay 1**, чтобы создать дополнительные повторы. При значении 100% эхо-сигнал повторяется неопределенно долго, а при значении 0% будет только одно повторение.

Параметр **Link 1-2** (Связь 1-2) имеет два значения: **Off** (Отключено) и **Linked** (Связано). Выберите **Off**, если хотите использовать **Delay 1** и **Delay 2** как два независимых блока. Выберите **Linked**, если выход **Delay 1** должен быть соединен с входом **Delay 2**.

Параметры **Delay 2** и **Feedback 2** идентичны параметрам **Delay 1** и **Feedback 1** (см. выше), но относятся ко второму блоку задержки.

Параметром **Del. Balance** (Баланс блоков задержки) устанавливается стереоширина блоков **Delay 1** и **Delay 2**. При установке 100% выход блока **Delay 1** назначается на левый канал, а выход блока **Delay 2** – на правый канал. При значении 0% выходы обоих блоков задержки распространены по всему полю стереопанорамы.

Параметры **Vol Left** (Громкость левого канала) и **Vol Right** (Громкость правого канала) используются для исправления дисбаланса громкости стереоизображения, вызванного эффектами задержки. Эти параметры относятся только к самому эффекту эхо, на прямой (необработанный) сигнал они не воздействуют. Допустимые значения: от -96 до 0 дБ.



Эхо и задержка в SAWStudio

С помощью этого модуля комбинируются эффекты цифровой задержки и повторяющиеся эффекты эха. Регулировке поддаются время затухания, обратная связь и уровни задержанных сигналов отдельно для левого и правого каналов. Шумы при этом не добавляются, и не происходит никакого искажения задержанных сигналов.

Эффект относится к разряду не разрушающих исходный материал и работает в реальном времени.

В окне **MultiTrack** выберите тот канал, где хотите применить эффект. С помощью пункта меню **View > FX > FX Choices** (Вид > Модули эффектов > Выбор) откройте окно **FX Choices** (Выбор эффекта). В нем отображается список всех эффектов – как встроенных, так и установленных дополнительно.

Различные комбинации эффектов из этого списка применяются для обработки аудиоданных, размещенных в канале. С помощью пунктов меню **View > FX > FX Pre Patches** (Тембры для обработки в начале), **View FX > FX Post Patches** (Тембры для обработки в конце) или **View > FX > FX F-Res Patches** (Тембры для обработки в процессе) откройте любое из одноименных окон в зависимости от ваших задач.

В окне **FX Choices** выберите эффект **Studio Echo/Delay** (Эхо/Задержка) и добавьте его в другое открытое окно при помощи кнопки **Add** (Добавить). Теперь дважды щелкните по названию эффекта, чтобы открыть окно управления, вид которого показан на рис. 62.



Рис. 62 ▼ Окно Echo/Delay

Рассмотрим настройки, которые можно выполнить в окне.

Любую часть окна, свободную от регуляторов, можно использовать для его перемещения. Для этого щелкните левой кнопкой мыши, и, удерживая ее, переместите окно в другое место экрана.

Опцией **Delay Time** (Время задержки) определяется время между повторяющимися эхо-сигналами (отдельно для левого и правого каналов).

Нажав и удерживая левую кнопку мыши в окне **Delay Time**, перемещайте курсор вверх или вниз, – так вы сможете менять время задержки с шагом в 1 мс. Если при этом удерживать нажатой левую клавишу **Shift**, скорость изменений удваивается. При щелчке правой кнопкой мыши время задержки станет таким же, как в другом стереоканале.

Специальной связью с окном **SoundFile** (Просмотр звукового файла) обеспечивается уникальное и мощное средство для установки точного времени задержки сигнала. При двойном щелчке в окне **MultiTrack** по составной части текущего канала (региону) в окне **SoundFile** выводится волновая форма звукового фрагмента данного региона. При этом обеспечивается возможность визуального

наблюдения за устанавливаемым временем задержки. Когда корректируется время задержки сигнала, на форме волны появляется красная вертикальная линия, показывающая точную величину задержки сигнала расстоянием от курсора.

Это свойство можно использовать для настройки повторов эха в точном ритме с музыкой. Для этого необходимо разместить курсор в начале ударного такта и, регулируя время задержки, передвинуть красную линию к следующему ударному такту, или установить ее на полпути к нему.

Опцией **Feedback** (Обратная связь) определяется, какая часть эхо-сигнала отдельно левого и правого каналов подается снова на вход. Этим создаются повторы эха через интервалы, определенные опцией **Delay Time**. Каждый повтор имеет уровень громкости, несколько сниженный по сравнению с предыдущим и, в конечном счете, сходящий на нет. При значении **Feedback** равном 0% создается одиночный эхо-сигнал, то есть такая настройка действует как самая простая задержка сигнала.

Нажав левую кнопку мыши в окне **Feedback**, удерживая ее и одновременно перемещая курсор вверх или вниз, вы сможете изменять значения с шагом 1%.

Регуляторами **Strength** (Сила) устанавливается уровень громкости эхо-сигнала отдельно для каждого канала. Естественно, они воздействуют и на число повторов, если установлена обратная связь.

Регулятором **Src Vol** (Итоговая громкость) можно уменьшить громкость всего сигнала, если при использовании эффекта она чрезмерно возросла.

Опция **Mode** (Режим) служит для установки одного из двух режимов задержки: **Normal** (Нормальная) или **Cross** (Перекрестная). Нажав левую кнопку мыши и удерживая ее, перемещайте курсор вверх или вниз для изменения значений.

В режиме **Normal** эхо левого и правого каналов сохраняет свое относительное расположение по каналам.

В режиме **Cross** задержанный сигнал из левого канала переходит в правый, и наоборот. При высоком проценте обратной связи можно создать эффект пинг-понга, когда отраженные звуки будут «перепрыгивать» из канала в канал. С обратной связью 0% и временем задержки от 20 до 40 мс можно получить эффект, известный под именем **Cross Delay Stereo** (Перекрестная стереозадержка), который создает иллюзию расширенной стереопанорамы даже от монофонического источника сигнала.

Эффект **Cross Delay Stereo** требует использования окна **FX Post Patches**. Исходный сигнал должен быть сдвинут к той или иной стороне стереопанорамы, а время задержки следует установить между значениями 20–40 мс. Установите регулятор **Strength** канала на максимум, режим ~ **Cross**. Такая схема приведет к тому, что моносигнал распространится по всей ширине стереопанорамы, причем ширину такого распространения можно регулировать установкой времени задержки.

Расположенная в правой части окна **Echo/Delay** синяя треугольная кнопка служит для вывода информации о версии программы. Кроме того, она позволяет сохранить текущие настройки модуля (пути к файлам настроек эффекта и расположение окна на экране). Для этого нажмите на нее и в открывшемся контекстном меню выберите опцию **About (О программе)** или, соответственно, **Save Preferences (Сохранить настройки)**.

В этом же контекстном меню команда **Load Presets (Загрузить предустановки)** служит для загрузки предварительно сохраненных файлов установок, содержащих все корректируемые параметры настроек эффекта. При этом открывается диалоговое окно выбора файла. После выбора файла будут установлены все параметры настроек, сохраненные в нем. Файлы настроек эффекта **Echo/Delay** имеют расширение **.eko**.

Аналогично с помощью команды **Save Presets (Сохранить предустановки)** эти файлы создаются и записываются на диск.

Кнопка **Close (Заккрыть)** в виде знака тире, расположенная в правом верхнем углу окна **Echo/Delay**, закрывает его. Заданные параметры настройки остаются в силе.

Эхо и задержка в **Samplitude Professional**

Эффекты эха, задержки и реверберации запускаются из меню **Effects** по команде **Echo / Delay / Reverb**. Открывающееся при этом окно **Echo / Delay / Reverb (Эхо / Задержка / Реверберация)** показано на рис. 63.

Программа позволяет применять указанные эффекты к выделенному фрагменту волнового проекта. Графический дисплей в окне представляет амплитуды звуковых отражений сигнала (эхо) через промежутки времени, определенные текущими параметрами настройки. Каждая вертикальная линия – это эхо первоначального звука. Длина каждой линии соответствует амплитуде эха (как процент

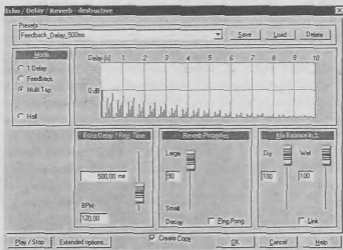


Рис. 63 ▾ Окно Echo / Delay / Reverb

от амплитуды первоначального звука). Расстояние по горизонтали от левого края до линии эха представляет собой задержку времени.

В секции **Echo Delay / Rev. Time** (Время задержки) устанавливается длительность задержки в миллисекундах. Кроме того, можно определить длительность опцией **BPM** (количество ударов в минуту, темп), если эхо должно появляться синхронно со звуком. Например, если темп музыкального фрагмента равен 120 BPM, то в рассматриваемой секции необходимо задать ту же самую величину, и эхо будет появляться в точном соответствии с ритмом музыки. Можно установить длительность и ползунковым регулятором.

В секции **Reverb Properties** (Свойства реверберации) устанавливается параметр **Decay** (Затухание). Им определяется уменьшение громкости каждого следующего эхо-сигнала в процентах. Значения около 100% приводят к медленному затуханию эха. Значения ниже 40% ведут к быстрому затуханию. Опция **Ping Pong** заставляет задержанный сигнал перемещаться из канала в канал, что дополнительно оживляет фонограмму.

В секции **Mode** (Режим) определяется тип применяемой задержки. Графический дисплей подскажет, как поведет себя эхо в каждом режиме. Возможны следующие режимы эффекта:

- **1 Delay** (Одна задержка). К звуку будет добавлена лишь одна задержка;
- **Feedback** (Обратная связь). Эхо-сигналы повторяются через интервал, определяемый опцией **Echo Delay / Rev. Time**. Параметр **Decay** (Затухание) применяется к повторным сигналам таким образом, что каждый последующий сигнал ослабляется по сравнению с предыдущим в том же самом процентном соотношении, которое указано;
- **Multi Tap** (Разветвление). В режиме разветвленной задержки применяется специальный алгоритм, который дополнительно повторяет часть эхо-сигналов между главными эхо-сигналами, определенными параметрами настройки **Echo Delay / Rev. Time**. В то время как главные (более ранние) эхо-сигналы затухают, создается ощущение нарастания вторичных эхо-сигналов;
- **Hall** (Зал). При использовании данного режима создается впечатление замкнутого пространства. При этом в секции **Reverb Properties** становится доступен дополнительный регулятор **Reverb Color** (Окраска реверберации) со значениями от 0,01 (**Dark** – Приглушенная) до 1,00 (**Bright** – Яркая).

Секция **Mix Balance In %** (Баланс смешивания в %) предназначена для задания уровней исходного (**Dry**) и обработанного (**Wet**) сигналов. Опцией **Link** (Связь) регуляторы связываются друг с другом: увеличение доли исходного сигнала ведет к уменьшению доли сигнала обработанного, и наоборот.

Все настройки можно сохранить (кнопка **Save** в секции **Presets** – Предустановки) и загрузить вновь (кнопка **Load**).

Имитатор помещения в **Samplitude Professional**

Эффект **Room Simulator** (Имитатор помещения) запускается из меню **Effects** по команде **Room Simulator**. Открывающееся при этом окно **Room Simulator** показано на рис. 64.

Эта функция позволяет моделировать акустику любого помещения. Сначала рассчитывается так называемый отзвук импульса реверберации, а затем он применяется к выделенному фрагменту или всему объекту в канале виртуального проекта. Отзвук импульса какого-либо помещения – это естественное затухание резкого, громкого звука (выстрела и т.п.). В нем содержится вся необходимая информация для точного копирования реверберации помещения. На отзвук импульса

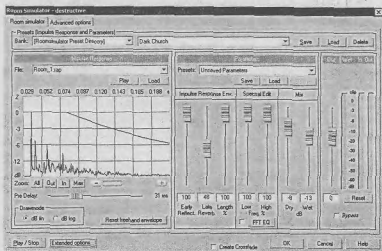


Рис. 64 ▼ Окно Room Simulator

можно влиять параметрами диалогового окна. Характеристики реверберации доступны для простого редактирования.

Кроме того, характер реверберации может быть определен типом отзвука импульса.

График отзвука импульса и дополнительные кривые позволяют получить визуальное представление о том, как влияют параметры настройки окна Room Simulator на отзвук импульса.

Рассмотрим основные элементы управления этим эффектом.

Секция **Presets (Impulse Response and Parameters)** (Предустановки: отзвук импульса и параметры). При загрузке предустановок загружаются параметры диалогового окна и отзвука импульса, связанного с этими параметрами. Если файл предустановок был перемещен или удален, выдается сообщение об ошибке.

Во время сохранения предустановок путь к файлу отзвука импульса не сохраняется. Файлы со стандартными предустановками (от производителя программы) размещаются в той же самой папке, куда сохраняются ваши личные предустановки (дополнительная папка fx-preset/RoomSim в той папке, где размещена программа Amplitude).

Предустановки могут быть сохранены (кнопка Save), загружены (Load) или удалены (Delete). Функция Load необходима только тогда, когда файлы предустановок размещены не в той папке, где они должны располагаться по умолчанию. Предустановки, которые размещены

в правильной папке, автоматически предлагаются в раскрывающемся списке на выбор. Файлы предустановок имеют расширение *.lms*.

В секции **Impulse Response** (Отзвук импульса) можно выбрать любой из открытых в настоящее время волновых проектов в качестве отзвука импульса. Если этот волновой проект не содержит отзвука, эффекта реверберации не возникнет.

При загрузке любой предустановки автоматически загружается также соответствующий отзвук импульса и его название отображается в рассматриваемой секции окна. Если файл не найден, выдается сообщение об ошибке.

Любой файл форматов WAV, IMR или RAP может быть загружен как отзвук импульса из любой доступной папки при нажатии кнопки **Load** в описываемой секции. Если при установке программы вы пропустили часть **Install Impulse Responses** (Установить отзвуки импульса) и соответствующих файлов нет в системе, именно эту часть установки можно выполнить в любое время.

Секция **Parameters** (Параметры) позволяет сохранять (кнопка **Save**), загружать (кнопка **Load**) и удалять (кнопка **Delete**) только параметры диалогового окна – характеристическая кривая отзвука, его частота, соотношение чистого сигнала и сигнала с реверберацией. Эта функция полезна при тестировании различных параметров настройки, когда не изменяется сам отзвук импульса. Параметры, загруженные вместе с предустановкой, при выборе **Parameters** изменятся, а отзвук импульса останется тем же. Если нужно сохранить весь эффект, пользуйтесь кнопкой **Save** из секции **Presets (Impulse Response and Parameters)**.

Как и в других секциях окна, функция **Load** необходима в том случае, если файлы параметров предустановок размещены не в той папке, где они должны находиться по умолчанию. Эти файлы имеют расширение *.lsp*.

Сможете ли вы с помощью предустановок достичь нужного результата, обычно зависит от выбранного отзвука импульса. А предустановки параметров – это отправные точки для поиска вариантов.

При помощи кнопки **Play / Stop** (Воспроизвести / Остановить) можно прослушать результат, а при помощи кнопки **Bypass** (Обход) – оригинальную, необработанную запись.

В секции **Drawmode** (Режим вывода изображения) предлагается выбрать способ графического отображения для описываемого эффекта: **dB lin** (линейный) или **dB log** (логарифмический).

В режиме **dB lin** графический дисплей подчиняется линейному закону, как и при обычном графическом отображении звука.

В режиме **dB log** графический дисплей подчиняется логарифмическому закону. Это соответствует чувствительности человеческого слуха к изменениям громкости.

В секции **Impulse Response Env.** (Огибающая отзвука импульса) размещены три регулятора: **Early Reflect.** (Раннее отражение), **Late Reverb.** (Позднее отражение) и **Length %** (Продолжительность).

Регулятором **Early Reflect** увеличивается или уменьшается доля ранних отражений сигнала (первые 5% отзвука).

Поздние отражения звука (оставшиеся 95% отзвука) могут быть усилены или ослаблены регулятором **Late Reverb.**

Регулятором **Length %** можно сократить длительность реверберации до 5% первоначальной длины. Но учтите: резкий спад реверберации может привести к неестественному звучанию. Это можно компенсировать, снижая **Late Reverb.** Следите за огибающей в графическом дисплее окна.

В секции **Spectral Edit** (Редактор спектра) задаются параметры поглощения **High Freq. %** (Высоких частот в %) и **Low Freq. %** (Низких частот в %).

В секции **Mix** (Микшер) определяются уровни в децибелах **Dry dB** (Первоначального) и **Wet dB** (Задержанного) сигналов в смешиваемом суммарном сигнале. Задав значение **Dry dB** равным -100, вы оставляете только сигнал реверберации. При равных величинах регуляторов оба сигнала присутствуют с одинаковой громкостью.

Если помечена опция **Create Copy** (Создавать копию), **Amplitude** создает копию выделенного фрагмента в том же самом аудиофайле, где находится первоначальный материал. Это делается для того, чтобы иметь возможность сравнить результат с первоначальным необработанным звуком. Поэтому следите за наличием свободного пространства на жестком диске. Опцию надо обязательно помечать при работе в виртуальных проектах, чтобы можно было воспользоваться функцией **Undo** (Отмена).

Room Simulator может использоваться для воссоздания акустических характеристик любых помещений. При редактировании образца отзвука импульса можно достичь различных дополнительных эффектов. Направления поиска могут быть, например, такими:

- воспользуйтесь функцией **Revert** на отзвуке импульса, чтобы создать реверсивную реверберацию;

- измените частотный спектр отзвука импульса эквалайзером для имитации звукопоглощения различными материалами;
- виртуальные размеры помещения можно изменить при помощи функции **Time Stretching**, без непосредственного воздействия на поведение резонанса помещения;
- для удаления или добавления отражений используйте функцию **Draw Volume** (Редактировать громкость) в меню **Options** ➤ **Program Preferences** ➤ **VIP Mouse Mode**;
- в качестве отзвука импульса можно использовать любые свои семплы; эксперименты такого рода позволяют достичь удивительных эффектов;
- отзвуки импульса можно создать непосредственно в **Samplitude**: воспроизводится импульс и одновременно делается запись сигнала, пропущенного через внешний процессор эффектов, на который был подан этот же импульс;
- чтобы использовать **Room Simulator** в реальном времени, выведите копию задержанного сигнала на другой канал виртуального проекта. Тогда все настройки можно будет изменять с помощью стандартных инструментальных средств, а в окне микшера канал с реверберацией смешивать с каналом основного источника звука. Для этого скопируйте основной канал в другой (канал эффекта) и откройте диалоговое окно **Room Simulator**. В нем задайте параметру **Dry dB** в секции **Mix** значение -100 и запустите обработку.

При использовании описываемого эффекта иногда возникают осложнения, которых, тем не менее, можно избежать. Перечислим некоторые из них, а также способы их устранения.

Если возникают искажения в выходном сигнале, уменьшите значение регулятора **Wet dB** в секции **Mix**.

При появлении сообщения **Response Pattern Is Too Long** (Слишком длинный образец отзвука) следует укоротить его при помощи регулятора **Late Reverb**. В программе реализован алгоритм, который предусматривает длительность файлов отзвука лишь до 524 286 выборок (примерно 11,8 с).

Сигнал реверберации неестественно резко обрывается. Хотя параметр **Late Reverb** и задается в процентах, фактически он изменяет время, в течение которого отзвук постепенно ослабевает до нуля, то есть изменяет длительность затухания отзвука. Следите на графическом дисплее за эффектом от регулировки этого параметра, особенно в режиме **dB log**.

Если в результате файл имеет большое смещение по постоянному току, проверьте, нет ли такого смещения в файле с отзвуком импульса. Отзвук импульса не должен содержать смещения по постоянному току. В противном случае устраните смещение при помощи функции **Remove DC Offset** (Устранить смещение по постоянному току) из меню **Effects** (Эффекты).

8.2. Модуляция и фазовые сдвиги

В практике обработки звукозаписей применяется модуляция сигнала с небольшой частотой (до 16 Гц): амплитудная, частотная, фазовая и тембровая.

Амплитудную модуляцию называют еще *амплитудным вибрато*, или *тремоло*. На слух она воспринимается как замирание или дрожание звука.

Для получения эффекта амплитудной модуляции применяется периодическое синусоидальное или квадратичное усиление входного сигнала, которое в конечном счете выполняется умножением значений выборки на изменяющуюся во времени функцию-модулятор. Изменением частоты такого усиления достигаются эффекты от медленного тремоло до необычных звуковых искажений.

Частотная модуляция на слух воспринимается как «завывание» или «плавание» звука (хорошо известная любителям музыки несправность лентопротяжного механизма магнитофона).

К *тембровой модуляции* можно отнести динамическую фильтрацию (*wah-wah*), которая реализуется изменением частоты среза или полосы пропускания фильтра с небольшим частотным диапазоном. На слух воспринимается как заслонение/открытие источника звука.

Wah-Wah («Вау-вау»-эффект) популяризировали многие гитаристы рока и блюза. Конструктивно устройство выполнялось в виде ножной педали, при нажатии на которую встроенный в педаль полосовой фильтр сдвигал свою резонансную частоту.

При помощи совместного использования модуляции и, например, задержек реализуются такие эффекты, как флэнжер, фэйзер, хорус.

Эффект **Flanger** (Флэнжер) можно услышать во многих записях 60-х и 70-х годов. Он возникает при смешивании промодулированного сигнала задержки с первоначальным сигналом, в результате чего образуется плывущий, перемещающийся звук. Эффект был открыт в доцифровую эпоху одним звукорежиссером, который пытался синхронизировать по скорости два аналоговых магнитофона при воспроизведении одинаковых музыкальных фрагментов.

Название флэнжер (от англ. *flange* – гребень) происходит от предложенного позже способа реализации этого эффекта в аналоговых устройствах – при помощи так называемых гребенчатых фильтров. Реализация эффекта заключается в добавлении к исходному сигналу его копий, немного (с модуляцией от 0 до 20 мс) сдвинутых во времени, с возможной модуляцией сигнала обратной связи (суммарный сигнал снова копируется, сдвигается и т.п.). На слух это ощущается как «дробление», «размазывание» звука, возникновение биений – разностных частот, характерных для игры в унисон или хорового пения, отчего флэнжеры с определенными параметрами применяются для получения хорового эффекта (от англ. *chorus* – хорус). Меняя параметры флэнжера, можно в значительной степени изменять первоначальный тембр звука.

Phaser (Фэйзер) подобен флэнжеру, с той разницей, что вместо задержки промодулированный сигнал сдвигается с некоторой периодичностью по фазе (от англ. *phase* – фаза). По сути, это частный случай флэнжера, но с намного более простой аналоговой реализацией (цифровая реализация одинакова). Изменение фазовых сдвигов суммируемых сигналов (исходного сигнала с его копиями, сдвинутыми по фазе) приводит к подавлению отдельных гармоник или частотных областей, как в многополосном фильтре.

Когда такая техника применяется к стереозаписям, в стереопредставлении возникают необычные эффекты. На слух такой эффект напоминает качание головки в стереомагнитофоне – физические процессы в обоих случаях примерно одинаковы.

Эффект **Chorus** (Хорус) создает иллюзию двух или более одновременно звучащих звуковых источников. По сути эффект является имитацией звучания хора (что и отражено в его названии).

Как известно, из-за индивидуальных различий голосов исполнителей звук каждого из них не может быть абсолютно одинаковым. Неодинаковые колебания взаимодействуют, образуются так называемые биения. Спектр звука обогащается, звук как бы течет, переливается, становится живым. Именно наличие ничтожной разницы в частотах голосов певцов или инструментов и служит причиной такого красивого звучания. В звучании же электронных инструментов, где два генератора могут быть настроены абсолютно одинаково, образно говоря, отсутствует жизнь. Именно для оживления электронного звучания и создания впечатления игры нескольких инструментов и используют хорус.

Эффект моделирует небольшую разность по частоте и времени для обработанных сигналов. Входной сигнал модулируется, задерживается, сдвигается по частоте на очень небольшие (доли герца) значения и в таком виде добавляется к необработанному сигналу.

Амплитудная модуляция в Sound Forge

Окно **Amplitude Modulation** (Амплитудная модуляция), изображенное на рис. 65, открывается из меню **Effects** по команде **Amplitude Modulation**.

Рассмотрим элементы управления эффектом в этом окне.

Опция **Preset** (Предустановка) служит для загрузки стандартных (поставляемых с программой) или сохраненных пользователем предустановленных параметров диалогового окна. Конкретная предустановка выбирается из раскрывающегося списка. Наиболее характерным параметром является форма модуляции: **Sine** (синусоидальная) или **Square** (квадратичная). Синусоидальная волна имеет гладкую форму (и придает сигналу мягкое звучание), а волна с квадратичной формой дает резкие перепады амплитуды и, соответственно, резкий, прерывистый звук.

Регулятор **Dry Out** (Необработанный сигнал) управляет количеством необработанного, а регулятор **Wet Out** (Обработанный сигнал) – обработанного сигналов, которые смешиваются на выходе.

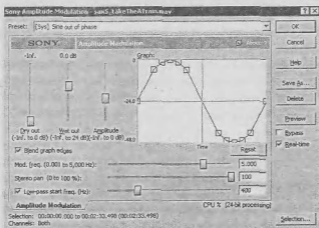


Рис. 65 ▾ Окно Amplitude Modulation

(их значения могут изменяться от $-\text{Inf. дБ}$ или 0% до 0 дБ или 100% для Dry Out и от $-\text{Inf. дБ}$ до 24 дБ для Wet Out). Регулятор **Amplitude** (Амплитуда) служит для настройки уровня модуляционного сигнала (от $-\text{Inf. дБ}$ или 0% до 0 дБ или 100%).

Опция **Mod. Freq.** (Modulator Frequency – Частота модуляции) управляет частотой волны, которая прикладывается ко входному сигналу. Диапазон значений: от $0,001$ до $5,000 \text{ Гц}$. Для получения медленного тремоло используйте низкую частоту (период колебаний = $1/\text{частота}$). При высоких частотах модуляция слышится не как изменение амплитуды, а как дополнительная частотная составляющая.

Регулятор **Low-pass Start Freq.** (Начальная частота фильтра высоких частот) определяет частоту среза фильтра высокой частоты (в герцах), применяемого к обработанному сигналу. Если опция отключена, высокочастотная фильтрация не выполняется. Установка высокой частоты среза приведет к эффектам реверберации, которые бывают в небольшом помещении. Более низкая частота среза приглушает звук, моделируя высокочастотное демпфирование (то есть приглушение), которое происходит обычно в помещении со звукопоглощающими материалами, когда содержание высокочастотных гармоник в сигнале при каждом последующем отражении уменьшается.

С помощью регулятора **Stereo Pan** (Стереопанорама) настраивается степень сдвига по фазе амплитудных огибающих модуляционных волн каждого канала. Это создает модулированный эффект смещения панорамы от одного канала к другому.

Программа позволяет самостоятельно с помощью мыши построить на графике модуляционную волну. При этом иногда на слух модуляция сопровождается легкими щелчками, что связано с некорректным рисунком волны. В таком случае может помочь опция **Blend Graph Edges** (Сгладить ребра графика). Отметьте ее и прослушайте результат.



Вибрато в Sound Forge

Вибрато называют периодическую модуляцию, часто используемую вокалистами и музыкантами. Окно **Vibrato**, изображенное на рис. 66, открывается из меню **Effects** по команде **Vibrato**.

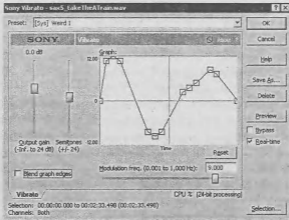


Рис. 66 ▼ Окно Vibrato

Рассмотрим элементы управления эффектом в этом окне.

Опция **Preset** (Предустановка) служит для загрузки стандартных (поставляемых с программой) или сохраненных пользователем предустановленных параметров диалогового окна. Конкретная предустановка выбирается из раскрывающегося списка.

Регулятором **Output Gain** (Выходное усиление) устанавливается усиление сигнала на выходе после обработки.

Регулятор **Semitones** (Полутоны) служит для настройки размаха (глубины) вибрации.

Опцией **Modulation Freq.** (Частота модуляции) устанавливается частота сигнала модуляции (в герцах). Эта частота определяет период вибрато. Низкая частота (от 0,001 до 2 Гц) дает медленное вибрато, в то время как частоты более высокие (от 2 до 15 Гц) дают быстрое вибрато. При еще более высоких частотах (от 15 до 1 000 Гц) вместо вибрации сигнала становятся слышны дополнительные частотные составляющие.

Программа позволяет самостоятельно с помощью мыши построить на графике модуляционную волну для эффекта вибрато. При этом иногда на слух вибрато сопровождается легкими щелчками, что связано с некорректным рисунком волны. В таком случае может помочь опция **Blend Graph Edges** (Сгладить ребра графика). Отметьте ее и прослушайте результат.

Флэнжер, фэйзер и «Вау-вау»-эффект в Sound Forge

Окно **Flange/Wah-wah** (Флэнжер/«Вау-вау»-эффект), изображенное на рис. 67, открывается из меню **Effects** по команде **Flange/Wah-wah**.

Рассмотрим систему настройки в этом окне.

Опция **Preset** (Предустановка) служит для загрузки стандартных (поставляемых с программой) или сохраненных пользователем предустановленных параметров диалогового окна. Конкретная предустановка выбирается из раскрывающегося списка.

Секция **Effect** (Эффект) служит для переключения выбираемых эффектов: **Flange** (Флэнжер), **Phaser** (Фэйзер) или **Wah-Wah** («Вау-вау»-эффект).

Регулятор **Dry Out** (Необработанный сигнал) управляет количеством необработанного, а регулятор **Wet Out** (Обработанный сигнал) – обработанного сигналов, которые смешиваются на выходе (их значения могут изменяться от $-\text{Inf}$. дБ до 12 дБ).

Опцией **Rate** (Скорость) задается частота сигнала модуляции (в герцах), которая определяет период его волны. Низкая частота (от 0,001 Гц) даст медленно плывущую, широкую волну, в то время как более высокая частота (до 20 Гц) создаст быстро меняющуюся модуляцию.

Регулятор **Depth** (Глубина) имеет различный смысл для разных эффектов. В эффекте **Flange** им определяется количество частотной

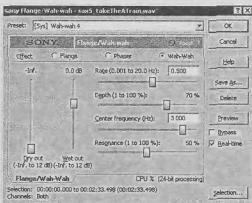


Рис. 67 ▼ Окно Flange/Wah-wah

модуляции, приложенной к сигналу. В эффекте **Phaser** рассматриваемый регулятор определяет диапазон частот, на который распространяется смещение фазы. А в эффекте **Wah-Wah** он определяет смещаемый диапазон полосового фильтра.

В опции **Center Frequency** (Центральная частота) устанавливается частота (от 100 до 5 000 Гц), возле которой происходят сдвиги в эффектах **Phaser** и **Wah-Wah**.

Регулятор **Resonance** (Резонанс) устанавливает объем фильтрации (в эффекте **Wah-Wah**) или сдвига фазы (в эффекте **Phaser**). Когда резонанс высок, диапазон обработанных частот хотя и меньше, но все же более явственен на слух.

И **Flange**, и **Phaser**, и **Wah-Wah** лучше всего работают с протяжными или медленно затухающими звуками, когда все волновые и частотные сдвиги и перемещения хорошо различаются на слух.

Хорус в Sound Forge

Благодаря усовершенствованному алгоритму частотной модуляции, с помощью этой функции можно достичь разнообразных эффектов, в том числе и не напоминающих хорус. При большой глубине модуляции будет получен эффект вибрато. При незначительной величине задержки возникнет эффект флэнжера.

Окно эффекта **Chorus** (Хорус), изображенное на рис. 68, открывается из меню **Effects** по команде **Chorus**.

Опция **Preset** (Предустановка) служит для загрузки стандартных (поставляемых с программой) или сохраненных пользователем предустановленных параметров диалогового окна. Конкретная предустановка выбирается из раскрывающегося списка.

Регулятором **Input Gain** (Входное усиление) устанавливается значение усиления сигнала перед обработкой.

Регулятор **Dry Out** (Необработанный сигнал) управляет количеством необработанного, а регулятор **Chorus Out** (Обработанный эффектом хорус сигнал) – обработанного сигналов, которые смешиваются на выходе (их значения могут изменяться от -Inf. дБ или 0% до 0 дБ или 100%).

Выделенный фрагмент звукового файла можно обработать алгоритмом хоруса несколько раз (от 1 до 3). Количество обработок устанавливается переключателем **Chorus Size** (Объем хоруса), и чем больше это количество, тем полнее звук.

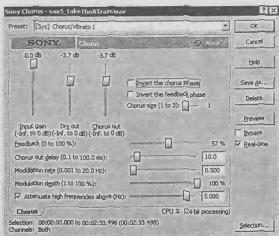


Рис. 68 ▼ Окно Chorus

Регулятором **Feedback** (*Обратная связь*) определяется глубина обратной связи, то есть доля обработанного сигнала, который снова подается на вход эффекта для повторной обработки.

Если помечена опция **Invert the Chorus Phase** (*Инвертировать фазу хоруса*), обработанный сигнал будет инвертирован на 180° перед смешиванием с необработанным сигналом. Эта возможность дает иногда сильный эффект на заключительном этапе обработки.

Если помечена опция **Invert the Feedback Phase** (*Инвертировать фазу обратной связи*), сигнал обратной связи будет инвертирован на 180° перед добавлением его к используемому для хоруса сигналу.

Опцией **Chorus Out Delay** (*Задержка для хоруса*) определяется время задержки для обработанного сигнала (в миллисекундах).

Опция **Modulation Rate** (*Скорость модуляции*) служит для установки частоты модуляции (в герцах).

Регулятор **Modulation Depth** (*Глубина модуляции*) управляет количеством частотной модуляции, приложенной к сигналу.

Если помечена опция **Attenuate High Frequencies Above** (*Ослабить сигнал с высокими частотами более*), то определяется частота среза (в герцах) высокочастотного фильтра для обработанного сигнала. Если опция отключена, фильтр также отключен.

Хорус класса Hi-fi в WaveLab

Hi-fi Chorus (Хорус класса Hi-fi) действует несколько иным способом, чем аналогичный эффект, скажем, в **Sound Forge**. Если обычно для достижения эффекта хоруса создается одна или несколько копий исходного сигнала с задержкой на разные промежутки времени, которые затем смешивают с оригиналом, то **Hi-fi Chorus** создает до 100 копий и, используя высококачественные алгоритмы модуляции, коррекции высоты звучания и гармонизации, изменяет и задерживает во времени воспроизведение каждой из копий, при этом помещая их в разные места стереопанорамы. В результате удастся достичь наиболее естественного звукового эффекта.

На обработку этим эффектом файла размером 10 Мб понадобится в десять раз больше времени, чем при использовании аналогичной функции программы **Sound Forge**. Можно применить эффект хоруса из секции **Master Section**, который рассматривается в следующем разделе книги. Данный эффект будет достигнут в два раза быстрее, чем в **Sound Forge**, однако по качеству результат окажется хуже.

По команде **Hi-fi Chorus** из меню **Process** открывается лист **Settings** (Настройки) окна **Hi-fi Chorus**, показанный на рис. 69.

Рассмотрим возможности настроек.

Параметром **Number of Voices** (Число голосов) определяется количество голосов, которые могут звучать одновременно. Чем выше число, тем богаче звук. Программа допускает установку от 2 (оригинал плюс одна копия) до 100 голосов. Для стереосигнала будет сгенерировано двойное от определенного здесь число голосов. Ну и, конечно, чем больше голосов, тем дольше их обработка.

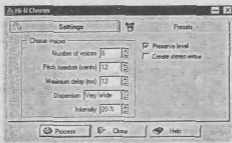


Рис. 69 ▾ Лист **Settings** окна **Hi-fi Chorus**

Параметром **Pitch Freedom (cents)** (Расстройка) устанавливается максимально допустимое расхождение (в сотых долях полутона) высоты голосов.

Параметр **Maximum Delay (ms)** (Максимальная задержка) позволяет установить максимальное время, на которое можно задержать каждый голос, от 0 до 500 миллисекунд. Чем дольше задержка, тем богаче, насыщеннее звук, но при этом размывается его атака и увеличивается продолжительность.

Параметром **Dispersion** (Разброс) добиваются количественного распределения измененных по высоте голосов. При выборе значения **Narrow** (Узко) высота большинства голосов близка к оригиналу. При выборе значения **Linear** (Линейно) количество голосов с большими и меньшими расхождениями по высоте в сравнении с оригиналом примерно одинаково. При выборе значения **Wide** (Широко) все большее число голосов отличается по высоте от оригинала.

Параметр **Intensity** (Интенсивность) используется для настройки уровня громкости дополнительных голосов относительно оригинального звука.

Когда помечена опция **Preserve Level** (Сохранять уровень), возникающий в результате обработки звук будет иметь тот же самый уровень, что и оригинал, независимо от числа добавленных голосов. Даже если опция не помечена, отсечений пиков сигнала не происходит.

При работе с монофрагментом можно сделать из него стерео, если пометить опцию **Create Stereo Wave** (Создать стереоволну). Обработанная звуковая волна откроется в новом окне. Отметим, что во всех случаях хорус – это отличный способ создания стереозвучания из моно.

Наконец, на вкладке **Presets** (Предустановки) рассматриваемого окна, как обычно, имеется несколько стандартных предустановленных параметров. Можно также сохранить и загрузить свои собственные настройки в качестве предустановок.



Хорус в WaveLab

Чтобы запустить эффект **Chorus**, необходимо подключить секцию мастеринга **Master Section**: в меню **Options** следует пометить опцию **Use Master Section** (Использовать секцию мастеринга). При этом открывается окно **Master Section**. В одной из ячеек эффектов



Рис. 70 ▼ Окно Chorus

из раскрывающегося списка выберите функцию **Chorus**. Откроется соответствующее окно, вид которого показан на рис. 70.

Эффект работает в режиме реального времени.

Рассмотрим изменяемые параметры настройки эффекта.

Параметр **Delay** (Задержка) используется для того, чтобы определить общее запаздывание (от 0,1 до 60 мс) обработанного сигнала относительно исходного. Чем выше установленное значение, тем более ощутимый эффект достигается. Низкие параметры настройки (до 7 мс) создают эффекты, подобные эффекту флэнжера. Установка около 25 мс дает эффект классического хора, в то время как параметры настройки выше этого значения применяются главным образом для специальных эффектов.

Параметром **Width** (Ширина) определяется степень модуляции задержанного сигнала (от 0 до 100%). Именно изменение этого параметра вызывает эффект расширения панорамы. Обратите внимание, что значения 0% следует избегать: при нем создается впечатление, что в некоторых частях звуковой волны возникают проблемы с фазой.

Параметром **Frequency** (Частота) устанавливается частота модуляции (от 0,009999 до 25 Гц). Чем выше значение, тем чаще модуляция. Значения выше 7 Гц используются редко, так как они дают особые эффекты.

Параметром **Feedback** (Обратная связь) определяется глубина обратной связи, то есть процент обработанного сигнала, который снова подается на вход эффекта для повторной обработки. Чем выше установленное значение, тем более ощутимый эффект достигается. При малых значениях возникает эффект флэнжера. При больших значениях создается большее число повторяющихся звуков.

Параметр **Fb Balance** (Баланс обратной связи) используется для того, чтобы установить громкость сигнала обратной связи при его смешивании с исходным сигналом. Если этот параметр установлен в 100%, а значение **Feedback** находится между 65 и 100%, эффект входит в стадию самовозбуждения.

Два параметра **Glimmer** (Мерцание) позволяют определить степень перемещения обработанного сигнала по стереопанораме (значения от 0 до 100%). Это похоже на эффект **AutoPan** (Автоматическое изменение панорамы), описываемый далее в разделе «Особые эффекты», но в рассматриваемом случае перемешаются только сигналы хоруca. **Glimmer 1** настраивает сигнал правого канала, а **Glimmer 2** управляет комбинацией левого и правого каналов (фактически левый канал всегда остается в положении 0).

Параметром **Stereo Spread** (Стереоразмах) определяется ширина (от 0 до 100%), которую эффект хоруca займет в звуковом стереоизображении. Значение 0% создает впечатление монозвучания, а так как сигналы левого и правого каналов смешиваются, хорус становится громче.

Параметром **Mix** (Смесь) устанавливается баланс уровней исходного и обработанного сигналов. При значении 0% будет слышен только исходный сигнал, в то время как при 100% соотношение между исходным и обработанным сигналами будет равняться 50/50.

Аттенюатор (ослабитель) **Output Lev** (Уровень выхода) позволяет уменьшить уровень сигнала на выходе эффекта, чтобы избежать отсечения пиков сигнала и, следовательно, искажений. Допустимые значения: от -48 до 0 дБ.

8.3. Изменение высоты и времени звучания

Временная коррекция позволяет изменить длительность звучания фрагмента фонограммы без внесения в него частотных искажений. По своим физическим параметрам высота тона и длительность воспроизведения – взаимосвязанные параметры. Если, например, затормозить диск проигрывателя грампластинок, то одновременно изменится и высота тона. Поэтому для решения данной задачи требуется применение специальных математических методов обработки сигналов.

Наиболее часто временная коррекция используется при озвучивании фильмов: накладываемая фонограмма должна точно соответствовать длительности изображения. С помощью данного эффекта легко решаются проблемы синхронизации звука и изображения, наложения на изображение музыкальной фонограммы, речи или шумов.

Используя метод временной коррекции, можно точно подобрать длительность фонограммы в соответствии с продолжительностью видеосюжета, сохранив высоту тона. Электронное временное сжатие, не вносящее в запись различимых на слух искажений звука, может достигать 15%.

Сжатие и растяжение во времени в Sound Forge

Функция **Time Stretch** (Продолжительность во времени) изменяет продолжительность звукового файла, не влияя на высоту звука. Окно **Time Stretch**, изображенное на рис. 71, открывается из меню **Process** по команде **Time Stretch**.

Рассмотрим элементы управления эффектом в этом окне.

Опция **Preset** (Предустановка) служит для загрузки стандартных (поставляемых с программой) или сохраненных пользователем предустановленных параметров диалогового окна. Конкретная предустановка выбирается из раскрывающегося списка.

В опции **Mode** (Режим) выбирается алгоритм обработки звука. Предлагается 19 различных режимов, которые названы в соответствии с их возможным применением. В зависимости от исходного звука разные режимы могут значительно изменить его качество, поэтому необходимо экспериментировать со всеми режимами.

Наилучших результатов от применения рассматриваемого эффекта можно достичь при степени сжатия или растяжения от 75 до 115%. Вне этого диапазона могут возникать различные проблемы. Наличие нескольких режимов дает возможность определить, какой алгоритм лучше всего подходит для каждого конкретного случая. Обычно подходят любые режимы, но иногда для достижения наилучших результатов (например, в мультиинструментальных композициях) возникает необходимость испытать все предлагаемые программой режимы.

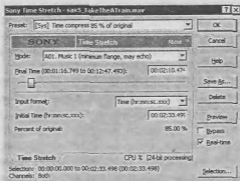


Рис. 71 ▼ Окно Time Stretch

Кроме того, неоднократное выполнение процесса с небольшими приращениями времени (около 105%) даст другой результат, нежели обработка сразу с большим изменением времени.

Рассматриваемая функция позволяет изменить продолжительность звукового файла при помощи опции **Input Format** (Первоначальный формат) тремя способами: указанием параметра **Percentage** (В процентах), **Tempo** (В изменении темпа) или **Time** (В изменении времени).

В зависимости от указанных параметров регулируется **Final Percentage** (Окончательный процент), **Final Tempo** (Окончательный темп) или **Final Time** (Окончательное время), то есть задается желаемая длина выделенного фрагмента, соответственно, в процентах (от изначальной), в изменении темпа или в изменении времени звучания относительно первоначальной длины.

Эту функцию нельзя применить только на одном канале стереофайла, так как длина каналов должна всегда оставаться равной. При значительном изменении темпа музыки возникают такие помехи, как эхо, эффект флэнжера, дрожание звука.

Изменение высоты звучания в Sound Forge

Функция **Pitch Bend** (Изменение высоты) используется для прорисовки кривой, которая будет соответствовать увеличению или уменьшению высоты звучания аудиофайла на разную величину в разное время.

Окно **Pitch Bend**, изображенное на рис. 72, открывается из меню **Effects** по команде **Pitch > Bend**.

Рассмотрим элементы управления этого окна.

Кривая линия на графике определяет изменения высоты звука во времени. Эти изменения откладываются по вертикальной оси. При нуле высота не меняется. Горизонтальная ось представляет длину выделенного фрагмента.

Чтобы зафиксировать положение точки кривой, щелкните по ней левой кнопкой мыши и, удерживая кнопку, перемещайте точку в новую позицию. Для удаления зафиксированной точки щелкните по ней правой кнопкой мыши. Программа позволяет создавать до 16 таких точек.

Кнопка **Reset Envelope** (Сброс огибающей) удаляет все зафиксированные точки кривой, за исключением двух крайних.

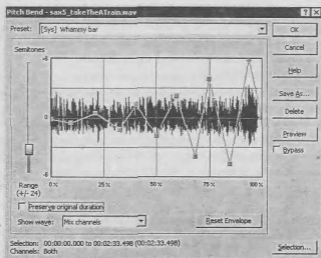


Рис. 72 ▾ Окно Pitch Bend

Регулятором **Range** (Диапазон) устанавливается максимум и минимум для изменения высоты (в музыкальных полутонах – Semitones). Например, диапазон в двенадцать полутонов (одна октава) позволяет как увеличить, так и уменьшить высоту звука на октаву.

Чтобы вывести в диалоговом окне вместе с графиком кривой еще и волновую форму выделенного фрагмента, пометьте опцию **Show Wave** (Показывать волну). Это делается автоматически, если выделен незначительный по размеру фрагмент. Для стереофайлов можно выбрать опцию **Left Channel Only** (Только левый канал), **Right Channel Only** (Только правый канал) или **Mix Channels** (Смесь каналов).

Функция **Pitch Bend** реализована тем же самым способом, что и изменение высоты звука в магнитофоне при изменении скорости движения ленты. Следовательно, длина файла также изменится. Если вы не хотите этого, отметьте опцию **Preserve Original Duration** (Сохранить первоначальную продолжительность). Хорошие результаты с помощью этой опции можно получить лишь при небольших изменениях высоты звучания (до двух полутонов).

Сдвиг высоты звучания в *Sound Forge*

Окно **Pitch Shift** (Сдвиг высоты), изображенное на рис. 73, открывается из меню **Effects** по команде **Pitch > Shift**.

Функция **Pitch Shift** изменяет высоту выделенного фрагмента как с сохранением продолжительности звукового файла, так и без этого.

Опция **Semitones to Shift Pitch By** (Число полутонов сдвига) устанавливает число музыкальных полутонов, на которое следует повысить или понизить звуковой фрагмент. При использовании опции **Preserve Duration** (Сохранять продолжительность) диапазон сдвига ограничен величинами от -12 до 12 полутонов.

Опция **Cents to Shift Pitch By** (Сдвиг на сотые доли полутона) используется, если требуется сместить высоту звука на величину не целого числа полутонов. Единица измерения высоты здесь – одна сотая часть полутона.

Преобразование формата – операция не безобидная: возможно возникновение искажений из-за наложения спектров. Особенно заметными они могут быть при сдвиге высоты звука на большую величину. Чтобы избежать такого рода искажений, можно включить опцию **Apply an Anti-alias Filter During Pitch Shift** (Применять фильтр антиалиазинга при сдвиге высоты).

Если опция **Preserve Duration** помечена, длина звукового файла будет сохранена. В противном случае длина выделенного фрагмента

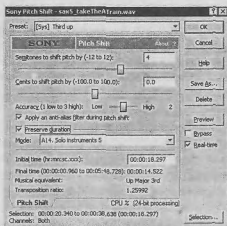


Рис. 73 ◀ Окно Pitch Shift

изменится на величину, обратную величине сдвига (чем выше звук, тем короче фрагмент).

Опцией **Mode** (Режим) задается используемый алгоритм. Имеются 19 разных алгоритмов, каждый с различными параметрами, настроенными для различного звукового материала, что и отражено в названии каждого режима. Однако при применении режимов потребуются эксперименты.

Регулятор **Accuracy** (Точность) служит для переключения алгоритмов обработки функции. При высокой точности обработка выполняется медленнее, чем при низкой точности.

Величина **Transposition Ratio** (Коэффициент изменения тональности) определяет число, на которое умножаются все частоты. Если опция **Preserve Duration** выключена, новая длина файла может быть рассчитана умножением длины необработанного файла на величину, обратную рассматриваемому коэффициенту, то есть на $1/\text{Transposition ratio}$.

Сдвиг высоты без сохранения продолжительности звучания реализован тем же способом, что и изменение высоты звука в магнитофоне при изменении скорости движения ленты. Следовательно, длина файла и время его звучания также изменятся.

Функция может быть использована для точной настройки продолжительности звучания фрагмента, если изменение высоты звука не воспринимается на слух или вообще неважно (при незначительных изменениях продолжительности звучания).

Изменение продолжительности звучания записи в WaveLab

Time Stretch (Изменение продолжительности) – это операция, которая позволяет изменить длительность записи без воздействия на высоту звука: без существенных искажений можно замедлить воспроизведение в два раза. Используется только один алгоритм обработки, который работает почти в четыре раза быстрее, чем **Time Stretch** в **Sound Forge**.

По команде **Time Stretch** из меню **Process** открывается окно **Time Stretching**, показанное на рис. 74.

Чаще всего эта функция применяется для того, чтобы сделать звуковой фрагмент пригодным для использования с другим материалом. Сначала выделяется фрагмент, который будет удлиннен или укорочен, а затем в диалоговом окне подбираются параметры, чтобы

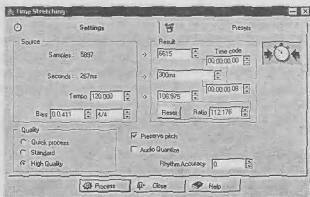


Рис. 74 ▾ Окно Time Stretching

найти **Ratio** (Коэффициент) для изменения его продолжительности. Для этого, в зависимости от ситуации, выбирается параметр длительности звучания или его темп. Можно также непосредственно определить **Ratio** как процент от первоначальной длины.

Рассмотрим настройки диалогового окна.

В секции **Source** (Исходник) показаны параметры исходной записи:

- ▶ **Samples** (Выборки) – исходная длина выделенного фрагмента в выборках;
- ▶ **Seconds** (Секунды) – то же в секундах.

Опция **Tempo** (Темп) служит для задания темпа в выделенном фрагменте. Если на экран выводится шкала, в качестве единицы измерения которой выбран музыкальный метр, при изменении темпа соответственно изменяется и шаг шкалы. Изменится также и темп на вкладке **Tempo/Time Code** в окне **Preferences** (меню **Options** ▶ **Preferences**).

Опция **Bars** (Такты) позволяет определить продолжительность выделенного фрагмента в тактах, долях и квантах времени для автоматического расчета темпа, если он не известен.

Если длина фрагмента задана в тактах, то в поле справа от опции **Bars** указывается музыкальный размер. Когда на экран выводится шкала, в качестве единицы измерения которой выбран музыкальный метр, ее шаг меняется соответственно изменению размера. Изменится также и **Time Signature** (Музыкальный размер) на вкладке **Tempo/Time Code** в окне **Preferences** (меню **Options** ▶ **Preferences**).

Метр в данном контексте – это формат измерения длительности файла, основанный на темпе. Метр делится на такты, доли (четвертные ноты) и кванты времени (составные части четвертных нот).

Метром в элементарной теории музыки называют непрерывную последовательность повторяющихся ритмических единиц равной длительности, другими словами – долей, или отрезков времени.

В секции **Result** (Результат) задаются параметры результирующей записи:

- ▶ **Samples** (Выборки) – нужная длина выделенного фрагмента в выборках;
- ▶ **Seconds** (Секунды) – то же в секундах.

Необходимую длину фрагмента можно задать временем его начала и окончания в каком-либо из форматов **Time Code** (Код времени).

Time Code – это отметка относительного времени, которая применяется в кино и видео для маркировки кадров и измеряется в часах, минутах, секундах и кадрах. Форматы различаются числом кадров в секунде, что зависит от принятых в той или иной стране стандартов частоты смены кадров. Например, в Европе для видео используется частота 25 кадров в секунду.

Если в секции **Result** задается новый темп, опция **Tempo** (Темп) в секции **Source** должна быть определена.

Кнопка **Reset** (Сброс) используется для отмены всех настроек, изменяющих продолжительность звучания, и установки в 100% (длительность не меняется) опции **Ratio** (Степень изменения продолжительности), которая необходима при запуске расчета кнопкой **Process** (Выполнить).

В секции **Quality** (Качество) можно выбрать одну из трех опций: **Quick Process** (Быстрая обработка), **Standard** (Стандартная), **High Quality** (Высокого качества). Последняя из перечисленных опций дает самый лучший результат, но обработка займет много времени. В большинстве случаев достаточно установить опцию **Standard**.

Если требуется сохранить музыкальную высоту тона, отметьте галочкой опцию **Preserve Pitch** (Сохранить высоту).

Когда активизирована опция **Audio Quantize** (Квантование звука), длина возникающего в результате файла будет соответствовать настройкам секции **Result**. Без данной опции фактическая

продолжительность файла может несколькими миллисекундами отличаться от заданной. Если такой точности не требуется, для лучшего качества звука опцию следует оставить не помеченной.

Величину значения **Rhythm Accuracy** (Ритмическая точность) следует устанавливать в зависимости от ритмического характера музыки. Так, для ударных надо выбирать высокие значения, тогда ритмический рисунок пьесы будет максимально сохранен. При низких значениях качество звука будет выше, но отдельные аудиофрагменты могут быть слегка смещены во времени (речь идет о миллисекундах), однако сбивки на слух будут незаметны.

8.4. Особые эффекты

К особым эффектам можно отнести компрессию (сжатие динамического диапазона), дисторшн (искажение, имитирующее аналоговые перегрузки), вокодер, караоке и т.п.

Компрессией (от англ. *compression* – сжатие) называют *сжатие динамического диапазона* сигнала, когда тихие звуки усиливаются, а громкие – ослабляются. На слух компрессия воспринимается как уменьшение разницы между тихим и громким звучанием исходного сигнала. Используется для последующей обработки методами, чувствительными к изменению амплитуды сигнала. В звукозаписи повсеместно применяется для снижения относительного уровня шума и предотвращения перегрузок в звуковых каналах. В качестве гитарной приставки позволяет значительно (на десятки секунд) продлить звучание струны без затухания громкости.

Дисторшн (от англ. *distortion* – искажение) – это намеренное искажение формы звука, что придает ему резкий, скрежещущий оттенок. Наибольшее применение данный эффект получил в качестве гитарного эффекта (электргитара стиля *heavy metal*). Достигается чрезмерным усилением исходного сигнала до появления ограничений в усилителе (среза пиков импульсов) и даже его самовозбуждения. Благодаря этому волновая форма исходного сигнала приближается к форме прямоугольных импульсов, отчего в нем появляется большое количество новых частотных составляющих, обогащающих спектр. Этот эффект применяется в различных вариациях (*fuzz*, *overdrive* и т.п.), отличающихся друг от друга способом ограничения сигнала (обычное или сглаженное, весь спектр или полоса частот, весь амплитудный диапазон или его часть и т.п.), соотношением исходного и искаженного сигналов в выходном, частотными

характеристиками усилителей (наличие или отсутствие фильтров на выходе).

Вокодер (от англ. *voice coder* – кодировщик голоса) – синтез речи на основе произвольного входного сигнала с богатым спектром. Речевой синтез реализуется при помощи формантных преобразований. Выделение из сигнала с достаточным спектром нужного набора формант с необходимыми соотношениями придает сигналу свойства соответствующего гласного звука. Изначально вокодеры использовались для передачи кодированной речи: путем анализа исходного речевого сигнала из него выделялась информация об изменении положений формант (переход от одного звука к другому), которая кодировалась и передавалась по линиям связи, а на приемном конце блок управляемых фильтров и усилителей синтезировал речь заново. Подавая на блок речевого синтеза звучание, например, электрогитары и произнося слова в микрофон блока анализа, можно получить эффект «разговаривающей гитары»; при подаче звучания с синтезатора получается известный «голос робота», а подача сигнала, близкого по спектру колебаниям голосовых связок, но отличающегося по частоте, меняет регистр голоса – мужской на женский или детский, и наоборот.

Караоке – это удаление из песни голоса исполнителя с тем, чтобы получить так называемую «минусовку» (-1), которую можно использовать в качестве сопровождения при собственном пении. Если в песне звучит голос только одного исполнителя, он обычно находится примерно посередине стереопанорамы, и удалить его можно путем вычитания одного канала из другого. Если голос находится не точно посередине, перед вычитанием нужно уравнивать амплитуды голоса в обоих каналах. Если поют несколько голосов, они могут быть удалены путем фильтрации соответствующих частот. Естественно, все эти преобразования приводят к заметной потере качества фонограммы. Караоке также называют специально сделанные фонограммы песен без голоса исполнителя.

Компрессия, расширение и ограничение звукового сигнала

Говоря о компрессии применительно к звуку, имеют в виду уменьшение динамического диапазона: или громкие звуки делаются тише, или тихие делаются громче, или изменяются и те, и другие.

Этим же термином называют упаковку данных в цифровых системах, чтобы увеличить объем передаваемой информации при определенной скорости передачи данных (измеряемой в килобитах в секунду). Такая компрессия данных применяется, например, в системах MPEG или Dolby AC3. Чтобы не возникало путаницы, подобное сжатие мы будем называть *компрессией данных* (о нем пойдет речь в главе книги, посвященной резервному копированию). Здесь же мы рассматриваем исключительно компрессию динамического диапазона.

Для компрессии в звукозаписи и радиовещании используют несколько близких по принципу действия устройств: собственно **Compressor** (Компрессор), **Limiter** (Лимитер, или ограничитель), **Expander** (Экспандер, или расширитель) и **Gate** (Гейт, или подавитель).

Компрессор сжимает динамический диапазон записи, для чего уменьшается уровень сигнала большой громкости и применяется усиление ко всему файлу, чтобы поднять общий уровень громкости. Компрессия часто применяется к записям вокальных и музыкальных партий, чтобы получить сопоставимые уровни громкости. Это позволяет достичь более выровненного, наполненного звука.

Лимитер, или *ограничитель*, – это пороговый компрессор с большим коэффициентом уменьшения динамического диапазона. Ограничители используются в радиовещании для гарантии того, что уровень громкости не переступит через некоторый порог перегрузки электрического оборудования, когда возникают заметные искажения сигнала. Ограничители также применяются гитаристами для создания искаженного, долго не затухающего звука.

Экспандер, или *расширитель*, увеличивает динамический диапазон сигнала, понижая уровни громкости тихих сигналов. Расширители обычно используются для уменьшения шума или для особого выделения динамики фрагмента.

Гейт, или *подавитель*, – это пороговое устройство, отсекающее слабые сигналы, уровень которых находится ниже некоторого заданного порога. Гейты применяются для устранения шумов в паузах.

Опасности сжатия

24 бит, 192 кГц, многоканальный звук... – это часть новых реальностей, новых свойств наступающей эры первоклассного цифрового звука. Прежде чем мы сможем использовать эти возможности в полной мере, следует научиться не повторять прошлых ошибок. Одна

из них – излишняя компрессия динамического диапазона при мастеринге компакт-дисков.

Динамический диапазон

Чтобы постичь искусство сжатия, нужно научиться оценивать мощь динамического диапазона музыки. Что в музыке вызывает наш интерес?

На короткое время (пока длится сингл по радио или на дискотеке) наше внимание могут захватить громкость звучания и его мощь. Но дома интерес вызывает прежде всего разнообразие динамики. Хорошая музыка, написанная для длительного музыкального восприятия, содержит разумную смесь разнообразия и подобия в динамике. Неуклонно громкая и однообразная музыка может наскучить очень быстро. Любой музыкальный стиль, который – как это ни странно звучит – теряет музыкальность, быстро умирает.

Динамический контраст играет в музыке большую роль. Современная музыка усвоила 250-летний урок классической композиции, включив в свой строй мелодическую и гармоническую структуру. Любой стиль в своем развитии может избежать утомительного звучания за счет расширения динамического диапазона. Тишина и тихий звук дают передышку, после которой громкий звук часто кажется даже более захватывающим. Музыка на радио, телевидении и в Internet в настоящее время слишком сжата и поэтому не может передать всю широту динамического диапазона. Это возможно только в концертных залах.

Компрессор как инструмент управления динамическим диапазоном

Сжатие – это инструмент, который, находясь в опытных руках, помогает создать действительно красивую запись. Многие музыкальные стили основаны на сжатом звуке, от диско и рэпа до heavy metal. Опытный звукорежиссер может творчески использовать сжатие, чтобы украсить звук и сформировать новые эффекты. Такое сознательное искажение использовалось в каждом стиле современной музыки. Это подобно работе живописца: многие художники способны к созданию естественно выглядящего ландшафта, однако отказались от этого во имя абстракции. Но опытный наблюдатель понимает то, что хочет сказать художник. В самом деле, требуется гораздо больше работы и умения, чтобы сделать звучание записи естественным.

В звуковом искусстве, как и в изобразительном, сначала учатся наносить естественные краски, и только затем можно верно понять искусство создания искажений. Изучите, где сжатие полезно, а где оно оказывает плохую услугу музыке. Сжатая запись может звучать нормально на дешевых магнитофонах и плеерах, но при воспроизведении на высококачественной аппаратуре звук будет безжизненным. Поэтому сингл или клип надо записывать по-другому, нежели альбом.

Компрессоры обычно используются при записи, сведении и мастеринге. У каждого имеется свой собственный стиль работы с компрессорами. Однако начните работать без компрессора. Он понадобится позже, чтобы избавиться от некоторых проблем; сам по себе компрессор не заменяет качественной записи. Сначала научитесь работать с естественными динамическими диапазонами музыкальных инструментов, а затем уже начните изменять их с помощью компрессоров.

Графическое изменение динамического диапазона в Sound Forge

В меню **Effects** выберите опцию **Dynamics** (Динамический диапазон), а затем – **Graphic** (Графический). Откроется окно **Graphic Dynamics** (Графическое изменение динамического диапазона), показанное на рис. 75.

Изображенный в окне график динамики ввода-вывода показывает соответствие между уровнями входного и выходного сигналов. По диагонали эти уровни равны. Когда график располагается ниже диагонали, это значит, что сигнал соответствующего входного уровня уменьшен (усиление меньше 0 дБ). Когда график выше диагонали, сигнал усилен (усиление больше 0 дБ).

Зная это, можно нарисовать графики для сжатия, ограничения, подавления шумов и расширения динамического диапазона, перемещая точки графика вручную или с помощью регуляторов **Threshold** (Порог) и **Ratio** (Коэффициент). График рисуется перемещением вверх или вниз маленьких квадратиков, которые образуются в любой точке линии графика, если щелкнуть по ней левой кнопкой мыши. Таких точек может быть не более 16. Удаляются точки щелчком правой кнопки или двойным щелчком левой.

Регулятором **Output Gain** (Выходное усиление) выставляется уровень обработанного сигнала. Если включена опция **Auto Gain Compensate** (Автоматическая компенсация усиления), такая регулировка применяется к уже компенсированному сигналу.

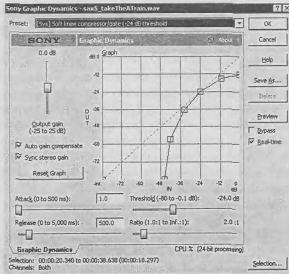


Рис. 75 ▼ Окно Graphic Dynamics

Кнопка **Reset Graph** (Сбросить график) применяется для того, чтобы вернуть график в исходное состояние.

При включенной опции **Sync Stereo Gain** (Синхронизировать усиление каналов) усиление левого и правого каналов будет всегда одинаковым. Так предотвращается потеря стереоэффекта, которая может произойти, если каналы обрабатываются независимо друг от друга.

Когда включена опция **Auto Gain Compensate** (Автоматическая компенсация усиления), то во время обработки применяется усиление, чтобы сохранить максимальный уровень входного и выходного сигналов равными. Этот уровень обычно соответствует самой высокой точке графика. Но вы можете дополнительно поднять его, усилив общий уровень громкости с помощью регулятора **Output Gain** (Выходное усиление).

Регулятором **Threshold** (Порог) задается уровень сигнала, при котором действуют опции **Attack** (Время атаки) и **Release** (Время затухания). В простом компрессоре или гейте (подавителе) порог – это уровень, при котором усиление начинает отклоняться от 1. При изменении порога все точки графика сдвигаются по диагонали влево или вправо.

Параметром **Attack** определяется время атаки сигнала (в миллисекундах), то есть время, за которое уровень сигнала изменится от предпорогового до постпорогового.

Параметром **Release** задается время затухания (в миллисекундах), которое требуется для того, чтобы уровень сигнала изменился от постпорогового до предпорогового.

Ratio (Коэффициент) – это отношение входного уровня к выходному при уровнях сигнала выше порогового. Им определяется, насколько будет усилен входной сигнал с уровнем выше порогового. При изменении значения этого параметра все точки графика, соответствующие уровням выше порогового, перемещаются или ближе к диагонали, или дальше от нее.

Рекомендуется перед применением описываемой функции удалить из звукового файла очень низкие частоты (ниже 20 Гц). Тогда проще контролировать сжатие на слух.

Как обычно, **Sound Forge** позволяет сохранить любые предустановленные параметры. О работе компрессора со стандартными предустановками можно судить по названиям и виду графиков.

Многополосный динамической фильтр в Sound Forge

В состав **Multi-Band Dynamics** (Многополосный динамический фильтр) входят четыре независимо настраиваемых фильтра, что позволяет задавать частотные полосы, в пределах которых действует сжатие и ограничение динамического диапазона. Чаще всего он используется для того, чтобы убрать из записи погрешности, возникающие при произношении свистящих звуков (например, звука «с» и др.) – так называемый **Deesser**. В этом случае на частотах, связанных с нежелательными звуками, необходимо понизить уровень сигнала. Рассматриваемый эффект фактически действует как компрессор на заданном узком диапазоне частот. Его также можно применять в качестве дополнительного эквалайзера для изменения характера звучания ударных инструментов и басовых партий в музыкальных композициях. Он же используется для устранения свистящих призывов, возникающих при игре на духовых инструментах (флейте, фаготе, саксофоне и т.п.), для компенсации щелкающих звуков (например, щелканья струн на акустической гитаре), а также для коррекции шипящих согласных в речи и в вокале.

В меню **Effects** выберите опцию **Dynamics** (Динамический диапазон), и затем – **Multi-Band** (Многополосный). Откроется окно **Multi-Band Dynamics** (Многополосное изменение динамического диапазона), показанное на рис. 76.

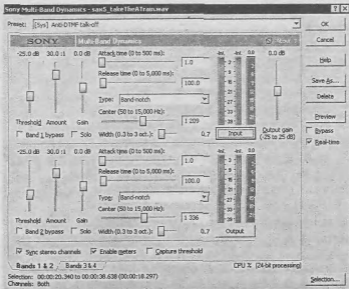


Рис. 76 ▼ Окно Multi-Band Dynamics

Рекомендуется, чтобы полосы не накладывались друг на друга, поскольку при наложении полос не достигается наглядного результата:

Как видно из рисунка, в окне имеется множество настраиваемых параметров, поэтому для получения наилучших результатов нужно немного поэкспериментировать. В большинстве случаев вам понадобится только одна полоса. Каждую из частотных полос можно настроить или на низкочастотное ограничение, или на срез частотной полосы, или на высокочастотное ограничение. После того, как выбран частотный диапазон, следует установить **Amount** (Степень сжатия). Значения до 10:1 считаются компрессией, а большие значения дают все более резкое ограничение. Регулятором **Amount** определяется коэффициент сжатия, приложенный к частотной полосе, когда уровень сигнала оказывается выше порогового. Чем выше степень сжатия, тем больше ослабляется сигнал.

Регулятором **Threshold** (Порог) задается пороговый уровень для обработки. Когда уровень сигнала в какой-либо частотной полосе оказывается выше порога, сигнал будет сжат. Чем ниже порог,

тем большая часть сигнала будет сжата. Если пороговый уровень установлен слишком низко, звук будет сильно отфильтрован. Если слишком высоко – не произойдет достаточной обработки. Сначала установите высокое пороговое значение (скажем, -6 дБ), а затем, прослушивая результат, медленно снижайте его, пока не будет слышен ограничивающий эффект.

Рассмотрим назначение параметров окна.

Регулятором **Output Gain** (Выходное усиление) выставляется уровень обработанного сигнала.

При включенной опции **Sync Stereo Gain** (Синхронизировать усиление каналов) усиление левого и правого каналов будет всегда одинаковым. Так предотвращается потеря стереоэффекта, которая может произойти, если каналы обрабатываются независимо друг от друга.

Параметр **Band ... Bypass** (Отключить полосу) служит для отключения какой-либо полосы. Для большинства случаев хватает одной полосы. Параметр **Solo** (Соло) служит для включения одной какой-либо полосы и отключения всех других.

Параметром **Attack Time** (Время атаки) определяется время атаки сигнала (в миллисекундах), то есть время, за которое уровень сигнала изменится от предпорогового до постпорогового.

Параметром **Release Time** (Время затухания) задается время затухания (в миллисекундах), которое требуется для того, чтобы уровень сигнала изменился от постпорогового до предпорогового.

Опция **Type** (Тип) определяет тип частотного фильтра. Возможны три типа фильтров: **Low-shelf** (Низкочастотный), **Band-notch** (Полосовой) и **High-shelf** (Высокочастотный). При установке низкочастотного фильтра будет сжат сигнал с частотами ниже частоты среза. Полосовой фильтр позволяет сжать сигнал с частотами, находящимися в некотором диапазоне. Высокочастотный фильтр сжимает сигнал с частотами выше частоты среза.

Регулятором **Gain** (Усиление) можно поднять уровень сжатого сигнала в частотной полосе. Он используется для компенсации потерянного при сжатии усиления.

Регулятором **Width** (Ширина) определяется частотный диапазон сжатия, в октавах, при использовании полосового фильтра.

Последний настраиваемый параметр – частота фильтра. Если установлены низкочастотный или высокочастотный фильтры, здесь определяется частота среза, начиная с которой фильтр активизируется: **Below** (Ниже) или **Above** (Выше) соответственно для низкочастотного

или высокочастотного фильтров. Если установлен полосовой фильтр, то это средняя частота полосы – **Center** (Центр).

Опция **Enable Meters** (Включить индикаторы) предназначена для перевода в активное состояние индикаторов уровня, расположенных в каждом из четырех фильтров рассматриваемого окна. Кнопки-переключатели **Input – Output** (Вход – Выход), расположенные под каждым индикатором, служат для контроля с их помощью, соответственно, входного и выходного сигналов.

Опция **Capture Threshold** (Фиксировать порог) служит для автоматического определения порога при нажатии на кнопку **Preview** (Предварительно). В данном режиме установить порог вручную невозможно.



Коррекция динамического диапазона в WaveLab

По команде **Dynamics** (Динамический диапазон) из меню **Process** (Обработка) открывается диалоговое окно **Compressor / Expander / Limiter / Noise Gate** (Компрессор / Экспандер / Ограничитель / Шумоподавитель), вид вкладки **Settings** (Настройка) которого показан на рис. 77.

График в левой части окна используется для настройки соотношения уровней входного и выходного сигналов. Здесь можно

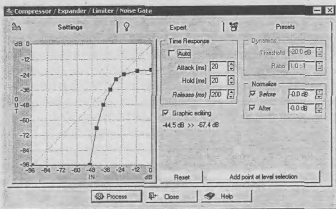


Рис. 77 ▼ Вкладка **Settings** диалогового окна **Compressor / Expander / Limiter / Noise Gate**

перетаскивать любую точку кривой в новую позицию, используя левую кнопку мыши.

Перемещая точки графика ближе к левой или нижней части окна, вы заметите, что число возможных позиций все более ограничивается. Это происходит из-за характера цифрового звука, так как для представления низких уровней громкости используется все меньшее число бит.

Для добавления новой точки щелкните левой кнопкой мыши по любому месту кривой, а для удаления – щелкните по точке правой кнопкой мыши.

Если помечена опция **Auto** (Автоматически), все три параметра секции **Time Response** (Время отклика) настраиваются автоматически. Для простого сжатия начинать надо именно с этого режима, причем вы всегда сможете отменить его и попробовать другие параметры настройки.

Параметром **Attack** (Атака) задается время, которое требуется для корректировки амплитуды согласно кривой при повышении уровня сигнала.

Параметр **Hold** (Удержание) – это время, в течение которого удерживается сигнал на одном уровне перед фазой затухания.

Параметром **Release** (Затухание) определяется время, в течение которого корректируется амплитуда согласно кривой при затухании сигнала, когда истекло время удержания.

Когда включена опция **Graphic Editing** (Редактирование графика), программа разрешает изменять форму кривой на графике.

При нажатии кнопки **Reset** (Сброс) восстанавливается первоначальная форма кривой – прямая линия по диагонали дисплея. Компрессия отключается: уровни входного сигнала равны уровням сигнала на выходе.

При нажатии на кнопку **Add Point at Level Selection** (Добавить точку выделения по уровню) добавляется контрольная точка, соответствующая текущему выделению по уровню.

Для некоторых функций обработки сигнала полезно выделять фрагмент не только по шкале времени, но и по шкале уровня. Для выделения фрагмента по уровню может использоваться клавиша **Shift**, а может и не использоваться. Это зависит от настройки, сделанной на вкладке **Editing** (Редактирование) диалогового окна **Preferences** (меню **Options > Preferences**), а именно от того, отмечена ли опция **Level**

Selection Requires [Shift] (для выделения уровня пользоваться клавишей **Shift**). Вот как выполняется выделение фрагмента по уровню:

1. Выделите фрагмент по времени.
2. Если требуется, нажмите и удерживайте клавишу **Shift**.
3. Переместите мышь в верхнюю или нижнюю часть выделенного блока. Форма курсора изменится при этом на вертикальную двойную стрелку.
4. Нажмите кнопку мыши и переместите границы фрагмента по шкале уровня (вверх или вниз).

Текущее выделение по уровню отражается в строке состояния. Если позже выделенный фрагмент будет расширен (или сужен) по шкале времени, выделение по уровню сохраняется.

В секции **Dynamics** (Динамический диапазон) имеются две опции: **Threshold** (Порог) и **Ratio** (Степень сжатия).

Параметром **Threshold** устанавливается уровень, начиная с которого обрабатывается сигнал. Сигнал ниже этого уровня проходит через модуль без изменений.

Параметром **Ratio** задается коэффициент ослабления сигналов с уровнем выше порогового. Диапазон значений: от 1 (без ослабления) до 10 (почти ограничение).

В секции **Normalize** (Нормализация) имеются две опции: **Before** (Перед) и **After** (После).

Когда включена опция **Before**, сигнал будет нормализован к установленному уровню перед обработкой. Это может понадобиться, например, при обработке нескольких файлов, слегка различающихся по уровню громкости. Следует обратить внимание на то, что данная опция может значительно повлиять на эффект от обработки, так как нормализация, скорее всего, поднимет уровень входного сигнала. А это означает, что, вероятно, придется корректировать уровень **Threshold**. Если вы используете модуль в качестве расширителя и возникает отсечение слишком сильного сигнала, устанавливайте значение опции **Before** меньше 0.

При включении опции **After** звуковой сигнал будет нормализован после обработки.

Вкладка **Expert** рассматриваемого диалогового окна, показанная на рис. 78, позволяет настроить ряд дополнительных параметров.



Рис. 78 ▼ Вкладка **Expert** диалогового окна *Compressor / Expander / Limiter / Noise Gate*

Секция **Key Mode** (Ключевой режим) служит для переключения режимов обработки и применима только к стереосигналу.

Когда включена опция **Both Channels** (Оба канала), оба канала обрабатываются как в обычном компрессоре.

Когда включена опция **Left Channel (Right Channel Is Processed – Левый канал; правый канал обрабатывается)**, сигнал левого канала подается без изменений, а правый канал обрабатывается. Это позволяет, например, подровнять уровень одного сигнала к уровню другого.

При включении опции **Right Channel (Left Channel Is Processed – Правый канал; левый канал обрабатывается)**, наоборот, обрабатывается только левый канал.

Остальные четыре опции расположены в секции **Level Detection** (Определение уровня) и применяются для анализа сигнала. При включенной опции **Peak** (По пиковым уровням) при анализе входного сигнала учитываются его пиковые уровни.

Чаще включается опция **Average** (По среднему уровню), и при анализе используются средние значения уровня. Однако если возникают отсечения пиков сигнала, выберите опцию **Peak**.

Опция **Stereo Link** (Связь стереоканалов) включается для того, чтобы обеспечить одинаковую обработку стереоканалов. Это обычный, нормальный режим для стереозаписей.

При включенной опции **Look Ahead** (Просмотр вперед) функция, которая просматривает волну для определения момента, когда

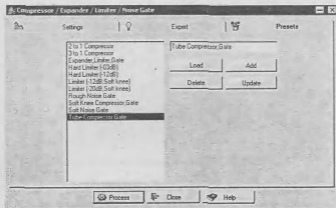


Рис. 79 ▾ Вкладка **Presets** диалогового окна **Compressor / Expander / Limiter / Noise Gate**

следует начать ослабление сигнала, выполняется раньше фактической обработки. Опережение зависит от параметра **Attack** (Атака) на вкладке **Settings** (Настройка). Это означает, что в момент появления в звуковом сигнале резкого пика сжатие для этого пика уже применяется. Для записей, в которых много переходных процессов, лучше всего использовать именно такую настройку.

Как обычно, с помощью вкладки **Presets** (Предустановки), изображенной на рис. 79, можно воспользоваться стандартными или своими собственными (сохраненными ранее) параметрами настройки.



Компрессия в SAWStudio

В окне **MultiTrack** щелкните по тому каналу, где хотите применить эффект. Настройки выполняются в секциях **Gate** и **Compressor** окна **W Mixer** или его функционального аналога – окна **Z Mixer**. Чтобы вызвать указанные окна, выберите в меню пункт **View > Wide Mixer** (Вид > Распахнутый микшер) или **View > Zoom Mixer** (Вид > Компактный микшер), соответственно. Секции **Gate** и **Compressor** окна **W Mixer** показаны на рис. 80. Рассмотрим настройки.

Корректировкой регулятора **Att** (**Attack** – Атака) задается быстрота реакции компрессора при превышении сигналом уровня **Thr** (**Threshold** – Порог), когда компрессор начинает уменьшать громкость звука.

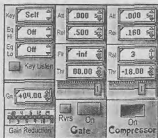


Рис. 80 ▼ Секции Gate и Compressor окна W Mixer

При меньших значениях Attack компрессор может эффективно сжимать звуки музыкальных инструментов как с резкой атакой и быстрым затуханием, так и с атакой затянутой, в то время как при больших значениях будет сжиматься только продолжительная часть сигнала. Экспериментируя с установкой Attack, можно радикально изменить динамическое качество различных типов звуковых сигналов.

Параметром Rel (Release – Затухание) определяется, насколько долго сохраняется воздействие эффекта на сигнал и когда начинается повышение громкости, если уровень сигнала снова падает ниже пороговой отметки.

При правильной установке параметра Release можно сгладить чересчур сильный эффект сжатия, но для большинства сигналов его оставляют в среднем положении.

Настройкой Thr (Threshold – Порог) задается уровень сигнала, при котором начинается воздействие компрессора. Фактическое значение порога зависит от того, требуется ли значительно изменить звук или нужно сохранить действие эффекта по возможности незаметным. Чем ниже порог и, следовательно, чем глубже вмешательство в звук, тем значительнее будет сжатие или шумоподавление.

При помощи специальной связи с окном SoundFile обеспечивается уникальное и мощное средство установки Threshold. Двойное нажатие на какой-либо из составляющих актуального канала в окне MultiTrack даст возможность наблюдать текущие установки Threshold в окне SoundFile. При корректировке Threshold к форме звуковой волны в окне SoundFile добавится по две горизонтальных линии для каждого канала, как показано на рис. 81. Не забывайте, что для удобства работы в любой момент можно увеличить изображение волновой формы.

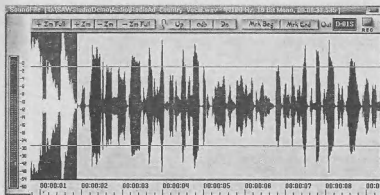


Рис. 81 ▽ Визуальное отображение значения параметра **Threshold** в окне **SoundFile**

Параметром **Rat** (**Ratio** – Коэффициент) определяется степень сжатия звука. Чем выше степень сжатия, тем больше снижается громкость.

С помощью регуляторов компрессора можно основательно изменить динамику звукового файла. Снижая **Threshold** и используя большую степень сжатия **Ratio**, вы сможете полностью избавиться от резко возникающих и исчезающих звуков (например, щелчков), то есть подавить их, сбалансировать уровень громкости всего файла или создать необычные звуковые эффекты в крайних положениях регуляторов. При небольших значениях **Ratio** эффекты сжатия будут менее заметными, сглаживающими сигнал.

Параметр **Flr** (**Floor** – Нижний порог) в секции **Gate** служит для задания скорости закрытия шумоподавителя. Чем ниже значение параметра, тем быстрее снижается громкость звука.

Кнопки **On** (Включить) в обеих секциях – **Gate** и **Compressor** – просто включают/выключают шумоподавитель или компрессор и служат для быстрого сравнения результата с исходным звучанием. Когда компрессор выключен, функция не занимает процессорного времени.

Многоканальный компрессор в *Samplitude Professional*

Эффект запускается из меню **Effects** опцией **Multi Band Dynamics** (Многоканальная динамическая обработка). Открывающееся при этом окно **Multiband Dynamics** показано на рис. 82.

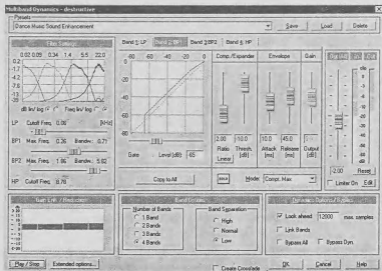


Рис. 82 ▼ Окно Multiband Dynamics

Многополосный процессор динамики позволяет редактировать динамику в четырех независимых полосах частот. Весь сигнал, включая сигнал управления, разделяется на индивидуальные частотные полосы. Каждая полоса обрабатывается своим алгоритмом. После обработки отдельные полосы собираются снова без какого-либо смещения фазы и без частотных преобразований. Если в отдельных частотных полосах динамическая обработка не выполнялась, то после сборки звуковой материал возвращается к первоначальному состоянию без потери качества.

Самое большое преимущество многополосного процессора над стандартным компрессором заключается в том, что вероятность появления неприятных побочных эффектов значительно уменьшена. Например, наличие пика сигнала в частотной полосе баса при обработке компрессором обычно снижает общую громкость остальной части записи. Многополосный процессор прекрасно избегает этой проблемы, так как работает в каждом из частотных диапазонов по отдельности.

Рассмотрим окно эффекта.

Секция **Filter Settings** (Настройка фильтра), размещенная в левой части диалогового окна, содержит параметры настройки фильтра. Графический дисплей, расположенный слева вверху, показывает

приблизительные частотные характеристики фильтров отдельных полос. По вертикальной оси (шкала слева) откладывается поглощение (уменьшение) фильтром сигнала (в дБ). По горизонтальной оси (ряд чисел над дисплеем) откладываются частоты (в кГц). Кривая, нарисованная красным цветом, – это выбранная полоса.

Параметры динамики размещены в средней части окна. Графический дисплей показывает базисную линию динамики для каждой из выбранных с помощью закладки полос. Он представляет связь между уровнями входного (верхняя шкала, в дБ) и выходного (шкала слева, в дБ) сигналов.

Базисная линия всегда изображает параметры настройки динамики для выбранной в секции фильтра полосы частот (красная линия).

Режим работы для каждой из полос выбирается при помощи опции **Mode** (Режим), как это принято обычно в подобных устройствах (компрессор, лимитер, экспандер, гейт). Доступны следующие режимы: **Compressor**, **Comp. Max.**, **Limiter**, **Limiter 100%**, **Expander**, **Gate**.

В режиме **Compressor** (Компрессор) алгоритм обработки соответствует классическому компрессору. Динамический диапазон частотной полосы ограничивается сверху: громкие фрагменты сжимаются, а тихие остаются без изменений. Этот режим используется, когда нужно выполнить компрессию без повышения уровня громкости. Степень сжатия определяется регулятором **Ratio** (Коэффициент), порог – **Threshold**, атака – **Attack** и затухание – регулятором **Release**. Усилить уровень громкости в полосе можно регулятором **Output** (Выходной уровень).

В режиме **Comp. Max.** (Компрессор-максимайзер) динамический диапазон частотной полосы ограничен снизу: громкие фрагменты остаются на том же уровне, тихие станут громче. Этот режим часто используется, чтобы добавить звуковому материалу так называемый эффект присутствия, то есть сделать его более живым или просто чтобы увеличить громкость. Регулировки те же, кроме **Output**.

В режиме **Limiter** (Лимитер, или Ограничитель) ограничивается только самый громкий звук в полосе частот (выше порога). Тихий звук не изменяется. Ограничитель используется, чтобы ослабить пики сигнала без значительного изменения всего динамического диапазона.

Limiter 100 (Лимитер, или Ограничитель 100%) – это то же, что **Limiter**, но звук нормализован к 0 дБ после ограничения. Это соответствует одновременной работе функций **Limiter** и **Normalize** (Нормализация).

Если **Limitер** применяется, чтобы избежать отсечения пиковых значений сигнала, важно помнить, что он предотвращает отсечение только в индивидуальной полосе частот. После смешивания всех полос отсечение может появиться снова, если превышены пороговые уровни в отдельных частотных полосах.

Expander (Экспандер, или Расширитель). В этом режиме динамический диапазон частотной полосы увеличивается, громкие сигналы остаются такими же, а тихие станут тише. Расширение динамического диапазона часто используется для обработки речевых записей с высоким содержанием шума. Речь остается громкой, в то время как уровень шума может уменьшиться. Но не забывайте, что для удаления шумов из записи существуют мощные специальные алгоритмы шумоподавления.

Gate (Гейт, или Подавитель). Режим служит для уменьшения или удаления сигналов низкого уровня (ниже порогового значения). Он может использоваться для того, чтобы уменьшить шумы в паузах. Даже с высокой степенью сжатия (например, при **Ratio** равном 5), функция **Gate** полезна для предохранения записи от шумов при усилении тихих сигналов.

Интересно, что с помощью компрессии можно выделить партии ударных инструментов, если ввести различные пороговые уровни для отдельных полос.

Настройка режимов выполняется при помощи следующих регуляторов.

Параметр **Ratio** (Коэффициент) управляет силой воздействия на сигнал каждого эффекта; при значении 1,0 эффект отключается.

Значением **Threshold** устанавливается порог, выше или ниже которого действует конкретный эффект.

Attack (Атака) – это время реакции на увеличение уровня сигнала.

Release (Затухание) – время реакции на падение уровня.

Параметром **Gate** (Уровень подавления) задается порог, ниже уровня которого амплитуда сигнала заменяется нулевыми значениями.

Основные элементы управления многополосным процессором динамики следующие.

В секции **Number Of Bands** (Число полос) указывается число полос, с которыми работает процессор динамики. Если выбрана только одна полоса, никакого деления на частотные полосы, естественно, не происходит, и алгоритм работает как обычный стандартный компрессор.

При увеличении числа полос увеличивается также и загрузка центрального процессора.

В секции **Dynamics Options / Bypass** (Опции динамики / Обход) размещены общие для всего процесса элементы управления. Опция **Bypass All** (Обойти все) включается для того, чтобы сравнить результаты обработки со звучанием необработанного сигнала. При этом процессор динамики отключается полностью.

Поскольку блок фильтров также отключен, режим **SOLO** использоваться не может.

При включенной опции **Bypass All** также невозможно изменить громкость на выходе. Это позволяет использовать опцию для оценки качества динамической обработки без возникающих в результате процесса изменений громкости.

При включении опции **Bypass Dyn.** (Обход динамической обработки) цепь динамической обработки отдельных полос исключается, что также позволяет сравнивать обработанный и необработанный звук. Различие между опциями **Bypass All** и **Bypass Dyn.** заключается в использовании режима **SOLO** (Воспроизвести отдельно, соло). При применении этой опции обхода режим **SOLO** может использоваться для сравнения звучания с динамической обработкой и без нее в отдельных частотных полосах, так как фильтр при этом остается активным.

Опция **SOLO** служит для включения режима соло, который позволяет прослушать сигнал в отдельной полосе частот. Эта функция значительно упрощает настройку параметров фильтра. Так, с ее помощью перед динамической обработкой в общем сигнале может быть легко идентифицирован критический частотный диапазон.

Если активна опция **Link Bands** (Связь полос), установка параметров динамической обработки действует на все частотные полосы. В большинстве случаев каждая полоса настраивается отдельно. Но при предварительной настройке бывает полезно сделать общие корректировки для всех полос.

Важно отметить: одни и те же значения будут иметь только те параметры, которые изменялись после включения опции **Link Bands**. Если всем параметрам полос должны быть установлены одни и те же значения, воспользуйтесь кнопкой **Copy To All** (Копировать на все). При ее нажатии все параметры выбранной в настоящее время полосы копируются и на другие полосы.

В секции **Presets** (Предустановки), как обычно, можно загрузить, сохранить и удалить любые стандартные или пользовательские

настройки процесса. По умолчанию для файлов установки используется расширение `.mdy`.

Для настройки выходного каскада используются следующие параметры.

Gain (Усиление). Выходной уровень может быть установлен для каждой индивидуальной полосы. Эта регулировка доступна только в режиме **Compressor** (Компрессор).

Out All (Выходной уровень). Настраивается общий выходной уровень компрессора, а не его отдельных полос. Графический дисплей не показывает эту установку. Обратите внимание: процесс не выполняет общего усиления громкости, а изменяет только динамическое соотношение отдельных компонент звука. Данным регулятором задается значение, которое соответствует уровню входного сигнала.

8.5. Автоматическое изменение панорамы

Автоматическое изменение панорамы в WaveLab

В WaveLab для изменения стереопанорамы необходимо подключить секцию мастеринга: в меню **Options** должна быть помечена опция **Use Master Section** (Использовать секцию мастеринга). При этом открывается окно **Effects**.

В одной из ячеек эффектов из раскрывающегося списка выберите опцию **AutoPanner** (Автоматическое изменение панорамы). Откроеется окно **AutoPanner**, вид которого показан на рис. 83.

AutoPanner – это эффект, который заставляет сигналы разных источников перемещаться по стереобазе.

Рассмотрим изменяемые параметры настройки эффекта.

LFO Freq. (Частота генератора низких частот). Этот параметр устанавливает частоту (от 0,1 до 50 Гц), с которой звук перемещается в пространстве стереопанорамы и возвращается в исходное



Рис. 83 ▾ Окно **AutoPanner**

положение. Чем выше значение, тем быстрее перемещение обработанного сигнала.

Width (Ширина). Этим параметром определяется ширина перемещений по стереопанораме (от 0 до 100%). При 0% будет установлено моно, а значение 100% заставит сигнал перемещаться из крайнего левого положение в крайнее правое, и наоборот.

Waveform (Форма волны) позволяет определить способ, каким сигнал перемещается слева направо. Выберите **Sine** (Синусоидальный), если требуются плавные движения, или **Pulse** (Пульсирующий), чтобы движение происходило скачками.

Параметры **Out Left** (Выход левого канала) и **Out Right** (Выход правого канала) могут принимать значения от -96 до 6 дБ. Они позволяют исправить уровень левого или правого канала в случае, если **AutoPanner** производит несимметричное панорамирование звука. При значении -96 дБ рассматриваемый канал выключается совсем, а при значении 6 дБ сигнал в соответствующем канале будет усилен. При 0 дБ уровень сигнала не изменяется. При этом установка -96 дБ означает, что сигнал в этом канале не только не будет слышен, но и будет полностью исключен из последующей обработки (его нельзя восстановить никакими регуляторами громкости).

9. Дополнительные инструменты

9.1. Спектральный анализ

Функции спектрального анализа позволяют специальными методами проанализировать частотный спектр звука и представить его либо в виде трехмерного графика с осями «частота – амплитуда – время», либо в виде спектрограммы (по горизонтальной оси откладывается время, по вертикальной – частота, а амплитуда сигнала на каждой частоте отображается цветом). Такое визуальное представление полезно для оценки тембра.

Звуковая волна, графическое отображение которой видно в рабочих окнах редакторов звука, обычно представляет аудиоданные во временной области (в системе координат «амплитуда – время»), а анализатор спектра позволяет оценить звуковую запись в частотной области.

На рис. 84 показан возможный вид звуковой волны во временной области (по горизонтали – время, по вертикали – амплитуда звукового сигнала), а на рис. 85 – в частотной области.

В данных, отображаемых в частотной области (в форме либо спектрограммы, либо сонограммы), видны амплитуды и частоты синусоидальных волн, которые при смешивании могли бы звучать как естественный звук.

Наблюдая частотные составляющие звука и соответствующие им амплитуды, можно определить основную частоту и ее обертоны, присутствующие в записи. Аналогично нежелательные шумы могут быть



Рис. 84 ▼ Звуковая волна во временной области

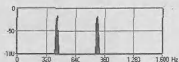


Рис. 85 ▼ Звуковая волна в частотной области

проанализированы для определения предполагаемых фильтров, с помощью которых эти шумы могут быть приглушены или удалены.

Для отображения спектра используются два разных метода – спектрограмма и сонограмма.

На рис. 86 показан возможный вид спектрограммы.

По горизонтали откладывается частота в герцах (Hz). По вертикали – амплитуда в децибелах (dB). Можно отобразить множество спектрограмм семпла в разных точках отсчета времени. В этом случае график становится трехмерным, как на рис. 87.

Возможный вид сонограммы показан на рис. 88.

На сонограмме по горизонтали откладывается время, а по вертикали – частота. Амплитуда каждой частотной составляющей представлена интенсивностью цвета любой точки графика. Этот метод отображения спектральной информации полезен для определения отличий частотного содержания записанной фонограммы от образцов спектра, созданных из натуральных звуков речи, музыкальных инструментов, голосов птиц и т.д.

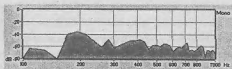


Рис. 86 ▾ Спектрограмма

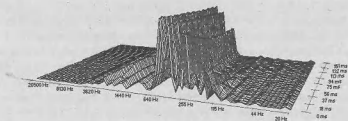


Рис. 87 ▾ Спектрограмма в разных точках отсчета времени



Рис. 88 ▾ Сонограмма

Что такое «Быстрое преобразование Фурье»

Математический метод, используемый для преобразования звуковой волны из временной области в частотную, называется преобразованием Фурье по имени французского математика и физика Жана Батиста Жозефа Фурье (1768–1830). Фурье был одним из первых математиков, утверждавших, что любой периодический сигнал может быть восстановлен при помощи сложения серий гармонических синусоидальных волн. С начала 1800-х гг. – времени появления его первой работы – анализ Фурье был применен ко многим типам сигналов с целью лучшего понимания их составляющих.

Так как преобразование Фурье – чрезвычайно трудоемкая вычислительная задача, для выполнения спектрального анализа используется техника, называемая **Fast Fourier Transform**, или «Быстрое преобразование Фурье», сокращенно – **FFT** (соответственно, **БПФ**). FFT использует специальные математические методы, чтобы сократить время вычислений путем наложения ограничений на размер выборки для анализа (например, ограничиваясь степенью 2).

Размер выборки для анализа, называемый также числом быстрого преобразования Фурье (FFT-числом), определяет количество выборок звукового сигнала, используемых для анализа, и количество дискретных частотных групп. При задействовании большого числа частотных групп эти группы имеют меньшую ширину в частотном диапазоне, что позволяет точнее определить частоты.

Поскольку живой звук обладает постоянно меняющимся спектром, при большом размере выборки нельзя гарантировать хорошего качества его исследования. Например, при FFT-анализе звукового файла с частотой дискретизации 44 100 Гц при количестве выборок, равном 4 096 единиц, будет анализироваться почти 100 миллисекунд длительности звука (4 096/44 100). Если звук не остается постоянным в течение этих 100 миллисекунд, вы не сможете оценить спектр самых незначительных временных интервалов. Это существенная проблема, возникающая при анализе сигналов: разрешающая способность временных интервалов противоречит частотному разрешению.

Анализ спектра в Sound Forge

Анализатор спектра в Sound Forge начиная с версии 4.5 находится непосредственно в программе, а не в виде встраиваемого приложения, как в предыдущих версиях.

Он позволяет наблюдать спектральную картину в том месте звуковой волны, где находится курсор, а также дает возможность отслеживать изменения спектральной картины звука непосредственно при воспроизведении или при записи. Спектр сигнала может быть представлен как в виде обычной амплитудно-частотной характеристики, так и в виде сонограммы, где интенсивность различных частот выражается различными цветами.

Для получения спектра звукового файла откройте его и щелкните мышью по интересующему вас месту звуковой волны, чтобы именно там находился курсор. Из строки меню **Sound Forge** выберите **View (Вид)** и далее **Spectrum Analysis (Анализ спектра)**.

В открывшемся окне спектрального анализа, показанном на рис. 89, спектрограмма отображает амплитуду (в дБ) каждой частотной составляющей от 0 Гц (DC) до частоты Найквиста (половина от частоты дискретизации). Сегодня самыми распространенными частотами дискретизации являются 44,1 кГц (компакт-диск), 48 кГц (DAT), 96 кГц и 192 кГц.

Когда вы перемещаете курсор по спектрограмме, в поле рядом с ним отображаются значения частоты и амплитуды текущей позиции курсора на графике частотного спектра, как изображено на рис. 90.

Если изображена сонограмма, нажмите в панели инструментов окна **Spectrum Analysis** на кнопку **Normal Display**, чтобы увидеть спектрограмму. Если вам понадобится для анализа сонограмма, нажмите в панели инструментов кнопку **Sonogram (Сонограмма)**.

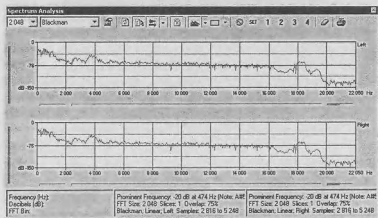


Рис. 89 ◀ Окно спектрального анализа

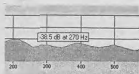


Рис. 90 ▼ Значения частоты и амплитуды в текущей позиции курсора на графике

У кнопки имеется два режима для графика: **Color** (Цветной) и **Black and White** (Черно-белый).

При открытом окне анализатора спектра можно перемещать курсор в любое место звуковой волны. Анализуются выборки, непосредственно следующие за позицией курсора. Нажав

на кнопку **Refresh** (Обновить) в панели инструментов анализатора спектра, вы тем самым отобразите спектр звуковой волны у позиции курсора. Если нажать и тем самым зафиксировать кнопку **Auto Refresh** (Обновлять автоматически), то при всяком перемещении курсора в окне звуковой волны график спектрограммы будет мгновенно перерисован.

Чтобы видеть несколько спектров одновременно, откройте, нажав на кнопку **Settings** (Настройки), диалоговое окно **Spectrum Settings** (Установки спектра), которое показано на рис. 91, и увеличивайте значение в поле **Slices Displayed** (Число отображаемых секторов) от 1 до 64. Каждый сектор представляет FFT-число выборок.

Выбрав число спектров, которые вы хотите увидеть, нажмите кнопку **OK**. Каждый график будет представлять собой спектрограмму, начинающуюся с различных отсчетов времени в звуковом файле, как изображено на рис. 92.

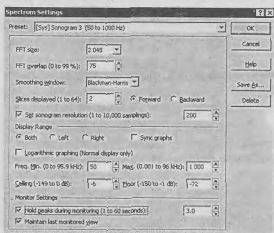


Рис. 91 ▼ Диалоговое окно **Spectrum Settings**

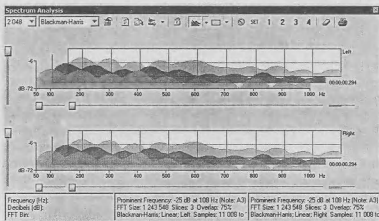


Рис. 92 ▼ Несколько спектров в окне анализатора

Для перемещения по графикам секторов используется маленький горизонтальный регулятор (внизу слева). При движении ручки регулятора слева направо графики последовательно исчезают с экрана, и восстанавливаются при обратном движении.

Диалоговое окно **Spectrum Settings** содержит расширенные параметры, используемые при анализе и построении графика спектра. Для лучшего отображения типа анализируемых аудиоданных установки могут быть сохранены (надо нажать кнопку **Save As**, и будет предложено ввести имя для типа анализа). Сохраненные установки выбираются затем в раскрывающемся поле **Preset**. Программа поставляется с шестью предустановками для анализа:

- Audible Range (от 20 до 20 000 Гц – весь воспринимаемый на слух диапазон);
- Lower Frequencies (от 50 до 1 000 Гц – низкие частоты);
- Multiple Slices (от 50 до 5 000 Гц);
- Sonogram 1 (от 100 до 5 000 Гц);
- Sonogram 2 (от 50 до 1 000 Гц);
- Voice, Low Freq. (от 50 до 1 500 Гц – голос, низкие частоты).

Следующее поле в окне установок – **FFT Size** (Размер FFT). О нем мы уже написали выше в разделе «Что такое «Быстрое преобразование Фурье»».

FFT Overlap (от 0 до 99%). Эта опция управляет величиной перекрытия между выборками для FFT-анализа. Меньшие значения сокращают число отдельных выполненных функций анализа, что

уменьшает общее время обработки. Большие значения приводят к более подробному анализу и соответственно к крайне медленной обработке. Незначительное перекрытие может придать графику слишком сжатый вид, зависящий от длины выбранного фрагмента записи.

Smoothing Window (Окно сглаживания). Опцией определяется математическая функция, применяемая к данным для расчета перед анализом. Эта функция имеет мощный эффект для придания резкости пикам FFT-графика и плавности переходов (крутизне волны) между смежными частотами. Эффекты от применения этих функций могут быть легко оценены анализом простой синусоидальной волны. Доступны следующие шесть функций:

- ▶ **Blackman, Hamming и Hanning** – обычно используются в аудио-приложениях;
- ▶ **Blackman-Harris** – из шести функций, включенных в число округляющих пики графика, дает наименьшую крутизну соседней полосы;
- ▶ **Rectangle** (Прямоугольное) – к данным перед анализом не применяется дополнительных функций. Дает очень резкие пики и крутую волну;
- ▶ **Triangular** (Треугольное) – дает несколько меньшую крутизну волны, чем Rectangle. Функцию Triangular называют также выборкой Бартлетта или Парзена.

Forward/Backward – когда в спектрограмме отображается несколько секторов, можно укладывать их на графике во времени либо в прямом, либо в обратном порядке в зависимости от положения переключателя.

Set Sonogram Resolution (Установить разрешение сонограммы) от 1 до 10 000 выборок. Эта опция определяет количество FFT-выборок, используемых в сонограмме и удерживающих время обработки и разрешение графика постоянными. Увеличение количества выборок увеличивает горизонтальное разрешение графика, но и удлиняет время обработки. Если опция не используется, число выборок определяется длиной выделенного фрагмента в звуковой волне и перекрытием (Overlap). Использование этой опции может привести к довольно долгому времени обработки.

Display Range (Диапазон показа). Вы можете исследовать спектрограмму обоих каналов, или только левого, или только правого:

Both (Оба), **Left** (Левый), **Right** (Правый). Для стереозаписей полезно отметить опцию **Sync Graphs** (Синхронизировать графики).

Logarithmic Graphing. Эта опция размечает горизонтальную координату не в линейном, а в логарифмическом масштабе. В логарифмическом масштабе большая область графика отводится низким частотам. Опция доступна только в режиме **Normal Display**.

Freq. Min. – Опция определяет низшую частоту (от 0 до 95,9 кГц), отображаемую на графике, когда выбрано масштабирование **Zoom to Range** (Масштаб по интервалу).

Freq. Max. – Опция определяет высшую частоту (от 0,001 до 96 кГц), отображаемую на графике, когда выбрано масштабирование **Zoom to Range**.

Ceiling (Верхний предел – от -149 до 0 дБ) – опция определяет самый верхний уровень амплитуды сигнала, изображаемый на графике, если выбрано масштабирование **Zoom to Range**.

Floor (Нижний предел – от -150 до -1 дБ) – опция определяет самый нижний уровень амплитуды сигнала, изображаемый на графике, если выбрано масштабирование **Zoom to Range**.

Hold Peaks During Monitoring (Сохранять пики во время текущего контроля) – если включена эта опция, наивысшее значение каждого пика частоты будет отмечено на спектрограмме короткой линией в течение указанного времени: от 1 до 60 секунд.

Maintain Last Monitored View (Сохранять последний контролируемый просмотр) – если отмечена эта опция, состояние спектрограммы при остановке воспроизведения сохраняется. Если опция не отмечена, график спектрограммы соответствует звуковой волне в точке позиции курсора.

Обратите внимание, что опции **Smoothing Window** в окне **Spectrum Settings** соответствует второе слева поле в панели инструментов окна **Spectrum Analysis**, а опции **FFT Size** (Размер выборки для FFT-анализа) – первое слева поле.

Рассмотрим дальнейшие настройки, доступные в панели инструментов или в контекстном меню окна анализатора спектра.

Real Time Monitoring (Контроль в реальном времени). При нажатой кнопке спектрограмма изменяется в режиме реального времени при воспроизведении текущего файла. Разрешение графика будет зависеть от текущего размера выборки FFT и быстродействия компьютера. При этом вы имеете возможность выбора: следить за сигналом на входе звуковой карты или на ее выходе – отметьте в раскрывающемся списке у рассматриваемой кнопки **Monitor: Input**

(Контроль на входе) или **Monitor: Output** (Контроль на выходе). Контроль на входе дает возможность анализа в реальном времени при записи акустических характеристик помещения.

Sync (Синхронизация). Если анализируется стереофайл, нажмите данную кнопку, чтобы в обоих каналах использовался один и тот же диапазон выборки.

Show Position (Показывать позицию). Опция доступна в контекстном меню – щелкните правой кнопкой мыши в любом месте окна. Если данная опция отмечена, рядом с позицией курсора отображаются значения частоты и амплитуды текущей позиции курсора на графике спектра (как уже отмечалось выше). В противном случае позиции не отображаются.



Рис. 93 ▾ Обозначение ноты и значение амплитуды в текущей позиции курсора на графике

Show Notes (Показывать ноты). Опция доступна в контекстном меню. Одновременно с отмеченной опцией **Show Position** можно вместо частоты в герцах получить буквенное обозначение ноты, соответствующей частоте в текущей позиции курсора (ноты, ближайшей к данной частоте), как показано на рис. 93.

Print (Печать). По этой команде содержимое окна спектрального анализа выводится на печать.

Спектрограмма снабжена мощными инструментами, позволяющими масштабировать спектрограмму как в интервале частот, так и в интервале амплитуд. Частотный и амплитудный интервалы определяют максимум и минимум частот и амплитуд, отображаемых как в спектрограмме, так и в сонограмме.

Для выбора интервала частот в **Sound Forge** выполните следующие операции:

1. Щелкните левой кнопкой мыши по спектрограмме в конце частотного интервала, который вы хотите увеличить, и удерживайте кнопку.
2. Перемещайте мышью влево или вправо, пока не выберете тот диапазон частот, который вас интересует, а затем отпустите кнопку мыши.
3. Координата частоты спектрограммы теперь начинается и заканчивается теми частотами, которые вы выбрали. Чтобы сдвинуть выбранный диапазон вдоль частотного спек-

ра, пользуйтесь длинным горизонтальным регулятором, расположенным под графиком, или клавишами управления курсором влево/вправо на клавиатуре.

4. Чтобы вернуть графику прежний вид, выберите опцию **Zoom Out Full** (Полный вид) из контекстного меню.

Для выбора интервала амплитуд в *Sound Forge* надо сделать следующее:

1. Щелкните левой кнопкой мыши по спектрограмме в конце интервала амплитуд, который вы хотите увеличить.
2. Удерживая левую кнопку, нажмите и удерживайте правую кнопку мыши. Увеличивающийся прямоугольник диапазона изменяется как в сторону вертикального, так и в сторону горизонтального выделений.
3. Перемещайте мышь вверх или вниз, пока не выберете диапазон амплитуды, который вам необходим, и затем отпустите кнопку. Теперь в окне будет отображаться только выбранный диапазон амплитуды.

Интервалы частоты и амплитуды можно выбрать также, настраивая параметры **Display Range** в окне настроек спектра (*Spectrum Settings*).

В *Sound Forge* можно выполнить одновременный выбор интервала амплитуды и интервала частоты. Это делается таким образом:

1. Щелкните левой кнопкой мыши по изображению спектра.
2. Удерживая левую кнопку мыши, дважды щелкните по правой. Увеличивающийся прямоугольник диапазона изменяется как в сторону вертикального, так и в сторону горизонтального выделений.
3. Отпустите левую кнопку, когда изображение будет соответствовать масштабу вновь выбранного диапазона.

Можно менять также интервалы частоты и амплитуды при помощи диалогового окна *Spectrum Settings*.

Дополнительные команды анализатора спектра в *Sound Forge*

Рассмотрим дополнительные команды контекстного меню и панели инструментов анализатора спектра.

Normalize dB. Эта команда устанавливает интервал амплитуд спектрограммы равным максимальному и минимальному значениям графика.

Logarithmic. Эта опция размечает горизонтальную координату не в линейном, а в логарифмическом масштабе. В таком масштабе большая область графика отводится низким частотам. Опция доступна только в режиме **Normal Display** и недоступна при изображении спектра в виде сонограммы.

Grab/Pan (Захват). Как только вы изменили масштаб, включение данного режима позволит передвигать спектрограмму вертикально и горизонтально. Чтобы включить или выключить этот режим, выберите его из контекстного меню. В режиме захвата, перемещая мышью (щелкнув по левой кнопке мыши и удерживая ее), вы двигаете измененный в масштабе график спектра, перенося временно скрытые разделы спектра в видимую область.

Sync Graphs (Синхронизация). Синхронизируются оба изображения в стереофайле, чтобы наблюдать одну и ту же FFT-область в обоих каналах. Эффект тот же, что и от кнопки **Sync**, описанной в предыдущем разделе.

Кнопка **Normal Display** в дополнение к своей прямой функции – включению режима спектрограммы – имеет список режимов для выбора:

- ▶ **Single Graph** (Один график) – для стереофайлов спектрограмма обоих каналов будет объединена в одном графике;
- ▶ **Line Graph** – для изображения спектрограммы будет использована линия;
- ▶ **Bar Graph** – для изображения спектрограммы используются серии прямоугольных полос, соответствующие FFT-выборкам, как показано на рис. 94;
- ▶ **Filled Graph** – изображается в виде графика с заливкой цветом, как показано на рис. 95.

В этом режиме возможны проблемы с некоторыми драйверами видеоадаптеров. Если вы сталкиваетесь с такими проблемами, как неверное оттенение или чересчур замедленная прорисовка, обновите версию драйвера или воспользуйтесь режимами **Line Graph** и **Bar Graph**.

Кнопки с цифрами 1, 2, 3 и 4 предназначены для снятия так называемых снимков графика. Они позволяют сравнивать спектры, полученные в различных местах звуковой волны, со спектром в рассматриваемой точке. Вот как это делается.

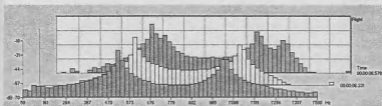


Рис. 94 ▽ Спектрограмма из серии прямоугольных полос, соответствующих FFT-выборкам

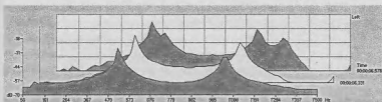


Рис. 95 ▽ Спектрограмма с заливкой цветом

Нажмите на кнопку **Auto Refresh**, чтобы включить режим автообновления. Пощелкайте в разных местах звуковой волны, чтобы увидеть, как работает данный режим, как перерисовывается спектрограмма. В панели инструментов анализатора спектра нажмите на кнопку **Hide Active Plot** (Скрыть активный график). При этом график становится невидимым. Эта возможность пригодится в будущем. Восстановите график: повторно нажмите на ту же кнопку. Затем нажмите на кнопку **Set** (Установить). Это действие переводит анализатор спектра в готовность к съемке. Теперь вы можете нажать на кнопку с цифрой 1 – и снимок готов. Хотя в данный момент вы еще этого не различаете, но на экране уже два графика: основной и его точная копия. Переместите курсор в другое место звуковой волны. Основной график спектра изменится, и теперь хорошо видно, что в окне – два графика. Нажатие на кнопку 1 позволяет скрыть график-снимок, повторное нажатие – восстановить. Аналогично рассмотренному процессу действуют кнопки 2, 3 и 4. Если какой-либо снимок больше не нужен, нажмите на кнопку с цифрой и тем самым отключите его, или сделайте новый снимок. Чтобы удалить все снимки, нажмите в панели инструментов на кнопку **Clear All Snapshots** (Стереть все снимки).

Окно полного обзора, размещенное в левой нижней области окна анализатора спектра, указывает, где вы находитесь в файле относительно всего рассматриваемого для FFT-анализа диапазона. Прямоугольник с пунктирными линиями представляет область, которую вы видите в окне анализатора спектра.

Стереофайлы в Sound Forge

При просмотре спектра стереофайла спектрограмма изображается для каждого канала, установки для которых делаются независимо. Например, если вы щелкнете кнопкой мыши по верхнему графику (при этом высвечивается рамка графика, что и означает выделение) и затем выполните команду **Normalize dB** из контекстного меню, изменится вертикальный масштаб только верхнего графика. Это справедливо и для большинства других установок: вам следует всегда выбирать для изменений тот график, который вы хотите редактировать.

Позиции курсора отмечаются только для выделенного графика. Чтобы переключиться между графиками, щелкните кнопкой мыши по нужному графику.

Однако если помечена опция **Sync Graphs** (в контекстном меню) или нажата кнопка **Sync** (в панели инструментов), изменения масштаба и другие установки синхронизируются между двумя графиками.

Получение сонограммы в Sound Forge

1. Откройте звуковой файл и выделите часть звуковой волны для анализа. Анализ очень длинных частей аудиозаписи может занять продолжительное время и понизить временное разрешение, поэтому выделяйте относительно короткие фрагменты. Кроме того, если аудиосигнал имеет низкий уровень амплитуды, вы можете увеличить его, используя в Sound Forge функции **Volume** (Громкость) или **Normalize** (Нормализация).
2. Если окно спектрального анализа еще не открыто, выберите в меню **View** команду **Spectrum Analysis**.
3. В самой спектрограмме или в окне установок спектра **Spectrum Settings** выберите диапазон частоты и амплитуды, который хотите просмотреть (см. разделы выше). В большинстве случаев

вы захотите увидеть полный диапазон, но если файл, например речевой, вы можете установить частотный интервал от 100 до 5 000 Гц, чтобы видеть только важные детали.

4. В панели инструментов нажмите кнопку **Sonogram**, а в ее раскрывающемся списке выберите либо **Color**, либо **Black and White**.

Sonogram (Color) изображает сонограмму в цвете (частота – по вертикали, время – по горизонтали, амплитуда представлена цветом). **Sonogram (B&W)** изображает сонограмму в черно-белом режиме (частота – по вертикали, время – по горизонтали, амплитуда представлена градациями серого), как показано на рис. 96.

Если на графике часть звуковой волны не отмечалась, сонограмма будет анализировать звуковые данные от позиции курсора до конца файла.

Вам потребуется часто экспериментировать с различными параметрами в окне **Spectrum Settings**, чтобы получить наилучший из возможных графиков. Пробуйте сузить диапазоны частоты и амплитуды в максимально возможной степени, чтобы достигнуть больших контрастов. Если график слишком короткий, поднимите разрешающую способность сонограммы (**Sonogram Resolution**) до 200 выборок. Для большей разрешающей способности по частоте увеличьте FFT-размер. Чтобы уменьшить время обработки, снижайте FFT-размер.

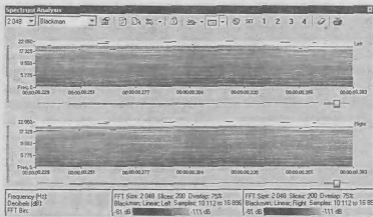


Рис. 96 ▼ Сонограмма в черно-белом режиме

Интенсивность цвета можно корректировать, двигая регулятор внизу сонограммы. В правой нижней части окна изображена цветовая масштабная линейка (в дБ). Выполнение этой функции может занять много времени, если у вас нет драйвера обработки цветовой палитры и не установлена программа Video for Windows.

Если вы выделяете другой фрагмент в звуковом файле, нажмите в панели инструментов кнопку **Refresh**, чтобы сгенерировать новую сонограмму на основании вновь выбранных звуковых данных. Чтобы переключиться в спектрограмму, нажмите кнопку **Normal Display** в панели инструментов.

Если поле **Set Sonogram Resolution** (Установка разрешающей способности сонограммы) в окне **Spectrum Settings** отключено, используется функция **FFT Overlap** (Установка перекрытия FFT), чтобы определить, сколько осуществить выборки. Для длинных файлов их число может быть значительным, поэтому на обработку потребуется много времени.

9.2. Синтез звука и создание семплов

Все программы обработки звука предполагают, что имеется некий звуковой источник, который можно подвергнуть дальнейшей обработке.

Существует три различных способа получения такого источника. Во-первых, можно записать с микрофона живое звучание какого-либо инструмента, голоса или любой другой звук. Этот способ часто используется, если нужно получить на MIDI-инструменте звучание реальных инструментов. Другой способ заключается в рисовании волновой формы – программы обработки часто позволяют это делать, переключившись в соответствующий режим. Этот способ подходит для создания звуков ударного характера, в то время как периодический сигнал, соответствующий мелодическому звучанию музыкальных инструментов, создать таким способом практически невозможно. Но наиболее эффективным методом создания звука является его синтез.

При синтезе звука программа использует математические функции, генерирующие простейшие периодические сигналы, а также шумы. Эти простейшие сигналы могут тем или иным образом трансформироваться в процессе синтеза. Синусоидальные сигналы (чистые тоны) имеют особое значение, поскольку спектр такого сигнала содержит только одну частоту.

В профессиональных программах обработки звука обычно имеются модули для синтеза звука. В Sound Forge, например, предусмотрена

возможность синтеза основных периодических сигналов, а также FM-синтеза. Однако существуют и программы, специально созданные для синтеза звука.

Звук, преобразованный в программах обработки, может представлять собой как самостоятельное явление (например, электронная композиция или «очищенная» фонограмма музыкальной пьесы), так и материал для дальнейшего использования (набор семплов для исполнения той или иной партии в партитуре). В последнем случае готовые звуки могут быть переданы в цифровом виде во внешний или внутренний семплер, который будет использоваться как одно из MIDI-устройств, управляемых секвенсором.

Внешний семплер

Внешний семплер – это устройство, которое может воспроизводить семплы, изменяя их высоту. Большинство внешних семплеров позволяют записывать или загружать в память семплы, записанные заранее и сгруппированные в библиотеки. Имеются два метода пересылки семплов внешним семплерам: MIDI Sample Dump Standard (SDS – типовой стандарт передачи семпла) и SCSI MIDI Device Interface (SMDI – интерфейс SCSI MIDI-устройства).

Протокол MIDI Sample Dump Standard (SDS)

MIDI SDS используется для передачи и получения цифровых семплов при помощи обычной MIDI-аппаратуры и ее кабельных подключений. Из-за ограниченной ширины полосы частот MIDI-протокола и большого объема данных, необходимых для цифровых семплов, передача данных с использованием обычного протокола MIDI SDS может быть медленной (несколько минут для коротких семплов). SDS также ограничен возможностью пересылки только моносемплов, хотя некоторые семплеры позволяют объединять два моносемпла, чтобы создать стереосемпл.

Протокол SCSI MIDI Device Interface (SMDI)

SCSI MIDI Device Interface (SMDI) – относительно новый стандарт для музыкальной аппаратуры и программ, который использует соединение по шине SCSI. Поскольку аппаратные средства SCSI обладают намного большей шириной полосы частот по сравнению с MIDI, передача семплов с помощью SMDI во много раз быстрее передачи по протоколу SDS. Кроме того, в отличие от SDS, SMDI поддерживает пересылку как моно-, так и стереосемплов.

Внутренний семплер

Внутренний семплер – это плата, которая устанавливается внутри компьютера. В отличие от большинства звуковых плат внутренние семплеры позволяют загружать звуки в память платы. Эти звуки могут быть воспроизведены с различной высотой. Таким способом моделируется звучание музыкальных инструментов, точно так же, как и во внешнем семплере.

Программные семплеры

Последняя версия программы GigaSampler 2.5 фирмы NemeSys Music Technology, Inc. совмещает в себе высокое качество звука внешнего семплера и удобство работы семплера внутреннего, позволяет загружать семплы наиболее распространенных форматов.

Кнопки панели управления воспроизведением в Sound Forge



Рис. 97 ▼ Панель управления воспроизведением в Sound Forge

Две кнопки из шести на панели управления воспроизведением в окне данных, показанные на рис. 97, воспроизводят звук двумя различными способами и вместе с тем

устанавливают режим воспроизведения.

Четвертая слева кнопка – **Play Normal** (Нормальный режим воспроизведения). Эта кнопка включает воспроизведение текущего выделенного фрагмента данных. Если фрагмент не выделен, файл воспроизводится от текущей позиции курсора до конца.

Крайняя правая кнопка – **Play as Sample** (Воспроизвести как семпл). Данная кнопка используется, чтобы воспроизвести звуковой файл так, словно он загружен в семплер. Это значит, что файл будет исполняться от начала до тех пор, пока не достигнет устойчивого цикла, определенного для файла, и затем будет повторяться в течение определенного числа циклов. Если циклы не определены, файл будет воспроизведен полностью как один однократный семпл.

Инструментальные средства создания цикла для программы ACID в Sound Forge

Sound Forge обладает особыми инструментальными средствами, разработанными специально для создания бесшовных циклов, которые

могут использоваться в программе ACID (производитель тот же – Sony Pictures Digital) или любом другом приложении, требующем завершенных циклов. Эти инструментальные средства могут быть найдены на инструментальной панели **ACID Loop Creation Tools** (Инструментальные средства создания цикла для ACID) или в меню **Special** под опцией **ACID Looping Tools**.

Прежде всего, это **Double Selection** (Удвоение выделения) и **Halve Selection** (Половина выделения). Эти функции удваивают или делят пополам текущее выделение. При создании циклов очень удобно, выделив один такт, использовать затем инструмент **Double Selection**, чтобы автоматически увеличить выделение до двух или четырех тактов, и наоборот.

Следующие инструменты – **Shift Selection Left** (Сдвиг выделения влево) и **Shift Selection Right** (Сдвиг выделения вправо). При помощи этих инструментов выделение перемещают влево или вправо на всю их длину. Так как поддерживается точная длина выделения, этот инструмент удобен для перемещения выделенного такта или ноты полностью.

Rotate Audio (Обращение звука) – это инструмент, который лучше всего использовать, чтобы изменить характер звучания данного цикла. При этом берется выделенный звук в начале или конце файла и перемещается в другую сторону файла. Например, если у вас была партия ударных, которая выглядела как «Бум, бум, бам, бум», а вы выбрали первый «Бум» и выполнили функцию **Rotate Audio**, в результате получится партия ударных «Бум, бам, бум, бум». Если нет выделения, файл будет обращаться фрагментами, продолжительность которых соответствует 1/16 части его длины.

После того, как вы сделали выделение, нажмите клавишу **Z** на клавиатуре, чтобы привязать границы выделения к самому ближайшему пересечению с осью нулевого уровня. Это устранит любые щелчки в точках соединения цикла.

Работа с семплами в **Sound Forge**

Sampler Tool (Инструмент работы с семплами) позволяет создавать и редактировать семплы, а затем загружать их во внешние и внутренние семплеры. С помощью данного инструмента поддерживаются оба метода пересылки семплов внешним семплерам – **MIDI Sample Dump Standard (SDS)** и **SCSI MIDI Device Interface (SMDI)**.

9.3. Шумопонижение

В тихих местах и паузах звуковых записей обычно слышен шум. Источники шумов могут быть самыми разнообразными, включая электрическое оборудование и задувание ветра в микрофон.

Для шумопонижения в записях используются уже описанные выше компрессоры и лимитеры, а также специально для этого предназначенные шумоподавители.

При достаточно большой громкости сигнала фоновые шумы, если их уровень не слишком высок, маскируются полезным сигналом. В паузах, где шум наиболее ощутим, можно удалить его с помощью так называемого порогового шумоподавителя. Принцип действия такого устройства заключается в следующем. При отсутствии сигнала и при его уровне ниже некоторого порогового значения шумоподавитель закрыт и полностью подавляет этот сигнал. Когда уровень сигнала повышается и становится выше порогового значения, шумоподавитель открывается и полностью пропускает звуковой сигнал, не снижая его громкости. Когда уровень сигнала падает ниже порогового значения, шумоподавитель снова закрывается, и на его выходе сигнал отсутствует. Этот принцип включения-выключения, кстати, отражен и в названии таких устройств, а также программ (от англ. *gate* – вентиль).

Шумоподавитель в Sound Forge

Для удаления шумов в паузах сначала необходимо проанализировать амплитуду шума. С этой целью выберите участок звукового файла, не содержащий полезного сигнала, и выберите функцию **Statistics** (Статистика) в меню **Tools** (Инструментальные средства). За уровень шума примите максимальное значение, записанное в поле **Maximum Sample Value** окна **Statistics**.

Теперь в меню **Effects** выберите пункт **Noise Gate** (Шумоподавитель), после чего откроется соответствующее окно (рис. 98).

В поле **Name** выберите необходимую предустановку, например **Noise Gate 2**. Установите регулятор **Threshold Level** (Пороговый уровень) несколько выше того значения, которое вы нашли в окне **Statistics**. После этого шум в паузах должен исчезнуть. Если этого не произошло, попробуйте увеличить значение регулятора.

Шумоподавитель удаляет весь звук, уровень которого находится ниже порогового. Обычно шумы имеют уровни ниже -20 дБ.

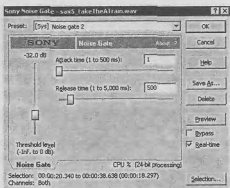


Рис. 98 ▼ Окно Noise Gate

Другими двумя параметрами в окне шумоподавителя – **Attack Time** (Время срабатывания) и **Release Time** (Время отпущения) – задаются соответствующие динамические характеристики устройства. Первым определяется время, в течение которого появляется после паузы звук, имеющий амплитуду выше порогового уровня, вторым, наоборот, – время затухания громкого звука. Если значение **Attack Time** слишком мало, начало речевой или музыкальной фразы может быть срезано. Соответственно, если мало значение **Release Time**, может быть обрезан конец тихой фразы. Требуется поэкспериментировать с этими параметрами, чтобы удалить как можно больше шумов и в то же время не исказить полезный звуковой сигнал.

Для звуков ударного характера значение **Attack Time** можно значительно уменьшить. Значение **Release Time** обычно несколько увеличивают, чтобы избежать слышимого эффекта срезания эха и реверберации.



Шумоподавление в WaveLab

В WaveLab для вызова шумоподавителя в меню **Options** должна быть помечена опция **Use Master Section** (Использовать секцию мастеринга). При этом открывается окно **Master Section**.

В одной из ячеек эффектов из раскрывающегося списка выберите функцию **Noise Gate** (Шумоподавитель). Откроется соответствующее окно, вид которого показан на рис. 99.

Шумоподавитель заглушает любой сигнал, уровень которого падает ниже определенного порога.



Рис. 99 ▼ Окно Noise Gate

Рассмотрим изменяемые параметры настройки эффекта.

Threshold (Порог). Им устанавливается уровень сигнала (от -144 до -12 дБ), с которого включается шумоподавление.

Rel. Time (Время отпускания). Этим параметром определяется, как долго шумоподаватель остается открытым после падения уровня сигнала ниже порогового значения. Принимаемые значения: от 1 до 500 мс.

Rel. Sens (Чувствительность отпускания). Этот параметр позволяет предотвратить срабатывание шумоподавателя при уровнях сигнала, близких к пороговому. Принимаемые значения: от 1 до 100.

Attack Sens (Чувствительность срабатывания). Этим параметром задается время, которое требуется шумоподавителью для открытия. При низких значениях обеспечивается быстрая переходная характеристика устройства, а при высоких – будет смягчена или срезана ранняя часть звука. Принимаемые значения: от 1 до 100.

9.4. Синхронизация с видеорядом

Встроенная поддержка AVI-файлов в Sound Forge

Sound Forge позволяет открывать и сохранять файлы Microsoft Audio and Video Interleave (AVI), а значит, редактировать звуковые дорожки в видеопотоке с точностью до кадра, синхронизируя звук с изображением. Для удобства синхронизации отдельные кадры видеоролика располагаются прямо над картиной используемой звуковой волны. Благодаря такой возможности Sound Forge можно использовать для производства разнообразной мультимедиа-продукции.

Для открытия AVI-файла выберите команду **Open** из меню **File**, а из раскрывающегося списка типов файлов выберите **Video for Windows (*.avi)**. Затем дважды щелкните по названию файла, который хотите открыть. Если AVI-файл содержит один видеопоток и один аудиопоток, Sound Forge откроет эти потоки автоматически,

как показано на рис. 100. Однако если в файле нет звука, будет создана аудиодорожка во всю длину видео, содержащая только тишину.

AVI-файлы могут содержать более одного видео- или звукового потоков. Поток – это не то же самое, что дорожка в мультимедийном видео- или аудиоредакторе. Множественные потоки обычно используются, чтобы поддерживать различные версии видео- или аудиодорожек. Например, у вас может быть AVI-файл с одним видеопотоком и несколькими звуковыми потоками на различных языках. AVI-проигрыватель, например Media Player фирмы Microsoft, может распознать, какую языковую версию Windows использует ваш компьютер и автоматически воспроизводить правильный звуковой поток для нужного языка.

При открытии AVI-файла верхняя часть окна отводится под видеополосу. Видеополоса представляет собой последовательность кадров (как на киноленте). Число видимых кадров зависит от ширины полосы и масштаба. Чем шире полоса и больше масштаб, тем крупнее изображение и тем меньше кадров отображается на экране. Левый край отображаемых кадров синхронизирован со звуковой волной. Кадры на экране могут быть пронумерованы. Для этого щелкните правой кнопкой мыши по видеополосе и выберите из контекстного меню опцию **Number Frames** (Номера кадров).

Чтобы изменить размеры видеополосы, перемещайте ее нижний край вверх или вниз.

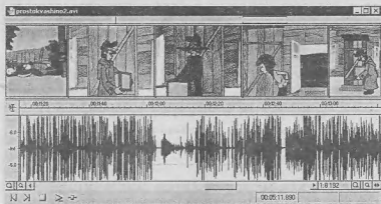


Рис. 100 ▾ Файл формата AVI, открытый в программе Sound Forge

При воспроизведении звука можно оставлять кадры неподвижными, а можно разрешить анимацию (движение изображения в кадрах). Для этого служит команда **Animate** из контекстного меню видеополосы.

Чтобы присоединить видео к уже открытому звуковому файлу, выберите пункт **Properties** из меню **File** и перейдите на вкладку **Video**. Нажмите кнопку **Attach** (Присоединить). В открывшемся диалоговом окне выберите AVI-файл, который хотите присоединить к звуку. После выбора AVI-файла с видеопотоком нажмите в окне **Properties** кнопку **ОК**. Над изображением звуковой волны появится видеополоса.

Для сохранения открытого файла в формате AVI следуйте следующим рекомендациям:

1. В диалоговом окне **Save** или **Save As** в поле типа файла выберите **Video for Windows (.avi)**. Дав название файлу, нажмите кнопку **Custom**.
2. Теперь появится диалоговое окно **Custom Template** (Заказной шаблон), изображенное на рис. 101. Здесь вы сможете выбрать схему компрессии отдельно для аудио- и видеопотоков. Для изменения опций потока выберите нужный формат и нажмите кнопку **Configure** (Конфигурация). Проверив опцию **Interleave Every Frame** (Чередовать каждый кадр), вы можете определить, с какой частотой звуковые куски перемежаются с видео.
3. Если вы нажали кнопку **Configure**, появится еще одно диалоговое окно, которое позволяет выбрать различные алгоритмы сжатия и настроить их при помощи дополнительных параметров конфигурации.
4. Установив опции сжатия, нажмите кнопку **ОК**, чтобы завершить процесс. Если видеопоток длинный, а схема сжатия выбрана медленная, сохранение файла может занять значительное время. Однако если вы не меняете никаких форматов сжатия видеосигнала, сохранение пройдет намного быстрее, так как повторного сжатия выполняться не будет.

Если вы полагали, что звуковые файлы слишком быстро занимают свободное пространство вашего жесткого диска, сравните их с видеофайлами. Одна минута звука, записанного с качеством компакт-диска, занимает приблизительно 10 Мб на жестком диске (60 секунд × 44 100 выборок в секунду × 2 стереодорожки × 2 байта при 16-битной

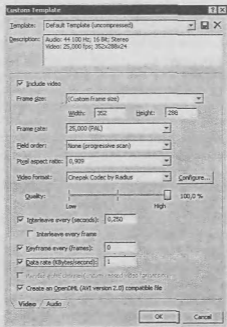


Рис. 101 ▼ Вкладка Video окна Custom Template

разрядности выборки). С другой стороны, одна минута типичного видео для использования в мультимедиа легко займет около 200 Мб, и это для небольшого окна (60 секунд \times 15 кадров в секунду \times 320 \times 240 \times 3 байта для 24-битной разрядности пикселей).

Для большинства практических целей, таких как окончательный эталонный формат, следует использовать видео без сжатия.

В настоящее время существует множество различных алгоритмов сжатия, а в ближайшие годы их станет еще больше. Во всех алгоритмах приходится выбирать между видеокачеством, коэффициентом сжатия и временем сжатия и декомпрессии. Быстрое сжатие больших объемов приводит к таким неприятным побочным эффектам, как подергивание или зернистость изображения.

При сохранении AVI в Sound Forge можно выбрать алгоритм сжатия из любых установленных в вашей системе. Вместе с Windows поставляются Cinepak Codec by Radius (cvid), Intel Indeo (IV32), Microsoft Video 1 (CRAM), Microsoft Windows Media Video 9 и другие. Это делается в диалоговом окне **Custom Template**, как уже было отмечено выше.

Многие алгоритмы используют ключевые или опорные кадры во время сжатия и декомпрессии. *Ключевой кадр* – это кадр в видеопотоке, который не сжимают. Обычно им является первый кадр сцены. Следующие кадры кодируются в виде изменений опорного кадра. Чем меньше ключевых кадров, тем меньше размер видеофайла.

При редактировании AVI-файлов в Sound Forge скорость формирования изображений будет значительно снижена, если имеется только один ключевой кадр во всем файле. В этом случае при выводе каждого кадра на экран Sound Forge необходимо просматривать все предшествующие данные.

Кроме того, в диалоговом окне **Custom Template** можно определить **Data Rate** (Скорость передачи видеоданных), которая непосредственно влияет на окончательный размер файла. Различные алгоритмы компрессии по-разному используют это значение, так как это – всего лишь ожидаемая величина. В большинстве случаев следует оставить данный параметр без изменений. Если вы ограничены в скорости передачи данных (например, односкоростным CD-ROM-приводом), тогда вам потребуется устанавливать это значение. Однако обратите внимание, что установка опции **Quality** (Качество) также влияет на размер файла.

Чтобы оценить качество вывода видео и степень сжатия, используйте окно **Video Preview** (Предварительный видеопросмотр), показанное на рис. 102. Оно открывается из меню **View** командой **Video Preview**. В этом окне будет всегда отображаться кадр, ближайший к позиции курсора.

В нижней части окна указан оригинальный размер кадра и размер окна (в круглых скобках), а также частота кадров и текущий номер кадра.



Рис. 102 ▼ Окно Video Preview

9.5. Отмена ошибочных действий

Отмена шагов редактирования в Sound Forge

В программном продукте реализована возможность бесконечной отмены и повторения произведенных действий. Sound Forge независимо от типа выполняемой операции предварительно создает копию текущего файла, которая в дальнейшем используется для восстановления исходного материала при выполнении команд **Undo** или **Redo**. Это надежный, но очень требовательный к объему жесткого диска способ работы, так как при обработке больших файлов и при значительном количестве выполняемых операций программа вынуждена сохранять много копий редактируемого файла, а, следовательно, вы рискуете быстро заполнить все пространство диска.

Отмена операций в WaveLab

В данной программе также реализована возможность бесконечной отмены и повторения произведенных действий. При выполнении простейших операций редактирования, например **Cut** (Вырезать), **Copy** (Копировать в буфер), **Delete** (Уничтожить), **Silence** (Заглушить), с оригинальным файлом физически не происходит вообще никаких изменений, пока не будет выполнена команда сохранения. Программа создает в памяти своеобразную виртуальную «карту» файла и просто дает команду воспроизводить такой-то участок файла и не воспроизводить другой, перейти от конца к началу и т.п. При обработке аудиоданных различными эффектами на жестком диске в виде временного файла сохраняется только обработанный участок исходного материала. Таким способом удастся достичь практически мгновенного выполнения команд **Undo/Redo** (пункт главного меню **Edit**), хотя надежность подобного метода работы ниже, чем, скажем, у Sound Forge. Это связано с тем, что до сохранения редактируемый файл состоит из множества частей, находящихся в разных местах диска, и при сбоях в системе информация может быть безвозвратно утеряна. WaveLab может выполнять операции **Undo/Redo** при воспроизведении обрабатываемого файла, что очень удобно.

Учебное издание

Загуменнов Александр Петрович

Запись и редактирование звука. Музыкальные эффекты

Главный редактор *Захаров И. М.*
editor-in-chief@ntpress.ru

Ответственный редактор *Мирошникова Е. Г.*

Верстка *Кабанов В. В.*

Графика *Салимонов Р. В.*

Дизайн обложки *Дудатий А. М.*

Общероссийский классификатор продукции
ОК-005-93, том 2; 953005 — учебная литература

Издательство «НТ Пресс», 105023, Москва,
Звездный б-р, д. 21, стр. 1.

Издание осуществлено при техническом участии
ООО «Издательство АСТ»

667000, Республика Тыва, г. Кызыл, ул. Кочетова, д. 28

Наши электронные адреса: WWW.AST.RU E-mail: astpub@aha.ru

Отпечатано с готовых диапозитивов
в ООО «Типография ИПО профсоюзов Профиздат»
109044, Москва, Крутицкий вал, 18.

NT
PRESS

ПРОСТО О СЛОЖНОМ

**Запись и редактирование
звука.**

Музыкальные эффекты

Загуменнов А. П.



Долгое время обработка музыки была уделом профессионалов, но с появлением новых программ и с увеличением мощности компьютеров она стала доступна любому пользователю.

При помощи музыкальных эффектов можно преобразить исходный звук или мелодию практически до неузнаваемости, придать новое звучание знакомым мелодиям или существенно улучшить их качество.

Применить фэйзер, хорус или модуляцию несложно, а результаты вас приятно удивят. Прочитав данную книгу, вы сможете работать с музыкальными эффектами в самых мощных и популярных программах – Sound Forge, WaveLab Cakewalk SONAR и многих других.

По вопросам оптовой покупки книг издательства «НТ Пресс» обращаться по адресу: Москва, Звездный бульвар, дом 21, 7-й этаж
Тел. 215-43-38, 215-01-01,
215-55-13

ISBN 5-477-00023-6



9 785477 000234