

Плагины Waves. Часть 3.

Эквалайзеры

Роман Петелин, Юрий Петелин

Компьютерная звукозапись немыслима без виртуальных приборов частотной обработки сигналов. Поскольку существует спрос - будет и предложение. На сегодняшний день десятками фирм произведено несметное количество фильтров, эквалайзеров, кроссоверов. О некоторых из них мы уже рассказывали в статье "[Фильтруй базар](#)" (Магия ПК № 10/2002). Однако было бы непростительно обойти стороной эту тему в серии статей, посвященных пакету Waves Platinum Native Bundle 4, в который входит много уникальных плагинов, предназначенных для частотной фильтрации.

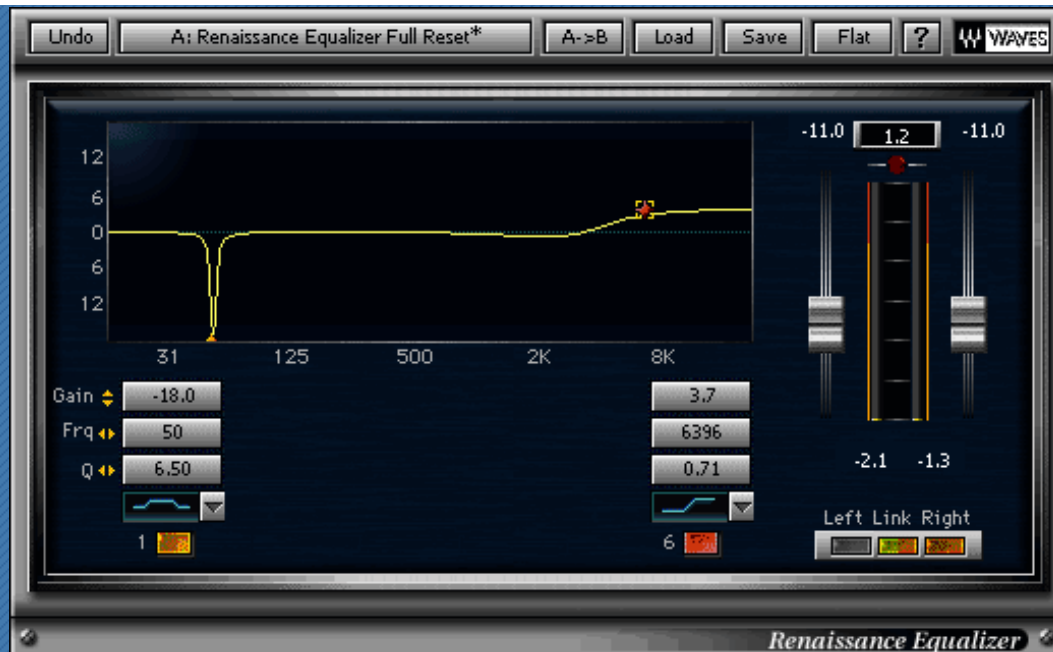
Если после установки пакета Waves Platinum Native Bundle 4 сосчитать только стереофонические плагины, реализующие различные варианты фильтров, то уже получится впечатляющая цифра - 12. А ведь у большинства из них есть еще монофонический аналог и аналог, предназначенный для обработки сигнала в формате "моно-стерео". Кажется немыслимым разобраться в этом многообразии. Но на самом деле все не так уж и безнадежно. Дело в том, что имеющиеся в пакете виртуальные частотные фильтры можно поделить на три группы (линейки): REQ bands, Q Paragraphic EQ, LinEq. Каждая линейка в свою очередь основана на базовом плагине. Плагины, входящие в одну линейку, отличаются только количеством полос обработки. А вот базовые плагины отличаются существенно, потому что при их создании разработчики исходили из различных требований. В таком случае можно считать, что наша задача упрощается и сводится к тому, чтобы познакомить вас с особенностями трех базовых плагинов.

REQ bands - **параметрические эквалайзеры из набора** Renaissance Collection

Одно из основных направлений развития плагинов Waves связано с созданием виртуальных обработок и эффектов, удобных в управлении. К таким условно "простым" средствам можно отнести плагины из набора Renaissance Collection. В этом наборе моделируются классические устройства, состав элементов управления которыми традиционен и привычен для людей, имеющих опыт работы с реальной аппаратурой. Со временем мы познакомим вас с другими плагинами Renaissance Collection, а сейчас речь пойдет о Renaissance Equalizer (REQ bands).

Основой идеологии продукции Waves является обеспечение максимальной гибкости применения плагинов. Именно по этой причине параметрический эквалайзер Renaissance Equalizer представлен в трех вариантах: REQ 2 bands - 2-полосный, REQ 4 bands - 4-полосный, REQ 6 bands - 6-полосный. Фактически все три плагина построены на основе одного базового 6-полосного эквалайзера. Интересно, что даже, например, в 2-х полосном эквалайзере полосы нумеруются не "1, 2", а "1, 6": подчеркивается, что 2-полосный эквалайзер как бы является фрагментом 6-полосного. Не всегда возникает необходимость в максимальном числе полос. В таких случаях целесообразно использовать REQ 4 bands или REQ 2 bands. Тем самым вы сэкономите ресурсы компьютера, которых много никогда не бывает.

Поскольку элементы управления параметрами каждой из полос в плагинах Renaissance Equalizer идентичны, мы рассмотрим их на примере эквалайзера REQ 2 bands.



Окно плагина REQ 2 bands

На координатном поле представлены интерактивные графики амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) фильтров эквалайзера в координатах "частота-коэффициент передачи фильтра". Масштаб - логарифмический по обеим осям.

В рассматриваемом варианте плагина имеется только два фильтра (1 и 6), им соответствуют 2 графика АЧХ и две группы элементов управления.

Два основных параметра каждого фильтра доступны для редактирования с помощью мыши. Для этого нужно захватить узел графика и перемещать его вправо-влево (будет изменяться частота настройки (среза АЧХ) фильтра) или вверх вниз (будет изменяться уровень усиления/ослабления). Эти же параметры можно задавать и в численном виде с помощью элементов, которые представляют собой специфические поля ввода, часто используемые в плагинах Waves. Внешне такой элемент напоминает кнопку. Если сделать на нем двойной щелчок, то он превратится в обычное поле ввода, в которое необходимое число можно ввести с компьютерной клавиатуры. Если щелкнуть только один раз и удерживать кнопку мыши нажатой, то кнопка превратится в подобие слайдера (плавного регулятора). Для уменьшения или увеличения значения вводимого параметра нужно перемещать мышь в направлениях, указанных рядом с кнопкой. Однако вместо перемещающегося традиционного слайдерного движка вы увидите изменяющееся число. Отрицательные значения коэффициента передачи фильтра соответствуют ослаблению сигнала, положительные - усилению. Подобные элементы интерфейса в дальнейшем мы будем именовать кнопками-слайдерами.

Для изменения коэффициента передачи фильтра можно воспользоваться кнопкой-слайдером Gain, и мышь следует перемещать вниз или вверх. А для изменения частоты настройки (среза АЧХ) фильтра предназначена кнопка-слайдер Frq, но мышь нужно двигать влево-вправо.

У каждого из фильтров эквалайзера можно выбрать еще два параметра: величину добротности и вид АЧХ фильтра (тип фильтра).

Для редактирования добротности служит кнопка Q. С добротностью связаны ширина полосы пропускания фильтра (чем больше Q, тем при неизменной частоте настройки фильтра уже его полоса пропускания) и крутизна АЧХ фильтра в области перехода от полосы пропускания к полосе подавления (задерживания). Чем больше значение Q, тем круче характеристика.

Чтобы выбрать вид АЧХ фильтра, воспользуйтесь раскрывающимися списками, расположенными под кнопками Q. В общей сложности вам доступны фильтры пяти типов:

- Bell - полосовой фильтр с колоколообразной АЧХ;
- Low-Shelf - фильтр с регулируемым усилением в области низких частот;
- Hi-Shelf - фильтр с регулируемым усилением в области высоких частот;
- Hi-Pass - фильтр верхних частот;
- Low-Pass - фильтр нижних частот.

Каждый из них в зависимости от знака параметра Gain может быть либо полоснопропускающим, либо полосноподавляющим фильтром.

Обратите внимание на кнопки Left, Link и Right, расположенные в правой нижней части окна. Если нажата кнопка Link, то АЧХ левого и правого каналов эквалайзера либо будут одинаковыми (когда вы создаете АЧХ "с нуля"), либо их изменения будут взаимосвязанными. Если нажать кнопку Left, то для независимого редактирования становится доступной АЧХ левого канала эквалайзера, если нажать кнопку Right - правого канала эквалайзера. Т. е. для левого и правого каналов можно сформировать совершенно разные АЧХ.

В правой части окна находятся измерители и регуляторы уровня выходных сигналов левого и правого каналов. Измерители показывают пиковые уровни канальных сигналов после регуляторов. Максимальные значения пиковых уровней отображаются в числовых полях, расположенных под измерителями. Щелчком на таком поле показание можно сбросить с тем, чтобы после этого произвести измерение на текущем интервале времени. В полях, расположенных над регуляторами, в численном виде отображаются значения коэффициентов передачи каждого из них. Управление регуляторами организовано на удивление гибко. Если нажата кнопка Link, то регуляторы влияют одновременно на оба канала (независимо от того, с каким из них вы работаете). При одинаковых исходных положениях регуляторов их перемещение происходит также абсолютно одинаково. Если исходные положения регуляторов неодинаковы, то в процессе связанной регулировки сохраняется неизменной разность исходных коэффициентов передачи.

Если нажата кнопка Left, то регуляторы действуют отдельно, причем левый регулятор воздействует на левый канал, правый - на правый. Если нажата кнопка Right, то регулятор, расположенный справа, воздействует на сигнал левого канала и наоборот.

Одна из особенностей 48-битной обработки, реализованной в плагине, заключается в том, что есть возможность использовать некоторый запас по динамическому диапазону, чтобы полностью избежать внутреннего клиппирования (переполнения разрядной сетки). В результате Renaissance Equalizer автоматически устраняет внутреннее клиппирование в каждой полосе. Это делает ненужными входные элементы управления коэффициентом усиления. Необходимо только управлять коэффициентом усиления на выходе, поскольку, естественно, вы можете случайно клиппировать выходной сигнал, повышая в эквалайзере уровень и без того достаточно интенсивного сигнала. К счастью, та же самая особенность 48-битной обработки позволяет плагину точно вычислять, насколько далеко находятся пики сигнала от уровня 0 дБ, и использовать результаты вычислений для регулирования уровня усиления выходного сигнала.

Над измерителями (посередине между ними) находится индикатор клиппирования. Он окрашивается в красный цвет в момент, когда выходной сигнал хотя бы в одном из каналов превысит уровень 0 дБ. Выше расположена кнопка, в поле которой в децибелах отображается число, показывающее текущее значение максимального уровня сигнала относительно уровня 0 дБ. В руководстве пользователя кнопка названа Trim. Если число отрицательно, то это означает, что для предотвращения перегрузки по выходу регуляторы нужно смещать вниз. Положительное число означает наличие запаса по усилению: уровни канальных сигналов можно поднять регуляторами как раз на величину, указанную в поле

кнопки Trim.

Вместо того чтобы вручную двигать регуляторы, подстраивая их положение под показание кнопки Trim, можно поручить делать это плагину. Достаточно щелкнуть на кнопке Trim, и регуляторы автоматически переместятся точно в необходимое положение. Конечно, следует понимать, что уровень звукового сигнала постоянно изменяется, поэтому положение регуляторов, найденное с помощью кнопки Trim в какой-то момент, спустя небольшой промежуток времени может оказаться непригодным. Важно, чтобы на протяжении всей композиции ни разу не происходило клиппирование.

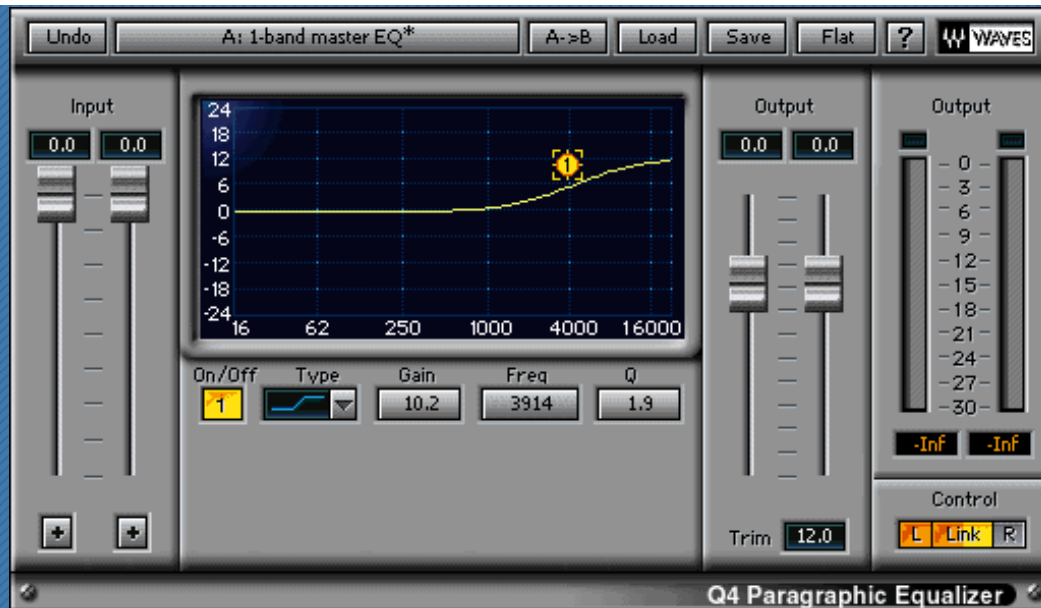
Итак, мы подробно рассмотрели двухполосный параметрический эквалайзер REQ 2 bands. После этого вам будет совершенно нетрудно разобраться даже в окне шестиполосного эквалайзера.



Окно плагина REQ 6 bands

Q Paragraphic EQ - **параметрические эквалайзеры**

В семейство плагинов Q Paragraphic EQ входят параметрические эквалайзеры с количеством полос 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10. Начнем с относительно простого плагина Q1 Paragraphic EQ, окно которого представлено на рис.



Окно плагина Q1 Paragraphic EQ

Это - однополосный параметрический эквалайзер. Дизайн окна отличается от того, к которому вы могли привыкнуть, работая с эквалайзерами семейства Renaissance Equalizer, но большинство элементов вам уже знакомо.

На координатном поле отображен и доступен для редактирования график АЧХ фильтра. Под ним расположена линейка кнопок, предназначенная для управления параметрами фильтра:

- On/Off - кнопка включения/выключения фильтра;
- Type - раскрывающийся список для выбора типа фильтра;
- Gain - регулятор коэффициента передачи фильтра;
- Freq - регулятор частоты настройки (или частоты среза) фильтра;
- Q - регулятор добротности фильтра.

Справа от координатного поля расположены регуляторы уровня выходного сигнала. Под ними - кнопка Trim, назначение которой вам также уже знакомо. Еще правее находятся индикаторы уровня выходного сигнала.

Чем принципиально отличаются плагины семейства Q Paragraphic EQ от плагинов семейства Renaissance Equalizer?

Во-первых, на входе (группа Input) плагинов семейства Q Paragraphic EQ имеются регуляторы уровня и переключатели фазы канального сигнала (кнопки +/-). Последние позволяют инвертировать сигнал любого из стереоканалов. Необходимость в этом может возникнуть, когда в одном из каналов потребуется устранить сдвиг фазы на 180° , возникший, например, из-за ошибочной коммутации устройств тракта обработки аудиосигнала. Дело в том, что противофазные компоненты существенно влияют на моносовместимость сигнала, поэтому желательно избегать их появления.

Во-вторых, в эквалайзерах семейства Q Paragraphic EQ значительно больше максимальное значение добротности фильтра (100 против 6,5 у Renaissance Equalizer). Это означает, что можно настроить любой фильтр эквалайзера так, что он будет влиять только на очень узкую полосу частот и не затрагивать соседние частоты. Например, можно подавить фон переменного тока частотой 50 Гц и не повлиять при этом на составляющие полезного сигнала с частотами 49 Гц и 51 Гц.

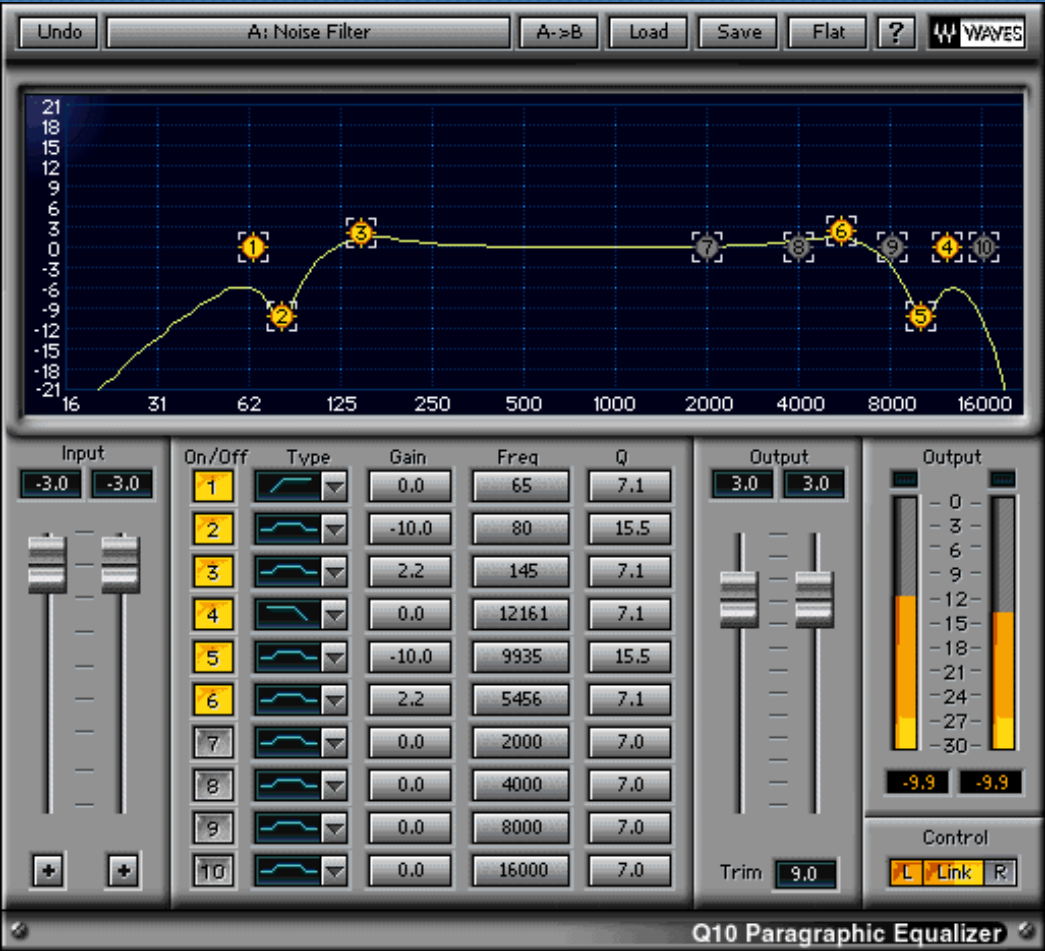
Окна двухполосного, трехполосного и четырехполосного эквалайзеров отличаются от рассмотренного окна только количеством фильтров и соответственно количеством линеек

регуляторов параметров фильтра. В качестве примера на рис. представлено окно четырехполосного эквалайзера.



Окно плагина Q4 Paragraphic EQ

Окна эквалайзеров с числом полос от 6 до 10 имеют несколько другой вид. В них увеличена площадь координатного поля.



Окно плагина Q10 Paragraphic EQ

LinEq Lowband, LinEq Broadband - эквалайзеры, обеспечивающие минимальные фазовые искажения

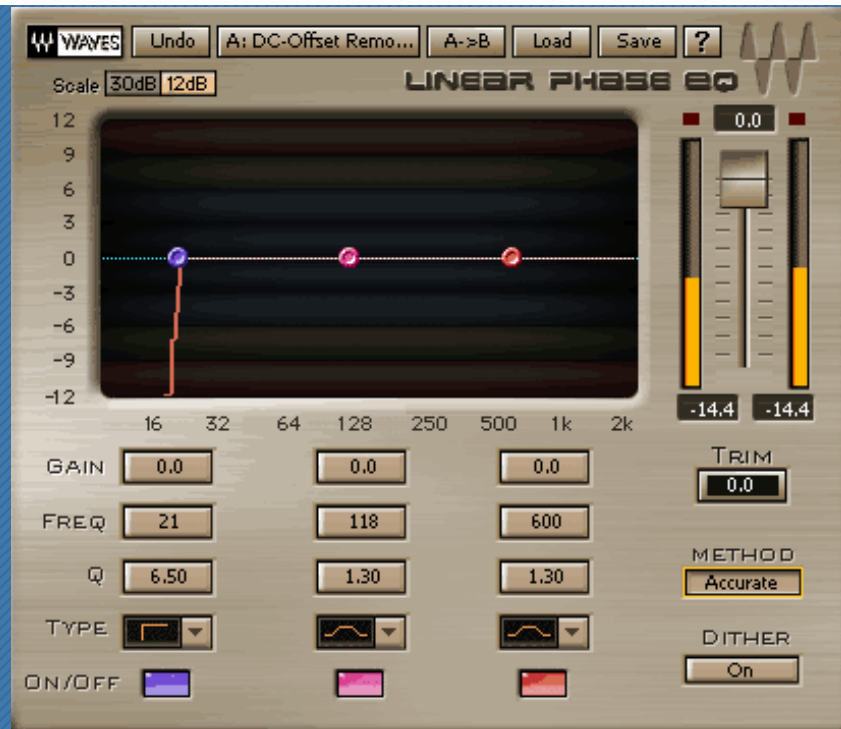
В пакет Waves Platinum Native Bundle 4 входят совершенно уникальные обработки, среди которых нельзя не выделить плагины LinEq Lowband, LinEq Broadband. По своей сути - это многополосные графические эквалайзеры. Однако от тех эквалайзеров, которые мы уже рассмотрели, LinEq Lowband и LinEq Broadband отличаются очень существенно: они не вносят фазовых искажений.

Напомним, что величина фазового сдвига, который претерпевает сигнал в реальном фильтре, зависит от частоты сигнала. Если не вдаваться в тонкости теории сигналов, то упрощенно можно считать, что первопричиной фазового сдвига является временная задержка сигнала при прохождении им фильтрующих цепей. Для гармонического (синусоидального) или хотя бы узкополосного сигнала последствия фазового сдвига нестрашны. Форма такого сигнала от этого не изменяется, да и сам фазовый сдвиг при желании можно измерить и скомпенсировать. Другое дело, если сигнал широкополосный - состоит из многих спектральных компонентов и ширина спектра сравнима с его центральной частотой (именно такими свойствами и обладают аудиосигналы). В любом обычном фильтре различные спектральные составляющие широкополосного сигнала претерпевают фазовые сдвиги, соответствующие фазочастотной характеристике (ФЧХ) фильтра. Особенно неприятны последствия воздействия фазовых искажений на короткие импульсные сигналы, подобные тем, что получаются при игре на ударных инструментах. Резкие перепады амплитуды сигнала сопровождаются переходными процессами: фронты импульсов растягиваются, огибающие импульсов искажаются, звук "замутняется".

Если бы ФЧХ была линейной, т. е. величина фазового сдвига была бы пропорциональна частоте спектральных составляющих, то такой фильтр не искажал бы форму прошедшего через него сигнала. Однако ФЧХ реальных фильтров (даже простейших, однозвенных) далека от линейной. Поэтому такие фильтры всегда изменяют нежелательным образом форму сигнала.

Из теории фильтрации известно, что на основе цифровых фильтров с так называемой конечной импульсной характеристикой (КИХ-фильтров) все-таки можно синтезировать устройства частотной обработки, имеющие линейную ФЧХ. Именно это и сделано разработчиками плагинов LinEq Lowband, LinEq Broadband. Конечно, усложнение алгоритма фильтрации привело к увеличению времени, необходимого для его отработки компьютером, что вылилось в увеличение по сравнению с обычными значениями времени запаздывания сигнала, прошедшего через плагин (latency). Поэтому в руководстве пользователя приведена соответствующая таблица, позволяющая учесть это время и правильно организовать совместное использование в проекте рассматриваемых плагинов и тех плагинов, у которых величина latency не столь существенна.

Начнем с плагина Waves LinEq Lowband, окно которого представлено на рис.



Окно плагина LinEq Broadband

Вы видите много знакомых элементов. Вместе с тем, окно плагина LinEq Lowband имеет несколько отличий (и существенных и чисто внешних).

В левой верхней части окна в группе Scale есть кнопки для переключения диапазона отображаемых уровней АЧХ. Наряду с привычными пределами ± 12 дБ, вы можете установить и более широкий диапазон ± 30 дБ. Эта особенность непосредственно вытекает из того, что диапазон регулирования коэффициента передачи фильтра с помощью кнопки GAIN в плагине LinEq Lowband также составляет ± 30 дБ, а не ± 12 дБ, как в предыдущих плагинах.

Увеличилось число разновидностей фильтров, которыми можно пользоваться. Среди них появились фильтры с крутыми скатами АЧХ и с резонансным горбом, расположенным вблизи частоты среза.

В окне плагина имеются также две принципиально новые кнопки: DITHER и METHOD. О кнопке METHOD достаточно сказать, что она позволяет выбрать один из трех методов аппроксимации АЧХ фильтров эквалайзера. Кнопка DITHER предназначена для включения и выключения дитеринга. Его суть заключается в том, что при понижении разрядности представления звука к отсчетам сигнала добавляется небольшой по интенсивности цифровой шум. Сам он на слух незаметен и, вместе с тем, позволяет маскировать неприятный призвук, сопровождающий отбрасывание "лишних" разрядов. Дело в том, что звуковые отсчеты внутри плагина представляются 48-битными числами. Большинство приложений-хостов работает с 24-битным звуком. В таком случае понижение разрядности просто неизбежно. Поэтому лучше сделать этот процесс подконтрольным и применить дитеринг непосредственно на выходе плагина. Однако если после рассматриваемого плагина вы применяете еще какие-либо плагины, поддерживающие 48-битное (или еще более высокое) разрешение, то применять дитеринг на выходе LinEq Lowband бессмысленно и вредно. Аналогично, не следует включать дитеринг в плагинах и в том случае, когда приложение-хост позволяет работать с разрядностью, превышающей 24 бита. Например, преобразование 48 бит > 32 бита без дитеринга предпочтительнее, чем преобразование 48 бит > 24 бита с дитерингом.

А теперь перейдем к Waves LinEq Broadband - еще одному эквалайзеру, обеспечивающему линейную зависимости фазы от частоты в полосе пропускания каждого из фильтров.



Окно плагина LinEq Broadband

Внешние отличия окна данного плагина от окна плагина LinEq Lowband в основном имеют количественный характер: там 3 полосы, здесь их 6. Однако на самом деле плагин LinEq Broadband является несравнимо более точным инструментом фильтрации, чем любой из ранее рассмотренных многополосных эквалайзеров. Правильнее было бы говорить о том, что это не 6-полосный плагин, а плагин, функционирующий по формуле "1 + 5". Даже графическое оформление самого окна плагина подчеркивает особый статус низкочастотного канала: линейка его регуляторов отделена от остальных чертой, на кнопке группы ON/OFF имеется надпись NF (низкие частоты), в то время как остальные кнопки этой группы безымянны.

Дальнейшее повышение точности фильтрации и снижение побочных эффектов достигнуто в данном плагине за счет того, что весь диапазон звуковых частот разделен на два поддиапазона - низкочастотный и высокочастотный. Поддиапазоны немного перекрываются.

Для работы в низкочастотном поддиапазоне (21 - 1000 Гц) и предназначен фильтр LF (частоту, превышающую 1000 Гц, для него вам просто не удастся установить). Для этого фильтра максимальная добротность составляет 2.

На первый взгляд может показаться парадоксальным утверждение о том, что сигнал, спектр которого сосредоточен в этом диапазоне, является более широкополосным, чем сигнал, имеющий существенные составляющие спектра, например, в пределах частот 10 021 - 11 000 Гц. Ведь вроде бы ширина спектра сигнала в обоих случаях равна 979 Гц. Однако это действительно так. Показатель широкополосности (отношение ширины спектра к центральной частоте) для первого сигнала составляет примерно 1,92, а для второго - 0,09. На практике показатель широкополосности, равный 0,09, означает, что даже если не предпринимать никаких специальных мер, то ФЧХ фильтра, работающего с подобным сигналом в окрестностях частоты 10 000 Гц, можно считать практически линейной. Однако в случае низкочастотного фильтра для ее линеаризации придется что-то придумывать. Вот разработчики плагина LinEq Broadband и решили при реализации низкочастотного фильтра применить более сложные и точные алгоритмы преобразования. За счет этого для низкочастотного фильтра достигнута высокая линейность ФЧХ и получена прекрасная разрешающая способность (1 Гц, в то время как для высокочастотных фильтров - 87 Гц). Цена, заплаченная за такие преимущества, - увеличение времени вычислений. Поэтому редактировать параметры низкочастотного фильтра в процессе воспроизведения

обрабатываемого трека в реальном времени не удастся. Изменения параметров остальных фильтров вы услышите тут же. А для того, чтобы почувствовать перемены в настройках низкочастотного фильтра, разработчики рекомендуют вносить коррективы поэтапно: изменили параметр, отпустите кнопку мыши, прислушайтесь. Появятся изменения в характере звучания, можете изменять настройки дальше.

Все высокочастотные фильтры равноценны. Частоту любого из них можно перестраивать в пределах от 258 Гц до 21963 Гц, а максимальное значение добротности больше, чем у низкочастотного фильтра, и составляет 6,5.

Итак, состоялась ваша первая встреча с виртуальными приборами частотной обработки, входящими пакет Waves Platinum Native Bundle 4. Детальное описание работы с ними вы найдете в нашей книге "[Профессиональные плагины для SONAR и Cubase](#)".

[Продолжение](#)