

Частное учреждение образования
«Институт современных знаний имени А. М. Широкова»

Факультет искусств
Кафедра художественного творчества и продюсерства

СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой
Ахвердова Е. И.

27.11.2017 г.

СОГЛАСОВАНО
Декан факультета
Полосмак А. О.

27.11.2017 г.

ОСНОВЫ ЗВУКОРЕЖИССУРЫ

*Электронный учебно-методический комплекс
для студентов специальности 1-17 03 01 Искусство эстрады
(по направлениям), направление специальности 1-17 03 01-02 Искусство
эстрады (компьютерная музыка)*

Составитель

Попроцкий А. Д., старший преподаватель кафедры художественного творчества и продюсерства частного учреждения образования «Институт современных знаний имени А. М. Широкова»

Рассмотрено и утверждено
на заседании Совета Института
протокол № 4 от 28.11.2017 г.

УДК 78.07(078)
ББК 32.973я73

Р е ц е н з е н т ы:

кафедра звукорежиссуры факультета экранных искусств Учреждения образования «Белорусская государственная академия искусств» (протокол № 11 от 19.10.2017 г.);

Мисевич В. Л., заслуженный артист Республики Беларусь, солист ансамбля «Белорусские Песняры».

Рассмотрено и рекомендовано к утверждению
кафедрой художественного творчества и продюсерства
(протокол № 4 от 23.10.2017 г.)

Попроцкий, А. Д. Основы звукорежиссуры : учеб.-метод. комплекс для студентов специальности 1-17 03 01 Искусство эстрады (по направлениям), направление специальности 1-17 03 01-02 Искусство эстрады (компьютерная музыка) [Электронный ресурс] / Авт.-сост. Попроцкий А. Д. – Электрон. дан. (0,9 Мб). – Минск : Институт современных знаний имени А. М. Широкова, 2018. – 69 с. – 1 электрон. опт. диск (CD).

Систем. требования (миним.) : Intel Pentium (или аналогичный процессор других производителей) 1 ГГц ; 512 Мб оперативной памяти ; 500 Мб свободного дискового пространства ; привод DVD ; операционная система Microsoft Windows 2000 SP 4 / XP SP 2 / Vista (32 бит) или более поздние версии ; Adobe Reader 7.0 (или аналогичный продукт для чтения файлов формата pdf).

Номер гос. регистрации в НИРУП «Институт прикладных программных систем» 1181814181 от 06.02.2018 г.

Учебно-методический комплекс представляет собой совокупность учебно-методических материалов, способствующих эффективному формированию компетенций в рамках изучения дисциплины «Основы звукорежиссуры».

Для студентов вузов.

ISBN 978-985-547-212-5

© Институт современных знаний
имени А. М. Широкова, 2018

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Современное массовое искусство (кино, театр, радио, телевидение, концерты, шоу-программы, и т. п.) немислимо без комплекса аппаратуры для работы с музыкальным материалом. Это устройства усиления и обработки звука, микрофоны, средства записи и воспроизведения фонограмм. Профессиональная деятельность артистов-вокалистов, музыкантов-инструменталистов, музыкальных продюсеров и компьютерных аранжировщиков напрямую связана с использованием такого оборудования. Роль звукорежиссера в творческом процессе исполнения и записи музыки переоценить невозможно. Все то, что слышит зритель и слушатель – результаты его работы.

Знакомство со сложным звукотехническим оборудованием и основами профессии звукорежиссера необходимо всем специалистам, задействованным в сфере шоу-бизнеса.

Данный курс направлен на изучение технических возможностей технических приборов, используемых в современном эстрадном искусстве и принципов работы с концертной, студийной аппаратурой.

Электронный учебно-методический комплекс «Основы звукорежиссуры» написан для студентов специальности 1-17 03 01 «Искусство эстрады (по направлениям)» и включает курс лекций, перечень заданий для подготовки к практическим занятиям и самостоятельной работы, зачетам и экзаменам, программу учебной дисциплины и список рекомендованной литературы.

Целью преподавания дисциплины является формирование теоретических и практических навыков, необходимых будущему специалисту в его профессиональной деятельности.

Задачами курса являются: изучение теоретических и практических методик работы с музыкальным материалом при помощи новейших компьютерных технологий, освоение в полной мере принципов эксплуатации современного студийного и концертного музыкального оборудования.

В программе предусмотрена актуализация межпредметных связей со следующими дисциплинами: «Звукозаписывающее оборудование», «Специнструмент», «Компьютерная аранжировка».

Программой дисциплины «Основы звукорежиссуры» предусмотрено чтение лекций и проведение практических занятий, а также выполнение студентами практических заданий, способствующих закреплению полученных теоретических знаний.

Курс «Основы звукорежиссуры» для дневной формы обучения специальности «Искусство эстрады (по направлениям)» рассчитан на 576 часов, где 270 часов отводится на аудиторные занятия, в том числе 60 лекционных часов, 210 практических. Также курс предполагает 306 часов самостоятельной контролируемой работы студента.

Форма отчетности: зачет – 3, 7 семестры; экзамен – 2, 5, 8 семестры.

I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

КУРС ЛЕКЦИЙ. ОСНОВЫ ЗВУКОРЕЖИССУРЫ

ТЕМА 1. МИКШЕРНЫЙ ПУЛЬТ

Микшер – это устройство, позволяющее проводить запись или сведение сигналов, поступающих от нескольких различных источников. Микшер позволяет решать следующие задачи:

- микширование (смешивание) в заданных пропорциях сигналов, поступающих от различных источников;
- согласование уровня сигнала источника с чувствительностью и динамическим диапазоном устройства записи, обработки, усиления;
- измерение уровня выходного, а в ряде ситуаций и канальных сигналов;
- оперативное регулирование уровня сигналов;
- эквалазация, корректирование частотных характеристик сигналов;
- направление сигналов на внешние устройства динамической обработки и эффект-процессоры, регулирование уровней сигналов, посылаемых на эти устройства и возвращаемых с них;
- коммутация сигналов;
- переключение фазы канального сигнала;
- формирование микса, направляемого на контрольные мониторы или на наушники исполнителей;
- заглушение (Mut) отдельных каналов и переключение их в режим Solo.

Условно в микшере можно выделить элементы, перечисленные ниже.

Секция канальных модулей (иногда канальный модуль называют входным каналом микшера). Каждый из канальных модулей содержит элементы коммутации и регулировки, с помощью которых ведется отдельная обработка канальных сигналов.

Шины параллельного подключения эффектов (Aux). С их помощью один или несколько каналов подключаются к внешним устройствам обработки сигналов с последующим возвратом обработанного сигнала в общий микс.

Мастер-модуль. В нем каналные сигналы и сигналы, возвращенные с внешних устройств обработки, объединяются в одну или несколько пар стереосигналов, производится измерение и регулировка уровня смикшированного сигнала.

Модуль формирования контрольного сигнала. В нем формируется микс, поступающий на вход усилителя, подключенного к контрольным мониторам или наушникам.

Канальный модуль. На его панели сосредоточено большинство элементов управления микшером. Канальный модуль позволяет:

- подключать к микшеру источник звука (микрофон, а также электрогитару, синтезатор, магнитофон, CD-плеер и другие линейные источники сигнала);
- управлять уровнем громкости источника;
- осуществлять коррекцию частотных характеристик сигнала с помощью эквалайзера;
- направлять сигналы на выходы системы (основной и мониторный);
- направлять сигналы на дополнительные шины подключения эффектов (шины Aux).

В каждом канальном модуле есть средства выбора различных источников (микрофонный/линейный) и предоставляется возможность установить предварительное усиление для каждого из них. Обобщенная функциональная схема канального модуля представлена на рис. 1.1.

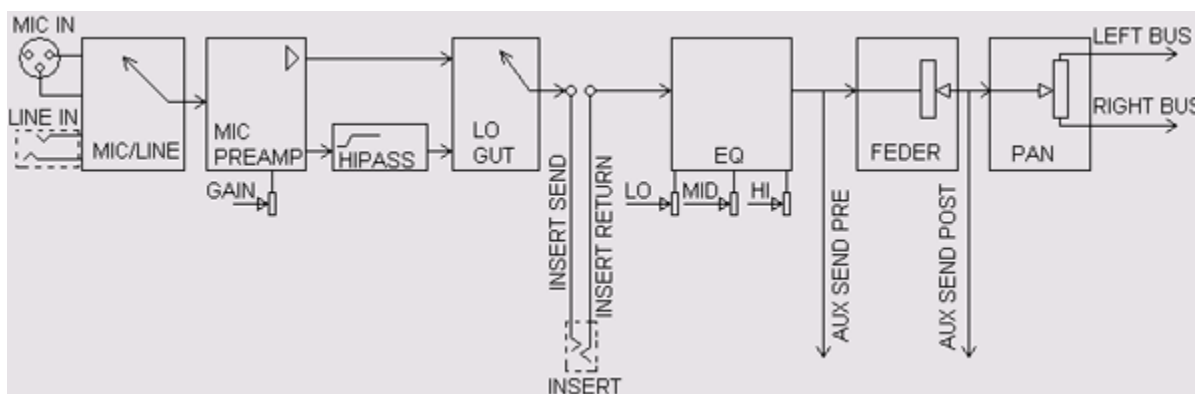


Рис. 1.1. Обобщенная функциональная схема канального модуля

Канальный эквалайзер служит для управления частотной характеристикой входного сигнала, как в целях ее коррекции, так и для достижения определенного художественного эффекта. Фейдер канала позволяет оперативно регулировать уровень сигнала.

Для подключения источников сигнала предусмотрены гнезда разъемов различных типов. Как минимум, имеются трехконтактный разъем типа XLR (подключается микрофон) и гнездо для моноджека (подключаются линейные источники сигнала). Селектор входа (переключатель Mic/Line) определяет, какое гнездо разъема и какие элементы усиления будут использованы данным каналом.

Кнопка ослабления сигнала (имеется не на всех микшерах) позволяет понижать уровень сигнала (на 20-30 дБ) до того, как он попадет на какой-либо усилительный элемент микшера. Это позволяет избежать перегрузок от сигналов повышенного уровня.

В некоторых микшерах имеется переключатель фазы (на схеме не показан), который используется для исправления последствий неверной коммутации проводов или для изменения фазы, когда размещение системы из нескольких микрофонов этого требует. Одному положению переключателя соответствует нулевой сдвиг фазы, второму – сдвиг фазы на 180° . Этот переключатель, как правило, действует только на сбалансированный микрофонный XLR вход и не влияет на вход линейный.

Фантомное питание подается только на сбалансированный микрофонный вход и является источником питания конденсаторных микрофонов. Название фантомное объясняется тем, что для подачи напряжения питания не требуются дополнительные проводники. Питание 48 вольт на конденсаторный микрофон подается по сигнальным проводникам. Для разделения цепей постоянного и переменного тока применяются конденсаторы. Пользоваться выключателем фантомного питания следует предельно осторожно. Если микрофонный вход соединен с несбалансированным источником сигнала, случайное включе-

ние фантомного питания может привести к поломке прибора. На сбалансированные источники сигнала фантомное питание не оказывает негативного воздействия.

Регулятор предварительного усиления Gain позволяет привести в соответствие уровни источника сигнала и микшера. Тем самым компенсируется разброс в громкостях звучания голосов различных певцов и в уровнях сигналов различных источников (микрофон, гитара и т. п.).

Предварительное усиление необходимо регулировать при нажатой кнопке Solo, расположенной рядом с фейдером канала. Эта кнопка позволяет выделить канальный сигнал из общего микса, проверить уровень и оценить качество звука в канале независимо от общего микса. Усиление на входе следует отрегулировать таким образом, чтобы пиковые отметки индикатора уровня находились на границе красной зоны (VU), но не оставались в ней подолгу.

Эквалайзер микшера обычно имеет три полосы частот: низкую, среднюю и высокую. В недорогих микшерах используются полупараметрические эквалайзеры. В них для всех или некоторых полос можно выбрать частотный диапазон, с которым будет работать эквалайзер. Полупараметрический эквалайзер не позволяет регулировать добротность фильтра Q в отличие от параметрического. С перестройкой центральной частоты фильтра эквалайзера изменяется полоса пропускания и в полупараметрическом эквалайзере скомпенсировать это изменение невозможно.

В дорогих микшерах используются параметрические эквалайзеры, которые позволяют независимо регулировать и центральную частоту, и добротность Q (полосу пропускания).

Если все метки на вращающихся ручках направлены строго вертикально вверх, то эквалайзер находится в нейтральном положении. При вращении ручки по часовой стрелке происходит усиление сигнала в выбранном частотном диапазоне, против часовой стрелки – подавление. Для поиска частоты экваллизации есть смысл усиливать сигнал, тогда будут заметны изъяны звука на этой частоте.

те. Для достижения тонального баланса целесообразно применять не усиление частот того сигнала, который необходимо выделить (что может вызвать его искажение), а, наоборот, подавление частот остальных сигналов.

Insert – подключение эффектов и обработок отдельного канала. После эквалайзера (а в некоторых микшерах перед ним, как показано на рис. 1.1.) сигнал проступает на разрыв (Insert) и затем на фейдер канала. Разрыв (Insert) представляет собой гнездо разъема типа «стереоджек» с несколько необычно скоммутированными контактными группами. Если в гнездо не вставлена ответная часть разъема, то сигнал проходит с выхода эквалайзера на вход фейдера. Однако, если ответная часть разъема вставлена в гнездо, то цепь действительно оказывается разорванной. Вместо нее по подключенному к ответной части разъема кабелю с двумя сигнальными проводниками сигнал с выхода эквалайзера сначала попадает на вход внешнего устройства обработки, например, ревербератора (данная линия называется посылом), а затем возвращается в микшер по линии, которая называется возвратом. Именно за счет наличия гнезда разъема Insert, посылы и возврата каждый канал можно обработать эффектами независимо от других каналов.

После разъема Insert (либо после эквалайзера) сигнал поступает на фейдер канала, предназначенный для оперативного регулирования уровня канального сигнала. В недорогих микшерах данный регулятор управляется вращающейся ручкой. Но более удобна слайдерная (движковая) конструкция фейдера. Положение канальных фейдеров относительно друг друга создает общее представление о соотношении уровней сигналов в каналах. Фейдер обычно имеет маркировку его оптимального положения (0 дБ). Для повышения уровня оставлен некоторый запас (10-15 дБ), но в основном предусматривается его уменьшение. Когда фейдер находится в положении бесконечности – сигнал максимально ослаблен.

После фейдера в схеме пульта расположен регулятор панорамы, определяющий баланс сигнала между левым и правым выходами. Обычно регулятор панорамы является источником сигнала для главного стереовыхода.

Префейдерные посылы (Aux send pre) используются для организации мониторинга. Сигнал снимается до того, как он пройдет фейдер канала, поэтому уровень отбираемого сигнала не зависит от положения фейдера канала. Это удобно с той точки зрения, что мониторный микс для артистов, находящихся на сцене (или для исполнителя и звукооператора), и звук в зрительном зале (или на входе записывающего устройства) становятся независимыми. Однако при необходимости корректировок приходится манипулировать и фейдером канала, и префейдерными ручками Aux. Постфейдерный посыл (Aux send post) используется для эффектов. Пропорции между уровнем сигнала, подаваемого на внешние приборы обработки звука, и уровнем сигнала в канале при этом сохраняются. Как правило, микшеры позволяют подключать «Aux» как до, так и после фейдера. Делается это с помощью специального переключателя «Pre/Post».

Для последовательного подключения эффекта, действующего только на один канал, служит разрыв (Insert). Такими эффектами могут быть, например, хорус, флэнжер, а обработками – эквалайзер, гейт, компрессор. Последовательные эффекты включаются в разрыв в тех случаях, когда нужно обработать ими сигнал только одного канала.

Для одновременной обработки эффектом нескольких источников можно подключать их через шины Aux, причем эффект оказывается доступным для всех каналов и для каждого из них можно установить свою глубину эффекта. После обработки эффектом параллельного действия сигнал возвращается на основную шину микшера, где смешивается с остальными сигналами. В результате, в общем миксе присутствует и исходный сигнал, и обработанный. Степень обработки эффектом сигнала того или иного канала устанавливаются регулятором уровня посылы.

Обычно у эффектов имеется регулятор Dry/Wet. Он может называться и по-другому, но его суть от этого не меняется – это отношение исходного и обработанного сигналов на выходе эффекта. Желательно, чтобы на выходе эффекта, подключенного к шине Aux, был только обработанный сигнал. В противном случае исходный сигнал вернется в общий микс, где смешается с таким же сигналом с выхода канала. Понятно, что за счет сложения двух одинаковых сигналов увеличится их общая громкость. Это в лучшем случае. А в худшем случае вы получите совершенно непрогнозируемый результат за счет того, что фаза необработанного сигнала на выходе эффекта в принципе может отличаться от фазы этого же сигнала на выходе канала.

Если же эффектом требуется обработать только один канал, то эффект можно включить в разрыв (Insert) и добиться требуемых соотношений между обработанным и необработанным сигналами регулировкой Dry/Wet.

В *мастер-модуле* микшера сосредоточены регуляторы уровня левого и правого каналов, регулятор панорамы стереомикса, измеритель уровня сигнала на выходе микшера. Здесь же, как правило, находится и регулятор уровня микса, поступающего на тот выход микшера, к которому подключены контрольные мониторы или наушники.

Разумеется, в различных моделях микшера состав элементов коммутации и управления варьируется. Микшеры отличаются количеством каналов (моно, и стерео), но рассмотренные элементы, как правило, есть во всех микшерах.

Условно микшеры условно можно разделить на две большие группы – аналоговые и цифровые. В *аналоговых микшерах* все сигналы, поступающие на его вход, маршрутизируются и преобразуются в аналоговой форме, т. е. не преобразуются в цифровые коды в аналогово-цифровом преобразователе (АЦП). И, наоборот, в *цифровых микшерах* все действия со звуком производятся в виде цифровых кодов. Сферой применения аналоговых микшеров, как правило, является концертная деятельность и звукозапись, где необходим оперативный доступ ко всем органам управления. Цифровые микшеры чаще при-

меняются там, где настройки изменяются относительно редко и есть необходимость сохранять эти настройки (пресеты). Область такого применения – радиостанции, стационарное оборудование для озвучивания конференц-залов и других общественных помещений.

В последнее время трудно провести границу между цифровыми и аналоговыми приборами, т. к. в их конструкцию входят и те и другие элементы, что позволяет сделать их более гибкими инструментами.

Наиболее совершенные (как правило, цифровые) микшеры обладают функцией *автоматизации*. Поддержка микшером автоматизации означает, что оператор может заранее записать, отредактировать и затем автоматически воспроизвести все свои манипуляции с элементами управления микшера. Перемещения регуляторов, рукояток, слайдеров и изменения состояний переключателей, имеющихся на панели микшера, преобразуются в нестандартные MIDI-сообщения (данные автоматизации), которые, в свою очередь, запоминаются в устройстве, подобном секвенсору. В необходимое время включается воспроизведение автоматизации, данные из секвенсора поступают на соответствующие исполнительные элементы (электронные или механические).

Автоматизированный микшер превращается и в мощнейший инструмент создания сложных сценариев развития событий во время живого выступления, и в средство динамического управления параметрами мультитрековой композиции при ее сведении.

ТЕМА 2. УСИЛИТЕЛИ МОЩНОСТИ

Усилитель мощности (УМ) – это электронное устройство, производящее усиление мощности линейного звукового сигнала до величины, достаточной для того, чтобы получить требуемый уровень звукового давления от подключенных к нему акустических систем. Усилитель мощности не позволяет производить управление характеристиками усиливаемого сигнала. Для того чтобы осуществить управление выходным сигналом усилителя мощности, в его

состав включают предварительный усилитель. Усилитель мощности может быть отдельным устройством или входить в состав какого-либо другого устройства, в котором требуется усиление сигнала по мощности, например, микшерного пульта или акустических систем.

Традиционной формой исполнения усилителей мощности являются прямоугольные ящики, достаточно большие и тяжелые, которые укрепляются в специальных рэковых стойках при помощи четырех болтов. Усилители мощности, предназначенные для использования в составе профессиональных систем звуковоспроизведения, должны иметь специальную защиту от влаги и вентиляционную систему, обеспечивающую их непрерывную работу в течение длительного времени при максимальной мощности нагрузки. Необходимость выполнить все эти условия приводит к увеличению размеров и массы профессиональных усилителей мощности. Тем не менее, с развитием технологии производства электронной техники, масса и размеры усилителей мощности постепенно снижаются, а их электрическая мощность возрастает. Постоянно увеличиваются точность и надежность работы усилителей, в состав которых включаются все более сложные средства защиты. Масса и размеры источников питания усилителей постепенно понижаются, а схемотехнические решения совершенствуются.

Обычный профессиональный усилитель мощности занимает пространство в 4 рэка высотой, то есть около 18 см, и весит до 35 кг. Однако самые последние модели усилителей имеют высоту в 2 рэка, а их вес понизился до 15-20 кг. Несмотря на такие относительно небольшие размеры, компактность усилителей продолжает повышаться, что способствует снижению затрат на их перевозку и установку.

По типу используемых электронных усилительных элементов усилители мощности разделяются на ламповые и транзисторные. Сравним их характеристики:

<i>Ламповые УМ</i>	<i>Транзисторные УМ</i>
Сравнительно небольшая мощность (до 100-150 Вт)	Мощность достигает нескольких киловатт
Большие размеры и вес из-за конструкции блока питания и дополнительного выходного трансформатора	При значительной мощности имеют меньшие размеры
Низкий КПД (50-60%)	Высокий КПД (до 90%)
В последнее время применяются в инструментальных комбо-усилителях	Сфера применения не ограничена: от комбо-усилителей до портального усиления

Качество звука этих типов усилителей также отличается. Транзисторные электронные схемы имеют чрезвычайно чистый, «сухой» тип звучания с минимальным количеством гармонических составляющих, что делает их незаменимыми в портальном усилении. Ламповые усилители, наоборот, имеют больший уровень гармоник, что создаёт субъективное ощущение богатого, «теплого» звука. Это свойство определяет их применение в инструментальных усилителях.

Существуют комбинированные усилители, или **комбо-усилители**, которые состоят из предварительного усилителя с темброблоком, усилителя мощности и динамического громкоговорителя, размещенных в одном корпусе. Область их применения – инструментальные усилители. Такие усилители ограничены в мощности (до 100 Вт) из-за веса и размеров. Инструментальные усилители большей мощности конструктивно выполняются в виде отдельного громкоговорителя («кабинета») и усилителя («головы»). Комбо-усилители высокого качества и стоимости имеют ламповый усилитель мощности (фирмы Fender, Marshall, Messa Boogie).

ТЕМА 3. АКУСТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Акустические системы (АС) делятся на две большие группы: активные и пассивные. *Активные АС* – акустические системы со встроенным усилителем мощности (УМ). *Пассивные АС*, соответственно, не имеют встроенных УМ. Сравним их характеристики:

<i>Активные АС</i>	<i>Пассивные АС</i>
Сравнительно небольшая мощность (до 800-1000 Вт)	Мощность не ограничена
Компактность	При значительной мощности имеют большие размеры
Большой вес (из-за веса УМ большой мощности)	Вес отдельных АС относительно невелик и позволяет формировать усилительные комплексы любой конфигурации
Применяются для озвучивания малых концертных площадок, конференц-залов и небольших клубов	Сфера применения не ограничена: от небольших помещений до открытых площадок и стадионов

Главный элемент любой акустической системы – динамический громкоговоритель, который преобразует усиленный электрический сигнал в звуковые колебания. Из-за невозможности изготовления динамиков с шириной частотного диапазона, равного диапазону восприятия человеческого уха (20-20.000 Гц), их выпускают в виде специализированных головок для низких, средних и высоких частот (иногда для большего числа диапазонов: низких, средних низких, средних высоких и сверхвысоких частот). По такому же принципу разделяют и сами АС, которые состоят непосредственно из динамического громкоговорителя и корпуса для него. Тип конструкции корпуса АС в области низких и средних частот имеет большое значение. В случае совпадения частоты акустического резонанса корпуса с паспортной резонансной частотой динамика, КПД и звуковое давление АС значительно возрастает.

Однополосные акустические системы позволяют гибко комплектовать концертные усилительные комплексы любой конфигурации и мощности и оперативно заменять вышедший из строя элемент.

В последнее время все чаще стали применяться *многополосные акустические системы*. Эти системы могут воспроизводить полный или почти полный диапазон частот, так как в каждом корпусе такой акустической системы содержатся динамические головки, способные воспроизводить все частотные полосы – низких, средних низких, средних высоких и высоких частот. Исключение может быть сделано только для низких и сверхнизких частот, которые могут воспроизводиться отдельной акустической системой, устанавливаемой дополнительно. Такой комплект из двух акустических систем, многополосной и низкочастотной, называется *составной многополосной акустической системой*. Такие акустические системы имеют ряд преимуществ в сравнении с однополосными:

- многополосные акустические системы имеют хорошо сбалансированное звучание;
- на установку и подключение акустических систем требуется меньше времени;
- многополосные акустические системы занимают меньше места на сцене и при транспортировке;
- за счет простоты установки и подключения многополосных акустических систем снижается вероятность ошибки при сборе системы звуковоспроизведения.

Высокочастотные АС снабжаются специальными ратрубками («горнами») для увеличения угла рассеивания звуковых волн. Они изготавливаются из металла или пластика.

ТЕМА 4. КРОССОВЕРЫ

Кроссовер предназначен для разделения полного спектра звукового сигнала на несколько частотных полос в многополосной системе звуковоспроизведения. Многополосная система звуковоспроизведения состоит из 2, 3, или 4 отдельных усилителей мощности, каждый из которых имеет собственные воспро-

изводящие акустические системы. Конструкция и исполнение каждого частотного канала многополосной системы звуковоспроизведения рассчитываются на наиболее качественное и эффективное воспроизведение части спектра звукового сигнала соответствующей полосы.

Двухполосная система звуковоспроизведения имеет два частотных канала – канал высоких и низких частот.

Трехполосная система звуковоспроизведения имеет три частотных канала – каналы высоких, средних и низких частот.

Четырехполосная система звуковоспроизведения имеет четыре частотных канала – высоких, средних высоких, средних низких и низких частот.

Граничные частоты отдельных полос выбираются так, чтобы при совмещении отдельных полос получить полный диапазон спектра звукового сигнала без взаимных наложений полос или провалов между ними. Ширина полос может быть различной и определяется номинальным диапазоном частот отдельных каналов системы звуковоспроизведения.

Активные кроссоверы нуждаются в дополнительном источнике питания усилительных цепей активных фильтров, из которых они состоят. Активные фильтры кроссовера позволяют разделять спектр звукового сигнала без потери первоначального уровня этого сигнала, компенсируя эти потери дополнительным усилением. Благодаря этому активные кроссоверы могут применяться для разделения на частотные полосы маломощных сигналов, что позволяет включать их перед усилителями мощности отдельных частотных каналов.

Пассивный кроссовер представляет собой набор разделяющих пассивных фильтров, частоты разделения которых фиксировано согласованы между собой. Чаще всего пассивные кроссоверы встраиваются внутрь многополосной акустической системы. Такие кроссоверы рассчитываются на большой ток и включаются в выходную цепь усилителя мощности, разделяя выходной сигнал усилителя на отдельные частотные полосы внутри акустической системы. В составе главной воспроизводящей системы концертного комплекса пассивные крос-

соверы применяются сравнительно редко. Гораздо чаще они применяются в мониторных системах, когда для усиления мониторного сигнала используется один общий мониторный усилитель.

Необходимость применения кроссовера. Все акустические системы многополосной системы звуковоспроизведения являются в той или иной мере специализированными. Они хорошо воспроизводят одни частоты и гораздо хуже или вообще не воспроизводят другие. В большинстве случаев они сконструированы так, что могут качественно воспроизводить звук только тогда, когда в поданном на них сигнале отсутствуют частоты соседних полос. Если какие-либо из частот соседних полос подать на вход специализированной акустической системы, они будут воспроизводиться с сильными искажениями и могут вызвать ее перегрузку.

Акустические системы, состоящие из мощных динамических головок диаметром 18 или 15 дюймов, предназначены для воспроизведения только самых низких частот. Акустические системы, состоящие из динамических головок средней мощности, которые имеют диаметр 12 или 10 дюймов, предназначены для воспроизведения средних низких или средних частот.

Частотная полоса сигнала, подаваемая на тот или иной громкоговоритель, должна в точности соответствовать его рабочему диапазону частот. Чем точнее это соответствие, тем качественнее и чище будет звук, и тем больше общий срок службы громкоговорителя. Нарушение соответствия между частотной полосой воспроизводимого сигнала и рабочим диапазоном частот громкоговорителя может быть чрезвычайно опасным для громкоговорителя и приводить к его разрушению. Например, высокочастотный драйвер, подключенный к выходу усилителя полосы нижних частот, выдерживает мощность низкочастотного сигнала в течение промежутка времени от 1 до 5 секунд. После этого он перегорает. Такая ненадежность драйвера вызвана вовсе не недостатком его конструкции, а тем фактом, что он вообще не рассчитан на работу в канале нижних частот. Правильно настроенный кроссовер позволяет получить предельно каче-

ственный звук с максимально возможным для системы уровнем громкости и минимумом искажений, так как, удаляя из сигнала систем все частоты, создающие искажения, кроссовер повышает удельную мощность основных рабочих частот этих систем.

ТЕМА 5. ПРОЦЕССОРЫ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМ ЗВУКОВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ

Процессоры управления систем звуковоспроизведения – это достаточно сложные устройства, представляющие собой комбинацию различных систем кроссоверов, эквалайзеров, лимитеров, линий задержки и устройств управления параметрами сигналов системы звуковоспроизведения. Они могут иметь самое различное исполнение и возможности. Тем не менее, все эти процессоры предназначены для решения одной задачи – повышения максимальной отдачи системы звуковоспроизведения при минимальном риске повреждения.

Процессоры управления систем звуковоспроизведения содержат множество блоков автоматизированного управления и коррекции характеристик сигнала, чутко реагирующих на всевозможные ошибки, которые могут представлять опасность для системы звуковоспроизведения. Например, одним из таких устройств является пороговый управляемый фильтр. Если на вход такого фильтра попадает резкий бросок уровня, фильтр сдвигает все частотные полосы многополосной системы воспроизведения в область более высоких частот, благодаря чему мощность, излучаемая акустическими системами, понижается. После того, как бросок уровня прекратится, фильтр возвращает граничные частоты полос в прежнее положение. Временное ослабление мощности системы звуковоспроизведения, выполненное таким образом, гораздо менее заметно на слух, чем обычное ослабление уровня, производимое лимитером.

Большинство процессоров управления системами звуковоспроизведения используют для анализа выходные сигналы усилителей мощности отдельных полос, производя коррекцию отдельно в каждой из этих полос. Эти сигналы

подаются на анализирующие входы процессора непосредственно с выхода усилителей мощности. Такое подключение позволяет процессору получать наиболее достоверную информацию о состоянии выходов усилителей и точно реагировать на любое изменение тока акустических воспроизводящих систем. Если по какой-либо причине этот ток превысит предельное значение, процессор управления моментально произведет ограничение сигнала. Это ограничение может состоять из нескольких ступеней. При многоступенчатом ограничении, во время небольшого превышения мощности выходного сигнала, вызванного, например, самовозбуждением, включается мягкое ограничение выходного сигнала процессора, немного ослабляющее возрастание выходной мощности усилителя. Если дальнейшее повышение мощности выходного сигнала все-таки достигнет опасного предела, процессор управления переходит в режим жесткого ограничения и строго ограничивает или даже уменьшает уровень выходного сигнала усилителя, предохраняя систему звуковоспроизведения от разрушения.

В состав процессора управления может входить *фиидбакдестроер (Feedbackdestrоer)*. Он мгновенно определяет частоты, вызывающие обратную связь и устанавливает крайне узкий фильтр, устраняющий эти частоты, оставляя сигнал практически нетронутым. Благодаря различным режимам, можно справиться с любой концертной ситуацией, или использовать его как творческий инструмент формирования тона с 24 полосами полной параметрической эквализации и частотной коррекции.

Директ-бокс (D-box) – устройство прямого подключения. Главное предназначение директ-бокса состоит в согласовании высокого выходного сопротивления гитары (или любого другого высокоомного источника) и низкого входного сопротивления пульта. Кроме того, директ-бокс может повышать уровень гитарного сигнала и имеет симметричный выход. Это позволяет использовать длинные кабели, не опасаясь за повышенный уровень шумов и помех.

Пассивный директ-бокс не требует источника питания и не осуществляет усиление сигнала. В качестве его недостатков можно указать возможные искажения и ослабление высокочастотных составляющих сигнала, но это более характерно для простых моделей. Основным элементом пассивного директ-бокса является трансформатор. Переключатель позволяет «разорвать» общий провод («землю») между инструментом и остальным оборудованием, что дает возможность избежать образования «земляных петель» и уменьшить уровень помех в звуковом тракте. Правильное положение переключателя определяется на слух.

Активный директ-бокс имеет электрическую схему усиления сигнала и лишен недостатков пассивного устройства, но требует источника питания. В его качестве может выступать внутренняя батарея или фантомное питание микшера.

ТЕМА 6. МОНИТОРНЫЕ СИСТЕМЫ

Мониторной системой называют опорную звуковоспроизводящую систему концертного комплекса. Эта система предназначена для создания в некоторой части озвучиваемого помещения дополнительного звукового поля, характеристики которого не зависят от характеристик основного звукового поля. Это дополнительное звуковое поле является контрольным. Оно необходимо для того, чтобы исполнители могли ориентироваться в звучании, независимо от баланса, выстраиваемого оператором в основной системе звуковоспроизведения. Для решения этой задачи изначально применялся отдельный мониторный канал основной системы звуковоспроизведения, но постепенно возростание масштабов концертных комплексов, произошедшее за последние годы, привело к превращению этого мониторного канала в отдельную независимую и чрезвычайно сложную мониторную систему звуковоспроизведения. Необходимость применения громоздкой мониторной системы объясняется тем, что в тех огромных масштабах, которых достигли современные концертные комплексы, звучание,

создаваемое мониторной системой, это единственное звучание, которое могут слышать исполнители на сцене.

В зависимости от количества исполнителей на сцене, или их групп, формируются **мониторные линии** – самостоятельные сценические акустические системы со своим звуковым балансом между инструментами, независимым от общего баланса в зале. Этот баланс формируется по желанию исполнителя на сцене и должен помогать ему слышать партии других музыкальных инструментов. Сигнал в мониторные линии отправляется при помощи канальных посылов – Аух, или специальных мониторных отборов. Естественно, в таком режиме необходимы префейдерные посылы (Auh send pre), чтобы общий баланс не влиял на баланс в мониторе. Таких самостоятельных мониторных линий может быть 4-6 и более.

Так как и в основной системе звуковоспроизведения, в мониторной системе сигнал системы может разделяться на полосы с помощью пассивных или активных кроссоверов. К частотному разделению с помощью активных кроссоверов прибегают, если мониторная система должна иметь высокую мощность. Если мощность основной воспроизводящей системы невысока, в мониторной системе лучше применять многополосные акустические системы с пассивными кроссоверами и внутренним частотным разделением. При подзвучивании групп, исполняющих хард рок или хэви метал, целесообразно использовать многополосную мониторную систему большой мощности, которая могла бы успешно конкурировать с мощностью гитарных усилителей.

Боковые мониторные акустические системы применяются для повышения общей громкости звучания мониторной системы на сцене. Они располагаются с левой и правой стороны сцены позади стоек акустических систем основной системы звуковоспроизведения. Звук этих мониторных акустических систем направляется вовнутрь пространства сцены. Если подзвучиваемая сцена имеет высокую протяженность, такие же акустические системы располагают вдоль переднего края сцены через определенные примерно равные интервалы.

Это позволяет получить на длинной сцене согласованное равномерное звучание.

Независимая мониторная система (рис 6.1.). Центральной частью независимой мониторной системы является мониторный микшерный пульт. Этот микшерный пульт располагается в непосредственной близости от основного микшерного пульта и подключается к распределительному устройству сцены отдельным многопроводным соединительным кабелем.

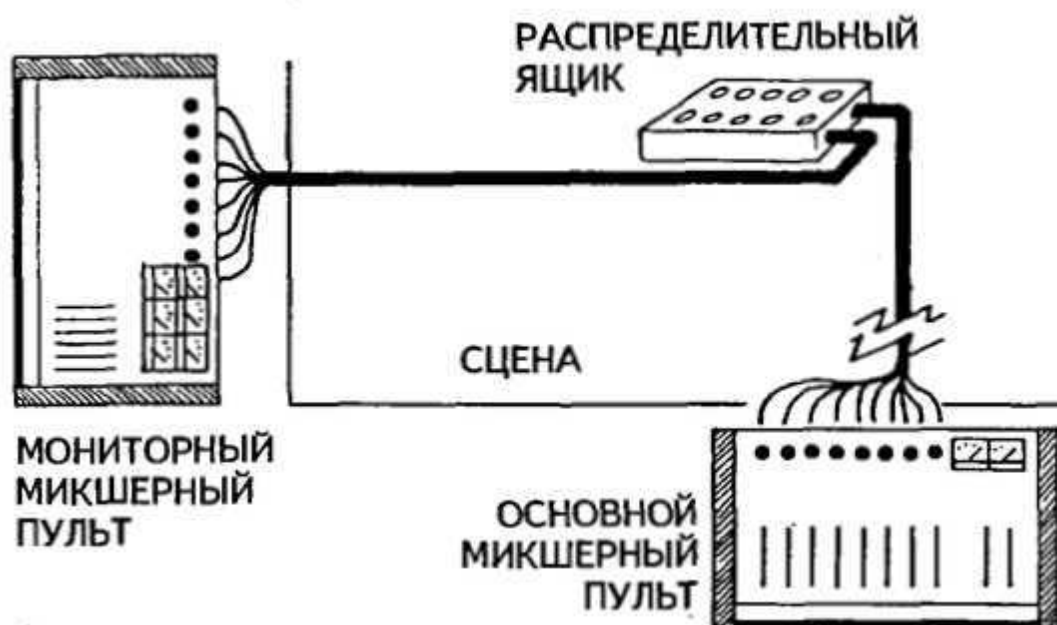


Рис. 6.1. Независимая мониторная система

Теоретически мониторный микшерный пульт должен иметь такое же количество входных каналов, как и основной микшерный пульт, однако в большинстве случаев для управления мониторной системой достаточно меньшего количества каналов. При работе с небольшой группой исполнителей можно вполне ограничиться 12-канальным мониторным микшерным пультом, хотя большее количество каналов делает настройку мониторной системы более наглядной и удобной. Для больших концертов требуется сложная и гибкая мониторная система, мониторные микшерные пульта таких систем имеют несколько групп канальных регуляторов уровней, располагаемых в канальных секциях пульта аналогично регуляторам уровней дополнительных выходов основного микшерного пульта. Каждая линия этих регуляторов уровней позволяет произ-

водить независимую регулировку баланса отдельного выходного канала, количество которых равно количеству линий канальных регуляторов уровней. После регуляторов уровней каждого из выходных каналов входные сигналы, смешанные в различных пропорциях, подаются на входы отдельных эквалайзеров, затем – на отдельные усилители, каждый из которых имеет свою группу мониторинговых акустических систем.

Общее количество полученных таким образом каналов может достигать 16. На настройку такой мониторинговой системы требуется значительное время, поэтому подобные системы применяются только в больших стационарных концертных комплексах. В концертных комплексах средних размеров мониторинговый микшерный пульт может иметь 4, 6 или большее количество линий в зависимости от сложности и назначения комплекса.

Многоканальная мониторинговая система решает ту же задачу, что и одноканальная – создает независимый баланс звука на сцене. Но ее главное отличие от одноканальной мониторинговой системы состоит в том, что баланс, создаваемый многоканальной системой в разных областях сцены, может быть различным. Балансом звука любой из областей сцены можно управлять, изменяя настройку одного из каналов многоканальной мониторинговой системы. К этому чрезвычайно сложному способу управления распределением мониторингового звука по пространству сцены приходится прибегать из-за индивидуальных особенностей восприятия общего звука каждым из исполнителей. Любой исполнитель слышит себя совершенно по-другому, чем всех остальных и нуждается в отдельном опорном балансе для исполнения своей партии.

ТЕМА 7. МИКРОФОНЫ

Микрофон – это устройство для преобразования акустических колебаний воздушной среды в электрические сигналы.

По способу преобразования колебаний микрофоны подразделяют на:

– *электродинамические* (ленточные и катушечные);

– *электростатические* (конденсаторные и электретные);

– *электромагнитные, угольные и др.*

По диапазону воспринимаемых частот:

– *узкополосные* (речевые);

– *широкополосные* (музыкальные).

По направленности:

– *ненаправленные* (круговые);

– *двунправленные* (восьмеричные или косинусоидальные);

– *однонаправленные* (кардиоидные, суперкардиоидные, гиперкардиоидные);

– *остронаправленные*;

По помехозащищенности:

– *шумозащищенные*;

– *обычного исполнения*.

Основные параметры микрофонов: номинальный диапазон частот, модуль полного электрического сопротивления, чувствительность, типовая частотная характеристика чувствительности, характеристика направленности.

Номинальный диапазон частот – тот диапазон частот, в котором микрофон воспринимает акустические колебания и в котором нормируются его параметры. Для профессиональных студийных целей обычно стремятся использовать микрофоны нулевой группы сложности высшей категории качества, для которых нормируется диапазон частот 20 – 20000 Гц. Микрофоны первой группы сложности должны иметь номинальный диапазон частот не менее 31,5 – 18000 Гц, второй группы 50 – 15000 Гц, третьей группы 63 – 12500 Гц.

Модуль полного электрического сопротивления (называемого также выходным или внутренним) нормируется на частоте 1 кГц. Сопротивление может быть комплексным или активным. Если оно комплексное и, следовательно, зависимое от частоты, то приводят или модуль на частоте 1 кГц, или среднее значение по диапазону частот. Для микрофонов нулевой и первой групп сложно-

сти нормируется значение модуля полного электрического сопротивления 50 Ом и менее, 100 и 200 Ом, а для микрофонов второй и третьей групп сложности также еще и 2 кОм.

Чувствительность микрофона – это отношение напряжения U на выходе микрофона к воздействию на него звуковому давлению p , выраженное в милливольтгах на паскаль (мВ/Па): $E=U/p$.

Характеристика направленности $R(q)$ – зависимость чувствительности микрофона в свободном поле на определенной частоте f от угла q между рабочей осью микрофона и направлением на источник звука.

Диаграмма направленности – это графическое изображение характеристики направленности, которое чаще всего приводят в полярных координатах.

Устройство и принцип действия микрофонов

Принцип действия *электродинамического катушечного* микрофона состоит в следующем. В кольцевом зазоре магнитной системы, имеющей постоянный магнит, находится подвижная катушка, скрепленная с диафрагмой. При воздействии на нее звукового давления, она вместе с подвижной катушкой начинает колебаться. В силу этого в витках катушки, перерезывающих магнитные силовые линии, возникает напряжение, являющееся выходным сигналом микрофона.

Электродинамический микрофон стабилен, имеет довольно широкий частотный диапазон, сравнительно небольшую неравномерность частотной характеристики.

Устройство ленточного *электродинамического ленточного* микрофона несколько отличается от устройства катушечной модификации. Здесь магнитная система микрофона состоит из постоянного магнита и полюсных наконечников, между которыми натянута легкая, обычно алюминиевая, тонкая (порядка 2 мкм) ленточка. При воздействии на обе ее стороны звукового давления возникает сила, под действием которой ленточка начинает колебаться, пересекая при этом магнитные силовые линии, вследствие чего на ее концах развива-

ется напряжение. Так как сопротивление ленточки очень мало, то для уменьшения падения напряжения на соединительных проводниках оно подается на первичную обмотку повышающего трансформатора, размещенного непосредственно вблизи ленточки. Напряжение на зажимах вторичной обмотки трансформатора является выходным напряжением микрофона. Частотный диапазон этого микрофона довольно широк, а неравномерность частотной характеристики невелика.

Для электроакустических трактов высокого качества наибольшее распространение в настоящее время получил *конденсаторный* микрофон. Принципиально он работает следующим образом. Жестко натянутая мембрана под воздействием звукового давления может колебаться относительно неподвижного электрода, являясь вместе с ним обкладками электрического конденсатора. Этот конденсатор включается в электрическую цепь последовательно с источником постоянного тока и активным нагрузочным сопротивлением. При колебаниях мембраны емкость конденсатора меняется с частотой воздействующего на мембрану звукового давления, в электрической цепи появляется переменный ток той же частоты, и на нагрузочном сопротивлении возникает падение напряжения, являющееся выходным сигналом микрофона. Конденсаторные микрофоны имеют самые высокие качественные показатели: широкий частотный диапазон, малую неравномерность частотной характеристики, низкие нелинейные и переходные искажения, высокую чувствительность и низкий уровень шумов.

Принцип действия *электретных микрофонов* аналогичен принципу действия конденсаторных микрофонов, с тем отличием, что для их работы не требуется внешний источник питания. Мембрана таких микрофонов получает электрический заряд в процессе производства, и для их питания достаточно небольшого напряжения (обычно около 1,5 вольта), которое обеспечивается установленной в микрофоне батареей.

По сравнению с конденсаторными микрофонами, мембрана электретных микрофонов значительно толще, поэтому их чувствительность и частотные характеристики несколько хуже.

Стереофонический микрофон представляет собой систему из двух микрофонов, конструктивно размещенных в общем корпусе на одной оси друг над другом. Для записи по системе XY применяют стереофонические микрофоны, состоящие из двух одинаковых монофонических микрофонов с кардиоидными характеристиками направленности, причем акустические оси левого и правого микрофонов повернуты на 90° относительно друг друга (рис. 7.1. а). При записи по системе MS один из микрофонов (микрофон середины) имеет круговую характеристику направленности, а другой (микрофон стороны) – косинусоидальную характеристику направленности (рис. 6.1. б).

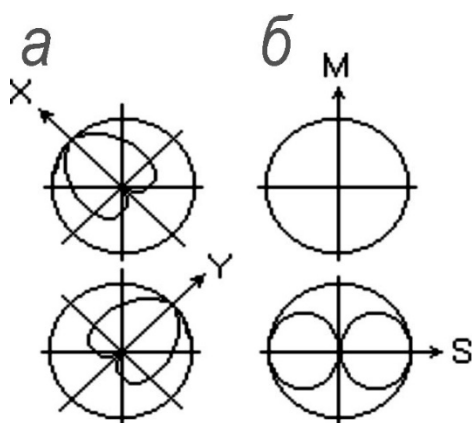


Рис.7.1. Характеристики направленности стереофонических микрофонов

Радиомикрофон представляет собой систему, состоящую из микрофона, переносного малогабаритного передатчика и стационарного приемника. Микрофон чаще всего используют динамический катушечный или электретный. Передатчик либо совмещают в одном корпусе с микрофоном, либо создают карманного типа. Он излучает энергию радиочастот в УКВ диапазоне на одной из фиксированных частот. Вследствие влияния дополнительных преобразований в системе «передатчик – эфир – приемник» качественные параметры радиомикрофона уступают параметрам обычного микрофона.

Цифровые микрофоны

В цифровом микрофоне, без какого бы то ни было усиления, аналоговый сигнал превращается в цифровой. Это осуществляется с помощью уникального конвертера. На выходе цифрового преобразователя вырабатывается 28-битный сигнал с динамическим диапазоном более 140 дБ. Основное преимущество прямого преобразования – значительное увеличение динамического диапазона, которое заметно на всем дальнейшем пути прохождения сигнала. Регулировка чувствительности осуществляется в цифровом виде, в результате можно отказаться от таких традиционных периферийных устройств, как предусилитель и аналого-цифровой преобразователь.

ТЕМА 8. УСТРОЙСТВА ОБРАБОТКИ ЗВУКОВ И ЭФФЕКТЫ

Обработка звука – это изменение одного или нескольких основных параметров звуковых колебаний.

Эффекты – это тоже обработки, но только такие, в результате которых у звука появляются свойства, которых у него исходно не было. Со временем эффекты получили свои названия. Например – «хорус», «компрессор».

8.1 Обработка по принципу изменения АЧХ

Амплитудно-частотная характеристика (***АЧХ***) – графическое отображение всего спектра частот, входящих в аудиосигнал. По вертикальной оси откладываются значения амплитуды сигнала в децибелах (db), по горизонтальной – частота в герцах (Гц). Таким образом, мы можем наблюдать и измерить амплитуду любой составляющей спектра аудиосигнала.

Эквалайзеры представляют собой устройства, объединяющие в себе несколько фильтров, предназначенные для изменения спектральных свойств (тембра) обрабатываемого сигнала. При наличии эквалайзера можно как бы выровнять исходно неровную АЧХ.

Графический эквалайзер – это набор полосовых фильтров с фиксированными центральными частотами и переменным коэффициентом усиления, кото-

рым можно управлять при помощи слайдера. В качестве регуляторов принято использовать именно ползунки, так как положение их ручек представляет собой некое подобие графика АЧХ эквалайзера.

Графический эквалайзер – это набор полосовых фильтров, которые полностью отделяют друг от друга определенные полосы частот. Для того чтобы иметь возможность управлять частотной характеристикой во всей области звуковых частот, такие фильтры соединены параллельно. На вход всех фильтров подается один и тот же сигнал, и задача каждого фильтра состоит в том, чтобы усилить или ослабить «свой» участок спектра в соответствии с положением регулятора коэффициента усиления (слайдера).

Частоты, на которых осуществляется регулирование в графических эквалайзерах, унифицированы и выбираются из ряда стандартных частот, перекрывающих весь звуковой диапазон и отстоящих друг от друга на некоторый интервал. Этот интервал может составлять октаву, ее половину или треть октавы. Наибольшие возможности, естественно, имеют третьоктавные графические эквалайзеры, которые в силу этого и получили наибольшее распространение. Число полос регулирования может составлять до 31 в профессиональных моделях.

Наиболее часто графические эквалайзеры применяются для обработки суммарного сигнала, «доводки» общей картины, а не фильтрации отдельных составляющих. С помощью графического эквалайзера можно приближенно сформировать необходимую АЧХ системы обработки звука или акустической системы: поднять усиление в одних областях спектра и уменьшить его в других.

Параметрический эквалайзер позволяет управлять не только коэффициентом усиления фильтра, но и его центральной частотой, а также добротностью (по существу, шириной полосы пропускания). При наличии некоторого опыта вы сможете точно устанавливать значения этих параметров таким образом, чтобы подчеркнуть звук отдельного инструмента или удалить нежелательную помеху (например, фон 50 Гц или частоту самовозбуждения акустической системы) с минимальным влиянием на остальные элементы звукового образа.

Параграфический эквалайзер представляет собой многополосный параметрический эквалайзер, параметры, каждого из которых можно изменять независимо. Набор параметрических эквалайзеров (обычно 4-6) и позволяет более гибко, по сравнению с предыдущими видами эквалайзеров, формировать АЧХ сложного вида.

Фильтр присутствия (*presence*) позволяет добиться впечатления, что звучащий инструмент (или певец) находится в одной комнате со слушателем. На самом деле это не что иное, как регулируемый полосовой фильтр, центральная частота которого лежит где-то в диапазоне от 2 до 6 кГц.

8.2 Приборы динамической обработки звука

Динамический диапазон аудиосигнала – это разница между максимальным и минимальным его уровнем, измеряется в децибелах (db) и бывает различным для каждого инструмента и источника звука.

Ограничитель уровня (*лимитер*) – это авторегулятор уровня, у которого коэффициент передачи изменяется так, что при превышении номинального уровня входным сигналом уровни сигналов на его выходе остаются практически постоянными, близкими к номинальному значению. При входных сигналах, не превышающих номинального значения, ограничитель уровня работает как обычный линейный усилитель. Лимитер должен реагировать на изменение уровня мгновенно.

Компрессор – устройство, коэффициент передачи которого возрастает по мере уменьшения уровня входного сигнала. Действие компрессора приводит к повышению средней мощности и, следовательно, громкости звучания обрабатываемого сигнала, а также к сжатию его динамического диапазона.

Экспандер имеет амплитудную характеристику, обратную по отношению к амплитудной характеристике компрессора. Экспандер применяют в том случае, когда необходимо восстановить динамический диапазон, предварительно преобразованный компрессором. Система, состоящая из последовательно включенных компрессора и экспандера, называется **компандером**. Она исполь-

зуется для снижения уровня шумов в трактах записи или передачи звуковых сигналов.

Пороговый шумоподаватель (гейт) – это авторегулятор, у которого коэффициент передачи изменяется так, что при уровнях входного сигнала меньше порогового амплитуда сигнала на выходе близка к нулю. При входных сигналах, уровень которых превышает пороговое значение, пороговый шумоподаватель работает как обычный линейный усилитель.

Далее будут рассмотрены основные органы управления динамическими приборами.

Порог срабатывания (Threshold) определяет уровень, при превышении которого компрессор начинает управлять усилением (иногда говорят, что он находится в активном состоянии). До тех пор пока значение уровня сигнала меньше порогового, компрессор не воздействует на сигнал (компрессор находится в пассивном или выключенном состоянии). От величины порога зависит, коснется ли обработка только отдельных пиков или сигнал будет подвергаться компрессии постоянно.

Коэффициент компрессии (сжатия) (Compression Ratio) определяет степень сжатия динамического диапазона сигнала, имеющего уровень выше порогового. Численно он равен отношению уровня сигнала на выходе работающего компрессора к уровню сигнала на его входе.

Например, коэффициент компрессии 2:1 означает, что изменение уровня входного сигнала на 2 дБ вызовет изменение уровня выходного сигнала только на 1 дБ. Абсолютному ограничению уровня (лимитированию) соответствует коэффициент компрессии «бесконечность». На практике величины отношений больше, чем 20:1, дают такой же эффект.

Время атаки (Attack Time) определяет, насколько быстро компрессор будет реагировать на сигналы с уровнем выше порогового.

При больших значениях параметра *Attack Time* компрессор, вероятнее всего, не будет успевать отслеживать резкие увеличения уровня входного сигнала. В сигнале на выходе компрессора будут присутствовать пики.

Если значение параметра *Attack Time* мало, то можно практически исключить возникновение пиков сигнала при скачкообразном увеличении его уровня. Однако при этом звучание может стать недостаточно акцентированным.

Время восстановления (*Release Time*) – это время, за которое компрессор выходит из активного состояния после падения уровня сигнала ниже порогового.

Компрессируют, как правило, большинство акустических музыкальных инструментов (акустическая гитара, контрабас, бас-гитара, скрипка и др.) по той же банальной причине: необходимо добиться ровного по динамике сигнала.

Качественно усилить ударную установку без приборов динамической обработки невозможно. Звук с каждого барабана снимается отдельным микрофоном, который в свою очередь обрабатывается отдельным гейтом, настроенным таким образом, что на его выходе присутствует звук именно этого барабана. При этом «отсекаются» достаточно громкие звуки соседних ударных инструментов, дребезжание подструнников, резонансный гул пластиков и др. На выходе мы имеем чистый, без посторонних призвуков, «отработанный» удар. Остается обработать этот звук компрессором для выравнивания громкости каждого удара и получить ровное и плотное звучание. Время атаки и время восстановления динамических приборов при обработке ударных должно быть достаточно мало и соответствовать длительности нот и темпу произведения.

8.3 Обработки по принципу модуляции сигнала

Модуляция – изменение одного из параметров звука при помощи другого, внешнего источника колебаний. Эффект *вибрато* – яркий пример модуляционной обработки. Суть эффекта вибрато заключается в периодическом изменении одного из параметров звукового колебания: амплитуды, частоты или фа-

зы. Изменение параметра происходит с очень малой частотой – единицы герц. Далее приведены примеры некоторых видов модуляции.

Амплитудное вибрато включает в себя собственно амплитудное вибрато и тремоло. Сущность амплитудного вибрато состоит в периодическом изменении амплитуды звукового сигнала. Частота, с которой это происходит, должна быть очень небольшой (от долей герца до 10–12 Гц). Если частота вибрато находится вне этих пределов, то необходимый эстетический эффект не достигается.

Частотное вибрато – периодическое изменение частоты звукового колебания (высоты музыкального тона). Красивое звучание получается только в том случае, когда глубина частотного вибрато (относительное изменение частоты звука) невелика. Колебание высоты тона при частотном вибрато не должно превышать нескольких десятков центов – сотых долей полутона. В противном случае создается впечатление нарушения строя инструмента.

Тембровое вибрато предназначено для изменения спектра звуковых колебаний. Физическая сущность этого эффекта состоит в том, что исходное колебание с богатым тембром пропускается через полосовой частотный фильтр, у которого периодически изменяется либо частота настройки, либо полоса пропускания, либо по различным законам изменяются оба параметра. Кроме автоматического тембрового вибрато используют еще и ручное (чаще даже «ножное», с управлением от педали). Такой вариант эффекта известен под названиями «*vaу-vaу*» (*wah-wah*).

8.4 Эффекты, основанные на задержке сигнала

Дилэй (delay) применяется и для получения эффекта однократного или многократного повторения каких-либо звуков. Величина задержки сигнала определяется несколькими факторами. Для коротких и резких звуков время задержки, при котором основной сигнал и его копия различимы, меньше, чем для протяженных звуков. Для произведений, исполняемых в медленном темпе, задержка может быть больше, чем для быстрых композиций.

В виртуальных дилэях, как и в их аппаратных прототипах, обязательно имеются регуляторы величины задержанного сигнала, а также регулятор коэффициента обратной связи (*feedback*), который определяет количество повторов.

Реверберация (*reverb*) позволяет имитировать акустическую среду различных помещений. Сущность реверберации состоит в том, что исходный звуковой сигнал смешивается со своими копиями, задержанными относительно него на различные интервалы времени. Этим реверберация напоминает дилэй. Отличие заключается в том, что при реверберации число задержанных копий сигнала может быть значительно больше, чем для дилэя. Теоретически число копий может быть бесконечным. Эффект реверберации значительно расширяет и обогащает стерео-характеристику сигнала.

В основу звуковых эффектов **флэнжер (*flanger*)** и **фэйзер (*phaser*)** также положена задержка сигнала. И флэнжер, и фэйзер представляют собой сочетание задержки звукового сигнала с частотной или фазовой модуляцией. Разница между ними чисто количественная. Флэнжер отличается от фэйзера тем, что для первого эффекта время задержки копии (или времена задержек копий) и изменение частот сигнала значительно большее, чем для второго.

Эти количественные отличия эффектов приводят и к отличиям качественным: во-первых, звуки, обработанные ими, приобретают различные акустические и музыкальные свойства, во-вторых, эффекты реализуются различными техническими средствами.

Хорус (*chorus*) проявляется как эффект дублирования одного и того же звука или партии инструмента. Искусственно выполненный эффект является моделью звучания хора. С одной стороны, голоса певцов и звуки инструментов при исполнении одинаковой ноты должны звучать одинаково, а к этому стремятся и музыканты, и дирижер. Но из-за индивидуальных различий источников звук все равно получается разным. В пространстве, тракте звукоусиления и в слуховом аппарате человека эти немного неодинаковые колебания взаимодей-

ствуют, образуются так называемые биения. Спектр звука обогащается и, самое главное, «течет, переливается».

Алгоритм работы хоруса сводится к следующему:

- исходный сигнал разделяется на два или несколько каналов;
- в каждом из каналов спектр сигнала сдвигают по частоте на определенную величину, частотные сдвиги очень малы, они составляют доли Гц и в ряде случаев изменяются во времени;
- в каждом из каналов сигнал немного задерживают во времени, причем величина задержки может меняться (поэтому хорус относится к числу эффектов, основанных на задержке сигнала);
- каждый из каналов позиционирует в свою точку на стереопанораме;
- сигналы, полученные таким способом, суммируют.

В итоге получается сигнал, спектр которого непрерывно изменяется, причем период полного цикла этого изменения столь велик, что повторяемость спектральных свойств сигнала не ощущается.

ТЕМА 9. НОСИТЕЛИ ЗВУКА И УСТРОЙСТВА ЗАПИСИ-ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ

Устройства записи и воспроизведения звука характеризуются в первую очередь типом носителя, с которым работает данное устройство. Поэтому рассмотрим сначала характеристики носителей с точки зрения их достоинств и недостатков.

Грампластинки (винил, vinyl) – пионер в области звукозаписи. Она изготовлена из винила, на которой механическим путем нарезана спиральная канавка, профиль которой соответствует звуковым колебаниям. По этой канавке во время воспроизведения бежит игла, колеблясь в соответствии с профилем, «снимая» звук, который из механических колебаний преобразуется в электрические и далее поступает на усилитель. Пластинку легко поцарапать, она де-

формируются от повышенной температуры и от других механических воздействий.

Не следует забывать, что винил – аналоговый носитель, без каких-либо аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразований. И, по словам профессиональных DJ, звучание их более насыщено.

Магнитные ленты (*magnetic tapes*). Принцип записи достаточно прост: используется ферромагнитная лента, обладающая свойством намагничиваться и размагничиваться при воздействии магнитных полей. Для записи достаточно протянуть ленту вдоль записывающей головки с определенной скоростью – она намагнитится в соответствии со звуковым напряжением, подаваемым на головку. При воспроизведении – наоборот: лента протягивается с той же скоростью мимо воспроизводящей головки, которая преобразует переменное магнитное поле в электрические колебания и далее, как обычно, – усилитель.

Недостатки: недолговечность, ленты подвержены саморазмагничиванию со временем, причем оно не столь велико – примерно двадцать лет в зависимости от качества ленты. Ленту можно размагнитить и совершенно случайно, поместив ее в магнитное поле достаточно большой величины. Если лента рвется – это фатально, и склеить ее так, чтобы это было совершенно незаметно на слух, уже не удастся. Ленты растягиваются, что искажает звук. Самая большая проблема – настройка головки в магнитофонах, т. к. обычно полностью настроить ее не удастся, да и где гарантия, что прослушиваемый вами материал не был записан на магнитофоне с плохо настроенной головкой. То же самое со скоростью движения ленты – никакими надежными способами контролировать эту скорость не удастся, все зависит от настройки электродвигателя магнитофона. Следующая болезнь магнитофонов: детонация, связанная с неточностями настройки лентопротяжного механизма, стоимость которого велика. Детонация сильно сказывается на качестве звука. Магнитные ленты обладают большим уровнем собственных шумов, снизить который позволяют лишь системы шумопонижения типа Dolby, и то не всегда. Единственное уже упоминавшееся

достоинство лент – возможность многократной (хотя не слишком) перезаписи и низкая стоимость носителей.

К цифровым *DAT-кассетам*, где тоже используют магнитную ленту, вышеупомянутые технические требования значительно снижены, т. к. они являются носителями цифровой информации и не так критичны к собственным шумам и детонации.

То же относится и к магнитным дискам (3,5-дюймовым компьютерным дискетам – *Floppy Disk*).

Компакт-диск (CD, Compact Disc) – один из самых удачных примеров кооперации нескольких компаний-гигантов (Sony и Philips). Этот стандарт достаточно удачен во всех своих технических решениях, поэтому компакт-диски существуют уже более 30 лет и совершенно не собираются сдавать свои позиции. CD – первый носитель звука, обладающий «идеальным» качеством для человеческого уха со средними характеристиками. Компакт-диски в идеале вечны. Информация, записываемая на них, – цифровая, поэтому на качество звучания влияет только проигрыватель. Принцип записи/воспроизведения весьма сложен, но все недостатки предыдущих носителей, как звуковые, так и пользовательские, ликвидированы. Хотя ранее и не предусматривалась возможность записи на CD в бытовых условиях, теперь это стало возможным с помощью компьютеров.

Мини-диск (MiniDisc). Запись на мини-диск тоже цифровая, но с использованием сжатия данных. Сжатие там сродни технологии mp3, поэтому нельзя назвать эту технику «студийной». MD механически надежнее CD из-за конструкции носителя: он защищен дополнительным внешним корпусом. Поэтому их чаще используют в качестве концертных носителей.

Сейчас SONY представляет новые типы носителей MiniDisc – 1Gb, на которые можно вести запись как в формате ATRAC (SONY), так и в привычных mp3, и даже просто PCM. Кроме этого, данные носители можно использовать для простого переноса файлов.

Flesh-устройства не имеют ни одного подвижного механического узла и поэтому очень надежны в эксплуатации. Информация на них хранится в цифровом виде и в любом формате. Ограничения – относительно небольшой объем памяти.

Жесткий диск (hard disc) – электромеханическое устройство хранения и записи большого объема на базе РС с быстрым доступом к любому разделу информации. В настоящее время является главным носителем аудиоинформации в сфере профессиональной звукозаписи.

Мультитрек (multitrack) работает на основе жесткого диска РС. Это концертная фонограмма музыкального произведения, записанная в виде синхронных партий различных музыкальных инструментов и исполнителей. При необходимости звукорежиссер может отключить (Mute) любую из них и дать возможность исполнителю на сцене играть или петь «вживую». Такой формат фонограмм применяется в больших концертах с многочисленными танцевальными номерами, световыми эффектами, пиротехникой и сложными декорациями (M. Jackson, Madonna).

ТЕМА 10. РАБОТА НА КОНЦЕРТЕ И В СТУДИИ ЗВУКОЗАПИСИ

При сборке оборудования концертного усилительного комплекса необходимо точно соблюдать очередность сетевого подключения всех элементов комплекса. Очередность такова:

- подается сеть питания с заземлением;
- коммутируются все источники сигнала (микрофоны, D-боксы и пр.)
- все приборы обработки и коммутации сигнала;
- микшерский пульт;
- оконечные усилители мощности.

После сборки, коммутации и включения системы звуковоспроизведения, приступают к анализу окраски звука, вносимой помещением.

Анализаторы спектра. В работе звукооператора применяются специальные сложные измерительные устройства, позволяющие наглядно определить спектральный состав звукового сигнала, называемые анализаторами спектра реального времени. Как и эквалайзеры, они могут содержать от 10 однооктавных полос до 31 третьоктавной полосы. С помощью анализатора спектра легко обнаруживать частотные пики и провалы. Для индикации среднего уровня спектральных составляющих в каждой из полос на спектральных анализаторах часто применяют линейки светодиодных индикаторов. По показаниям анализаторов спектра очень легко восстановить связь между звучанием и его спектральным составом, что позволяет точно выполнять требуемую коррекцию амплитудно-частотной характеристики с помощью портального эквалайзера.

Применение анализаторов спектра. Амплитудно-частотная характеристика помещения, предназначенного для озвучивания, должна быть линейной. Она не должна содержать пиков и провалов, способных сказаться на результирующем звуке, получаемом в помещении. Используя широкополосный генератор и анализатор спектра, мы сможем в кратчайшие сроки снять и скорректировать характеристику суммарного звучания помещения и системы звуковоспроизведения.

Главный (портальный) эквалайзер звуковоспроизводящей системы является связующим звеном между звучанием звуковоспроизводящей системы и звучанием помещения. Его главной функцией является коррекция звучания помещения, так как именно помещение, а не звуковоспроизводящая система, вносит наибольшие искажения в звучание. Однако искажения, вносимые звуковоспроизводящей системой, тоже могут быть значительными.

Акустическое оформление залов, в которых проходит большинство концертов, редко бывает идеальным. Твердый полированный пол, стекла окон и зеркал и предельно громкий звук – все это само по себе ухудшает звучание так, что слушатели могут перестать понимать слова песен.

Практические методы коррекции амплитудно-частотной характеристики системы воспроизведения звука в помещении

1. Контрольный микрофон располагается примерно в середине помещения, по направлению к сцене. Затем он подключается к одному из каналов микшерного пульта, устанавливается в этом канале линейная характеристика и постепенно увеличивается уровень сигнала этого микрофона. В тот момент, когда система звуковоспроизведения начнет возбуждаться, снимают это возбуждение главным эквалайзером. После этого попробуют еще раз добавить уровень. Повторяют эту операцию до тех пор, пока на эквалайзере не выстроится требуемая характеристика.

2. Метод основан на применении генератора розового шума (pink noise), который встроен в анализатор спектра. Это так называемая «продувка» из-за характера звучания сигнала розового шума. Розовый шум представляет собой сумму колебаний со всеми частотами, находящимися в диапазоне 20 Гц – 20 КГц и имеющими равномерное энергетическое распределение по всему спектру. Спектральный состав шумов очень трудно определять на слух, поэтому для такого типа настройки и необходим анализатор спектра.

С линейного выхода анализатора на вход микшера подается розовый шум и при линейной характеристике устанавливается выходной уровень сигнала 0 db. Этот сигнал воспроизводится через порталную акустику. Штатный измерительный микрофон анализатора располагают способом, описанным в первом примере, и устанавливают систему звуковоспроизведения на максимально возможный уровень громкости. По показаниям анализатора спектра отстраивают порталный эквалайзер. Во время настройки системы звуковоспроизведения измерительный микрофон должен быть отдален от секций воспроизводящих акустических систем на расстояние, не менее, чем в полтора раза превышающее их высоту.

Работа по отстройке мониторной системы усиления звука в студии практически не отличается от процесса настройки концертного комплекса. Раз-

ница лишь в том, что помещение студии звукозаписи специально проектируется с учетом наименьших акустических отражений для оптимизации и выравнивания амплитудно-частотной характеристики воспроизведения звука. Стены и потолок покрывают специальным мягким звукопоглощающим материалом, пол – ковровым покрытием. Студийные мониторные акустические системы, как правило, бывают активными двухполосными, с пассивным кроссовером. Необходимо учитывать размеры помещения аппаратной комнаты студии, чтобы правильно выбрать характеристику излучения АС – ближнего, среднего или дальнего поля.

При обнаружении проблем в акустике помещения целесообразно применить «продувку» частотным анализатором и откорректировать мониторный сигнал внешним графическим эквалайзером.

ТЕМА 11. РАЙДЕР

Райдер – список технических и бытовых требований, предъявляемых артистом к организатору гастролей. Он составляется для передачи информации о технических условиях выступления и бытовых требованиях артиста. Соответственно райдеры условно разделяют на технические и бытовые. Мы рассмотрим только первую разновидность.

Технический райдер – рабочий документ, содержащий информацию о необходимом звуковом и световом оборудовании и его количестве, которое должен предоставить устроитель, а также информацию об оборудовании, которое будет предоставлено самим артистом. Кроме того, документ должен содержать **план сцены (stage plan)** с размещенным на ней музыкальным оборудованием и наглядной схемой его коммутации. Обычно он выполняется в виде произвольного эскиза. Указываются места размещения артистов, микрофонов и микрофонных стоек, музыкальных инструментов, инструментальных усилителей, мониторных систем. Это позволяет сократить время проверки оборудования перед концертом (soundcheck).

Патч-лист (patch-list) – коммутационная схема. Эта часть документа содержит список источников звука на сцене, способ их коммутации к каналам микшера и приборы обработки этих каналов.

В следующей таблице приведен примерный вид патч-листа:

<i>№ канала</i>	<i>Instrument (инструмент)</i>	<i>Source (источник)</i>	<i>Insert (инд. обработка)</i>
1	Kick	Mic Shure SM91	Gate
2	Snare	Mic Shure SM57	
3	Bass	Line XLR	Compressor
4	Guitar	Mic Shure SM57	
5	Key2 left	Line/D-box	
6	Key2 right	Line/D-box	
7	Guitar Vox	Mic Shure SM58 beta	
8	Lead Vox	Mic Shure SM58	
9	Bass Vox	Mic Shure SM58	

В первой колонке указан номер канала микшера. Во второй – инструмент, в третьей – источник звука, в четвертой – индивидуальная обработка канала микшера.

Дополнительно указываются требования к оборудованию: суммарная мощность системы, приборы обработки звука, количество мониторных линий, дополнительные мониторы на сцене («прострелы») и т. д.

Содержание документа должно быть ясно и понятно техникам всех степеней квалификации. К техническому райдеру обязательно должен прилагаться поименный список всех ответственных лиц (музыкантов, инженеров) с указанием номеров их телефонов и адресов электронной почты.

II. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Составление и анализ алгоритмов звукорежиссерской деятельности при решении конкретных производственных задач.
2. Маршрутизация аудиосигнала (insert, aux, subgroup), применение эквализации и звуковых эффектов.
3. Применение штатных анализаторов аудиосигнала и изменение их показателей.
4. Запись голоса, анализ и устранение дефектов аудиозаписи.
5. Анализ и реставрация аудиозаписей с различных звуковых носителей.
6. Создание спецэффектов различного типа и уровней сложности.
7. Разработка алгоритма и выполнения сведения композиций с неоднородным аудиоматериалом.
8. Разработка и создание production-библиотеки.
9. Разработка сценического плана и патч-листа для конкретных исполнительских составов.
10. Разработка алгоритма и выполнение мастеринга для конкретных композиций.
11. Применение на практике конкретных специализированных Интернет-ресурсов.

III. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЕТАМ И ЭКЗАМЕНАМ

1. Задачи и специфика деятельности звукорежиссера.
2. Виды, назначение, принцип работы микшерских пультов.
3. Шины и каналы микшерского пульта: устройство, назначение.
4. Коммутирование внешних приборов (insert, aux, subgroup и т. д.).
5. Ламповые, транзисторные, комбинированные усилители мощности: сравнительная характеристика.
6. Практическое использование усилителей мощности.
7. Типы акустических систем.
8. Динамики акустических систем и применение кроссовера.
9. Настройка и оптимизация студийного оборудования и приборов.
10. Студийная работа звукорежиссера с сольными исполнителями и коллективами.
11. Типы и устройство микрофонов.
12. Диаграммы направленности микрофонов.
13. Сферы применения различных типов микрофонов.
14. Технические и художественные звуковые параметры голоса исполнителя. Специфика записи и обработки.
15. Типы дефектов при аудиозаписи голоса и способы их устранения.
16. Аналоговый и цифровой принципы записи звука. АЦП, ЦАП.
17. Мультитрек. Возможности мультитрековых магнитофонов.
18. Типы и характеристика дефектов аудиозаписи.
19. Типы устройств и плагинов для реставрации аудиозаписи, специфика применения.
20. Основные свойства звука. Применение обработок и эффектов: сравнительная характеристика.

21. Обработки и эффекты, применяемые для изменения частоты звукового колебания.
22. Обработки и эффекты, применяемые для изменения амплитуды звукового колебания.
23. Обработки и эффекты, применяемые для изменения длительности звукового колебания.
24. Обработки и эффекты, применяемые для изменения звукового тембра.
25. Понятие звуковых спецэффектов. Технические и художественные звуковые параметры спецэффектов.
26. Специфика звукозаписи спецэффектов.
27. Типы дефектов при аудиозаписи спецэффектов и способы их устранения.
28. Классификация аудиоматериала при сведении и специфика его маршрутизации: количество и техническое назначение каналов.
29. Сведение как звукорежиссерский процесс: основные задачи и последовательность действий.
30. Понятие саунд-дизайна и его составные элементы: технический и художественный аспект.
31. Психоакустический подход к разработке саунд-дизайна аудиопродукции.
32. Концептуальный подход к разработке саунд-дизайна аудиопродукции и его зависимость от жанра произведения.
33. Разработка саунд-дизайна аудиопродукции как процесс: основные задачи и последовательность действий.
34. Понятие production-библиотеки: основные виды, их характеристики и назначение.
35. Разработка production-библиотеки как процесс звукорежиссуры: основные задачи и последовательность действий.
36. Подключение, настройка и оптимизация концертной аппаратуры.
37. Концертная работа звукорежиссера с сольными исполнителями и коллективами.

38. Райдер: патч-лист, сценический план.

39. Аналоговые носители звука: характеристика и сферы применения.

40. Цифровые носители звука: характеристика и сферы применения.

41. Виды целевых форматов аудиопродукции: технические требования и художественные возможности.

42. Мастеринг как звукорежиссерский процесс: основные задачи и последовательность действий.

43. Специализированные сайты по звукорежиссуре и типы контента.

44. Специфика звукорежиссерской работы при подготовке online-трансляций различного типа.

IV. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ
УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА КУРСА

ЧАСТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ИНСТИТУТ СОВРЕМЕННЫХ ЗНАНИЙ ИМЕНИ А.М.ШИРОКОВА»

УТВЕРЖДАЮ

Ректор Института современных
знаний имени А.М.Широкова

_____ А.Л.Капилов

_____ /уч.
Регистрационный № УД-_____ /уч.

ОСНОВЫ ЗВУКОРЕЖИССУРЫ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности

1-17 03 01 Искусство эстрады (по направлениям), направление специальности
1-17 03 01-02 Искусство эстрады (компьютерная музыка)

2015 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования специальности 1-17 03 01 Искусство эстрады (по направлениям) и учебного плана.

СОСТАВИТЕЛИ:

Смертина А.А., старший преподаватель кафедры художественного творчества и продюсерства Частного учреждения образования «Институт современных знаний имени А.М.Широкова», магистр педагогических наук;

Ивановский А.С., старший преподаватель кафедры художественного творчества и продюсерства Частного учреждения образования «Институт современных знаний имени А.М.Широкова»

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Корольчук В.Н., доцент кафедры инструментовки Учреждения образования «Белорусская государственная академия музыки», доцент;

Янкович С.И., доцент кафедры инструментовки Учреждения образования «Белорусская государственная академия музыки», доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой художественного творчества и продюсерства Частного учреждения образования «Институт современных знаний имени А.М. Широкова» (протокол №__ от _____ г.);

Научно-методическим советом Частного учреждения образования «Институт современных знаний имени А.М. Широкова» (протокол №__ от _____ г.);

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Современное массовое искусство (кино, театр, радио, телевидение, концерты, шоу-программы, и.т.п.) не мыслимо без комплекса звукоусилительной техники, устройств работки звука, микрофонов, фонограмм. Использование такой аппаратуры, связано с профессиональной деятельностью певцов, музыкантов и музыкальных продюсеров. Все то, что слышит зритель (слушатель), и то, как он это слышит – результат работы звукорежиссера.

Знакомство с профессией звукорежиссера необходимо специалистам задействованным в медиапроектах, концертах, спектаклях и.т.д. Данный курс направлен на изучение технических возможностей используемых в современном искусстве, принципов работы с концертной, студийной аппаратурой.

В результате студенты получают знания об основных направления работы звукорежиссера. Получают практические навыки обращения с основными элементами оборудования. Научатся составлять необходимую концертную документацию.

В результате изучения дисциплины «Основы звукорежиссуры» студент обязан

знать:

основные приборы и устройства звукоусиления и обработки звука;

устройство, возможности и принцип их работы;

устройство концертных звукоусилительных комплексов;

устройство студийных звукоусилительных комплексов;

принципы составления райдеров для выступления музыкальных коллективов.

уметь:

практически использовать приборы передачи и усиления звука;

работать с цифровыми и аналоговыми устройствами;

комплектовать концертные звукоусилительные комплексы;

комплектовать студийные звукоусилительные комплексы;

грамотно составлять райдер-лист для выступления различных музыкальных коллективов.

Целью изучения дисциплины «Основы звукорежиссуры» является подготовка студентов к более полному приобретению теоретических знаний и практических навыков работы звукорежиссера в сфере эстрады.

Текущий контроль — работа на практических занятиях. Итоговый контроль – экзамен, зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Введение

Предмет изучения – «Основы звукорежиссуры». Обзор основных тем. Основные направления деятельности звукорежиссера, задачи и специфика его деятельности.

Тема 2. Микшерские пульта

Назначение, принцип работы. Функциональные принадлежности ручек управления, индикации, переключателей и фейдеров. Коммутирование внешних приборов (insert, aux, subgroup, utility, direct). Цифровые и аналоговые пульта. Использование пультов в концертной деятельности, массовых мероприятиях, студийных записях, «домашних» студиях.

Тема 3. Усилители. Акустические системы

Ламповые усилители. Транзисторные усилители. Усилители большой мощности. Комбинированные усилители. Практическое использование усилителей. Типы акустических систем. Динамики. Активные, пассивные системы. Расчет мощности акустики. Кроссовер. Эквалайзер. Схемы подключения.

Тема 4. Работа в студии звукозаписи

Коммутация, настройка и оптимизация студийного оборудования и приборов. Работа с сольными исполнителями и коллективами.

Тема 5. Микрофоны

Устройство микрофонов. Типы микрофонов (динамический, конденсаторный), диаграммы направленности. Характеристики микрофонов. Сферы применения различных типов микрофонов.

Тема 6. Работа звукорежиссера с голосом исполнителя

Технические и художественные звуковые параметры голоса исполнителя. Аудиотипаж и голосовой кастинг.

Специфика записи голоса на различные микрофоны и звуковые носители. Обработка аудиозаписи голоса.

Типы дефектов при аудиозаписи голоса и способы их устранения.

Тема 7. Устройства звукозаписи

Аналоговый и цифровой принципы записи звука. АЦП, ЦАП. Мультитрек. Возможности мультитрековых магнитофонов. Секвенсоры.

Тема 8. Реставрация аудиозаписей

Типы и характеристика дефектов аудиозаписи: механические, исполнительские, технические и др.

Типы устройств и плагинов для реставрации аудиозаписи, специфика применения.

Реставрация аудиозаписи как процесс: основные задачи и последовательность действий.

Тема 9. Обработка звука и эффекты

Динамический диапазон сигнала. Компрессор. Порог срабатывания. Степень компрессии. Пороговый шумоподаватель – гейт. Ограничитель уровня сигнала – Лимитер. Эквалайзеры – устройства для изменения уровня частотных полос. Графические, параметрические, параграфические эквалайзеры. Сложные устройства. Звуковые эффекты — реверберация, дилей, хорус, флэнжер, фэйзер. Fuzz, distortion, overdrive.

Тема 10. Работа со спецэффектами

Понятие спецэффектов и их разновидности. Технические и художественные звуковые параметры спецэффектов.

Специфика записи спецэффектов на различные микрофоны и звуковые носители и последующая обработка аудиозаписи.

Типы дефектов при аудиозаписи спецэффектов и способы их устранения.

Тема 11. Работа с неоднородным аудиоматериалом.

Сведение как звукорежиссерский процесс

Классификация аудиоматериала. Понятие динамического и частотного баланса при работе с неоднородным аудиоматериалом.

Специфика маршрутизации неоднородного аудиоматериала: количество и техническое назначение каналов. Специфика применения эффектов и обработок к неоднородному аудиоматериалу.

Сведение как звукорежиссерский процесс: основные задачи и последовательность действий.

Тема 12. Разработка саунд-дизайна аудиопродукции

Понятие саунд-дизайна и его составные элементы: технический и художественный аспект.

Психоакустический подход к разработке саунд-дизайна аудиопродукции.

Концептуальный подход к разработке саунд-дизайна аудиопродукции и его зависимость от жанра и формы произведения.

Разработка саунд-дизайна аудиопродукции как процесс: основные задачи и последовательность действий.

Тема 13. Production-библиотеки в звукорежиссерском процессе

Понятие production-библиотеки: основные виды, их характеристики и назначение.

Основные требования звукорежиссуры к созданию музыкальных production-библиотек.

Основные требования звукорежиссуры к созданию шумовых production-библиотек.

Разработка production-библиотеки как процесс звукорежиссуры: основные задачи и последовательность действий.

Тема 14. Работа на концертах. Райдер, сценический план

Подключение, настройка и оптимизация концертной аппаратуры. Работа с сольными исполнителями и коллективами.

Основные схемы посадки музыкальных коллективов. Райдер. Патч-лист, сценический план. Звуковой диапазон наиболее часто встречающихся коллективов. Документация концерта.

Тема 15. Носители звука

Аналоговые и цифровые носители звука. Магнитная лента. Компакт кассеты, компакт диски, минидиски CD, DAT-кассеты, hard-диски – характеристики, область применения. Сферы применения различных типов носителей.

Тема 16. Мастеринг и перезапись: специфика работы с целевыми аудиоформатами

Виды целевых форматов аудиопродукции: технические требования и художественные возможности.

Мастеринг как средство согласования технических параметров аудиопродукции и целевого формата.

Специфика применения эффектов и обработок в процессе мастеринга.

Мастеринг как звукорежиссерский процесс: основные задачи и последовательность действий.

Тема 17. Интернет-ресурсы в работе звукорежиссера

Специализированные сайты по звукорежиссуре и типы контента.

Образовательные программы online по звукорежиссуре: виды и формы.

Плагины и production-библиотеки online, мобильные приложения удаленного доступа: специфика применения.

Специфика звукорежиссерской работы при подготовке online-трансляций различного типа и сервисы передачи аудиоданных в режиме реального времени.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА
для дневной формы получения высшего образования

Номер темы	Название темы	Всего	Количество аудиторных часов					Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Формы контроля знаний
			Лекции	Индивидуальные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контролируемая самостоятельная работа студентов			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 семестр		72	10		26		36	Виртуальные студии «Cubase», «Sony Vegas Pro», «FL Studio» и т.п.; акустическая система; аудиоредактор «WaveLab»; нотные редакторы «Finale», «Sibelius»; проектор или монитор с широкой диагона-		-
1	Введение в курс звукорежиссуры	22	6		6		10		8; 9; 19; 23; 24; 30	ПЗ № 1
2	Микшерские пульта	50	4		20		26		19; 25; 30	ПЗ № 2
2 семестр		96	8		26		62			экзамен
3	Усилители мощности, акустические системы	40	4		6		30		16; 19; 24; 25	экзамен, ПЗ № 3
4	Работа в студии звукозаписи	56	4		20		32	1; 6; 20; 21; 22; 25; 27; 28; 30		
3 семестр		60	8		28		24		зачет	
5	Микрофоны	20	4		4		12	15; 17; 18; 19	зачет, ПЗ № 4	

6	Работа звукорежиссера с голосом исполнителя	40	4		24		12	лью; подключение к Сети Интернет и антивирусная защита ПК.	1; 6; 8; 9; 20; 25; 27; 28; 30	
4 семестр		56	8		26		22			-
7	Устройства звукозаписи	18	4		4		10		15; 17; 18; 30	ПЗ № 5
8	Реставрация аудиозаписей	38	4		22		12		6; 8; 9; 25; 30	
5 семестр		86	6		24		56			экзамен
9	Обработка звука и эффекты	36	2		6		28		1; 2; 4; 13; 14; 26; 30	экзамен, ПЗ № 6
10	Работа со спецэффектами	50	4		18		28		5; 13; 14; 20; 21; 25; 27; 28; 30	
6 семестр		58	6		28		24			-
11	Работа с неоднородным аудиоматериалом. Сведение как звукорежиссерский процесс	20	2		6		12		1; 3; 5; 6; 27; 28; 30	ПЗ № 7
12	Разработка саунд-дизайна аудиопродукции	38	4		22		12		2; 4; 5; 6; 7; 10; 27	
7 семестр		50	6		30		14			зачет
13	Production-библиотеки в звукорежиссерском процессе	32	2		24		6		5; 10; 21; 27; 28	зачет, ПЗ № 8

14	Работа на концертах. Райдер, сценический план.	18	4		6		8		10; 16; 24	зачет, ПЗ № 9
8 семестр		98	8		22		68			экзамен
15	Носители звука	20	2		4		14		15; 17; 18; 30	экзамен, ПЗ № 10
16	Мастеринг и перезапись: специфика работы с целевыми аудиоформатами	50	4		12		34		4; 5; 6; 8; 9; 10; 11; 12; 16; 27; 28; 30	
17	Интернет-ресурсы в работе звукорежиссера	28	2		6		20		1; 3; 5; 6; 10; 27; 28; 29; 30	экзамен, ПЗ № 11
ИТОГО:		576	60		210		306			

СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Составление и анализ алгоритмов звукорежиссерской деятельности при решении конкретных производственных задач;
2. Маршрутизация аудиосигнала (insert, aux, subgroup), применение эквализации и звуковых эффектов;
3. Применение штатных анализаторов аудиосигнала и изменение их показателей;
4. Запись голоса, анализ и устранение дефектов аудиозаписи;
5. Анализ и реставрация аудиозаписей с различных звуковых носителей;
6. Создание спецэффектов различного типа и уровней сложности;
7. Разработка алгоритма и выполнения сведения композиций с неоднородным аудиоматериалом;
8. Разработка и создание production-библиотеки;
9. Разработка сценического плана и патч-листа для конкретных исполнительских составов;
10. Разработка алгоритма и выполнение мастеринга для конкретных композиций;
11. Применение на практике конкретных специализированных Интернет-ресурсов.

ПРИМЕРНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ВОПРОСОВ

К ЗАЧЕТАМ И ЭКЗАМЕНАМ

1. Задачи и специфика деятельности звукорежиссера.
2. Виды, назначение, принцип работы микшерских пультов.
3. Шины и каналы микшерского пульта: устройство, назначение.
4. Коммутирование внешних приборов (insert, aux, subgroup и т.д.).
5. Ламповые, транзисторные, комбинированные усилители мощности: сравнительная характеристика.
6. Практическое использование усилителей мощности.

7. Типы акустических систем.
8. Динамики акустических систем и применение кроссовера.
9. Настройка и оптимизация студийного оборудования и приборов.
10. Студийная работа звукорежиссера с сольными исполнителями и коллективами.
11. Типы и устройство микрофонов.
12. Диаграммы направленности микрофонов.
13. Сферы применения различных типов микрофонов.
14. Технические и художественные звуковые параметры голоса исполнителя. Специфика записи и обработки.
15. Типы дефектов при аудиозаписи голоса и способы их устранения.
16. Аналоговый и цифровой принципы записи звука. АЦП, ЦАП.
17. Мультитрек. Возможности мультитрековых магнитофонов.
18. Типы и характеристика дефектов аудиозаписи.
19. Типы устройств и плагинов для реставрации аудиозаписи, специфика применения.
20. Основные свойства звука. Применение обработок и эффектов: сравнительная характеристика.
21. Обработки и эффекты, применяемые для изменения частоты звукового колебания.
22. Обработки и эффекты, применяемые для изменения амплитуды звукового колебания.
23. Обработки и эффекты, применяемые для изменения длительности звукового колебания.
24. Обработки и эффекты, применяемые для изменения звукового тембра.
25. Понятие звуковых спецэффектов. Технические и художественные звуковые параметры спецэффектов.
26. Специфика звукозаписи спецэффектов.
27. Типы дефектов при аудиозаписи спецэффектов и способы их устранения.

28. Классификация аудиоматериала при сведении и специфика его маршрутизации: количество и техническое назначение каналов.
29. Сведение как звукорежиссерский процесс: основные задачи и последовательность действий.
30. Понятие саунд-дизайна и его составные элементы: технический и художественный аспект.
31. Психоакустический подход к разработке саунд-дизайна аудиопродукции.
32. Концептуальный подход к разработке саунд-дизайна аудиопродукции и его зависимость от жанра произведения.
33. Разработка саунд-дизайна аудиопродукции как процесс: основные задачи и последовательность действий.
34. Понятие production-библиотеки: основные виды, их характеристики и назначение.
35. Разработка production-библиотеки как процесс звукорежиссуры: основные задачи и последовательность действий.
36. Подключение, настройка и оптимизация концертной аппаратуры.
37. Концертная работа звукорежиссера с сольными исполнителями и коллективами.
38. Райдер: патч-лист, сценический план.
39. Аналоговые носители звука: характеристика и сферы применения.
40. Цифровые носители звука: характеристика и сферы применения.
41. Виды целевых форматов аудиопродукции: технические требования и художественные возможности.
42. Мастеринг как звукорежиссерский процесс: основные задачи и последовательность действий.
43. Специализированные сайты по звукорежиссуре и типы контента.
44. Специфика звукорежиссерской работы при подготовке online-трансляций различного типа.

ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

для дневной формы получения высшего образования

№ п/п	Название раздела, темы	Кол-во часов на СРС	Задание	Форма выполнения	Цель или задача СРС
1	Введение в курс звукорежиссуры	10	Чтение литературы по теме (см. методическую карту)	Составление конспекта	Анализ алгоритмов звукорежиссерской деятельности на практике
2	Микшерские пульта	26	Чтение литературы по теме (см. методическую карту)	Составление конспекта, анализ полученной информации	Маршрутизация аудиосигнала, эквалазация и звуковые эффекты
3	Усилители мощности, акустические системы	6	Чтение литературы по теме (см. методическую карту)	Составление конспекта, анализ полученной информации, подготовка к экзамену	Выбор усилителей и акустических систем для практического применения
4	Работа в студии звукозаписи	32	Чтение литературы по теме (см. методическую карту)	Составление конспекта, анализ полученной информации, подготовка к экзамену	Освоение процесса студийной звукозаписи
5	Микрофоны	12	Чтение литературы по теме (см. методическую карту)	Составление конспекта, аналитическая обработка полученной информации	Методики использования микрофонов в студии и на концерте
6	Работа звукорежиссера с голосом исполнителя	12	Чтение литературы по теме (см. методическую карту)	Составление конспекта, аналитическая обработка полученной информации, подготовка к зачёту	Запись голоса, анализ и устранение дефектов записи голоса

7	Устройства звукозаписи	10	Чтение литературы по теме (см. методическую карту)	Составление конспекта, анализ полученной информации	Освоение методик работы с разными типами звукозаписывающих устройств
8	Реставрация аудиозаписей	12	Чтение литературы по теме (см. методическую карту)	Составление конспекта, анализ полученной информации	Реставрация аудиозаписей с различных звуковых носителей
9	Обработка звука и эффекты	28	Чтение литературы по теме (см. методическую карту)	Составление конспекта, аналитическая обработка полученной информации, подготовка к экзамену	Умение правильно использовать различные типы обработок и эффектов в процессе работы с музыкальным материалом
10	Работа со спецэффектами	28	Чтение литературы по теме (см. методическую карту)	Составление конспекта, аналитическая обработка полученной информации, подготовка к экзамену	Создание спецэффектов различного типа и уровней сложности
11	Работа с неоднородным аудиоматериалом. Сведение как звукорежиссерский процесс	12	Чтение литературы по теме (см. методическую карту)	Составление конспекта, анализ полученной информации	Создание финального стерео-файла в процессе микширования(сведения) многоканальной музыкальной фонограммы
12	Разработка саунд-дизайна аудиопродукции	12	Чтение литературы по теме (см. методическую карту)	Составление конспекта, анализ полученной информации	Методика особенностей применения индивидуального подхода к разработке саунд-дизайна аудиопродукции
13	Production-библиотеки в звукорежиссерском процессе	6	Чтение литературы по теме (см. методическую карту)	Составление конспекта, анализ полученной информации, подготовка к зачёту	Разработка и создание production-библиотеки
14	Работа на концертах. Райдер, сценический план.	8	Чтение литературы по теме (см. методическую карту)	Составление конспекта, анализ полученной информации, подготовка к зачёту	Подготовка и составление сценического плана и патч-листа для конкретных исполнительских составов

15	Носители звука.	14	Чтение литературы по теме (см. методическую карту)	Составление конспекта, аналитическая обработка полученной информации, подготовка к экзамену	Освоение навыков работы с разными носителями информации при записи и воспроизведении звуковых файлов
16	Мастеринг и перезапись: специфика работы с целевыми аудиоформатами.	34	Чтение литературы по теме (см. методическую карту)	Составление конспекта, аналитическая обработка полученной информации, подготовка к экзамену	Методики разработки алгоритма и выполнение мастеринга для конкретных композиций
17	Интернет-ресурсы в работе звукорежиссера.	20	Чтение литературы по теме (см. методическую карту)	Составление конспекта, аналитическая обработка полученной информации, подготовка к экзамену	Применение на практике конкретных специализированных Интернет-ресурсов

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петелин, Р. Ю. CubaseSX 3. Запись и редактирование музыки / Р. Ю. Петелин. – СПб. : БХВПетербург, 2007. – 752 с.
2. Петелин, Р. Ю. Sakewalk SONAR. Запись песни в домашней студии / Р. Ю. Петелин. – СПб. : БХВПетербург, 2006. – 608 с.
3. Медников, В. В. Основы компьютерной музыки / В. В. Медников. – СПб. : БВХПетербург, 2002. – 269 с.
4. Загуменнов, А. П. Plugins. Встраиваемые приложения для музыкальных программ / А. П. Загуменнов. – М. : ДМК, 2000. – 58 с.
5. Петелин, Р. Ю. Steinberg Cubase 5. Запись и редактирование музыки / Р. Ю. Петелин. – СПб. : БХВПетербург, 2010. – 896 с.
6. Петелин, Р. Ю. Propellerhead Reason: музыкальная студия. / Р. Ю. Петелин. – СПб. : БХВПетербург, 2006. – 224 с.
7. Медведев, Е. В. Виртуальная студия на PC: аранжировка и обработка звука / Е. В. Медведев. – М. : ДМК Пресс, 2007. – 424 с.
8. Володин, А. В. Электронные музыкальные инструменты / А. В. Володин. – М. : Музыка, 1979. – 148 с.
9. Терменвокс. История: Терменцентр. Центр электроакустической музыки [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа : <http://www.thermin.ru> – Дата доступа : 17.02.2016.
10. Севашко, А. В. Звукорежиссура и запись фонограмм / А. В. Севашко. – М. : Альтекс, 2004. – 382 с.
11. Меерзон, Б. Я. Акустические основы звукорежиссуры / Б. Я. Меерзон. – М. : АспектПресс, 2004. – 437 с.
12. Меерзон, Б. Я. Основы электроакустики и магнитная запись звука / Б. Я. Меерзон. – М. : Гос. ком. по телевидению и радиовещанию, 1973. – 204 с.
13. Медников, В. М. Основы компьютерной музыки / В. М. Медников – СПб. : БВХПетербург, 2002. – 488 с.

14. Выходец, А. В. Радиовещание и электроакустика / А. В. Выходец. – М. : Радио и связь, 1989. – 512 с.
15. Загуменнов, А. П. Компьютерная обработка звука / А. П. Загуменнов. – М. : NTPress, 2004. – 512 с.
16. Ивановский, А. С. Основы звукорежиссуры : курс лекций для студентов специальности 1–17 03 01 «Искусство эстрады» / А. С. Ивановский. – Минск : Современные знания, 2011. – 57 с.
17. Алдошина, И. Музыкальная акустика: учебник для высших учебных заведений / И. Алдошина. – М. : Радио и связь, 1998. – 440 с.
18. Ивановский, А. С. Основы звукорежиссуры : курс лекций для студентов специальности 1–17 03 01 «Искусство эстрады» / А. С. Ивановский. – Минск : Современные знания, 2011. – 78 с.
19. Ивановский, А. С. Компьютерные технологии в музыке : курс лекций для студентов специальности 1–17 03 01 «Искусство эстрады» / А. С. Ивановский. – Минск : Современные знания, 2010. – 86 с.
20. Ивановский, А. С. Введение в специальность : курс лекций для студентов специальности 1–17 03 01 «Искусство эстрады» / А. С. Ивановский. – Минск : Современные знания, 2012. – 67 с.
21. Ивановский, А. С. Звукообработывающее оборудование : курс лекций для студентов специальности 1–17 03 01 «Искусство эстрады». – Минск : Современные знания, 2008. – 69 с.
22. Шустрова, О. Пространство медиаискусства / О. Шустова. – СПб. : БХВПетербург, 2007. – 412 с.
23. Дубровский, Д. Компьютер для музыкантов / Д. Дубровский. – М. : АспектПресс, 2004. – 397 с.
24. Иванов, П. В. Звук, как элемент создания художественного образа : учебно-методическое пособие для направлений специальности «Режиссура» / П. В. Иванов. – Минск : Режиссура ТВ, БГАИ, 2011. – 214 с.

25. Петелин, Ю. В. Персональный оркестр в персональном компьютере / Ю. В. Петелин. – СПб. : БХВПетербург, 2007. – 224 с.

26. Деревских, В. Музыка на РС своими руками / В. Деревенских. – СПб. : БХВ Петербург, – 2002. – 327 с.

27. Медников, В. В. Секреты компьютерной музыки / В. В. Медников СПб. : БВХПетербург, 2003. – 269 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка.....	3
I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	5
Тема 1. Микшерный пульт	5
Тема 2. Усилители мощности.....	12
Тема 3. Акустические системы	15
Тема 4. Кроссоверы	16
Тема 5. Процессоры управления систем звуковоспроизведения.....	19
Тема 6. Мониторные системы	21
Тема 7. Микрофоны.....	24
Тема 8. Устройства обработки звуков и эффекты.....	29
Тема 9. Носители звука и устройства записи-воспроизведения	36
Тема 10. Работа на концерте и в студии звукозаписи	39
Тема 11. Райдер.....	42
II. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	44
Содержание практических занятий	44
III. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ	45
Перечень вопросов для подготовки к зачетам и экзаменам.....	45
IV. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ	48
Учебная программа курса.....	48
Список литературы.....	65

Учебное электронное издание

Автор-составитель
Попроцкий Александр Дмитриевич

ОСНОВЫ ЗВУКОРЕЖИССУРЫ

*Электронный учебно-методический комплекс
для студентов специальности 1-17 03 01 Искусство эстрады
(по направлениям), направление специальности 1-17 03 01-02 Искусство
эстрады (компьютерная музыка)*

[Электронный ресурс]

Редактор *А. В. Борщевская*
Технический редактор *Ю. В. Хадьков*

Подписано в печать 30.03.2018.
Гарнитура Times Roman. Объем 0,9 Мб

Частное учреждение образования
«Институт современных знаний имени А. М. Широкова»
Свидетельство о регистрации издателя №1/29 от 19.08.2013
220114, г. Минск, ул. Филимонова, 69.

ISBN 978-985-547-212-5



9 789855 472125