



*Искусствоведение*

**УДК 621.391**

**А.С. Коваленко**

**Н.О. Подпоронова**

**Коваленко Алена Сергеевна**, студентка 4-го курса Краснодарского государственного института культуры (Краснодар, ул. им. 40-летия Победы, 33), e-mail: miskovalenko1990@mail.ru

**Подпоронова Надежда Олеговна**, старший преподаватель кафедры эстрадно-джазового искусства Краснодарского государственного института культуры (Краснодар, ул. им. 40-летия Победы, 33), e-mail: n.podporinova@mail.ru

## **КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИБОРОВ ОБРАБОТКИ АУДИОСИГНАЛА ПО ФИЗИЧЕСКОМУ ПРИНЦИПУ**

В статье автор обозначает важность владения теоретическими знаниями в области классификации приборов обработки звука, что пригодится специалисту, связанному с обработкой аудиосигналов – вокалисту, музыканту, звукорежиссеру. Также автор кратко излагает суть приборов обработки звука, классифицированных по физическому принципу.

**Ключевые слова:** классификация, обработка звука, аудиосигнал, физический принцип, динамическая обработка, фильтры, нелинейные искажения.

**A.S. Kovalenko**

**N.O. Podporinova**

**Kovalenko Alena Sergeevna**, 4th course student of the Krasnodar state institute of culture (33, im. 40-letiya Pobedy St., Krasnodar), e-mail: miskovalenko1990@mail.ru

**Podporinova Nadezhda Olegovna**, senior lecturer of department of pop-jazz art of the Krasnodar state institute of culture (33, im. 40-letiya Pobedy St., Krasnoda), e-mail: n.podporinova@mail.ru

## **CLASSIFICATION OF AUDIO PROCESSING DEVICES BY PHYSICAL PRINCIPLE**

In this article the author emphasizes the importance of possessing theoretical knowledge in the field of classification of sound processing devices, which will be useful to a specialist associated with the processing of audio signals – a vocalist, musician, sound engineer. The author also summarizes the essence of sound processing devices, classified by the physical principle.

**Key words:** classification, sound processing, audio signal, physical principle, dynamic processing, filters, non-linear distortions.

Когда вокалист или музыкант исполняют произведение во время живого выступления или студийной записи, им недостаточно одного лишь микрофона. Чтобы аудиосигнал, идущий от исполнителя, технически успешно сформировался, применяются различные приборы для обработки звука, создающие необходимые эффекты и ликвидирующие погрешности. Специалист в ходе работы выбирает тактику обработки материала в цифровой среде или воздействия на сигнал в аналоговом виде различными приборами. Такие приборы обработки классифицируются прежде всего по физическому принципу. Певец или музыкант-инструменталист, освоивший общие принципы работы приборов, сможет сформировать свой подход к использованию различных эффектов.

Дадим краткий обзор приборов для обработки аудиосигнала, основываясь на их классификации по физическому принципу работы. К ним

относятся приборы: на основе фильтров (приборы частотной коррекции); динамической обработки; на принципе нелинейных искажений; на основе линий задержки (приборы пространственной обработки); на основе сдвига высоты тона, а также спецэффекты (вокодер, ринг-модулятор).

**1) Фильтры и эквалайзеры.** Выполняют частотную коррекцию – обработку сигнала с целью увеличения или уменьшения уровня сигнала на выбранных участках спектра. К фильтрам относятся графические эквалайзеры, параметрические эквалайзеры, кроссоверы, гитарный эффект wah-wah («квакушка»). Эквалайзеры (equalizer) предназначены для выравнивания амплитудно-частотных характеристик сигналов. Принцип действия эквалайзера заключается в отдельной регулировке уровней составляющих сигнала на различных частотах; т.е. посредством полосовых фильтров звуковой сигнал разделяется на составляющие. Это позволяет производить дальнейшие манипуляции с каждой из них.

Различают графические и параметрические эквалайзеры. *Графический эквалайзер* состоит из фильтров (по числу полос), имеет заданный производителем набор частот. Уровень сигнала, регулируемый фильтром, управляется ползунковым потенциометром, перемещаемым снизу вверх. Слайдеры расположены рядом, в процессе регулирования положение их ручек иллюстрирует амплитудно-частотную характеристику эквалайзера. Именно поэтому данный тип эквалайзера называют графическим. Графический эквалайзер может иметь от 3-х до 31-й полосы. Частоты, которые можно корректировать, фиксированы. Обычно под каждым слайдером обозначено значение частоты, которую он регулирует [5, с. 15].

*Параметрический эквалайзер* имеет несколько фильтров (как правило, три или пять), при этом каждый фильтр имеет три органа управления. Регулятор выбора частоты регулирования, регулятор добротности и регулятор уровня усиления или ослабления сигнала на данной частоте. В отличие от графического эквалайзера, в параметрическом можно произвольно выбрать частоту, которую необходимо скорректировать [5, с.

15]. Это позволяет с высокой точностью вырезать резонансы или придать сигналу нужную окраску, когда, например, из-за акустической обратной связи система звукоусиления начинает возбуждаться [2, с. 24]. **Кроссовер** предназначен для разделения сигнала на несколько спектральных составляющих. Устройство применяется для построения систем звукоусиления, раздельного по полосам частот – при этом для воспроизведения каждого частотного диапазона применяется отдельный канал усиления. **Гитарная педаль wah-wah** позволяет регулировать частоту среза фильтра, специфично окрашивая тембр звука.

**2) Приборы динамической обработки.** Эти приборы используются для изменения динамического диапазона сигнала, что ведет к ограничению уровня громкости в пределах заданного диапазона либо креативному изменению огибающей сигнала. Данной цели подчинен целый ряд приборов: компрессоры (compressor), экспандеры (expander), нойз-гейты (noise gate), компандерные системы шумоподавления, лимитеры (limiter), деэссеры (deesser), многополосные компрессоры.

**Компрессор** – прибор для сжатия динамического диапазона сигнала. При обработке сигнала компрессором в материале подчеркивается атака, т.к. детектор огибающей обладает некоторой инертностью, время атаки не равно нулю и фаза атаки не подвергается сжатию. Иногда данный нюанс применяют в художественных целях для повышения разборчивости речи или подчеркивании атаки в ударных [3]. **Экспандер** работает как антипод компрессора – при превышении порога он увеличивает усиление, а не снижает его. Может применяться для увеличения динамического диапазона сигнала, для мягкого шумоподавления. Экспандер полезен для увеличения разницы между громкими и тихими звуками. **Нойз-гейт** – прибор динамической обработки, чья основная задача – пороговое шумоподавление. Он открывается при превышении сигналом порога и закрывается, если сигнал ниже порога. Т.е. нойз-гейт обрезает сигналы ниже заданного пользователем уровня, а также удаляет шумы в паузах между сигналами.

*Лимитер* не позволяет сигналу превысить заданный уровень для страховки от перегрузки акустических систем и уплотнения сигнала. Основным параметром лимитера – порог срабатывания. *Дезссер* – компрессор, позволяющий избавиться от избыточно шипящих звуков в выбранной полосе частот при записи голоса. *Многополосный компрессор* сочетает в себе кроссовер, несколько компрессоров и микшер. Прибор позволяет контролировать динамику в разных полосах спектра, независимо друг от друга.

**3) Приборы на основе нелинейных искажений.** К этой группе относятся гитарные эффекты – овердрайв (overdrive), дисторшн (distortion), фазз (fuzz), сатураторы (saturator), а также психоакустический эффект иксайтер (exciter). *Сатуратор* использует нелинейные искажения, но формируемая в нем нелинейность вольт-амперной характеристики весьма небольшая и обогащение материала гармониками происходит в небольшой пропорции, что позволяет применять прибор не только для формирования гитарного перегруза, но и для обработки фонограммы в целом. *Иксайтер* работает с подмешиванием гармоник к чистому сигналу. От сигнала берется посыл на искажитель, происходит обогащение гармониками, фильтрация, после чего ограниченный спектр сигнала, обогащенный гармониками, подмешивается к чистому сигналу [3]. *Дисторшн* (distortion) – эффект для формирования агрессивного перегруженного звука электрогитары. *Овердрайв* (overdrive) также перегружает звук электрогитары, причем искажает только самые громкие звуки. В целом при применении эффекта овердрайв получается более мягкий звук с меньшими искажениями, в отличие от дисторшн. Fuzz – аналогичный эффект перегрузки, но, наряду с агрессивным звучанием, отличается от дисторшн специфичным спектром искажений. Надо отметить, что дисторшн и Fuzz искажают сигнал в значительно большей степени, приближая его форму к прямоугольной. Звук зачастую получается слишком грязный, поэтому используются дополнительные фильтры (эквалайзер) для сглаживания «острых углов» в

звучании путем удаления высокочастотной части спектра из сигнала.

**4) Приборы на основе линий задержки** (приборы пространственной обработки). Они обеспечивают пользователя рядом пространственных и модуляционных эффектов: эхо (echo), дилэй (delay), хорус (chorus), флэнжер (flanger), ревербератор (reverb, reverberator).

Эффект *эхо* характеризуется не только увеличенным до 100 мс и более временем задержки, но и изменением спектра сигнала. Это объясняется тем, что в природе различные частотные составляющие звукового сигнала, отражаясь от преград, имеют различную степень затухания. Лучше всего отражаются низкочастотные составляющие. *Дилэй* основан на линии задержки, которая имеет время задержки до 2 секунд. Дилэй имитирует эхо: к обрабатываемому сигналу добавляется он же, только задержанный по времени и ослабленный. Наиболее популярно использование дилэя при обработке вокальных или инструментальных сольных партий. *Хорус* превращает звучание одного инструмента или голоса в целый хор, имея в своей основе короткую задержку сигнала в 15–30 мс. Его алгоритмы сводятся к тому, что копии сигнала с небольшой задержкой складываются с исходным сигналом. Спектр каждой копии сигнала незначительно сдвигается по частоте, т.е. подвергается частотной модуляции. Частотные сдвиги и время задержки для каждой из копий сигнала могут изменяться во времени, что обеспечивает непрерывное изменение спектра. *Флэнжер* – прибор, чей принцип работы основан на работе хоруса, но с небольшим отличием. Во флэнжере используется обратная связь, из-за которой в обработанном сигнале появляются дополнительные резонансные частоты. Сигнал обратной связи, суммируясь с входным сигналом, создает эффект гребенчатой фильтрации, своеобразно окрашивая «вращающийся» звук. Флэнжер создает специфический эффект звучания «в трубе». *Ревербератор* – прибор для создания эффекта реверберации, т.е. процесса ослабления сигнала при многократном отражении от препятствий. Реверберация позволяет имитировать геометрию помещения, покрытие его стен, пола и потолка –

будто звук был записан в разных физических условиях. Также благодаря эффекту реверберации тембр музыкальных инструментов обогащается, голос приобретает напевность, а некоторые его недостатки удачно маскируются [5, с. 19].

**5) Приборы на основе сдвига высоты тона.** Основные представители этого вида приборов: питч-шифтер (pitch shifter), гармонайзер (harmonizer), интонатор (intonator).

**Питч-шифтер** отвечает за преобразования, связанные с перемещением спектра сигнала вверх или вниз по частоте. Частным случаем питча является *октавер* (octaver). При его использовании исходный сигнал и его копия составляют музыкальный интервал, именуемый октавой. **Гармонайзер** работает аналогично питч-шифтеру, но при сдвиге высоты тона учитывает лад и тональность, которые выбираются вручную. Гармонайзер может создавать несколько дополнительных сигналов для того, чтобы материал звучал аккордом. **Интонатор** в реальном времени сдвигает ноты материала к сетке частот выбранного лада и тональности, что позволяет корректировать небольшие интонационные ошибки исполнения.

**6) Спецэффекты.** К ним относятся прежде всего вокодер и ринг-модулятор. Вокодер (voice coder) изначально был разработан для шифрованной передачи речи в системах военной радиосвязи. Принцип его работы схож собственно с физическим принципом формирования речевого сигнала. Из голоса выделяются огибающие на различных участках спектра, где расположены форманты гласных звуков. Эти сигналы модулируют широкополосный несущий сигнал музыкального инструмента, что создает в звуке инструмента фонацию, свойственную человеческой речи. **Ринг-модулятор** основан на модуляции несущего сигнала, частота которого находится за пределами звукового диапазона, но рядом с ним. В результате модуляции получается своеобразное звучание, которое используется как спецэффект или как метод синтеза звука [5, с. 21].

Кратко рассмотрев классификацию приборов для обработки

аудиосигнала по физическому принципу, можно отметить, что их всестороннее разнообразие предполагает сложную многоуровневую классификацию, вследствие чего знания о ней необходимо грамотно структурировать и обобщать. Классификации с необходимыми обобщениями и описаниями помогут будущему профессионалу комфортно применять эти категории при практической работе с оборудованием, даже не имея необходимого багажа технических знаний и навыков. Готовый специалист в сфере музыкального искусства, будь то звукорежиссер, вокалист или музыкант, должен сочетать в себе «гуманитарное» образное и «техническое» понятийное мышление, а также комбинацию гуманитарных и технических способностей, которые помогут ему не только во время выступления, но и при подготовке к нему. Успешное владение навыками настройки звуковых эффектов позволяет получить свой неповторимый и уникальный звук инструмента или голоса.

#### **Список используемой литературы:**

1. *Алдошина И.А., Приттс Р.* Музыкальная акустика: учебник. – СПб.: Композитор.– 2006. – 719 с.
2. *Вологдин Э.И.* Методы и алгоритмы обработки звуковых сигналов: курс лекций. – СПб.: СПбГУТ. – 2009. – 96 с.
3. *Волченко В.В.* Технология звукозаписи в студии: теория и практика / В.В. Волченко. Учебно-методическое пособие для студентов специальности 53.05.03. Музыкальная режиссура. – Краснодар: КГИК .– 2018. – С. 35–38.
4. *Динов В.Г.* Звуковая картина. Записи о звукорежиссуре / В.Г. Динов. Учебное пособие. 3-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань»; Издательство «Планета музыки». – 2012. – С. 108–154.



5. *Дрожжина Н.В., Волченко В.В.* Электроакустическое оборудование в системе художественного воздействия эстрадного певца на слушателя / Н.В. Дрожжина, В.В. Волченко. Научная электронная библиотека eLibrary.ru. КГИК (Краснодар).– 2018. – С. 193–209.