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

Факультет искусств
Кафедра художественного творчества и продюсерства

СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой
Бычкова Н. В.
_____
12.12.2025 г.

СОГЛАСОВАНО
Декан факультета
Кузьминич Т. В.
_____
12.12.2025 г.

ОСНОВЫ СТУДИЙНОЙ ЗВУКОРЕЖИССУРЫ

Электронный учебно-методический комплекс
для обучающихся специальности
6-05-0215-10 Компьютерная музыка

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

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 факультета искусств
протокол № 3 от 12.12.2025 г.

УДК 681.8(075.8)

Р е ц е н з е н т ы:

кафедра музыкально-педагогического образования учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка» (протокол № 7 от 20.12.2025 г.);

Пеня И. А., заслуженный артист Республики Беларусь.

Рассмотрено и рекомендовано к утверждению
кафедрой художественного творчества и продюсерства
(протокол № 4 от 27.11.2025 г.)

О75 **Попроцкий, А. Д.** Основы студийной звукорежиссуры : учеб.-метод. комплекс для обучающихся специальности 6-05-0215-10 Компьютерная музыка [Электронный ресурс] / Сост. А. Д. Попроцкий. – Электрон. дан. (1,2 Мб). – Минск : Институт современных знаний имени А. М. Широкова, 2026. – 152 с.

Систем. требования (миним.): процессор с частотой 1 ГГц, 1 ГБ оперативной памяти, 1 ГБ свободного места на жестком диске ; персональный компьютер под управлением ОС Microsoft® Windows® 7 и выше ; macOS® Leopard® и выше или мобильное устройство под управлением Android® 4.x и выше ; iOS® 9.x и выше ; Adobe Reader для соотв. ОС (или аналогичное приложение для чтения PDF-файлов).

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

Для студентов вузов.

ISBN 978-985-547-563-8

Ó Институт современных знаний
имени А. М. Широкова, 2026

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Введение

Учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «Основы студийной звукорежиссуры» предназначен для научно-методического обеспечения процесса подготовки студентов специальности 6-05-0215-10 Компьютерная музыка. Учебно-методический комплекс разработан в соответствии с требованиями Положения об учебно-методическом комплексе на уровне высшего образования, утвержденным Постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 08.11.2022 № 427.

Целью учебно-методического комплекса является формирование у студентов комплексной системы знаний, умений, навыков, а также творческого опыта в области создания различных стилей и направлений современной музыки, предусмотренной учебным планом учреждения высшего образования по направлению специальности и требованиями образовательного стандарта Республики Беларусь ОСВО 6-05-0215-10-2023 по специальности 6-05-0215-10 Компьютерная музыка.

Учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «Основы студийной звукорежиссуры» ориентирован на оказание методической помощи преподавателям и студентам высших специализированных учебных заведений в приобретении и освоении теоретических и практических знаний в области звукозаписи и аранжировки музыкальных произведений. Разделы, включённые в УМК, предназначены для оптимального сопровождения образовательного процесса и формирования у студентов компетенций, необходимых для решения профессиональных задач в соответствии с современным уровнем развития эстрадного искусства.

Учебно-методический комплекс включает четыре раздела: теоретический раздел, практический раздел, раздел контроля знаний, вспомогательный раздел.

1. Теоретический раздел содержит материал по учебной дисциплине и включает сведения о направлениях и задачах работы студийного звукорежиссера, а также основные практические навыки обращения с ключевыми элементами студийного оборудования.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

2. Практический раздел содержит методические рекомендации по выполнению практических заданий, как в аудитории, так и самостоятельно. Эти навыки направлены на закрепление теоретических знаний.

3. Раздел контроля знаний включает вопросы и темы для самостоятельной работы студентов, рекомендации для текущей аттестации студентов по итогам освоения материала учебной дисциплины.

4. Вспомогательный раздел комплекса содержит учебную программу учреждения высшего образования по учебной дисциплине, основную и дополнительную литературу.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1. Содержание учебного материала

Тема 1. Введение в предмет

Студийная звукозапись – это процесс записи и редактирования вокала и музыкальных инструментов, использования различных звуковых эффектов в студии. Запись может быть сделана как в аналоговом, так и в цифровом формате. Запись звука – это процесс фиксации звуковых сигналов на носитель информации (например, цифровой CD-аудиодиск, USB-Flesh, SSD, HDD), который позволяет сохранить их и обрабатывать в дальнейшем. В студийной звукозаписи этот процесс происходит с помощью специального оборудования и программного обеспечения. Процесс записи звука начинается с настройки оборудования и микрофонов, проверки уровней сигналов и контроля качества звука с помощью мониторных акустических систем.

Тема 2. История звукозаписи

Техника и технологии звукозаписи на протяжении длительного времени постепенно прогрессировали. Рассмотрим подробнее процесс изменения технологий и способов звукозаписи на протяжении пяти десятилетий.

Известно, что механическая звукозапись – это первая попытка зафиксировать звук, а затем воспроизвести его. Первым прибором для записи и воспроизведения звука был фонограф, изобретённый Т. Эдисоном в 1877 году. По мнению британского звукорежиссера AndyJones, в течение первых десятилетий такое понятие как «звуковой образ» звукоинженеров интересовало в меньшей степени. В связи с очень низким качеством звучания они концентрировались на более простых и очевидных задачах, таких как передача приемлемого музыкального баланса с помощью «правильной» расстановки исполнителей вокруг

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

приемника звука, техническое качество фонограммы с точки зрения шумов, помех, искажений. Однако с появлением стандартов стерео в 1960-х годах и HI-FI, с изобретением первых многодорожечных магнитофонов у звукорежиссеров появилась возможность вмешиваться в звучание после этапа записи, находить каждому инструменту своё место в стереобазе и т.д. Именно этот период нас интересует в большей степени.

1960 – 1969 годы. Первые эксперименты. Стерео. Это десятилетие можно охарактеризовать, как время музыкальных экспериментов, с помощью которых рождались современные технологии звукозаписи. Способы и методы, с помощью которых музыка была записана, изменились до неузнаваемости от начала и до конца 1960-х. годов. Существенное значение оказал переход от монозаписи звука к многоканальной. В студиях появлялись аналоговые 4-х дорожечные машины, и предназначались они для работы на ленте в 2 дюйма. Говоря о технологиях записи, звукозаписывающие компании имели строгие принципы процесса записи. В студиях того времени использовалась последовательная запись с наложением. Несмотря на это, многие музыканты начали оставлять свой след в собственном уникальном звучании, стилях. В доказательство этому обратимся к творчеству легендарной группы The Beatles. Они открывали новые перспективы с каждым выпуском, подталкивая звукорежиссеров к разработке новых методов звукозаписи с той целью, чтобы оставаться впереди других исполнителей. Так, например, в 1965 году британский продюсер George Martinпри работе с группой The Beatles при записи использовал пару знаменитых магнитофонов Studer J37s, и таким образом он увеличил количество дорожек и уже редактировал записанный материал впоследствии. Таким образом, десятилетие непрерывно прогрессировало. Все записи 60-х годов были аналоговыми и основывались на ламповом звучании. Звук лампового оборудования создавал размытое звучание, добавлял «музыкальные» искажения. Именно это стало определяющим элементом в звучании 60-х годов. Отсюда можно предположить, что использование лампового оборудование является одним из способов «подогрева» звука. Стремительно развиваются и звуковые эффекты, такие как chorus, delay. Например, эффект хоруса можно заметить на бэк-вокале The

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Beatles «Lucy In The Sky With Diamonds».В скором времени появляется интерес к стереозаписи. Ранние стерео-записи поп музыки показывают экстремальные методы панорамирования, например размещение барабанов в левом канале, а их реверберация в правом канале. Если послушать альбом «Electric Ladyland» Jimi Hendrix, который был одной из первых рок пластинок, записанной специально для воспроизведения стереозвука, то можно услышать много движения по стереобазе. Этот альбом был выпущен в 1968 году, когда профессиональные студии уже имели 8-дорожечные рекордеры. Такими техническими инновациями были ознаменованы 60-е годы, которые внесли вклад в развитие аудиоиндустрии.

1970–1979-е годы. Рождение многоканальной записи. Благодаря появлению 16-ти канальных рекордеров произошли видимые изменения в многоканальной записи еще на рассвете десятилетия. Теперь звукорежиссеры могли назначать каждый источник звука на отдельную дорожку. Такой способ записи давал возможность звукорежиссеру при микшировании регулировать уровни отдельных каналов, корректировать частотные характеристики, применять искусственную реверберацию и другие эффекты. Такая технология записи становится стандартом в профессиональных студиях. Последовательная запись с наложением оставалась преимущественной. Такой метод записи использовал при записи Mike Old field в своем альбоме Tubular Bells в 1973г., который был выпущен Virgin Records. Интересно заметить, был существенный недостаток последовательного наложения – при очередной записи изнашивалась лента. Но существовала и еще одна сложность – при сведении и записи на ленту шумы всех дорожек суммировались и в сведенной фонограмме их уровень был неприемлемым. Поэтому как обязательная мера, применялись отдельные компандерные системы шумоподавления типа Telcom или Dolby-SR. Постепенно, в течение 70-х годов количество дорожек увеличивалось. И уже в 1974 году новшество в искусство привнес первый 24-дорожечный магнитофон. Популярными в профессиональных студиях были 8-, 16- и, 24-дорожечные магнитофоны фирм Studer, Telefunken. В тот период развития студийной техники эти аппараты полностью удовлетворяли технологическим потребностям студий. Однако, не-

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

смотря на увеличение количества дорожек, многие звукорежиссеры считали, что 16-канальные рекордеры звучат лучше. На протяжении этого десятилетия опытные инженеры научились создавать кристально-чистые записи с отличным стереоизображением и расширенным частотным диапазоном. А благодаря многочисленным пробам и экспериментам многодорожечная запись активно совершенствовалась в эти годы.

Переход от аналоговой звукозаписи к цифровой возглавил третью эпоху аудиоиндустрии. Это были годы с 1980 по 1989.При переходе от традиционной аналоговой звукотехники к цифровому способу передачи сообщений и к записи звукового сигнала в цифровой форме необходимы были новые подходы к разработке аппаратуры. В эти годы начали появляться цифровые магнитофоны. А основной целью их создания послужило повышение качества звучания фонограмм. Как известно, попытки использовать технику дискретных (импульсных) сигналов для обработки и передачи звука предпринимались многократно, но до 1980-х годов они не имели особого успеха. С появлением цифровых магнитофонов в студиях звукозаписи появилась возможность сохранять всевозможные параметры, настройки. Достоинством цифровых магнитофонов является высокое качество звучания, а параметры их совершенно недостижимы для аналоговой аппаратуры. В эту эпоху наибольшее распространение в студиях звукозаписи получили кассетные цифровые магнитофоне в формате DAT (Digital Audio Tape). Достоинств цифровой записи звука множество. Одним из ключевых факторов цифры является низкая стоимость цифровых носителей. А важным моментом в цифровой записи считается то, что от числа последовательно сделанных копий качество звучания не зависит и сохраняется тем же, каким оно должно быть в оригинале, в отличие от аналоговой записи. Steve Hillage однажды заметил: «цифровая запись на ленте, как ксерокопирование на папирус». Цифровая запись открывала новые преимущества и широкие возможности для совершенствования методов обработки сигналов и записей. Кроме этого, большое внимание в начале 80-х годов было отведено созданию такого прибора, как драм-машина. Она сыграла важную роль в формировании звука 80-х

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

годов. Известно, что культовой стала драм-машина Roland TR-808. выпущенная компанией Roland в 1980 г. Она легко программировалась, имела аналоговый синтез и узнаваемый звук. В электронных приборах так же произошел переход от аналога к цифре. Первой драм-машиной с цифровыми семплами была Linn LM-1, созданная Роджером Линном в 1979 году. С приходом LM-1 профессиональные музыканты получили достойный инструмент для изготовления ударных партий. Необходимо заметить, появление драм-машин очень сильно повлияло на большое количество стилей музыки, их ритм являлся неотъемлемой частью всех электронных танцевальных стилей, хип-хопа, рэпа. Этими новшествами были ознаменованы 80-е годы.

Следующей эпохой в развитии звукозаписи были годы с 1990 по 1999. Это десятилетие прошло путь от простых секвенсоров к полномасштабным профессиональным инструментам. Уже на заре 90-х годов технологии записывающих студий начали развиваться вне аппаратных средств. В начале десятилетия основой многих записей были MIDI секвенсоры, так как компьютеры были недостаточно проверены в студиях. И настоящим прорывом стало появление первого цифрового синтезатора KorgM1 в 1988 году. Его прибытие означало начало жизни DAW, или звуковых рабочих станций. Появлялись такие DAW, как Cubase и Notator (позже Logic), в своем первоначальном воплощении был выпущен и ProTools. В это время рождалось множество техно, хаус и другой электронной музыки. В 90-е годы активно развивается программное обеспечение. Уже в 1996 году был создан формат VST- плагинов. С их помощью можно было изменять даже мельчайшие детали в звуковой ткани. Во второй половине этого десятилетия активно развивалась запись на жесткий диск, которая в скором времени достигла совершенства благодаря более мощным компьютерам и DAW, таким как ProTools. Изменилось и звучание музыки. На протяжении 90-х годов шла тенденция на мощную компрессию и жесткое лимитирование звука, благодаря чему продюсеры добивались конкурентоспособности фонограммы. Именно поэтому в 90-е годы появилось такое понятие как «война громкости». Чтобы понять, что это такое, достаточно послушать любую запись

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

80-х или более ранних годов, например запись «Let'sDance» David Bowie1983 года. Записи ранних годов имеют достаточно большой динамический диапазон. Музыка 90-х годов, например «Dummy» Portishead (1994 год), будет звучать значительно громче. Это связано с применением большой компрессии, как при сведении, так и при мастеринге. Компрессия при мастеринге могла заставить звучать трек еще громче. Отсюда появились убеждения, что более громкая музыка продается лучше, а значит, может быть конкурентоспособной. Благодаря появлению DAW, программного обеспечения, для звукорежиссеров открывались новые возможности формирования звучания на протяжении десятилетия. Но эти новшества продолжали развиваться и на протяжении следующего десятилетия.

2000–2010 годы – эпоха программного обеспечения, десятилетие, в котором практически все стало возможным. В эти годы все большую известность завоевывают компьютеры. Совершенствуются возможности ProTools, Cubase, Logic, Live, FLStudio, Sonar, Reason. Зарекомендовали себя виртуальные инструменты Native Instruments. Данные новшества позволили отойти от большого и дорогого студийного оборудования. Теперь звукорежиссеры осуществляли процесс редактирования и сведения с помощью программного обеспечения. Эта технология была относительно новым явлением, однако становилась очень популярной. Это подтверждалось удобным способом перемещения сессий с одного компьютера на другой, а также возможностью запускать несколько проектов одновременно. Теперь музыку в цифровом виде можно создавать полностью в компьютере. Несмотря на стремительное развитие программного обеспечения, и цифровой записи в целом, существовали высказывания по поводу того, что теряется «душа» музыки при пользовании программным обеспечением. Данные мнения бытуют и в настоящее время. Многие утверждают, что запись, сделанная с помощью программного обеспечения, может звучать по-разному – чисто, стерильно, а может быть похожа на старую душевную запись. Все зависит от поставленной цели. И все же, несмотря на разные убеждения, звук 2000-х годов был звуком программного обеспечения для многих людей. Конечно, за пятьде-

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

сят лет произошел большой технический прогресс в сфере звукозаписи. Изменилось и само звучание музыки. Звукорежиссеры избавились от шумов и научились создавать кристально чистые записи.

Тема 3. Эволюция носителей звуковой информации

В 1887 г. в США Томасом Эдисоном был запатентован свой фонограф – один из первых приборов для механической записи звука и его воспроизведения. Носителем в фонографе был цилиндрический валик, обернутый оловянной фольгой или бумажной лентой и покрытый слоем воска. Для записи и воспроизведения звука служила игла (резец), связанная с мембраной.

В 1888 г. немец Эмиль Берлинер изобрел граммофон. На стеклянную подложку он наносил сажу с парафином. После записи фонограмма покрывалась лаком и служила для получения отпечатка на хроможелатиновом слое. Позднее стали применять кислотное травление, в качестве подложки использовать цинк, а в качестве защитного слоя – воск. Применяя как оригинал цинк, протравленный в хромовой кислоте, получали гальванопластические копии.

Первая в мире ***граммофонная пластинка*** была изготовлена из целлулоида, а в 1897 г. вместо него стали использовать диски из шеллака, шпата и сажи. Такие пластинки из-за дороговизны сырья были по карману далеко не всем. Позднее шеллак был заменен синтетическими смолами. Широкое применение получила винилитовая смола.

В 1907 г. появился «граммофон нового поколения» под названием «патефон», по названию французской фирмы «Патэ», где служил его изобретатель Гильон Кеммлер. От граммофона он отличался размещением рупора внутри корпуса, что позволило значительно уменьшить размеры и сделать «ящик с музыкой» переносным. Выпускались даже действительно портативные патефоны с раздвижным тонармом. Подешевел и носитель – ***пластинки***, которые проигрывались со скоростью вращения 78 об/мин стали изготавливать из гораздо более дешевого сырья и в конце концов их начали штамповать из винила.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Интересно, что почти одновременно с фонографом был изобретен и принцип магнитной записи звука. Реальным рождением магнитная запись обязана датчанину В. Паульсену, который в 1898 г. продемонстрировал работоспособный аппарат – магнитофон, где носителем записи была ***стальная проволока***. На Парижской Всемирной выставке в 1900 г. это устройство даже получило приз – на нем был впервые записан голос императора Австро-Венгрии Франца-Иосифа.

При воспроизведении источником магнитного поля служат уже намагниченные участки ленты с записью. Они проходят мимо зазора, создавая в сердечнике магнитное поле, которое наводит в катушке переменный электрический ток. На смену катушкам с магнитной лентой пришли ***кассеты***, но именно такой принцип до сих пор широко используется в аудио- и видеозаписи.

В 1924 г. несколько фирм получили патенты на улучшенные условия электрической записи, и с 1925 г. электрический способ записи с помощью микрофонов вытеснил из производства механоакустическую запись через рупор. Параллельно совершенствовалась и грамзапись. С развитием радиотехники появились радиолы, проигрыватели (приставки к приемникам) и электрофоны. Пружинный двигатель был заменен электрическим. При тех же размерах пластинки скорость уменьшилась до 33 1/3 об/мин, а увеличение плотности записи позволило создать ***долгоиграющие пластинки***.

До 1957 года запись на пластинках была только монофонической. Но опыты проводились и в области стереофонической грамзаписи. В 1931 г. англичанин А. Блюмлейн предложил способ стереофонической записи на диск. Он предложил целых два способа стереозаписи, но недостаточный уровень техники записи-воспроизведения не позволил в то время реализовать данную идею.

В 1969–1971 гг. появились первые образцы четырехканальной квадрафонической аппаратуры: магнитофоны и грампластинки. Но квадрафонии так и не суждено было получить широкое распространение.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

CD Disc

В 1982 г. фирмами Sony и Philips была применена оптическая запись с помощью полупроводникового лазера – появились компакт-диски. Звук на них записывался в цифровой форме, и систему отличало высокое качество звучания. Распространению компакт-дисков способствовали долговечность, малые габариты и удобство эксплуатации. Компакт-диск изготавливается из прозрачного полимера. На рабочей поверхности с отражающим слоем расположены канавки, в которые записываются цифровые коды в виде углублений (питов).

В настоящее время для оптической записи широко применяются перезаписываемые носители. В качестве перезаписываемых носителей распространение получили носители из материалов на основе недокиси теллура, ванадия, а для стирания применяют луч лазера различной интенсивности.

MINI Disc

В 1992 г. фирма Sony разработала новый цифровой носитель звука – мини-диск (MD). Мини-диски очень удобны для записи и работы со звуком. Они выдерживают миллион циклов перезаписи и при этом качество звучания не ухудшается, но широкого использования они не получили из-за дороговизны лицензий их держателя – Sony.

Тем временем на смену CD уже пришли диски ***DVD***, которые применяются для записи звука, видео и файлов данных. В 1997 г. появилась и к концу века получила распространение оптическая технология хранения информации на многослойных двусторонних цифровых универсальных дисках DVD. Это более емкий (до 4,7 Гбайт) и более быстрый компакт-диск, который может содержать аудио, видео и компьютерные данные. По мнению специалистов, цифровая оптическая запись будет сопровождать нашу жизнь еще как минимум три десятка лет.

Большой прогресс был достигнут и в области устройств цифровой магнитной записи. Диапазон частот (ширина полосы), требуемый для цифровой записи, намного выше, чем в аналоговой. Для цифровой запи-

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

си/воспроизведения необходима полоса пропускания шириной от 1 до 2 МГц, что намного шире диапазона обычных магнитофонов.

Производители считают, что потребители уже материально готовы к переходу на DVD+RW, поскольку их наверняка привлечет возможность записывать на DVD-диски домашнее видео. К тому же записи на видеопленке живут около 15 лет, а гарантийный срок хранения видео на DVD составляет 80–100 лет.

Нельзя не упомянуть и про различные карты памяти, широко применяемые в современной бытовой аппаратуре, и, в частности, в MP3-плеерах. Какие плюсы позволяют уверенно говорить о преимуществах портативного MP3-плеера перед кассетным, CD или мини-диском? MP3-плеер в несколько раз меньше CD и в 2–3 раза кассетного плеера. Крайне мал и вес, измеряемый десятками граммов. Компактность записей позволяет использовать столь же компактные носители (чаще всего в качестве такого носителя выступает флэш-память в виде стандартной карты SmartMedia или MultiMedia Card). Файл MP3 – это оцифрованная звуковая запись, сжатая в соответствии со стандартом MPEG-1 Layer 3. Алгоритм компрессии MPEG-1 Layer 3 использует не общее сжатие всей звуковой информации, а ее избирательную фильтрацию от малозаметных для восприятия элементов.

MP3-плеер не боится толчков. При использовании флэш-памяти движущиеся части отсутствуют. Он потребляет сравнительно мало энергии и может длительно питаться от одного элемента типоразмера AA или двух AAA. Записи на MP3-плеере не теряют качество с течением времени, при многократной перезаписи или многократном прослушивании.

Одна из основных причин быстрого распространения MP3-устройств и связанных с ними технологий заключается в том, что эти плееры поддерживают воспроизведение оцифрованных аудиозаписей, доступных в Интернете.

Первый портативный MP3-плеер появился в 1998 г. Сегодня вместе со стремительным ростом популярности MP3-музыки производители выпускают разнообразные MP3-плееры.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Технологии жестких дисков и плотность записи информации на них стремительно растет. При использовании современных технологий записи на диск данные уменьшатся в размерах настолько, что могут потерять температурную стабильность. Плотность записи информации на жесткий диск будет увеличена в 100 и более раз, но это потребует дополнительных технических решений.

HHD Disc (Жесткий диск)

Технологии жестких дисков не стоят на месте, плотность записи информации на них стремительно растет. Однако при использовании современных технологий записи на магнитный диск через 5—7 лет биты данных на диске уменьшатся в размерах настолько, что могут потерять температурную стабильность. Можно использовать более стабильные магнитные носители, но существующие магнитные головки не могут записывать данные на такие носители. Специальные технологии решают эту проблему другим способом. Она предполагает точечный нагрев магнитного носителя в месте записи бита информации с помощью лазерного луча. При нагревании магнитный носитель становится более восприимчив к записи, а последующее мгновенное охлаждение стабилизирует записанные биты данных. Таким образом, тепловая обработка должна обеспечить существенное увеличение плотности записи.

Предполагается, что с помощью новых технологий удастся резко увеличить производительность, вместимость и надежность накопителей на жестких магнитных дисках. Плотность записи информации на жесткий диск будет увеличена в 100 и более раз.

SSD Disc (Твердотельные накопители)

Накопители, построенные на использовании энергонезависимой памяти (NAND SSD), появились относительно недавно, во второй половине 90 годов прошлого века, но начали уверенное завоевание рынка в связи с прогрессом в микроэлектронике, и улучшением основных характеристик, в том числе стоимости за гигабайт. До середины 2000-х годов уступали традиционным накопителям – жестким дискам – в скорости записи, но компенсировали это высокой

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

скоростью доступа к произвольным блокам информации (скорость поиска, скорость начального позиционирования). С 2012 года уже выпускаются твердотельные накопители со скоростью чтения и записи, во много раз превосходящие возможности жестких дисков. Характеризуются относительно небольшими размерами и низким энергопотреблением.

RAM SSD построены на использовании энергозависимой памяти (такой же, какая используется в ОЗУ персонального компьютера), наподобие RAM drive, и характеризуются сверхбыстрыми чтением, записью и поиском информации. Основным их недостатком является чрезвычайно высокая стоимость за единицу объема информации. Используются, в основном, для ускорения работы крупных систем управления базами данных и мощных графических станций. Такие накопители, как правило, оснащены аккумуляторами для сохранения данных при потере питания, а более дорогие модели – системами резервного и/или оперативного копирования. Примерами таких накопителей являются I-RAM и ACARD ANS-9010.

Пользователи, обладающие достаточным объёмом оперативной памяти, могут организовывать имитацию подобных устройств за счет технологии RAM drive, например, для оценки быстродействия виртуальных машин.

Преимущества — отсутствие движущихся частей, поэтому:

Полное отсутствие шума (0 дб);

Высокая механическая стойкость (кратковременно выдерживают порядка 1500 g);

Стабильность времени считывания файлов вне зависимости от их расположения или фрагментации; более того, блоки, идущие подряд с точки зрения операционной системы, из-за выравнивания износа (wear leveling) будут расположены в случайном порядке;

Скорость чтения/записи выше, чем у распространенных жестких дисков, и близка к пропускной способности интерфейсов (SAS/SATA II 300 МБайт/с, SAS/SATA III 600 МБайт/с). Для твердотельных накопителей были разработа-

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

ны более быстрые интерфейсы: mSATA, NGFF (M.2), SATA Express, NVM Express (стандарт на подключение SSD по шинам PCI Express);

Количество произвольных операций ввода-вывода в секунду (IOPS) у SSD на несколько порядков выше, чем у жёстких дисков;

Низкое энергопотребление;

Широкий диапазон рабочих температур;

Намного меньшая чувствительность к внешним электромагнитным полям;

Малые габариты и вес.

Недостатки. Главный недостаток NAND SSD – ограниченное количество циклов перезаписи. Обычная (MLC, Multi-level cell, многоуровневые ячейки памяти) флеш-память позволяет записывать данные примерно 3000–10000 раз. Более дорогостоящие виды памяти (SLC, Single-level cell, одноуровневые ячейки памяти) – около 100 000 раз. Для борьбы с неравномерным износом применяются схемы балансирования нагрузки. Контроллер хранит информацию о том, сколько раз какие блоки перезаписывались, и при необходимости «меняет их местами». При выработке ресурса накопитель перейдет в режим «только для чтения», что позволит скопировать данные. Этот недостаток отсутствует у RAM SSD, а также у нескольких перспективных технологий, которые к концу 2010-х могут заменить флеш-память, например, FRAM, где ресурс может составлять десятки лет в режиме непрерывной перезаписи.

Цена гигабайта SSD-накопителей в несколько раз (6–7 для наиболее дешевой флеш-памяти) выше цены гигабайта HDD (по состоянию на октябрь 2014 – 35 центов за гигабайт). К тому же стоимость SSD прямо пропорциональна их ёмкости, в то время как стоимость традиционных жестких дисков зависит не только от количества пластин и медленнее растёт при увеличении объема накопителя.

Невозможность восстановить информацию при электрических повреждениях. Так как контроллер и носители информации в SSD находятся на одной плате, то при превышении или значительном перепаде напряжения чаще всего сгорает весь SSD-носитель с безвозвратной потерей информации. Напротив, в

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

жестких дисках чаще сгорает только плата контроллера, что делает возможным восстановление информации с приемлемой трудоёмкостью.

Перспективы развития. Главный недостаток SSD-накопителей на базе флеш-памяти – ограниченное число циклов перезаписи. При развитии технологий изготовления энергонезависимой памяти, возможно, будет устранён путём изготовления носителя информации по другим физическим принципам.

Тема 4. Требования к акустике студий звукозаписи

В первую очередь, акустика студии должна обеспечивать точное и нейтральное воспроизведение звука. Это означает, что звук, который звукорежиссеры и музыканты слышат в студии, должен быть максимально близким к тому, каким он будет звучать на других устройствах и в других помещениях.

Важно также учитывать, что требования к акустике студии могут варьироваться в зависимости от жанра музыки и видов работ, выполняемых в студии. Например, запись классической музыки требует более высокой степени точности и нейтральности, чем запись рок-музыки.

Акустический анализ помещения

Первый и самый важный этап в проектировании акустики студии – это акустический анализ помещения. На этом этапе измеряются характеристики помещения, такие как реверберация, отражения звука, резонансы и прочие параметры, которые влияют на качество звучания. Для проведения анализа используются специальные аппараты и программы, а также микрофоны для измерения звукового поля.

Проектирование акустической обработки помещения

На основе результатов акустического анализа помещения проектируется акустическая обработка, которая включает в себя использование специальных материалов и конструкций для улучшения звучания. Это могут быть различные абсорберы, диффузоры, резонаторы и т.д. Каждый элемент акустической обра-

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

ботки выбирается и располагается с учетом результатов анализа и требований к звуку, который будет производиться в студии.

Размещение акустических систем

Последний этап проектирования акустики студии – это размещение акустических систем. Здесь важно учитывать расположение колонок относительно слушателя, а также особенности помещения. Рекомендуется использовать специальные стойки или кронштейны для колонок, чтобы создать наилучший звуковой образ в пространстве. Кроме того, на этом этапе проектируются расположение микрофонов, панелей управления и другого оборудования в студии.

Выбор оборудования для акустической обработки студии

Важным компонентом оборудования студии является акустическая обработка. Для этого необходимо установить акустические панели, диффузоры, басловушки и другие элементы, чтобы достичь требуемого уровня звукоизоляции и устранить отражения и эхо. При выборе оборудования для акустической обработки студии необходимо учитывать материалы, аккуратность и эстетический вид. Расположение и тип оборудования должны быть оптимальными для достижения желаемого звукового эффекта.

Важный аспект при покупке оборудования – это мониторы. Они должны быть качественными и иметь нейтральный звук, чтобы достичь точной и объективной оценки звука. Также необходимо учитывать размеры студии и тип мониторов (активные или пассивные).

Для правильного контроля звукового уровня и частотного спектра требуется аудиоаппаратура, такая как эквалайзеры, компрессоры и предусилители. Выбор такой аппаратуры должен основываться на потребностях и бюджете студии.

Также необходимо учесть качество и тип микрофонов, аудиоинтерфейсов, акустических кабелей и других дополнительных компонентов, которые нужны для записи и обработки звука.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Особенности акустики для разных жанров музыки

Акустика студий имеет важное значение в создании высококачественного звучания музыки различных жанров. Каждый жанр имеет свои уникальные особенности и требует специфического подхода к проектированию и настройке акустической системы.

Для жанра классической музыки, важно иметь акустическую систему, которая способна передать всю глубину и динамику оркестровых инструментов и вокала. В этом случае, помещение студии должно быть большим, с просторным залом и высоким потолком, что позволит создать естественную реверберацию и пространственность звучания.

Для жанра рок-музыки, важно иметь акустическую систему с хорошими низкими частотами и возможностью передавать энергичные и громкие звуки ударных и электрических гитар. В этом случае, студия должна быть хорошо звукоизолирована, чтобы избежать попадания внешних шумов и помех.

Для жанра электронной музыки, главным требованием является точность и четкость передачи звука. Акустическая система должна быть способна передавать низкие частоты с высокой детализацией, а также обеспечивать точное позиционирование звуков в пространстве. Помещение студии должно быть достаточно малым, чтобы создать ближнее поле прослушивания, что позволит композитору точно контролировать звуковой образ.

Жанр музыки	Особенности акустики
Классическая	Большое помещение, высокий потолок, естественная реверберация
Рок	Хорошая низкочастотная передача, звукоизоляция
Электронная	Высокая детализация, точное позиционирование звуков, малое помещение

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Важность правильного размещения колонок и звукового оборудования

Для создания качественной акустической среды в студиях звукозаписи и микширования крайне важно правильно размещать колонки и звуковое оборудование. Как правило, в таких помещениях используется мониторная акустика, которая предназначена для точной воспроизводимости звука. Несоблюдение правил размещения может привести к искажению звукового образа и неправильному восприятию музыки или звуковых эффектов.

Для достижения наилучшего качества звука необходимо соблюдать определенные требования к размещению колонок и оборудования. Во-первых, колонки должны быть расположены на определенной высоте и образовывать равносторонний треугольник с позицией слушателя. Такой подход позволяет добиться ровного и точного воспроизведения звуков на всех частотах и уровнях громкости.

Расстояние между колонками и слушателем должно быть примерно одинаковым.

Для улучшения качества звука рекомендуется использовать специальные акустические панели и диффузоры, которые позволяют устранить отражения и реверберацию, которые могут исказить звуковой образ.

Кроме того, важно правильно распределить оборудование по студии, чтобы минимизировать взаимное влияние компонентов и снизить возможные помехи. Стол для микширования должен быть установлен таким образом, чтобы мониторы были на одной горизонтальной линии с ушами микшировщика, а другое звуковое оборудование не создавало перекрытий и не создавало помех в зоне прослушивания.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Требования к размещению
Высота колонок должна создавать равносторонний треугольник с позицией слушателя
Расстояние между колонками и слушателем должно быть примерно одинаковым
Использование акустических панелей и диффузоров для устранения отражений и реверберации
Минимизация взаимного влияния компонентов и помех, правильное распределение оборудования по студии

Тема 5. Структура и оборудование студий звукозаписи

Создание профессиональной студии звукозаписи – это ответственный процесс, который требует грамотного подбора оборудования. Качество записи, сведение и мастеринг напрямую зависят от используемой техники.

Основное оборудование для записи звука:

Микрофоны

Микрофоны – это важнейший элемент любой студии. Они преобразуют звуковые волны в электрические сигналы. В студии рекомендуется иметь несколько типов микрофонов для различных задач:

Конденсаторные микрофоны:

Применение: запись вокала, акустических инструментов (гитара, фортепиано), детализированных звуков.

Особенности: высокая чувствительность, широкий частотный диапазон, требуют фантомного питания (48 В).

Примеры: Neumann U87, AKG C414, Rode NT1.

Динамические микрофоны:

Применение: запись громких источников, таких как ударные, гитарные усилители, живые выступления.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Особенности: устойчивы к высокому звуковому давлению, менее чувствительны к окружающим шумам.

Примеры: Shure SM58, Shure SM7B, Sennheiser MD421.

Ленточные микрофоны:

Применение: запись инструментов с теплым и естественным звучанием (струнные, духовые).

Особенности: хрупкие, требуют аккуратного обращения, не требуют фантомного питания.

Примеры: Royer R-121, AEA R84.

Аудиоинтерфейс

Аудиоинтерфейс – это устройство, которое связывает микрофоны, инструменты и компьютер. Он преобразует аналоговые сигналы в цифровые для записи и, наоборот, для воспроизведения.

Ключевые характеристики:

Количество входов и выходов: для студии рекомендуется интерфейс с 4-8-16 или 24 входами и выходами, в зависимости от поставленных задач.

Разрешение: 24 бит/96 кГц или выше для профессиональной записи.

Низкий уровень шума и задержки (latency).

Популярные модели:

Focusrite Scarlett 2i2 (для начинающих).

Universal Audio Apollo Twin (профессиональный уровень).

RME Babyface Pro (высокое качество и надежность).

Наушники

Наушники необходимы для мониторинга звука во время записи и сведения. Они должны обеспечивать точное воспроизведение без искажений.

Типы наушников:

Закрытые: для записи, чтобы избежать утечки звука в микрофон.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Открытые: для сведения и мастеринга, так как они обеспечивают более естественное звучание.

Рекомендуемые модели:

Beyerdynamic DT 770 Pro (закрытые).

Sennheiser HD 650 (открытые).

Audio-Technica ATH-M50x (универсальные).

Студийные мониторы

Студийные мониторы – это колонки, предназначенные для точного воспроизведения звука. Они должны иметь ровную частотную характеристику, чтобы звукорежиссер мог слышать все детали записи.

Типы мониторов:

Активные: со встроенным усилителем.

Пассивные: требуют внешнего усилителя.

Популярные модели:

Yamaha NS10M.

Genelec 8030C.

KRK Rokit 6.

Оборудование для обработки звука

Микшерный пульт

Микшерный пульт позволяет управлять уровнем громкости, частотным балансом и эффектами для каждого канала.

Типы микшеров

Аналоговые: имеют полностью аналоговый тракт, без ЦАП-преобразования.

Цифровые: имеют встроенный АЦП-ЦАП, для интеграции с компьютером и использования плагинов, с возможностью полной автоматизации всех процессов обработки аудиосигнала.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Примеры

Behringer X32 (цифровой).

Allen & Heath ZED-24 (аналоговый).

Предусилители

Предусилители усиливают слабый сигнал от микрофона до уровня, пригодного для записи. Качественные предусилители улучшают детализацию и прозрачность звука.

Примеры

Universal Audio 610. Neve 1073.

Компрессоры и лимитеры

Компрессоры и лимитеры используются для контроля динамического диапазона. Они помогают сделать звук более плотным и выразительным.

Примеры

Universal Audio LA-2A (оптический компрессор).

SSL G-Series Bus Compressor.

Эффекты и процессоры

Эффекты процессоры добавляют глубину и пространство звуку.

Типы эффектов

Реверберация: для создания эффекта пространства.

Дилей: для добавления эха.

Хорус, фэйзер, фленджер : для создания спецэффектов.

Примеры

Lexicon PCM Native Reverb.

Eventide H9.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Программное обеспечение (DAW)

Цифровая аудио рабочая станция (DAW) – это программа для записи, редактирования и сведения звука.

Популярные DAW

Cubase: стандарт в профессиональной индустрии.

Pro Tools: стандарт в профессиональной индустрии.

Logic Pro: популярен среди музыкантов и продюсеров.

Ableton Live: идеален для электронной музыки и живых выступлений.

FL Studio: подходит для начинающих и продвинутых пользователей.

Акустическая обработка помещения

Звукоизоляция

Звукоизоляция предотвращает проникновение внешних шумов в студию и утечку звука наружу.

Методы

Тяжелые двери и окна с двойным остеклением.

Звукопоглощающие материалы в стенах.

Акустическая обработка

Акустическая обработка помещения необходима для устранения эха и резонансов.

Типы обработки

Акустические панели: для поглощения высоких и средних частот.

Басовые ловушки: для контроля низких частот.

Диффузоры для равномерного распределения звука.

Дополнительное оборудование

MIDI-контроллеры

MIDI-контроллеры позволяют управлять виртуальными инструментами и эффектами в DAW.

Примеры

Akai MPK Mini (клавиатура).

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Novation Launchpad (пады).

Источники питания и кабели

Качественные кабели и стабилизированные источники питания предотвращают помехи и потери сигнала.

Стойки и крепления

Стойки для микрофонов, мониторов и другого оборудования обеспечивают удобство и безопасность работы.

Организация рабочего пространства

Эргономика

Рабочее место должно быть удобным и функциональным. Важно правильно расположить оборудование, чтобы минимизировать усталость и повысить эффективность работы.

Освещение

Хорошее освещение помогает снизить нагрузку на глаза и создать комфортную атмосферу для творчества.

Вентиляция

Студия должна быть оборудована системой вентиляции, чтобы поддерживать комфортную температуру и влажность.

Оборудование для студии звукозаписи – это основа для создания качественного звука. Правильный выбор микрофонов, аудиоинтерфейса, мониторов и акустической обработки позволит добиться профессионального результата.

Тема 6. Предварительные усилители

В профессиональных студиях звукозаписи предусилители играют критически важную роль:

Обеспечивают качественное усиление сигнала с микрофонов и других источников.

Позволяют точно настроить уровень входного сигнала.

Часто имеют встроенные обработки сигнала (компрессия, эквализация).

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Могут добавлять характерную «окраску» звуку.

Основное назначение предварительного усилителя заключается в увеличении амплитуды аудио-сигнала и его пригодности для дальнейшей обработки. Предварительный усилитель служит своего рода мостом между источником звука (например: музыкальным инструментом, микрофоном) и оконечным усилителем, усиливая слабый сигнал от источника и подготавливая его для последующего усиления.

Предварительный усилитель – это важное звено в аудио системе, которое не только усиливает слабые сигналы, но и выполняет еще ряд важных функций. Он играет ключевую роль в передаче звука, обеспечивая достоверное и высококачественное воспроизведение музыки. Предварительный усилитель позволяет подготовить сигнал для работы с оконечными усилителями, а также управлять уровнем громкости и выбирать источник сигнала.

Предварительный усилитель (предусилитель, преамп) – это устройство, предназначенное для усиления слабых электрических сигналов до уровня, достаточного для дальнейшей обработки.

Основные функции предусилителя

Усиление слабого сигнала с источника (микрофона, звукоснимателя и т.д.) до линейного уровня

Согласование выходного сопротивления источника сигнала со входным сопротивлением основного усилителя

Предварительная обработка сигнала (фильтрация, эквализация, компрессирование)

Коммутация нескольких источников сигнала

Предусилитель располагается в начале звукового тракта, сразу после источника сигнала. Это позволяет усилить слабый сигнал с минимальными искажениями и шумами.

Основной задачей предварительного усилителя является усиление слабых аудио сигналов, поступающих от источника звука. Он снимает напряжение с выхода источника и помогает преобразовать его в такое, которое может быть

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

обработано оконечными усилителями. От качества работы предварительного усилителя зависят многие факторы воспроизведения звука, включая чистоту и детализацию, динамический диапазон и звуковую сцену.

Принцип работы предварительного усилителя основан на переводе слабого сигнала в более сильный. Для этого он использует несколько важных компонентов, таких как полупроводниковые детали и лампы. Он также включает в себя различные схемы усиления, включая транзисторные, операционные и триодные. Каждая схема имеет свои особенности, и выбор зависит от требований качества звука и усиления.

Ключевые характеристики предварительных усилителей

При выборе предусилителя стоит обратить внимание на следующие характеристики:

Коэффициент усиления – определяет, во сколько раз усиливается входной сигнал

Уровень собственных шумов – влияет на чистоту звучания, особенно при усилении слабых сигналов

Входное сопротивление – должно соответствовать выходному сопротивлению источника сигнала

Частотная характеристика – определяет равномерность усиления на разных частотах

Коэффициент нелинейных искажений – характеризует степень искажения сигнала при усилении

Основные функции

Основная функция предварительного усилителя состоит в повышении уровня низкого аудио сигнала до такого уровня, при котором он становится пригодным для дальнейшей обработки или усиления. Это достигается путем увеличения амплитуды сигнала без искажения его качества. Предварительный усилитель также оснащен регулируемыми уровнями громкости, балансом и тоном, что позволяет пользователю настроить звуковое воспроизведение по своему вкусу.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Принцип работы предварительного усилителя базируется на использовании электронных компонентов, таких как ***полупроводниковые усилители и лампы***. Он принимает низкочастотный аудио сигнал и пропускает его через серию усилительных ступеней, которые увеличивают его амплитуду. Кроме того, предварительный усилитель обычно оснащен фильтрами, которые удаляют шумы и помехи из сигнала, а также регулировками тембра, баланса и уровня громкости.

Ламповые предусилители имеют ряд отличий от транзисторных:

обеспечивают более «мягкое» и «теплое» звучание за счет особенностей работы электронных ламп;

имеют более высокий уровень гармонических искажений, которые часто воспринимаются как приятные;

обладают меньшим динамическим диапазоном;

требуют периодической замены ламп и более тщательного обслуживания;

как правило, имеют более высокую стоимость;

Выбор между ламповым и транзисторным предусилителем во многом зависит от личных предпочтений слушателя и особенностей остальных компонентов аудиосистемы.

Предварительный усилитель является одним из ключевых компонентов аудио системы, который позволяет получить высококачественное звучание и точное воспроизведение звуковых сигналов. Благодаря своей функциональности и принципу работы, он играет значимую роль в достижении высокого уровня аудио производительности и удовлетворения потребностей профессиональных пользователей.

Роль предварительного усилителя особенно значима в системах, где используются различные источники звука с разными уровнями сигнала. Он позволяет уравнять сигналы от разных источников, чтобы они могли быть более эффективно обработаны оконечным усилителем и воспроизведены с наивысшим качеством.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Микрофон и его усилитель сильно влияют на тональные качества записи. Предварительные усилители, точно так же, как и микрофоны, имеют свой неповторимый характер.

В отличие от плагинов или встроенных преампов, внешние усилители могут предложить более высокое качество записываемого звука. Выбор конкретного типа предварительного усилителя зависит от требуемых функций и особенностей системы воспроизведения звука или видео.

Тема 7. Микрофоны

Типы микрофонов и сферы их применения

Ключевым оборудованием для любой фиксации звука является микрофон.

Для записи звука или для его усиления, используется микрофон. Этот прибор преобразует колебания звука в электрические колебания.

По принципу действия, существует разделение на:

Динамические. Здесь звуковые волны преобразовываются в электрические сигналы при помощи маленького динамика. Они могут применяться как в репортерской деятельности, так и на сцене, не очень чувствительны к температуре, имеют высокую надежность, но качество звука хуже, чем у конденсаторных моделей.

Конденсаторные. Преобразование звука в электрический сигнал происходит при помощи конденсатора. Для них требуется дополнительное питание.

Угольные. Здесь используется угольный порошок, который во время работы изменяет свое сопротивление. Так как характеристики у них низкие, то сейчас они практически не выпускается.

Оптоакустические. Иногда их еще называют лазерными, так как для регистрации колебаний воздуха используется свет. Эти приборы имеют узконаправленное применение, например, в сейсмографах, датчиках расстояния и т.д.

Пьезоэлектрические. Они работают на основе пьезоэлектрического эффекта. Рабочим элементом являются пластины из выращенных кристаллов. У

РЕПОЗИТОРИЙ ИОЗ

этих микрофонов характеристики хуже, чем у конденсаторных и динамических, поэтому они применяется редко.

PZM-микрофоны (микрофоны граничного слоя (Pressure Zone Microphone)).

Особенностью данных микрофонов является их способность снижать фазовые конфликты между прямым и отраженным сигналом, а также более высокое отношение сигнал-шум. В абсолютном большинстве случаев речь идет о конденсаторном микрофоне. При этом характеристика направленности капсулы может быть как всенаправленной, так и более остронаправленной (кардиоида и ее разновидности).

Принцип работы: Источник звука создает звуковую волну, которая, встречая какое-либо препятствие на пути своего распространения, создает в его ближней зоне (на расстоянии нескольких миллиметров) звуковое поле. Оно образуется за счет того, что падающая звуковая волны и ее отражение от препятствия складываются, создавая некую зону давления. Важно, что в граничном слое оба колебания имеют весьма близкую амплитуду и остаются синфазными. Именно в этой зоне и располагают электретный капсюль PZM-микрофона, а само препятствие является составной частью микрофона.

Ярким примером применения таких микрофонов может стать их использование при снятии звука с рояля. При этом PZM микрофон укрепляют на внутренней стороне крыла рояля, которое и выступает в роли отражающей поверхности. Другим примером может стать снятие звука с барабанной бочки. В этом случае PZM микрофон располагают внутри большого барабана, крепят на нижней сфере бочки, как правило, фронтально.

Диаграммы направленности

Круговая. Неважно, где находится источник звука, в этом случае техника хорошо ловит все звуки в пространстве, даже если источник движется.

Кардиоидный. Действие прибора направленное, при этом в одной полусфере он отлично ловит все звуки, а в другой их практически не замечает.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Суперкардиоидный. Поле чувствительности будет иметь вытянутую форму, поэтому микрофон воспринимает звук от конкретного источника, игнорируя шумы и другие источники звука.

Гиперкардиоидный. Способен воспринимать звук от далеко расположенных источников, но только в том случае, когда диафрагма микрофона будет размещена под углом 90 градусов к оси источника звука.

Двунаправленный. (восьмеричные или косинусоидальные) – восприятие звука с двух диаметрально расположенных сторон.

Динамический микрофон

Модели динамического типа считаются наиболее популярными и долговечными за счет простоты своей механики. Преимуществом является также их независимость от дополнительного питания. Устройства не очень чувствительны к окружающему шуму и подходят для записи громких источников звука.

Чаще всего динамические модели характеризует кардиоидная диаграмма направленности, благодаря чему звук отлично захватывается перед микрофоном, тогда как посторонние сигналы, размещенные за пределами заданного диапазона, подавляются.

Динамические микрофоны просто созданы для живых выступлений, востребованы среди вокалистов и идеальны для записи громких инструментов. Однако электромагнитные микрофоны имеют несколько ограниченный захват и слабо улавливают высокочастотные сигналы.

Плюсы динамических микрофонов:

долговечные,

наиболее влагоустойчивые среди остальных типов,

независимы от дополнительного питания,

выдерживают практически любое давление звуков.

Минусы:

ограниченный захват диапазона частот,

слабо считывают высокие частоты.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЭ

К динамическим микрофонам принято также относить два отдельных подтипа, которые работают по схожему электромагнитному принципу. Исходя из характера встроенного проводника, они бывают катушечными и ленточными.

Электромагнитный катушечный микрофон

Электромагнитные микрофоны этого подтипа имеют подвижную катушку из медной проволоки, жестко соединенную с диафрагмой. Катушка и магнит находятся в кольцевой зависимости и функционируют по аналогу электродинамического громкоговорителя.

Несмотря на простоту конструкции, катушечные микрофоны отличает хорошая частотная восприимчивость и надежность. Диаграмма направленности в них обычно кардиоидная.

Ленточный микрофон

У ленточного типа совсем иная форма диафрагмы. Она представлена тонкой металлической лентой и имеет гофрированную форму. Реагируя на вибрацию сигнала, ленточка начинает движение и запускает электродвижущую силу. Направленность диаграммы микрофонов — восьмерка. Их отличает высокое качество и теплота звука. Устройства используют, как правило, в акустически подготовленных студиях.

С помощью ленточных моделей записывают вокал, струнные инструменты и даже духовые. Недостатком таких устройств считают их хрупкость и уязвимость перед большим давлением звука. Они не подойдут для записи ударных или усилителей гитар.

Примеры динамических микрофонов

Shure SM57-LCE – оптимален как на концертах, так и в студии. Идеален при озвучивании громких инструментов, включая ударные и гитарные усилители. Кроме того, точно передает тонкости вокала. Оснащен кардиоидной диаграммой.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Rode PODMIC USB – универсальная динамическая модель со специальным процессором для обработки цифрового сигнала. Подходит для использования в студии и за ее пределами. Совместим практически с любой техникой, включая смартфоны. Используют для подкастов, записи вокала, озвучивания любого контента.

Октава МЛ-52-02 – наиболее доступный по цене микрофон с ленточной диафрагмой. Превосходен для вокала, особенно низких голосов. Используется также для записи струнных и медных инструментов, легких ударных установок и духовых в студии.

Beyerdynamic M 130 – немецкий микрофон ленточного подтипа с двусторонней диаграммой. Незаменим для высококачественной записи в студии и за ее пределами. Имеет приятное сбалансированное звучание. Профессионально и качественно запишет вокал, многоголосые выступления, перкуссии и другие инструменты.

Конденсаторный микрофон

Конденсаторные микрофоны отличает от динамических большая тональная восприимчивость и расширенный захват частот. Они позволяют писать глубокий, чистый и объемный сигнал.

Особенность образования конденсатора кроется в соединении диафрагмы с тонкой пластиной из металла. Электрический сигнал создается благодаря изменяющемуся расстоянию между металлом и диафрагмой при попадании на нее волн звука.

Конденсаторные устройства зависимы от фантомного питания. В качестве него обычно используют предусилители, аккумуляторы и микшерные пульты. Конденсаторные модели считаются хрупкими для работы в неподготовленных условиях, их комфортное место в оборудованных студиях. Для предотвращения захвата чувствительным капсюлем лишних шумов устройство размещают на держателе.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Такие микрофоны идеальны для вокала и таких акустических инструментов, как фортепиано или гитара. Конденсаторные микрофоны различаются по типу диафрагмы (малая или большая) и типу предусилителя (транзисторный или ламповый).

Малая диафрагма

Микрофоны с малой диафрагмой отличает миниатюрный размер и тонкая форма, похожая на карандаш. Такие модели захватывают сигнал четко спереди через узкий, точечный фокус. Питаются от внутренней батарейки, микшера или предусилителя.

Уникальность малых диафрагм заключается в способности воспроизводить достоверный звук близко от источника в полном частотном диапазоне.

Большая диафрагма

Такая диафрагма подходит для универсальных студийных ситуаций и встречается в большей массе конденсаторных капсюлей. В отличие от карандашных, эти микрофоны вносят тональную широту, воспроизводят вокал с характерной округлостью и сбалансированностью.

Отлично справляются с записью акустических инструментов в студии и не подвержены перегрузке от мелких звуковых деталей.

Транзисторный конденсаторный микрофон

Благодаря усовершенствованию технологий и максимальному снижению шума при воспроизведении звука, микрофоны с таким типом усилителя встречаются в профессиональных студиях довольно часто. Звукоусилительным элементом в таком микрофоне служит полупроводниковый прибор транзистор.

Они имеют доступный ценник и пользуются большой популярностью среди вокалистов, музыкантов.

Ламповый конденсаторный микрофон

Трансляция сигнала происходит плавно, фронты импульсов немного сглажены. Работают такие микрофоны благодаря встроенной в корпус электронной лампе, и специальному предусилителю.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Фантомное напряжение и накаливание лампы обеспечивает блок питания, идущий в комплекте. Есть тут и встроенный трансформатор, преобразующий небалансный сигнал в симметричный XLR, что и защищает звук от помех.

Данная комплексная технология обеспечивает приятное, богатое звучание ламповых микрофонов и выделяет их на фоне транзисторных. Конденсаторные ламповые модели относят к самым дорогим профессиональным устройствам, их часто можно обнаружить в топовых студиях. Они идеально справляются с вокалом в самом широком диапазоне и сложными инструментальными партиями.

Плюсы ламповых конденсаторных микрофонов:

повышенная восприимчивость к деталям,

широта частотного диапазона,

идеальны для студийной записи вокала и акустических инструментов,

глубокий, четкий, теплый и объемный звук.

Минусы:

зависимы от фантомного питания,

уязвимы при работе в открытых пространствах,

восприимчивы к ударам, падениям, громкому звуку,

требуют размещения на дополнительном держателе при работе в студии.

Примеры конденсаторных микрофонов

NeumannU87- золотой стандарт аудио-индустрии.

Behringer C-1 – микрофон с большой диафрагмой и по доступной стоимости. Качественно справляется с записью голоса в студии, пользуется особой популярностью среди подкастеров и блогеров. Отличается ровным захватом, имеет кардиодную диаграмму.

AKG P220 – профессиональная модель конденсаторного типа прекрасно справится с теплой, детальной записью вокала и музыкальных инструментов в студии. Поставляется в комплекте с креплением на стойку.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Rode NT5 – популярная модель, добротно запишет акустическую музыку: гитару, клавишные, перкуссию. Кроме этого, работает как стереопара и отлично годится для лайв-выступлений. Особая чувствительность и широкий частотный диапазон обеспечивают четкий, сфокусированный захват сигнала. Микрофон обладает низким уровнем собственного шума, оснащен кардиоидной диаграммой.

Угольный микрофон

Угольные микрофоны относят к самым старым типам микрофонов. В современной практике такие модели уже не используются, но в конце прошлого века их можно было встретить практически в каждом доме, где имелся дисковый телефонный аппарат со встроенным угольным микрофоном.

Как понятно из названия, принцип работы таких устройств напрямую зависел от угольного порошка, расположенного в герметичной капсуле между металлическими пластинами в корпусе микрофона. Под воздействием постоянного тока напряжение между пластинами усиливалось, и акустические волны управлялись этим потоком. Угольные агрегаты отличает от всех других моделей то, что они не преобразуют сигнал, а лишь усиливают его.

Типы микрофонов по сфере применения

Классификация капсюлей по типам диафрагмы и принципу работы усилителя позволяет разобраться в техническом многообразии существующих моделей. С выбором микрофона под конкретные задачи поможет понимание областей, в которых они используются.

Студийные

Студийные модели оптимальны для профессиональной записи голоса или инструментов. Такие модели отличает большая диафрагма и широкий захват частот. Благодаря этому устройства передают богатую картину звука.

Среди студийных устройств встречаются конденсаторные модели, ленточные и динамические микрофоны. Диаграмма направленности может варьи-

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

роваться от всеохватывающей до гиперкардиоидной, часто встречаются устройства с кнопкой выбора типа диаграмм.

Вокальные

Вокальные ручные модели также принято относить к концертным. Они зачастую имеют защищенный металлической ветрозащитой капсюль. В большей массе это динамические устройства. Кроме этого, среди вокальных моделей нередко используются конденсаторные и ленточные типы.

Направленность диаграммы, как и в студийных микрофонах, может быть всенаправленной либо кардиоидной.

Инструментальные

Записать в студии или захватить звук инструментов на концертах помогают инструментальные микрофоны. Такие модели обычно дополнены специальными держателями для удобного закрепления в пространстве. Среди них можно встретить микрофоны динамического и конденсаторного типа, включая модели с ленточным преобразователем.

Направленность диаграммы выбирают под особенности источника звуковой волны конкретного инструмента. Тут возможны разные типы кардиоиды, двунаправленная или всенаправленная диаграмма.

Радиомикрофоны

Отличие радиомикрофонов в том, что они работают без кабеля и дают полную свободу передвижений спикеру или музыканту. Радиосистема состоит из микрофона, передатчика и приемника. Передатчик трансформирует сигнал и отправляет его на приемник. Передатчик бывает как встроенным в микрофон, так и представленным отдельно. В таком случае его размещают на ремне.

Головные

Головные устройства известны своей легкостью и компактностью. Благодаря тому, что крепится такое устройство непосредственно к голове ведущего, оптимально установить капсюль относительно источника звука не составит труда.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Головные модели отличает узконаправленная диафрагма, за счет чего обеспечивается точечное снятие звука с источника без посторонних шумов. Часто такой тип микрофонов используется блогерами, ведущими, комментаторами, актерами, гидами.

Петличные

Петлицы отличает особая миниатюрность и незаметность. Они легко крепятся на одежду, при необходимости используются как скрытые устройства. Совместимы с камерами, ПК, рекордерами и смартфонами.

Это конденсаторные устройства со всенаправленной или кардиоидной диаграммой направленности. Обеспечивают приемлемое качество звука и позволяют делать записи вне студийных условий. Незаменимы среди блогеров, журналистов, подкастеров.

USB-микрофоны

Уникальность USB-микрофонов состоит в их способности мгновенно преобразовывать звуковой сигнал в цифровой. Такие микрофоны отличает компактность и легкость в использовании. Применяются блогерами, подкастерами, для записи интервью и озвучки за кадром.

Эти микрофоны не требуют студийного оборудования, работают через компьютер или смартфон. Они относятся к конденсаторным, часто оснащены кнопкой-переключателем для настройки диаграммы направленности.

Специальные микрофоны для видео и киносъемок отличает вытянутый дизайн, за счет чего некоторые модели такого типа еще называют «пушками». Крепление микрофонов на камеру осуществляется через фиксатор, который на операторском сленге также называют «башмак».

Микрофоны-пушки используют для снятия звука и отдельно от камеры, закрепляя на микрофонных стойках или кронштейнах. Иногда звук к видео также может записываться через профессиональные рекордеры, которые подобно микрофону-пушке можно использовать в связке с камерой.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

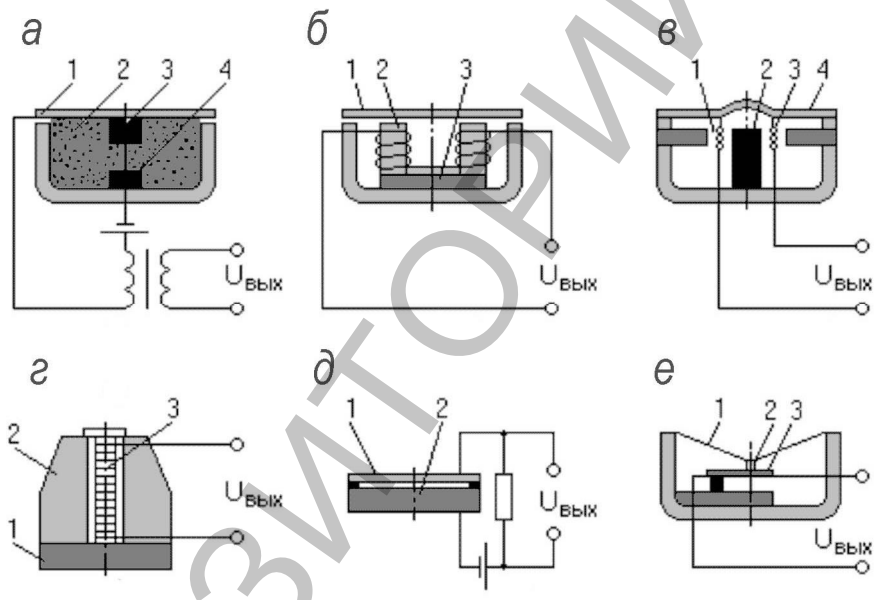
Измерительные

Для профессионального измерения амплитудно-частотной характеристики акустического оборудования, мониторов и прочего, используются специальные измерительные микрофоны.

Такие модели относят к конденсаторному типу. Они нуждаются во внешнем источнике питания и требуют бережного обращения с периодическим проведением калибровки.

Устройство и принцип работы различных типов микрофонов

Основные схемы устройства микрофонов:



а – угольного; б – электромагнитного; в – электродинамического;
г – ленточного; д – конденсаторного; е – пьезоэлектрического

Угольный микрофон (*а*) работает следующим образом. При воздействии звукового давления на его диафрагму 1 она начинает колебаться. В такт этим колебаниям изменяется и сила сжатия зерен угольного порошка 2, в связи, с чем изменяется сопротивление между электродами 3 и 4, а при постоянном электрическом напряжении изменяется и ток через микрофон. Если, скажем, включить микрофон к первичной обмотке трансформатора Т, то на зажимах его вторичной обмотки будет возникать переменное напряжение, форма кривой ко-

РЕПОЗИТОРИЙ ИОЗ

торого будет отображать форму кривой звукового давления, воздействующего на диафрагму микрофона.

Основное преимущество угольного микрофона – высокая чувствительность, позволяющая использовать его без усилителей. Недостатки – нестабильность работы и шум из-за того, что полезный электрический сигнал вырабатывается при разрыве и восстановлении контактов между отдельными зернами порошка, большая неравномерность частотной характеристики и значительные нелинейные искажения.

После угольного микрофона появился ***электромагнитный микрофон***, который работает следующим образом (*б*). Перед полюсами (полюсными наконечниками) 2 магнита 3 располагают ферромагнитную диафрагму 1 или скрепленный с ней якорь. При колебаниях диафрагмы под воздействием на нее звукового давления меняется магнитное сопротивление системы, а значит, и магнитный поток через витки обмотки, намотанной на магнитопровод этой системы. Благодаря этому на зажимах обмотки возникает переменное напряжение звуковой частоты, являющееся выходным сигналом микрофона. Электромагнитный микрофон стабилен в работе. Однако ему свойственны узкий частотный диапазон, большая неравномерность частотной характеристики и значительные нелинейные искажения.

В противоположность электромагнитному микрофону чрезвычайно широкое распространение для целей озвучения, звукоусиления получил электродинамический микрофон в своих двух модификациях – катушечной и ленточной.

Принцип действия электродинамического катушечного микрофона (*в*)состоит в следующем. В кольцевом зазоре 1 магнитной системы, имеющей постоянный магнит 2, находится подвижная катушка 3, скрепленная с диафрагмой 4. 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.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

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

Устройство ленточного электродинамического микрофона (*г*) несколько отличается от устройства катушечной модификации. Здесь магнитная система микрофона состоит из постоянного магнита 1 и полюсных наконечников 2, между которыми натянута легкая, обычно алюминиевая, тонкая (порядка 2 мкм) ленточка 3. 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 развивается 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***(*д*)**.** Принципиально он работает следующим образом. Жестко натянутая мембрана 1 под воздействием звукового давления может колебаться относительно неподвижного электрода 2, являясь вместе с ним обкладками электрического конденсатора. Этот конденсатор включается в электрическую цепь последовательно с источником постоянного тока E и активным нагрузочным сопротивлением R. 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. Нагрузочное сопротивление должно быть большим, чтобы падение напряжения на нем не уменьшалось сильно на низких частотах, где емкостное сопротивление конденсатора очень велико и эксплуатация такого микрофона была бы невозможна из-

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

за сравнительно небольшого сопротивления микрофонных линий и нагрузки. По этой причине почти у всех современных конденсаторных микрофонов предусмотрены конструктивно связанные с самим микрофоном усилители, имеющие малый коэффициент усиления (порядка 1), высокое входное и низкое выходное сопротивления. 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.

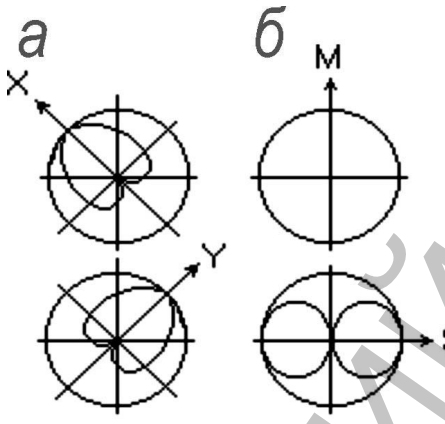
По сравнению с конденсаторными микрофонами, мембрана электретных микрофонов значительно толще, поэтому их чувствительность и частотные характеристики несколько хуже. Появившиеся недавно «обратно-электретные» микрофоны несколько компенсируют этот недостаток за счет того, что электрический заряд получает не мембрана, а фиксированная металлическая пластина, а сама мембрана может быть изготовлена из более тонкого материала.

Некоторое распространение получили микрофоны ***пьезоэлектрические*** (*е*). Их действие основано на том, что звуковое давление воздействует непосредственно или через диафрагму 1 и скрепленный с ней стержень 2 на пьезоэлектрический элемент 3. При деформации последнего на его обкладках вследствие пьезоэлектрического эффекта возникает напряжение, являющееся выходным сигналом микрофона.

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

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

характеристиками направленности, причем акустические оси левого и правого микрофонов повернуты на 90° относительно друг друга (*а*). При записи по системе MS один из микрофонов (микрофон середины) имеет круговую характеристику направленности, а другой (микрофон стороны) — косинусоидальную характеристику направленности (*б*).



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 выполняют 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.

Оптические микрофоны

В обычных микрофонах, что конденсаторных, что динамических, колебания воздушной среды преобразуются в электрические. В новом микрофоне наличествует еще одно звено – световой луч. В микрофоне есть два световода: один – издающий, другой – принимающий, а вместо стандартной мембраны используется зеркальная мембрана, отражающая луч на принимающий световод. Когда эта мембрана находится в состоянии покоя, луч попадает точно на принимающий светодиод. Но стоит мембране прийти в движение от воздействия на

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

нее звука, как угол отражения, естественно, меняется, соответственно, меняется и количество света, попадающего на принимающий светодиод. Все это фиксируется фотодетектором, который уже преобразует световой поток в электрические колебания.

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.

Основные параметры микрофонов

Чувствительность. Эта характеристика показывает, какой минимальный звук может воспринять устройство. Чем ниже будет показатель в децибелах, тем чувствительнее прибор, если измерение в мВ/Па, то чем выше значение, тем лучше чувствительность.

Уровень звукового давления. Обычно эта характеристика в пределах 100-130 Дб, она характеризует наибольшую громкость, которую может воспринять техника.

Частота – диапазон звука, который сможет сформировать конкретный аппарат, например, для голоса достаточно 80–15000 Гц, а для записи такого музыкального инструмента как барабан – 30–15000Гц.

Сигнал/шум. Чем больше будет этот параметр, тем меньше устройство искажает звук. Среднее значение составляет 64-66 Дб, а профессиональная техника имеет 72 и больше децибел.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Импеданс или номинальное сопротивление. Такая характеристика описывает возможность подключения к определенному оборудованию. Этот параметр больше важен для профессиональной техники и на той, что используется с компьютером, ноутбуком или телефоном, может не указываться.

Радиус действия для беспроводной, и длина кабеля для проводной техники. Такая характеристика показывает, насколько свободно можно передвигаться с микрофоном. Чем больше радиус действия и длиннее кабель, тем дальше можно двигаться с этим устройством.

Тип подключения. Есть несколько интерфейсов: XLR, mini-XLR, mini-Jack, Jack, TA4F, USB, Lighting/30-pin. Надо смотреть, чтобы микрофон был совместим с тем устройством, к которому вы планируете его подключать.

Материал корпуса. Пластиковый корпус более легкий и дешевый, но менее прочный. Металлический корпус имеет высокую прочность, но и большой вес, а также у него выше стоимость.

Тема 8. Микшерные пульты

Микшерный пульт представляет собой цифровое либо электронное устройство, с помощью которого обрабатывают звуковые данные. Он смешивает несколько входящих сигналов и подает результат на выход.

Весь процесс его работы с сигналами можно условно разбить на несколько этапов:

принятие их от источников звука (аудио оборудования, музыкальных инструментов, микрофонов и прочих источников);

балансировку;

обработку и смешивание (суммирование) на выходе в конечный сигнал.

На этапе балансировки звуки распределяются по диапазону частот, гармонизируются, происходит панорамирование. Затем их обрабатывают различными эффектами. На последнем этапе получается суммированный сигнал, который потом усиливается и воспроизводится.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Одной из главных характеристик пультов является максимальное число имеющихся каналов. Входы бывают двух типов:

балансные, уменьшающие в поступающем сигнале уровень имеющихся помех; небалансные.

Микшер, принимая звук от различных источников, соединяет его в необходимых пропорциях в одно целое на выходе. При этом происходит маршрутизация сигналов во время их записывания, суммирования и усиления.

Устройство микшерного пульта

Микшерные пульты различных моделей отличаются своим устройством. Но одновременно существуют обязательные для каждого элементы. К ним относятся секции входов и выходов.

Секция входов представлена определенным числом каналов (практически всегда их количество пропорционально 2). Это число определяет максимально возможное количество принимаемых источников звуковых сигналов, которые затем регулируют, усиливают.

Любой канал состоит из следующих блоков:

усилителя входящего сигнала, который позволяет задать оптимальный его уровень, и имеет регулятор чувствительности;

источника питания «фантомного» типа (присутствует на большинстве моделей), предназначенного для подключения микрофонов с конденсаторами и некоторых других видов устройств;

эквалайзера, выполняющего корректировку частоты входящего сигнала;

маршрутизатора – блока, распределяющего поступающие звуковые сигналы на ***Аих-шины*** (дополнительные);

регулятора панорамирования, предназначенного для определения места поступающего сигнала среди стереозвуков;

фейдера громкости, позволяющего определить уровень входящего звукового сигнала в обобщенном балансе всех ячеек.

Эквалайзеры разных моделей имеют различное число регулировочных полос. У профессиональных их количество доходит до шести.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

На дополнительных Aux-шинах сигнал может обрабатываться процессором эффектов (встроенным либо внешним). Также с их помощью звук можно направить на отдельную линию. Число шин находится в диапазоне от 2-х до 12-и. Для любой из них доступны 2 рабочих режима: Pre и Post. С их помощью можно выставлять баланс между соотношением уровня поступающего звукового сигнала и расположением фейдера громкости.

На некоторых моделях может присутствовать гнездо Insert, которое располагается после предварительного усилителя. Оно представляет одновременно систему «вход-выход» этого канала.

Выходы консоли могут состоять из следующих элементов:

универсальных шин (подгрупп);

ячеек, выполняющих дополнительные функции;

регуляторов уровня выхода (общего) и Aux-шин.

Линейные выходы на микшере могут иметься у любого входного канала. Они нужны, чтобы направлять сигнал на записывающее устройство. Линейные выходы бывают управляемыми либо неуправляемыми — это определяется назначением пульта.

Разновидности микшеров

Если разделить пульты по функциональным возможностям, то получатся следующие группы: ***портативные; стационарные; переносные.***

Самыми технически продвинутыми являются ***стационарные*** микшерные пульты. Это устройство профессионального уровня с множеством полезных функций. Именно они используются в больших студиях звукозаписи и на крупных музыкальных событиях. Цифровые стационарные пульты являются самыми популярными в этой категории.

За стационарными по профессионализму следуют переносные микшерные пульты. Это уже устройства полупрофессионального уровня. Однако существуют более продвинутые модели, которые могут по возможностям соперничать со стационарными устройствами. Также используются в студиях звукозаписи, на концертах и различных мероприятиях.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

И наконец, ***портативные***. Это приборы небольшого размера, имеющие небольшую цену. Множеством функций они не могут похвастаться. К достоинствам портативных устройств следует отнести их небольшой вес и габариты, что с легкостью позволяет их использовать в домашних условиях и на не слишком изысканных мероприятиях, где требуется всего несколько каналов. Большинство моделей этой группы имеют круглые потенциометры вместо линейных фейдеров.

В зависимости от типа информации, микшерные пульты также подразделяются на ***аналоговые и цифровые***. Цифровые из-за своих возможностей пользуются большим спросом у звукорежиссеров. Чаще всего их используют крупные лейблы с множеством разных проектов. Дело в том, что они способны запоминать настройки, в отличие от аналоговых. Дело в том, что цифровые устройства можно без труда подключить к компьютеру и работать в программе. А самые последние модели имеют возможность работать через WiFi. Но всё же самым главным преимуществом является то, что в зависимости от необходимости к такому пульту можно подключать различные модули.

Аналоговые микшеры – устройства, в которых все составляющие изготовлены из физических схем, они не кодируют сигнал, подвергая его исключительно физическому воздействию, звуковая волна преобразуется в электрическую. Такие микшеры просты в использовании, и имеют полностью ручное управление (клавиши, регуляторы, фейдеры).

Цифровой микшер– это устройство с аналого-цифровыми преобразователями, он может быть похожим на аналоговый по внешнему виду и эргономике, но его основу составляет программное обеспечение. Преобразователи собраны таким образом, что требуют подключения как можно меньшего количества внешних устройств. Внутри собраны эквалайзеры, различные эффекты, динамический процессинг.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Разница в звучании

Аналоговые микшеры отличаются естественным, натуральным, теплым и живым звуком. Но цифровые микшеры постоянно совершенствуются, современные программы обработки позволяют добиться качественной имитации аналоговой обработки.

Удобство в работе

Для работы с цифровым микшерным пультом достаточно планшета или компьютера. Можно с легкостью создавать собственные сценарии обработки или пользоваться готовыми плагинами. С аналоговыми дела обстоят сложнее. Помимо самого микшера, вам потребуются другие приборы, часто дорогостоящие, также придется разбираться в физике процесса, работе каждого элемента системы.

Особенности подключения и настройки

Аналоговые консоли довольно простые устройства, их конструкция примерно одинакова у всех производителей. У аналоговых микшеров интерфейсы расположены только на задней части корпуса. Все регуляторы отвечают за одну определенную функцию, поэтому они просты в эксплуатации. Количество групп для каждой модели ограничено. Отсутствует задержка сигнала. Цифровые пульты предоставляют больше возможностей для подключения устройств и инструментов. Интерфейсов больше, чем у аналоговых моделей, при этом соответствие входа определенному фейдеру можно настроить. Имеют встроенные процессоры эффектов и динамической обработки. Цифровые микшеры имеют неизбежное время задержки, в пределах 1,5–10 мс, в зависимости от модели микшера и того, какие операции выполняются.

Тема 9. Акустические мониторные системы

Краткая история громкоговорителей

Первые громкоговорители появились в ранних конструкциях телефонов Иоганна Филиппа Риса в 1861 году. Впоследствии Александр Грэхем Белл, Эрнст Сименс и Томас Эдисон развивали эту идею. Тем не менее, только в пер-

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

вой половине XX века широко распространилась конструкция подвижной катушки, используемая сегодня повсеместно.

Впервые предложенная Оливером Лоджем в 1898 году, патент на неё был выдан в 1925 году Эдвардом Келлоггом и Честером Райсом, заложившим основу принципа работы большинства используемых ныне громкоговорителей. Развитие ускорилось в 1930-е годы, когда производители стремились повысить мощность и частотный диапазон для кинотеатров и больших систем озвучивания. Другие важные открытия XX века включают системы с несколькими драйверами для разных частотных диапазонов, стандартизацию конструкций и применение улучшенных материалов для драйверных мембран, магнитов и корпусов.Современные громкоговорители встречаются повсюду, начиная с крошечных драйверов смартфонов и наушников и заканчивая огромными многокомпонентными системами для стадионов и концертных площадок.

Широкополосный громкоговоритель

Широкополосный громкоговоритель способен воспроизводить как можно большую часть человеческого слухового спектра с помощью единственной голосовой катушки и драйвера.

Низкочастотные, среднечастотные и высокочастотные динамики

Низкочастотные динамики (включая сабвуферы) специализируются на воспроизведении низких частот. Среднечастотные и высокочастотные динамики (твитеры) отвечают за средние и высокие частоты.

Размер драйвера

Размер драйвера обозначает диаметр мембраны громкоговорителя. Диаметр драйверов наушников составляет примерно 8–15 мм, головных телефонов – 20–50 мм. Сабвуферные драйверы достигают размеров восьми дюймов и более (чем ниже частота, тем крупнее мембрана). Драйверы среднего диапазона обычно имеют размер несколько дюймов, а твитеры – дюйм или меньше.

Кроссоверы

В системах с несколькими драйверами перекрестная сеть представляет собой набор фильтров, распределяющих входящий аудиосигнал на несколько

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

частотных диапазонов и отправляющих каждый из них соответствующему драйверу. Низы отправляются на низкие частоты, верхи – на высокие. Некоторые конфигурации позволяют регулировать частоту кроссовера между сабвуфером и остальными динамиками.

Принцип работы динамической головки

Микрофоны и акустические динамики используют идентичный механизм преобразования энергии, называемый трансдуктором. Проще говоря, трансдуктор – это электронное устройство, принимающее один вид энергии и преобразующее его в другой.

Электроакустический трансдуктор в микрофоне воспринимает входящие звуковые колебания воздуха и преобразует их в электрические сигналы. Трансдуктор же в громкоговорителе (также известный как драйвер) принимает эти электрические сигналы и отправляет их обратно в воздух в виде чередующихся областей высокого и низкого давления.

Колонка получает эти сигналы и проводит их через катушку, обмотанную проводом, известную как голосовая катушка. Голосовая катушка движется вперёд и назад между двумя полюсами большего магнита вокруг неё. К голосовой катушке прикреплён круглый конус, удерживаемый герметичной подвеской с обеих сторон, которая контролирует его положение.

Возникающее вследствие этого колебательное движение конуса создаёт изменения давления воздуха, расходящиеся от динамика наружу, которые мы воспринимаем как звук. Большинство колонок заключены в корпус, который помогает сосредоточиться на звуковых волнах, исходящих спереди.

Студийные мониторы – это специализированные громкоговорители, предназначенные для профессиональной работы с музыкой и звуком. Их называют «мониторами», потому что они воспроизводят аудиосигналы намного точнее обычных колонок, что критично при записи, производстве, редактировании, сведении и мастеринге. Некоторые студийные мониторы классифици-

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

руются как ближнего поля, что означает наличие небольших драйверов и размещение на расстоянии пары метров от слушателя. Это позволяет минимизировать нежелательные отражения от стен помещения.

Студийные мониторы делятся на активные и пассивные

Пассивным нужен отдельный усилитель. Они проще активных, но необходимость в дополнительном оборудовании и наличие только аналогового входа (либо акустический Speakon, либо линейный моно-джек (TRS)) сделали их не особенно популярными. Они встречаются реже, чем активные.

Активные мониторы имеют встроенный усилитель, кроссовер и всю схемотехнику для работы, иногда два раздельных усилителя (bi-amp) для каждого динамика (НЧ и ВЧ). На активных мониторах обычно установлены все доступные разъемы и входы: кэнон, джек, тюльпан (XLR, TRS, RCA). Также бывают устройства с цифровыми входами (коаксиальный или оптический – S/PDIF и AES/EBU).

Достоинства активных мониторов:

универсальны в применении;

их легко подключать;

не нужно настраивать отдельный усилительный тракт;

можно настроить характеристики монитора под конкретное помещение;

выверенная заводом схемотехника. Она не дает перегореть усилителям и динамикам.

Почти все мониторы имеют фазоинвертор для усиления низкочастотной составляющей – специальное отверстие с трубой в корпусе монитора. Оно помогает вывести избыточное давление, которое создает НЧ-динамик в ограниченном пространстве корпуса. Фазоинверторы бывают разных формы и размеров. Они располагаются на передней или задней панели монитора.

Обычно в студиях бывает три мониторных линии: мониторы ближнего, среднего и дальнего полей.

Мониторы ближнего поля (полочные). Самый распространенный тип. Их устанавливают на столе или на специальных стойках перед звукорежиссе-

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

ром. Они хорошо передают средние и верхние частоты. Их используют для сведения треков и монтажа рабочей фонограммы.

Мониторы среднего поля. Помогают выстроить панораму и пространственные эффекты, которые плохо слышны на ближних мониторах. Позволяют прослушать выстроенное сведение вместе с низкими частотами (последних практически нет в ближних мониторах). Некоторые модели мониторов (обычно трехполосные) могут использоваться для мастеринга аудиоматериала.

Мониторы дальнего поля. Позволяют прослушать общую картину сведенной композиции (и целого альбома) на всех уровнях громкости и во всем диапазоне частот. В основном используются в больших аппаратных, для танцевальной музыки и на мастеринге аудиоматериала.

Установка мониторов

Идеальная схема расположения мониторов ближнего поля – по углам равнобедренного треугольника. Динамики мониторов должны быть направлены на ваши уши.

Определяемся с расположением фазоинвертора. Если ваши мониторы будут стоять вплотную к стене, нужно выбирать модели с фазоинвертором на передней панели. Если же расстояние от задней панели мониторов до стены не менее 30–40 см, фазоинвертор может быть расположен сзади.

При расстановке мониторов в студии мы должны стремиться к достижению двух результатов: к максимально ровной АЧХ и к наилучшему воспроизведению стерео-картины.

1. Большое значение имеет симметрия стен сзади и по бокам мониторов. Окружающая среда рядом со звукорежиссёром менее важна. Мнение насчет симметрии передних и задних стен неоднозначно. Однако большая часть специалистов подтвердит, что у стены позади звукорежиссёра должны быть хорошие звукопоглощающие свойства и отсутствие параллельности её расположения по отношению к передней, чтобы избежать возникновения стоячих волн.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЭ

Профессионалы рекомендуют заглушать всю область вокруг мониторов для максимального уменьшения отражений. Стоит отметить и важность заглушки боковых стен только перед мониторами для минимизации отражений от боковых стен.

Симметрия между и вокруг мониторов в помещении поспособствует лучшему воспроизведению стерео-картины. Иными словами, при несимметричной расстановке мониторов будет заметна разница между отражениями от задней стены у первого монитора и отражениями у второго, что повлечет за собой искаженное восприятие стереосигнала.

2. Звукорежиссёр должен располагаться строго посередине между мониторами, а расстояние до головы должно быть равным расстоянию между мониторами. Это правило также называется «правилом равностороннего треугольника».

При слишком большом расстоянии между мониторами и звукорежиссёром акустика помещения в большей степени повлияет на звук, причём особенно на средние и высокие частоты, а при слишком маленьком расстоянии звук просто не успеет трансформироваться в целостную звуковую картину.

3. При работе с двухполосными мониторами расположение ушей по высоте должно быть на условной линии между НЧ- и ВЧ-, а при использовании трехполосных – на линии между СЧ- и ВЧ-динамиком.

Если вы установите мониторы слишком низко или наоборот слишком высоко относительно ушей, вы рискуете получить искажённую АЧХ.

В целом высота является одним из важнейших факторов при установке мониторов. Только выбрав правильную высоту путём эксперимента, вы сможете адекватно оценить звучание воспроизводимого мониторами аудиоматериала. Стоит также отметить, что архи важно жестко фиксировать мониторы. Жесткая установка мониторов поспособствует получению четкой фокусировки звука, особенно на высокой громкости.

4. На честность звучания мониторов огромное влияние оказывает рассеивание и поглощение звука в комнате прослушивания.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Основная масса звуковых волн отражается совершенно хаотично. Звук рассеивают твердые, но неплоские поверхности, а мягкие и пористые наоборот его поглощают.

Качество звучания низких частот в большей мере зависит от размеров помещения и расположения мониторов. Объясняется это большой длиной НЧ-волн, на которые почти не в силах повлиять материалы стен, пола и большая часть окружающих предметов. При попадании НЧ-волны в преграду она почти вся отражается обратно.

Если вместе с мониторами используется сабвуфер, то рекомендуется размещать его на неодинаковом расстоянии от трех ближайших боковых плоскостей помещения, так как некоторые низкие частоты усиливаются ближайшей к сабвуферу отражающей плоскостью.

При нахождении отражающих плоскостей на одинаковом расстоянии от сабвуфера усиление некоторых низких частот будет чрезмерным, что спровоцирует появление сильного гула на этих частотах.

С помощью грамотной расстановки мониторов можно в значительной степени регулировать НЧ-отражения и резонансы.

Особое внимание следует уделять расстоянию между мониторами, передней и задней стеной. Чем более непараллельными и разными по геометрии будут передняя и задняя стена, тем меньше будет нежелательных резонансов от возникающих стоячих волн, которые способствуют недопустимо грубому искажению АЧХ.

5. Для определения оптимального расстояния между мониторами прослушайте запись, отличающуюся хорошей фокусировкой центрального образа. Расположите мониторы на расстоянии примерно 1–1.2 м друг от друга и направьте их прямо в точку вашей головы.

Послушайте, в достаточно ли мере сфокусирован звук? Увеличьте расстояние между мониторами на 10-15 см и послушайте снова. Повторяйте эти манипуляции до тех пор, пока центр стерео-картины не начнет становиться размазанным. Таким образом, вы узнаете максимально допустимое в вашем

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

случае расстояние между мониторами без потери плотности центрального образа и с сохранением сбалансированной стерео-картины.

6. При распространении звука неравномерно по всему фронту и при его плохой фокусировке следует пересмотреть расстояние между одним из мониторов и вашей головой. Удивительно, но нередко разница в пару сантиметров в этом расстоянии очень заметна при прослушивании.

7. Перемещения мониторов в стороны сказывается больше на восприятии диапазона низких средних частот, а движение вперед/назад – на восприятии диапазона низких.

8. При расстановке мониторов следует учитывать и такой важный фактор, как угол их наклона. Наклоны вперед/назад способны значительно повлиять на звучание.

Наиболее часто в студиях встречаются мониторы KRK, ADAM, ALESIS, YAMAHA, JBL, MACKIE, PRESONUS, GENELEC и реже – M-AUDIO, BEHRINGER, PIONEER, AXELVOX, FLUID AUDIO, TANNOY, SAMSON.

Количество различных регулировок: чем их больше, тем точнее можно подстроить монитор под акустические особенности помещения. Наличие встроенного DSP-процессора с возможностью программной подстройки под конкретное помещение- это очень хорошее техническое решение проблем с отражениями.

Оптимальные технические характеристики для мониторов ближнего поля: мощность в 100 Вт, диапазон частот 50–20 000 Гц, НЧ-динамик на 6–8 дюймов.

Настройка студийных мониторов

1. Подстраиваем мониторы под акустические особенности помещения, ищем резонансную частоту комнаты и уменьшаем ее влияние (если мониторы это позволяют).

2. Настраиваем громкость.

3. Подстраиваем мониторы под свои предпочтения: выполняем настройку верхних и нижних частот.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

4. Заключительный этап: привыкание к звучанию новых мониторов и к тому, как должна звучать грамотно сделанная музыка именно на этих устройствах.

Несколько правил работы со студийными мониторами:

Начните работать с малой громкости: большинство мониторов уже при 10–20 Вт могут дать то, ради чего их покупали. В мониторах важнее плотное звуковое давление, чем уровень громкости.

Не забывайте, что динамики мониторов должны быть направлены прямо вам в уши, от этого во многом зависит общее восприятие звуковой картины.

Делайте перерыв в работе каждые 1–2 часа, берегите уши.

Не полагайтесь полностью на картину, данную мониторами, особенно в области низких частот. В любом случае прослушайте получившийся результат в наушниках либо с помощью домашней бытовой акустики.

Берегите динамики от грязи и пыли, не касайтесь их пальцами, используйте защитные решетки для мониторов и специальные кисточки для смахивания пыли.

Многие мониторы очень прилично нагреваются во время работы, поэтому охлаждающая система должна работать исправно. Не перекрывайте к ней доступ воздуха.

Не пересекайте сетевой кабель монитора с сигнальным, это может отрицательно сказаться на звучании (появятся помехи от сети).

Берегите мониторы: не роняйте их, не ставьте сверху ничего постороннего и не опирайтесь на них.

Соблюдайте определенный порядок: сначала включите мониторы в сеть, потом, через секунд 10, включайте звук. При выключении – обратная последовательность.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Тема 10. Звуковая рабочая станция

Звуковая рабочая станция может быть реализована как аппаратно, в виде набора отдельных аналоговых или цифровых приборов, так и в виде программного продукта под названием Digital Audio Worckstation.

DAW – Цифровая звуковая рабочая станция – электронная или компьютерная система, предназначенная для записи, хранения, редактирования и воспроизведения цифрового звука. Предусматривает возможность выполнения на ней законченного цикла работ, от первичной записи до получения готового результата.

Основные функции станции и эффекты обработки сигнала.

Виртуальный микшерный пульт цифровой звуковой станции (DAW) является практически полным аналогом аппаратного прибора, который позволяет решать сразу несколько задач:

* 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 микса (а в ряде ситуаций и канальных) сигналов.

*Оперативное регулирование уровня сигналов.

* Эквализация (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.

РЕПОЗИТОРИЙ МГЗ

* Заглушение (мьютирование) отдельных каналов и переключение их в режим solo.

Секция канальных модулей:

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

* Шины параллельного подключения эффектов (шины 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 канальные 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 пульта

На панели канального модуля 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 сигналов);

* 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).

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

В каждом канальном модуле есть средства выбора различных источников (микрофонный/линейный) и предоставляется возможность установить предварительное усиление для каждого из них.

Подключение источников сигнала:(посредством использования специального аудиоинтерфейса или цифрового микшера)

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° (иными словами, сигнал инвертируется). Этот переключатель, как правило, действует только на сбалансированный микрофонный вход и не влияет на вход линейный.

Фантомное питание

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 В на конденсаторный микрофон подается по сигнальным проводникам. Для разделения цепей постоянного и переменного тока применяются конденсаторы. Пользоваться выключателем фан-

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

томного питания следует предельно осторожно. Если микрофонный вход скоммутирован с несбалансированным источником сигнала, случайное включение фантомного питания может привести к поломке прибора, так как на него будет подано напряжение 48 В.

На сбалансированные источники сигнала фантомное питание не оказывает негативного воздействия.

Регулятор предварительного усиления позволяет привести в соответствие уровни источника сигнала и микшера. Тем самым компенсируется, например, 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. Кнопка Solo имеется не на всех микшерах и на схеме) она не показана. Усиление на входе следует отрегулировать таким образом, чтобы пиковые отметки индикатора уровня находились на границе красной зоны (O VU), но не оставались в ней подолгу.

Эквалайзер микшера обычно имеет три полосы частот: низкую, среднюю и высокую.

Полупараметрический эквалайзер не позволяет регулировать добротность фильтра 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 (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.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Для поиска частоты эквализации есть смысл усиливать сигнал, тогда станут заметны изъяны звука на этой частоте. Для достижения тонального баланса целесообразно применять не усиление частот того сигнала, который вы хотите выделить (что может вызвать его искажение), а, наоборот, подавление частот остальных сигналов.

Insert – подключение эффектов и обработок последовательного действия

После эквалайзера (а в некоторых микшерах перед ним, как показано на рисунке, 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, реверберatора (данная линия называется посылом), а затем возвращается в микшер по линии, которая называется возвратом. Именно за счет наличия гнезда разъема Insert, посыла 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

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

для главного стереовыхода.Префейдерные посылы 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 (сигнал, снимаемый после фейдера канала) 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 или перемычки.

Шины. Подключение эффектов параллельного действия. В ряде моделей имеются коммутаторы, которые определяют маршрут дальнейшего прохождения сигнала и направляют его на различные выходные шины.

Кроме основных шин, в микшере есть и дополнительные шины Aux, позволяющие организовать мониторинг (озвучивание всей сцены или подачу миксов на индивидуальные мониторные системы, например, наушники исполнителей) и подключать дополнительные приборы обработки. Любая шины ***Aux*** является общей для всех каналов, и сигналы направляются на один и тот же прибор, где они и обрабатываются.

Для последовательного подключения эффекта, действующего только на один канал, служит разрыв (Insert). ***Последовательные*** эффекты или обработки заменяют исходный сигнал собственным. Такими эффектами могут быть, например, хорус, флэнжер (см. разд. 1.6), 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

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Aux. Необработанный звук при этом можно получить путем регулировки баланса или глубины эффекта на самом приборе обработки.

Параллельные эффекты не заменяют исходный сигнал собственным, а лишь добавляют к исходному сигналу его обработанный вариант. Параллельные эффекты подключают 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 устанавливают регулятором уровня посыла. 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 аудиотрека. 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 аудиотрека. 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. Рассмотрим элементы коммутации и регулировки, имеющиеся в каждом канальном модуле.

Мастер-модуль

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 мик-

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

са, поступающего на тот выход микшера, к которому подключены контрольные мониторы или наушники. Разумеется, от модели к модели микшера состав элементов коммутации и управления варьируется. Микшеры отличаются количеством каналов (и моно, и стерео), но рассмотренные элементы, как правило, есть во всех микшерах.

Автоматизация

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. Автоматизированными могут быть не только микшеры, но и самые различные приборы обработки звука, устройства для создания звуковых и световых эффектов и т. п.

Наиболее развитые музыкальные редакторы, к числу которых относится Cubase, имеют в своем составе автоматизируемые виртуальные микшеры. Кроме того, посредством автоматизации можно управлять параметрами эффектов реального времени и виртуальных инструментов. В Cubase для хранения данных автоматизации используются специальные сообщения, которые описывают положение узловых точек, формирующих огибающие автоматизации. Огибающие автоматизации — квазинепрерывные графики (выглядят как непрерывная линия, хотя, на самом деле, сообщения записываются и воспроизводятся в дис-

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

кретные моменты секвенсорного времени), описывающие поведение того или иного автоматизируемого параметра во времени. Огибающие автоматизации образуются путем линейной интерполяции значений автоматизируемого параметра в узловых точках.

Эффекты и обработки

Использование звуковых карт, плат оцифровки звука, программ – звуковых редакторов предоставляет компьютерному музыканту довольно широкие возможности по применению в музыкальных композициях различных звуковых эффектов и приемов обработки звука. Далее мы будем различать эффекты и обработки. В чем состоит разница между ними? Обработки – это те преобразования исходного аудиосигнала, которые направлены на повышение его качества (в некотором оговоренном смысле). Примеры обработок:

* шумоподавление в целях избавления от помех, сопровождающих полезный аудиосигнал;

* динамическая обработка уровня сигнала, позволяющая устранить случайные перепады громкости;

* фильтрация (эквализация) спектральных составляющих, необходимая для подчеркивания характерного тембра инструмента или голоса, а также для обеспечения "прозрачности" звучания композиции.

Эффекты – это тоже обработки, но только такие, в результате которых у звука появляются свойства, которых у него исходно не было.

Применение эффектов не всегда приводит к улучшению объективных свойств звука. Например, эффект дистошн, широко используемый в практике гитаристов, на самом деле есть не что иное, как специально организованное сильнейшее искажение исходного сигнала, подобное тому, которое возникает при перегрузке усилителя. Но применительно к гитаре и для определенных музыкальных стилей такой эффект оказывается уместен и позволяет получить желаемый эстетический результат. Как правило, эффекты имитируют (иногда утрированно) какие-либо природные процессы и явления, сопровождающие излучение, распространение звуковых колебаний и восприятие их человеком.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Например, эффект эхо имитирует отражение звука от преграды, эффект дилэй – многолучевой характер распространения звука в ограниченном пространстве, эффект реверберация – способность помещения, с одной стороны, накапливать энергию звуковых колебаний (многократно переотражать звуковые волны).

В ряде случаев бывает очень трудно отличить эффект от обработки. Скажем, за счет фильтрации можно так исказить голос человека, что он будет восприниматься звучащим из телефонной трубки. Обработка это или эффект? Иногда эффекты и обработки применяются совместно. Например, лучшие алгоритмы реверберации учитывают различия в поглощении средой распространения звуковых волн разной длины: за счет использования частотного фильтра эффектом обрабатывается не весь спектр сигнала, а только определенная его часть. Те эффекты и обработки, которые применяются к MIDI-сообщениям, принято называть MIDI-эффектами. Если же преобразованию подвергается оцифрованный звук, то речь идет об аудиоэффектах и аудиообработках. Эффекты и обработки могут быть встроены в программу и неотделимы от нее. В таком случае они способны функционировать лишь в составе конкретного музыкального или звукового редактора.

Эффекты и обработки могут быть реализованы в виде специализированных программ. Для выполнения необходимых преобразований MIDI- или аудио-данные должны быть импортированы в подобные программы. Однако наибольшее распространение получили MIDI- и аудиоплагины – модули, подключаемые к программе-хосту. Такое решение позволяет практически безгранично наращивать возможности основной программы. Программа как бы непрерывно обновляется и совершенствуется без какой-либо переработки ее кода и интерфейса. К Cubase аудиоплагины подключаются посредством интерфейса прикладных программ VST.

Реверберация (reverb)

Реверберация (reverb) относится к наиболее интересным и популярным звуковым эффектам. Сущность реверберации состоит в том, что исходный звуковой сигнал смешивается со своими копиями, задержанными относительно

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

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. Кроме того, при реверберации чем больше время запаздывания копии сигнала, тем меньше ее амплитуда (громкость). Эффект зависит от того, каковы временные промежутки между копиями сигналов и какова скорость уменьшения уровней их громкости. Если промежутки между копиями малы, то получается собственно эффект реверберации. Возникает ощущение объемного гулкого помещения. Звуки музыкальных инструментов становятся сочными, объемными, с богатым тембровым составом. Голоса певцов приобретают напевность, недостатки, присущие им, становятся малозаметными.

Если промежутки между копиями велики (более 100 мс), то правильнее говорить не об эффекте реверберации, а об эффекте "эхо". Интервалы между соответствующими звуками при этом становятся различимыми. Звуки перестают сливаться, кажутся отражениями от удаленных преград.

Первым ушей слушателя достигает прямой звук. Этот сигнал приходит к слушателю по кратчайшему пути. Поэтому интенсивность его больше, чем интенсивности других сигналов. Прямой сигнал несет информацию только о расположении источника звука справа или слева от слушателя. Несколько отстав от прямого сигнала, затем приходят ранние (первичные) отражения. Эта составляющая звукового поля претерпевает одно — два отражения от ограждающих поверхностей (стен, пола, потолка). Взаимодействуя с поверхностями, звуковая волна не только отражается от них, но и отдает им часть своей энергии. Энергия расходуется на нагрев поверхностей. Поэтому интенсивность ранних отражений меньше (но не на много) интенсивности прямого сигнала. Ранние отражения проявляются как ясно различимые эхо-сигналы. Временные промежутки между ними достаточно велики, т. к. велики разности длин путей, по которым сигналы доходят до слушателя. Например, волна может отразиться от боковой или от тыльной стены. Возможно, что часть волн, относящихся к ран-

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

ним отражениям, испытают не одно, а несколько отражений. Ранние отражения несут в себе информацию не только о месте расположения исполнителя, но и о размерах помещения. Именно данные отражения вносят наибольший вклад в пространственное ощущение акустики зала. К ранним отражениям относят те копии первичного сигнала, которые отстают от прямого сигнала не более, чем на 60 мс. Вторичные и последующие (поздние) отражения – это звуковые волны, многократно отраженные от каждой из поверхностей. По мере увеличения числа переотражений интенсивность аудиосигнала заметно уменьшается. Кроме того, изменяется спектральный состав звуковых колебаний. Дело в том, что из-за различий в конфигурации отражающих поверхностей л в свойствах материалов покрытий разные спектральные составляющие аудиосигнала отражаются не одинаково. Какие-то из них поглощаются сильнее, поэтому затухают быстрее. По мере возрастания номеров вторичных отражений они рассеиваются, их число увеличивается. Постепенно они перестают восприниматься как отдельные звуки, сливаются в один сплошной постепенно затухающий отзвук. Это и есть собственно реверберация.

Теоретически затухание звука длится бесконечно. На практике, для того чтобы можно было сравнивать между собой различные реверберационные процессы (а главное реверберационные свойства помещений), введено понятие времени реверберации. Время реверберации — это такое время, за которое уровень реверберирующего сигнала уменьшается на 60 дБ.

Основным элементом, реализующим эффект реверберации, является устройство, создающее эхо-сигнал. Интересна история развития таких устройств. Первоначально радиостудии и солидные концертные залы содержали эхо-камеры. Эхо-камера представляет собой комнату с отражающими стенами, в которую помещен источник звукового сигнала (громкоговоритель) и приемник (микрофон). По сути дела, такая эхо-камера является уменьшенной моделью реального зрительного зала, в котором не всегда удается создать необходимую акустическую атмосферу. В эхо-камере с трудом, но можно было в некоторых пределах управлять распределением интенсивностей и времен рас-

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

пространения переотраженных сигналов, устанавливая отражающие или поглощающие звук перегородки. Преимущество эхо-камеры состоит в том, что затухание звука происходит в ней естественным путем (что очень трудно обеспечить другими способами имитации эффекта реверберации). В то время как звук продолжает реверберировать в трех измерениях, волна разбивается на множество отражений, которые достигают микрофона во все более уменьшающиеся промежутки времени задолго до того, как звук полностью затихнет. Недостатки эхо-камер связаны с их относительно малыми размерами, при этом вследствие собственных резонансов помещения спектр сигнала искажается в области средних частот. Определенную проблему представляет надежная звукоизоляция помещения эхо-камеры. Но самое главное заключается в том, что эхо-камера не может служить распространенным инструментом получения искусственной реверберации, так как она слишком дорога и громоздка.

Наряду с эхо-камерами для имитации реверберации использовали стальные пластины, точнее довольно-таки большие листы. Колебания в них вводили и снимали с помощью устройств, по конструкции и принципу действия похожих на электромагнитные головные телефоны. Для получения удовлетворительной равномерности амплитудно-частотной характеристики толщина листа должна быть выдержана с точностью, которую не позволяют достичь обычные технологии проката стали. Реверберация здесь была не трехмерной, а плоской. Сигнал имел характерный металлический призвук.

В середине 60-х годов XX века для получения эффекта реверберации стали применять пружинные реверберaторы. С помощью электромагнитного преобразователя, соединенного с одним из концов пружины, в ней возбуждаются механические колебания, которые с задержкой достигают второго конца пружины, связанного с датчиком. Эффект повторения звука обусловлен многократным отражением волн механических колебаний от концов пружины.

Качество звука в пружинном реверберaторе чрезвычайно низкое. Пружина воспринимает любые колебания воздуха и пола, между акустической системой и пружиной существует практически неустранимая обратная связь, звук

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

имеет ярко выраженную "металлическую" окраску. Время реверберации не регулируется.

На смену этим несовершенным устройствам пришли реверберaторы магнитофонные. Принцип формирования в них эхо-сигнала состоит в том, что исходный сигнал записывается на ленту записывающей магнитной головкой, а через время, необходимое для перемещения данной точки ленты к воспроизводящей головке, считывается ею. Через цепь обратной связи уменьшенный по амплитуде задержанный сигнал вновь подается на запись, что и создает эффект многократного повторения звука с постепенным затуханием. Качество звука определяется параметрами магнитофона. Недостаток магнитофонного реверберaтора заключается в том, что при приемлемых скоростях протяжки ленты удается получить только эффект эха. Для получения собственно реверберации требуется либо еще сильнее сблизить магнитные головки (чего не позволяет сделать их конструкция), либо значительно увеличить скорость протяжки ленты.

С развитием цифровой техники и появлением интегральных микросхем, содержащих в одном корпусе сотни и тысячи цифровых элементов задержки, появилась возможность создавать высококачественные цифровые реверберaторы. В таких устройствах сигнал может быть задержан на любое время, необходимое как для получения реверберации, так и для получения эха. Реверберaтор отличается от цифрового устройства, реализующего дилэй, только тем, что содержит обратную связь (feedback), необходимую для формирования затухающих повторений сигнала.

Цепь обратной связи отсылает часть сигнала с выхода обратно в линию задержки, тем самым получается повторяющееся эхо. Коэффициент обратной связи должен быть меньше единицы, иначе каждое новое эхо будет возрастать по уровню, а не затухать. Может получиться эффект, подобный самовозбуждению акустической системы.

В некоторых виртуальных реверберaторах предусмотрен модулятор фазы. Его действие проявляется в том, что при коротком времени затухания возникает едва заметное изменение тона.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

В звуковых картах реверберация, в конечном счете, основана именно на цифровой задержке сигналов. Поэтому может показаться лишним рассказ об остальных способах создания этого эффекта. Но в наши дни не счесть звуковых редакторов, в которые встроена та самая эхо-камера. Конечно, не само гулкое помещение втиснуто в компьютер, а его математическая модель. Для чего это понадобилось делать? Эхо-камера принципиально отличается от всех остальных устройств тем, что реверберация в ней настоящая: трехмерная, объемная. Во всех же остальных устройствах это и не реверберация даже, а ее плоское, двумерное (а то и одномерное) подобие. Модель эхо-камеры позволяет воссоздавать акустику любого помещения. Она даже лучше, чем настоящая эхо-камера, потому что допускает оперативное изменение размеров моделируемого помещения и отражающих свойств стен, пола, потолка. Более того, это не одна, а целых две эхо-камеры, с отдельно устанавливаемыми координатами источников и приемников звука. И это еще не все. Во многих программах, предназначенных для синтеза голосов новых музыкальных инструментов, смоделирован и эффект реверберации, как бы реализуемый с помощью того самого стального листа.

Дилэй, delay

Необходимость в эффекте дилэй (delay) возникла с началом применения стереофонии. Сама природа слухового аппарата человека предполагает в большинстве ситуаций поступление в мозг двух звуковых сигналов, отличающихся временами прихода. Если источник звука находится "перед глазами": на перпендикуляре, проведенном к линии, проходящей через уши, то прямой звук от источника достигает обоих ушей в одно и то же время. Во всех остальных случаях расстояния от источника до ушей различны, поэтому одно либо другое ухо воспринимает звук первым. Проведем несложные расчеты. Время задержки (разницы во времени приема сигналов ушами) будет максимальным в том случае, когда источник расположен напротив одного из ушей. Так как расстояние между ушами — около 20 см, то максимальная задержка может составлять около 6 мс. Этим вели-

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

чинам соответствует волна звукового колебания с частотой около 1,7 кГц. Для более высокочастотных звуковых колебаний длина волны становится меньше, чем расстояние между ушами, и разница во времени приема сигналов ушами становится неощутимой. Предельная частота колебаний, задержка которых воспринимается человеком, зависит от направления на источник. Она растет по мере того, как источник звука смещается от точки, расположенной напротив одного из ушей, к точке, расположенной перед человеком.

Дилэй применяется прежде всего в том случае, когда запись голоса или акустического музыкального инструмента, выполненную с помощью единственного микрофона, "встраивают" в стереофоническую композицию. Этот эффект служит основой технологии создания стереозаписей.

Но дилэй может применяться и для получения эффекта однократного повторения каких-либо звуков. Величина задержки между прямым сигналом и его задержанной копией в этом случае выбирается большей, чем естественная задержка в 8 мс. Какая именно задержка должна быть выбрана? Ответ на этот вопрос определяется несколькими факторами. Прежде всего, следует руководствоваться эстетическими критериями, художественной целью и здравым смыслом. 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.

При определенных соотношениях громкостей прямого и задержанного сигналов может иметь место психоакустический эффект изменения кажущегося расположения источника звука на стереопанораме. Согласитесь, что, например, "перескоки" рояля с места на место по ходу прослушивания произведения очень трудно обосновать как с эстетических позиций, так и с точки зрения верности воспроизведения реального звучания. Как и любой эффект, дилэй нужно применять в разумных пределах и не обязательно на протяжении всей композиции.

Этот эффект реализуется с помощью устройств, способных осуществлять задержку акустического или электрического сигналов. Таким устройством сей-

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

час чаще всего служит цифровая линия задержки, представляющая собой цепочку из элементарных ячеек – триггеров задержки. Для наших целей достаточно знать, что принцип действия триггера задержки сводится к следующему: символ двоичного сигнала, поступивший в некоторый тактовый момент на его вход, появится на его выходе не мгновенно, а только в очередной тактовый момент. Общее время задержки в линии тем больше, чем больше триггеров задержки включено в цепочку, и тем меньше, чем меньше тактовый интервал (чем больше тактовая частота). В качестве цифровых линий задержки можно использовать запоминающие устройства. Известны специальные алгоритмы адресации ячеек запоминающих устройств, обеспечивающие "скольжение" информации "вдоль" адресного пространства. Разумеется, для применения цифровой линии задержки сигнал должен быть сначала преобразован в цифровую форму. А после прохождения копией сигнала линии задержки происходит цифроаналоговое преобразование. Исходный сигнал и его задержанная копия могут быть как раздельно направлены в различные стереоканалы, так и смешаны в различных пропорциях. Суммарный сигнал можно направить либо в один из стереоканалов, либо в оба. В звуковых редакторах дилэй реализуется программным (математическим) путем за счет изменения относительной нумерации отсчетов исходного сигнала и его копии.

Возможны такие, например, разновидности задержки, при которых формируются несколько задержанных на различное время копий сигнала. В виртуальных дилэях, как и в их аппаратных прототипах, обязательно имеются регуляторы глубины и частоты модуляции задержанного сигнала, а также регулятор коэффициента обратной связи (feedback). Сигнал с выхода подается опять в линию задержки. Время затухания устанавливается регулятором обратной связи. Чтобы однократное повторение превратилось в настоящее повторяющееся эхо, коэффициент обратной связи надо увеличить. Как правило, и в реальных, и в виртуальных устройствах имеется регулятор, при помощи которого можно подобрать такое время задержки, чтобы оно соответствовало темпу композиции.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Звуковые эффекты флэнжер (flanger) и фэйзер (phaser)

В основу звуковых эффектов флэнжер (flanger) и фэйзер (phaser) также положена задержка сигнала. В аналоговых устройствах флэнжер реализуется при помощи гребенчатых фильтров, которые могут строиться на линиях задержки. Характерная форма амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) создается за счет сдвига фазы при распространении сигнала в линии задержки и сложения реализаций задержанного сигнала. Меняя параметры гебенчатого фильтра, можно в значительной степени изменять первоначальный тембр звука. Гребенчатая АЧХ фильтра обусловлена тем, что для некоторых частот задержанные копии сигнала складываются в фазе и поэтому усиливаются, для других частот — в противофазе и поэтому взаимоуничтожаются. Периодическая структура АЧХ определяется периодическим характером составляющих аудиосигнала (синусоид).

Совершенно не случайно в старые времена флэнжером часто пытались заменить реверберацию. Реверберация возникает за счет многократного отражения звуковых волн от стен, потолка и пола помещения. При этом звуковые колебания по пути к слушателю претерпевают различные по величине задержки (фазовые сдвиги). Имеет место интерференция колебаний. Если исследовать любое помещение с заметными реверберационными свойствами, то обнаружится, что его АЧХ имеет гребенчатую форму.

Дилэй имитирует эффект неодновременного восприятия мозгом человека звуковых сигналов. Эффект повторного звучания может быть вызван и распространением звука от источника к приемнику различными путями (например, звук может приходить, во-первых, напрямую и, во-вторых, отразившись от препятствия, находящегося чуть в стороне от прямого пути). В том и в другом случаях время задержки остается постоянным. В реальной жизни этому соответствует маловероятная ситуация, когда источник звука, приемник звука и отражающие предметы неподвижны относительно друг друга. При этом частота звука не изменяется, каким бы путем и в какое бы ухо он ни приходил. Если же какой-либо из трех элементов подвижен, то частота принимаемого звука не

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

может оставаться той же, что и частота звука переданного. Это и есть проявление того самого эффекта Доплера, который в учебниках традиционно поясняется на примере изменения высоты звучания гудка движущегося паровоза.

Реальные музыкальные звуки при распространении претерпевают не только расщепление на несколько звуковых волн и различную (для каждой из них) задержку, но и неодинаковое изменение частот для разных спектральных составляющих. И флэнжер, и фэйзер имитируют (каждый по-своему) проявления взаимного перемещения упомянутых трех элементов: источника, приемника и отражателя звука. По сути дела, оба эффекта представляют собой сочетание задержки звукового сигнала с частотной или фазовой модуляцией. Разница между ними чисто количественная. Флэнжер отличается от фейзера тем, что для первого эффекта время задержки копии (или времена задержек копий) и изменение частот сигнала значительно большее, чем для второго. Образно говоря, флэнжер наблюдался бы в том случае, когда певец мчался бы к зрителю, сидящему в зале, со скоростью автомобиля. А вот для того чтобы ощутить фэйзер в его, так сказать, первозданном виде, движущегося источника звука не требуется, зрителю достаточно часто-часто вертеть головой из стороны в сторону.

Упомянутые 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.

Значения времени задержек, характерные для флэнжера, существенно превышают период звукового колебания, поэтому для реализации эффекта используют многоразрядные и многоотводные цифровые линии задержки. С каждого из отводов снимается свой сигнал, который в свою очередь подвергается частотной модуляции. Для фэйзера, наоборот, характерно столь малое время задержки, что оно оказывается сравнимо с периодом звукового колебания. При таких малых относительных сдвигах принято говорить уже не о задержке копий сигнала во времени, а о разности их фаз. Если эта разность фаз не остается постоянной, а изменяется по периодическому закону, то мы имеем дело с эффек-

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

том Phaser. Так что можно считать фэйзер предельным случаем флэнжера. Но если внимательно прочитать еще раз этот абзац, то можно понять, что фэйзер – это фазовое вибрато.

Реализация в студии при помощи аналогового оборудования

Например, чтобы получить флэнжер, вместо одной акустической системы использовали несколько систем, размещенных на различных расстояниях от слушателей. В определенные моменты производили поочередное подключение источника сигнала к акустическим системам таким образом, что создавалось впечатление приближения или удаления источника звука. Задержку звука выполняли и с помощью магнитофонов со сквозным трактом запись/воспроизведение. Одна головка записывает, другая – воспроизводит звук с задержкой на время, необходимое для перемещения ленты от головки к головке. Для частотной модуляции особых мер можно было и не придумывать. Каждому аналоговому магнитофону присущ естественный недостаток, называемый детонацией, которая проявляется в виде "плавания звука". Стоило чуть-чуть специально усилить этот эффект, изменяя напряжение, питающее двигатель, и получалась частотная модуляция.

Для реализации фэйзера методами аналоговой техники использовали цепочки электрически управляемых фазовращателей. А иногда можно было наблюдать и такую картину: в акустической системе, подключенной к электромузыкальному инструменту или электрогитаре, вдруг начинало вращаться что-то вроде вентилятора. Звук пересекался подвижными лопастями, отражался от них, получалась фазовая модуляция. Представляете, сколько усилий предпринималось только ради того, чтобы оживить тембр звучания инструментов! Современные звуковые редакторы позволяют без особых усилий со стороны пользователя реализовать гигантское количество различных звуковых эффектов.

Хорус (chorus)

Хорус (chorus) проявляется как эффект исполнения одного и того же звука или всей партии не одним-единственным инструментом или певцом, а не-

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

сколькими. Искусственно выполненный эффект является моделью звучания настоящего хора. В том, что хоровое пение или одновременное звучание нескольких музыкальных инструментов украшает и оживляет музыкальное произведение, сомнений, вероятно, нет ни у кого.

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 взаимодействуют, образуются так называемые биения. Спектр звука обогащается и, самое главное, течет, переливается.

Можно считать, что предельным случаем хоруса является одновременное звучание слегка отличающихся по частоте двух источников – унисон. Унисон был известен задолго до появления синтезаторов. В основе сочного и живого звучания двенадцатиструнной гитары и аккордеона лежит унисон. В аккордеоне, например, звук каждой ноты генерируется узлом, содержащим два источника колебаний (язычка), специально настроенных "в разлив" – с небольшой (в единицы герц) разницей в частотах. В двенадцатиструнной гитаре звук извлекается одновременно из пары струн. Разница в частотах образуется естественным путем из-за невозможности идеально одинаково настроить струны инструмента. Вот именно наличие этой ничтожной разницы в частотах голосов певцов или инструментов и служит причиной красивого звучания унисона (для двух голосов) или хоруса (для более двух голосов).

В цифровых электромузыкальных инструментах, напротив, частоты пары вторичных генераторов могут быть получены абсолютно равными друг другу. В таком звучании отсутствует жизнь, потому что оно слишком правильное. Для оживления электронного звучания и создания впечатления игры нескольких инструментов и используют хорус.

Существует довольно много разновидностей алгоритмов хоруса. Но все они сводятся к следующему:

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

* 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, складывают.

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

Хорус настолько украшает звучание инструментов, что ныне он стал одним из эффектов, имеющихся практически в каждом синтезаторе и многих звуковых картах.Обработка аудиосигнала звуковыми редакторами позволяет получить массу разновидностей этого эффекта. Вместе с тем, не следует чрезмерно увлекаться им, так как это может привести к ухудшению разборчивости звучания голоса, к "засорению" акустической атмосферы композиции.

Дистошн (distortion)

Дистошн (distortion) – преднамеренное искажение формы аудиосигнала, придающее ему резкий, скрежещущий оттенок. Чаще всего дистошн применяется в качестве гитарного эффекта. Получается перегрузкой усилителя вплоть до появления в усилителе ограничений и даже его самовозбуждения. Благодаря этому сигнал становится похож на прямоугольный, отчего в нем появляется большое количество новых гармоник, резко расширяющих спектр. Этот эффект применяется в нескольких вариациях (fuzz, overdrive и т. п.), различающихся:

* способом ограничения сигнала (обычное или сглаженное, весь спектр или полоса частот, весь амплитудный диапазон или его часть);

* соотношением исходного и искаженного сигналов в выходном миксе;

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

* частотными характеристиками усилителей (наличие/отсутствие фильтров на выходе).

Вибрато

В самом общем смысле суть эффекта вибрато заключается в периодическом изменении одного из параметров звукового колебания: амплитуды, частоты или фазы. Изменение параметра происходит с очень малой частотой – единицы герц. Различают амплитудное, частотное и фазовое вибрато. В любом случае результатом является обогащение спектра исходного звукового колебания. Читатели, знакомые с основами радиотехники, понимают, что, по сути дела, происходит модуляция звукового колебания низкочастотным сигналом. Законы физики неумолимы – спектр сигнала при этом действительно расширяется.

Кроме того, имеется еще и тембровое вибрато, о котором мы поговорим чуть позже. Как и многие другие электронные звуковые эффекты, вибрато имеет свои естественные прототипы, уходящие корнями в народную и классическую инструментальную и вокальную музыку. Владение приемом вибрато отличает очень хорошего певца от просто хорошего. Скрипка в руках талантливого музыканта потому и звучит так божественно, что, совершая едва заметные перемещения вдоль грифа пальцев, прижимающих струны, он осуществляет частотное вибрато. Тремоло (частный случай амплитудного вибрато) является основным приемом игры на мандолине. Первоначально словом "вибрато" именовалась модуляция любого параметра звукового колебания. Но со временем некоторые из разновидностей этого эффекта получили свое название. Во многих публикациях по электронной музыке теперь под вибрато подразумевают только вибрато частотное. Следует различать амплитудное вибрато, частотное вибрато и тембровое вибрато. У фазового вибрато имеется специальное название – фэйзер (phaser).

Амплитудное вибрато и тремоло

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

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

очень небольшой (от долей герца до 10–12 Гц). Если частота вибрато находится вне этих пределов, то необходимый эстетический эффект не достигается.

Тембр сигнала с амплитудным вибрато богаче по сравнению с тембром исходного сигнала. С таким спектром можно проделывать различные манипуляции, например, изменять уровни спектральных составляющих с помощью фильтров.

Степень проявления эффекта характеризуется глубиной вибрато: m = AS/S, где AS – максимальное изменение амплитуды сигнала с вибрато, S – амплитуда исходного сигнала. Диапазон допустимых значений глубины вибрато – от 0 до 1. Оптимальная с точки зрения художественного результата частота амплитудного вибрато составляет 6–8 Гц.

Особой разновидностью амплитудного вибрато является тремоло. Отличительные признаки тремоло: относительно высокая частота вибрации (10–12 Гц), максимальная глубина (т = 1) и импульсная форма результирующего сигнала. В аналоговых устройствах амплитудное вибрато реализуется с помощью перемножителей сигналов. Существует много различных принципиальных схем устройств вибрато. Основная проблема аналоговых устройств – неполное подавление управляющего сигнала. При большой глубине вибрато это проявляется в виде ясно прослушивающегося "стука" с частотой модуляции. Компьютерные музыканты встретятся с двумя вариантами реализации амплитудного вибрато: аппаратным и программным. Аппаратный способ предполагает наличие в структуре звуковой карты усилителей с управляемым коэффициентом усиления. Программный способ заключается в перемножении значений цифровых отсчетов звуковых колебаний со значениями отсчетов функции (обычно синусоидальной), описывающей управляющий сигнал. При обработке вокальных партий нужно пользоваться амплитудным вибрато очень осторожно, глубина его не должна быть большой, а тремоло совсем недопустимо.

Частотное вибрато

Суть частотного вибрато заключается в периодическом изменении частоты звукового колебания. В музыке частотное вибрато получило широкое рас-

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

пространение лишь после создания электронных музыкальных инструментов. Реализовать этот эффект на адаптеризированных акустических инструментах довольно сложно. Правда, у соло-гитары конструкция предоставляет такую возможность. Натяжение всех струн можно одновременно изменять с помощью специального механизма: подвижной подставки для крепления струн и рычага. Частотное вибрато здесь исполняется вручную.

Реализация частотного вибрато в электромузыкальных инструментах и синтезаторах проста и естественна. Работу всех узлов электронных музыкальных синтезаторов как аппаратных, так и реализованных программным путем, синхронизирует опорный генератор. Если изменять его частоту, то будут изменяться частоты и всех синтезируемых колебаний. В радиотехнике этот процесс называется частотной модуляцией. Если изменение частоты производится по периодическому закону, то в результате получается частотное вибрато. По существу дела, при частотном вибрато также расширяется спектр исходного сигнала, тембр перестает быть постоянным, а периодически изменяется во времени.

Красивое звучание получается только в том случае, когда глубина частотного вибрато (относительное изменение частоты звука) невелика. Как известно, в соответствии с хроматической гаммой введена единица музыкальных интервалов, в 1200 раз меньшая, чем октава — цент. Интервал между соседними полутонами в темперированной гамме равен в точности 100 центам. Колебание высоты тона при частотном вибрато не должно превышать нескольких десятков центов. В противном случае создается впечатление нарушения строя инструмента. Частотное вибрато используется и само по себе и входит составной частью в более сложные звуковые эффекты.

Тембровое вибрато

Эффект тембрового вибрато также предназначен 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.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

При этом фильтр выделяет из всего спектра исходного колебания те частотные составляющие, которые попадают в "мгновенную" полосу его пропускания. Так как полоса пропускания "дышит" по ширине и "гуляет" по частоте, то тембр сигнала периодически изменяется.

Кроме автоматического тембрового вибрато используют еще и ручное (чаще даже "ножное" – с управлением от педали). Такой вариант эффекта известен под названиями "вау-вау".

Необыкновенно красиво звучит электрогитара, сигнал которой пропущен через блок тембрового вибрато, если цикл перестройки фильтра синхронизирован с моментом возникновения колебания струны. Звук каждого очередного взятого аккорда перетекает от одного края своей тембральной области до другого.

Если звуковая карта содержит перестраиваемые резонансные фильтры или хотя бы фильтры нижних частот с перестраиваемой частотой среза, то этот эффект может быть создан и аппаратным способом в реальном времени.

Вокодер (voice coder) – устройство синтеза речи на основе произвольного входного сигнала с богатым спектром. Речевой синтез реализуется обычно при помощи формантных преобразований: выделение из сигнала с достаточным спектром нужного набора формант с нужными соотношениями придает сигналу свойства соответствующего гласного звука. Изначально вокодеры использовались для передачи кодированной речи. Путем анализа исходного речевого сигнала из него выделяется информация об изменении положений формант при переходе от звука к звуку. Эта информация кодируется и передается по линии связи, а на приемном конце блок управляемых фильтров и усилителей синтезирует речь заново.

Подавая на блок речевого синтеза сигнал, например электрогитары, и произнося слова в микрофон блока анализа, можно получить эффект "разговаривающей гитары". При подаче сигнала с синтезатора получается "голос робота". А если подать сигнал, близкий по спектру к колебаниям голосовых связок, но отличающийся по частоте, то изменится регистр голоса – мужской на женский или детский, и наоборот.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Pitch Shifter – изменение высоты тона

Большинство реальных и виртуальных устройств обработки звука имитируют эффекты, которые существуют в природе. Но устройства изменения высоты тона (Pitch Shifter) относятся к совершенно особому типу процессоров, так как тот сигнал, что получается в результате их работы, не имеет аналога в окружающем мире.

Pitch Shifter делает интересное преобразование: он позволяет получить копию входного сигнала, но высота тона этой копии может быть изменена на величину от нескольких центов до октавы и более. Принцип действия Pitch Shifter в общем заключается в том, что сигнал записывается в память с фиксированной скоростью, а считывание может производиться быстрее или медленнее – в зависимости от того, вверх или вниз относительного входного сигнала должен быть изменен тон. Сигнал с измененной высотой тона может быть задержан по отношению к входному. Это используется для более натурального имитирования искусственного унисона: два инструмента играют одно и то же, но есть небольшая разница во времени и высоте.

Частотная фильтрация (эквализация сигналов)

Фильтрация – это процесс обработки электрического звукового сигнала частотноизбирательными устройствами с целью изменения спектрального состава (тембра) сигнала. Задачами такой обработки могут быть:

* амплитудно-частотная коррекция сигнала (усиление или ослабление отдельных частотных составляющих);

* полное подавление спектра сигнала или шумов в определенной полосе частот.

Например, если микрофон, акустическая система или еще какой-либо элемент звукового тракта имеют неравномерную амплитудно-частотную характеристику, то с помощью фильтров эти неравномерности могут быть сглажены. Если в результате анализа спектра выяснилось, что в некоторой области частот в основ-

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

ном сосредоточена энергия помех, а энергии сигнала совсем немного, то посредством фильтрации все колебания в этом диапазоне частот можно подавить.

Для осуществления фильтрации созданы самые различные устройства: отдельные корректирующие и формантные фильтры, устройства для разделения звука на несколько каналов по частотному признаку (кроссоверы), двухполосные и многополосные регуляторы тембра (эквалайзеры), фильтры присутствия и т. д.

Основой фильтров, реализованных программным путем в составе звуковых редакторов, служит спектральный анализ. Любой реальный сигнал может быть представлен в виде набора коэффициентов разложения в ряд по гармоническим функциям. Фильтрация сводится к умножению спектральных коэффициентов на соответствующие значения передаточной функции фильтра. Если спектр представлен в комплексной форме, то сигнал описывается совокупностью амплитудного и фазового спектров (АС и ФС), а фильтры – амплитудно-частотными и фазо-частотными характеристиками (АЧХ и ФЧХ). АЧХ представляет собой зависимость коэффициента передачи фильтра от частоты. ФЧХ отражает сдвиг фазы выходного сигнала по отношению ко входному в зависимости от частоты. В этом случае фильтрация эквивалентна перемножению АС на АЧХ и алгебраическому сложению ФС с ФЧХ.

Классический спектральный анализ из-за наличия большого количества операций перемножения занимает очень много процессорного времени и при значительном числе отсчетов сигнала неосуществим в реальном темпе обработки. Для сокращения времени спектрального анализа дискретных сигналов разработаны специальные алгоритмы, учитывающие наличие связей между различными отсчетами сигнала и устраняющие повторяющиеся операции. Одним из таких алгоритмов является быстрое преобразование Фурье (БПФ).

В зависимости от расположения полосы пропускания на оси частот фильтры подразделяются на:

* фильтры нижних частот (ФНЧ) (Low Pass),

* фильтры верхних частот (ФВЧ) (High Pass),

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

* полоснопропускающие (полосовые) фильтры (Band Pass);

Реальные фильтры низких и высоких частот характеризуются следующими основными параметрами:

* частотой среза;

* шириной полосы пропускания;

* неравномерностью характеристики в полосе пропускания;

* крутизной ската характеристики в области перехода от полосы пропускания к полосе задерживания.

Для полосового фильтра добавляется еще один параметр – добротность, под которой понимают отношение центральной частоты фильтра к полосе его пропускания.

При наличии эквалайзера можно как бы выровнять исходно неровную АЧХ. Известны несколько различных по назначению и по устройству типов эквалайзеров, среди них есть и те, с которыми вы встретитесь, пользуясь Cubase:

* графический эквалайзер;

* параметрический эквалайзер;

* фильтр присутствия.

Графический эквалайзер – это набор полосовых фильтров с фиксированными центральными частотами и переменным коэффициентом усиления, которым можно управлять при помощи слайдера. В качестве регуляторов принято использовать именно ползунки, так как положение их ручек представляет собой некое подобие графика АЧХ эквалайзера. Именно поэтому такие эквалайзеры принято называть "графическими" – пользователь как бы рисует ползунками необходимую ему кривую АЧХ.Итак, 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).

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

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 серьезных профессиональных моделях.

Самый низкочастотный фильтр эквалайзера не обязательно должен быть полосовым, он может быть и фильтром нижних частот. Аналогично самый высокочастотный фильтр может быть фильтром верхних частот.

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. Однако графический эквалайзер (даже многополосный) мало пригоден для ювелирной частотной коррекции. Ведь центральные частоты фильтров неизменны. Они могут и не совпадать в точности с теми частотами, на которых следует подчеркнуть или, напротив, подавить спектральные составляющие. В подобных случаях на помощь приходит параметрический эквалайзер.

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.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Для формирования АЧХ сложного вида применяются многополосные параметрические эквалайзеры, параметры каждого из которых можно изменять независимо.

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.

Тема 11. Аналого-цифровое преобразование сигналов

Преобразование аналогового сигнала в цифровой состоит из двух этапов: дискретизации по времени (***сэмплирование***) и квантования по амплитуде (разрядность). Дискретизация по времени означает, что сигнал представляется рядом отсчетов (сэмплов), взятых через равные промежутки времени. Например, когда мы говорим, что частота дискретизации 44,1 кГц, то это значит, что сигнал измеряется 44 100 раз в течение одной секунды.

Основной вопрос на первом этапе преобразования аналогового сигнала в цифровой (оцифровки) состоит в выборе частоты дискретизации аналогового сигнала. Чем больше частота, тем точнее соответствует цифровой сигнал аналоговому. Однако пропорционально увеличению частоты возрастают:

Интенсивность потока цифровых данных, а пропускные возможности интерфейсов не безграничны, особенно если записывается/воспроизводится одновременно несколько каналов;

Вычислительная нагрузка на цифровые процессоры, а их вычислительные возможности также ограничены;

Увеличивается необходимый объем памяти, для хранения цифрового сигнала.

Очевидно, что необходим компромисс. От выбора частоты дискретизации зависит частотный диапазон полученного цифрового звука и максимальная частота аналогового сигнала, правильно представленная в цифровом. Считается, что человек слышит частоты в диапазоне от 20 до 20 000 Гц. Согласно извест-

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

ной теореме Котельникова, для того, чтобы аналоговый (непрерывный по времени) сигнал можно было точно восстановить по его отсчетам, частота дискретизации должна быть как минимум вдвое больше максимальной звуковой частоты.

Звуковая частота, равная половине частоты дискретизации, называется частотой Найквиста и является максимальной частотой, которую данная цифровая система может правильно сохранить и воспроизвести. Таким образом, если реальный аналоговый сигнал, который мы собираемся преобразовать в цифровую форму, содержит частотные компоненты от 0 до 20 кГц, то частота дискретизации такого сигнала должна быть не менее 40 кГц. Сегодня самыми распространенными частотами дискретизации являются 44,1 кГц (CD) и 48 кГц (DAT).

Количество битов, использованные для кодирования отсчётов, звукового сигнала, называется разрядностью квантования по уровню. Аналогично тому, как частота дискретизации определяет ширину полосы частот цифрового тракта, разрядность квантования по уровню определяет её динамический диапазон, разрешающую способность и уровень нелинейных искажений.

Разрядность или битность аудио файла говорит нам о его динамическом разрешении или, проще говоря, чёткости. Можно провести аналогию с цифровой фотографией: чем выше разрешение фото, тем чётче и качественнее картинка. Тут важно отметить, что речь не идёт о громкости сигнала, речь идёт скорее о более реалистичном, более чистом и чётком звуке. Более точной передачи звукового сигнала.

Разрядность можно сравнить с текстом в книге. Чем ниже разрядность, тем меньше смысла в тексте. То есть понижение битности приводит к тому, что из слов начинают исчезать некоторые буквы, из предложений – знаки препинания. До поры до времени мы еще сможем уловить смысл текста, но если разрядность продолжит уменьшаться, информация исказится настолько, что мы просто перестанем понимать, о чём идёт речь. Со звуком тоже самое: чем меньше разрядность, тем более искажённо мы слышим звук.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Форматы

PCM аудио может быть представлен в виде множества форматов, но все их можно поделить на две категории: без потери качества (lossless) и с потерей качества (lossy). Форматы первой категории прекрасно справляются с передачей звуковой информации в её, можно сказать, первозданном виде. Но аудио записи в таких форматах обычно занимают довольно много места на жёстком диске.

Форматы из категории lossy сжимают (компрессируют) аудио сигнал, что приводит к ухудшению качества звука. То есть качество аудио напрямую зависит от степени сжатия. С другой стороны, подобные записи занимают гораздо меньше места.

Вот небольшой список наиболее часто используемых форматов lossless и lossy:

Lossless: (некомпрессированные данные)

1. WAV (Waveform Audio format). Наиболее распространённый формат нескомпрессированного аудио, используемый в большинстве оборудования для записи и воспроизведения аудио. Broadcast WAV (BWF) формат, который также может нести информацию о мета данных.

2. AIFF (Audio Interchange File Format). Тоже самое, что WAV, но используемый, в основном, устройствами компании Apple.

3. FLAC (Free Lossless Audio Codec). Формат, который хоть и сжимает аудио информацию, но делает это наиболее щадящим образом практически без потери качества. Минус формата в том, что он поддерживается далеко не всеми аудио устройствами.

4. ALAC (Apple Lossless Audio Codec). Уступающий по качеству FLAC формат, тем не менее поддерживается всеми устройствами Apple.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Lossy: (компремссия данных)

1. Mp3 (Mpeg Audio Layer III) – наиболее популярный формат сжатия аудио информации. Широко использоваться стал по большей части на волне популярности портативных аудио плееров.

Тема 12. Запись эстрадных музыкальных инструментов

Барабаны

Прежде всего, необходимо добиться максимально хорошего звука от барабанов в акустическом варианте. Меняя расположение микрофонов относительно барабана, можно радикально изменить звучание установки.

Если вы хотите получить больше низких частот, поместите микрофон на расстоянии от двух до пяти сантиметров от ударного пластика. Приближение микрофона к пластику поднимает низкие частоты. Наиболее выраженную атаку вы получите, направив микрофон на место удара палки по пластику. Для смещения баланса к основному тону направьте микрофон немного в сторону от этого места. Чтобы подчеркнуть акустику помещения отодвиньте микрофон подальше от инструмента.

Для получения более «шумного» звука хай-хета (или индивидуально снимаемой тарелки) направляйте микрофон ближе к краю тарелки, а для получения более яркого, ясного звука, направьте микрофон на ее купол.

Для подчеркивания атаки в бас-барабанах, поместите микрофон внутри барабана, направив микрофон на то место пластика, в которое бьет колотушка. Для ослабления атаки направьте подальше от колотушки. Если вы хотите добавить резонанс самого барабана, отодвиньте микрофон от ударного пластика.

Существуют три основных способа записи ударной установки: двухмикрофонный, трехмикрофонный и мультимикрофонный.

Двухмикрофонный способ, производится двумя микрофонами, которые обычно располагают над установкой «overhead». Такой способ практикуется в случае, когда надо получить максимально естественное звучание установки.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

При трехмикрофонном способе к двум верхним микрофонам добавляют еще один, обычно для бас-барабана, но в некоторых случаях для малого барабана.

Способ, в котором для записи установки применяется более трех микрофонов, называется мультимикрофонным.

Рассмотрим специфику записи основных ударных инструментов.

Бас-барабан

Для записи бас-барабана рекомендуется использовать динамические микрофоны с большой мембраной: AKG D 112, D 12 E и Sennheiser MD 421. Такжерекомендуются Electro-Voice RE 20, Shure SM 7, Beyer TG-X 50 и Audio-Technica ATM 25. Иногда для записи бас-барабана используют два микрофона. Причем рекомендуется применять микрофоны, звучащие по-разному. Например, обладающий агрессивным звучанием динамический микрофон Sennheiser 421 (его для подчеркивания атаки направляют на место удара) и звучащий тепло конденсаторный (обычно Neumann U 47) на расстоянии 2–3 метра от передней части (противоположной ударному пластику) барабана для получения в звучании «воздуха». Микшируя сигналы этих микрофонов, можно найти нужный баланс между атакой и резонансом барабана.

Малый барабан

При записи малого барабана рекомендуется использовать динамические микрофоны вокального типа. Подобными качествами обладают микрофоны Shure Beta 57 и Beta 58, представители серий вокальных микрофонов N/Dym фирмы Electro-Voice и D фирмы Audix. Микрофоны серий Они обладают сходными характеристиками и звучанием, и поэтому годится любой из них. Кроме того, для записи малого барабана хороши лучшие вокальные динамические микрофоны производства компаний Beyer, AKG и Sennheiser. Очень часто в качестве такого микрофона выступает Shure SM 57. Микрофон устанавливается над малым барабаном, в четырех-пяти сантиметрах от пластика, под углом к нему.

Для получения более яркого звука, его снимают конденсаторным микрофоном с малой мембраной или устанавливают такой микрофон в качестве дополнительного под малым барабаном. Основным тогда является установленный

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

сверху динамический. Всякий раз, когда вы снимаете звук барабана двумя микрофонами, пробуйте включать микрофоны в противофазе, это может улучшить звучание.

Томы

При записи томов рекомендуется использовать средние и большие динамические микрофоны, хотя часто используются и Sennheiser 421, 409 и, конечно, Shure SM 57. Много поклонников имеют также Electro-Voice N/D 308 и N/D 408 из-за присущего этим микрофонам хорошего звучания, небольших размеров и удобной конструкции. Некоторые инженеры любят использовать дорогие большие конденсаторные микрофоны (особенной популярностью пользуется Neumann U 87). Другие же идут иным путем, применяя маленькие конденсаторные микрофоны, типа AKG C 408, Shure SM 98 и Audio-Technica ATM 35. Эти микрофоны имеет хорошие характеристики и звучание. Расстояние микрофона от пластика варьируется. Направив микрофон между двумя соседними томами, вы можете довольно прилично записать оба, при этом сократив необходимое количество микрофонов.

Иногда микрофоны устанавливают внутрь барабанов. Фирма Мау выпускает комплект крепежей, с помощью которых можно, не просверлив ни одного дополнительного отверстия (используются уже имеющиеся отверстия), установить внутрь бас-барабана, малого барабана и каждого тома свой микрофон.

Хай-хет

Применяются конденсаторные микрофоны с малой мембраной. Их очень хорошие динамические характеристики и прекрасная передача самых высоких частот дает искрящийся звук, что в звучании хай-хета едва ли не самое главное. Рекомендуются к использованию следующие микрофоны: Neumann KM 84 и KM 184, AKG 451, 452 и 460, также как Shure SM 81, Audio-Technica 4031 и 4051. Для начала установите микрофон в 10–20 см над верхней тарелкой, под углом к ней. Послушайте, как во время игры микрофон передает нюансы звучания (как он снимает игру по краю, ближе к средней части, звук открытого хай-хета, закрытого и т.д.).

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Верхние микрофоны (overhead)

Имеет значение то, для чего используются верхние микрофоны: для записи всей установки или только для тарелок. Если для тарелок, то используете конденсаторные микрофоны с малой мембраной, типа тех, которые рекомендуются для хай-хета. Для того, чтобы снять звук всей ударной установки, большинство инженеров используют конденсаторные микрофоны с большой мембраной. Для этой цели, конечно, хорош классический ламповый микрофон AKG C 12. Neumann U 87 приблизительно также популярен, как и AKG C 414. Также можно использовать новый микрофон AKG C 414 TL II, который создавался для того, чтобы звучать подобно C 12, но по цене укладываться в малую часть стоимости C 12. Audio-Technica AT 4030, AT 4050 и Neumann TLM 193 тоже подходят, как, впрочем, и почти любой студийный конденсаторный микрофон с большой мембраной. Микрофоны рекомендуется размещать над установкой под углом друг к другу от 75 до 135 градусов. Существуют два классических положения верхних микрофонов при стереозаписи. Положение X, при котором оси микрофонов пересекаются (левый микрофон смотрит на правую тарелку, а правый на левую) и положение Y (левый микрофон смотрит на левую тарелку, а правый на правую). При этом микрофоны располагаются рядом друг с другом. Подобное размещение дает хорошую позицию в панораме и помогает избежать противофазы.

Микрофоны общего плана(Room)

Если вы записываете ударные в хорошо звучащем помещении, никогда не повредит установка пары микрофонов общего плана, чтобы с их помощью снимать акустику помещения и добавлять ее к звуку собственно установки. Для этой цели предпочитают большие конденсаторные микрофоны (также как для верхних микрофонов).

Динамическая обработка

Используя приборы динамической обработки (гейт, компрессор, экспандер, лимитер) можно очень серьезно влиять на звучание ударных. Если инструменты не «разделить», то приличного результата добиться не удастся. В боль-

РЕПОЗИТОРИЙ МГЗ

шинстве же случаев проникновение вреда не приносит. Ударная установка – единый инструмент.

Применение компрессора позволяет сделать звучание барабана более плотным. Крайне желательно использование лимитера, который не даст уровню подняться выше заданного. С распространением нестойкой к перегрузкам цифровой звукозаписывающей техники без лимитера обойтись очень сложно.

Если не удалось получить приличного звучания установки, тогда барабаны помимо микрофонов часто снабжают акустическими триггерами, включенными в MIDI конвертер, который в свою очередь подключается к звуковому модулю или семплеру. В результате удар по барабану преобразуется в MIDI сигнал, запускающий нужный вам звук, что превращает живую установку в комбинированную акустически-электронную. Таким образом, можно в любых пропорциях смешивать звук живых барабанов с электронным, а при наличии семплера, и вообще практически с любым звуком. Возможности подобных систем очень широки и, как правило, используются как в студиях, так и на концертах.

Запись акустических, электрических и бас-гитар

Источник звука

Как всегда, лучшую запись можно получить в том случае, когда хорош сам источник звука и акустическое пространство, в котором происходит запись (если используются микрофоны).

В отличие от акустической гитары, при записи электро- и бас-гитар звучание инструмента определяет сочетание самой гитары и усилителя, а также используемой гитаристом обработки.

Так как наилучший звук усилителя получается при достаточной громкости, не рекомендуем помещать его в аппаратной.

Предусилитель и D-box

Самый простой способ записи электрических инструментов – подключить их непосредственно в пульт, так называемая «запись в линию». Этот спо-

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

соб, применять рекомендуется только в особых случаях. Намного лучший вариант – запись через предусилитель или устройство прямого подключения (Direct Inject box). Советуем использовать только активные D-box.

Микрофоны

Есть некоторые стандартные позиции микрофонов относительно источников звука, однако гитары позволяют вам намного больше возможностей экспериментировать с их расположением. Так, хотя акустическую гитару чаще всего записывают, располагая микрофон перед ней, ничто не мешает вам попробовать установить микрофон сверху за гитаристом, ведь это именно тот звук, который слышит исполнитель.

Не следует размещать микрофон слишком близко к источнику звука. Микрофон, размещенный на расстоянии, принимает более естественный звук. Для акустических инструментов попробуйте для начала расположить микрофон на таком расстоянии от инструмента, которое равно длине самого инструмента. Если вы записываете несколько инструментов, каждый своим микрофоном, старайтесь соблюдать правило «3:1». Оно гласит, что расстояние между микрофонами должно быть, как минимум, в три раза больше, чем расстояние от микрофона до источника звука. Именно проникновение звука в другие микрофоны является основной проблемой при записи в помещении с малыми размерами.

Акустическая гитара

Для этого инструмента характерен широкий диапазон производимых им частот. Поэтому лучше использовать конденсаторный микрофон. Чаще всего микрофон направляют на середину между местом соединения грифа с корпусом и резонирующим отверстием. Направление непосредственно на отверстие в корпусе приводит к излишне гулкому звучанию.

При записи двумя микрофонами попробуйте установить второй со стороны правой руки исполнителя, на линии продолжения гитарного грифа. Расстояние от него до гитары должно быть таким же, как и у первого микрофона.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Электрогитара

Хотя наилучший звук можно получить при записи с усилителя (комбо-усилителя), в условиях небольшой студии такой способ иногда вызывает больше проблем, чем решает. Это проникновение между микрофонами, или недостаточное качество самих гитарных усилителей.

Поэтому достаточно часто используются имитаторы усилителей и комбо, так называемые спикосимуляторы, которые не только позволяют вам подключить гитару непосредственно к линейному входу (как и D-box), но и пытаются имитировать звучание, возникающее при употреблении связки комбо – микрофон. Популярные модели подобных устройств (Tech 21 SansAmp PSA 1 и DigiTech GSP 2001).

Одно из самых больших воздействий на звук при записи с комбо-усилителя оказывает расположение микрофона. Только экспериментирование позволит вам выбрать оптимальное место, но для начала установите микрофон в 20—30 см от комбо, слегка под углом и направьте его на один из динамиков. Часто используются микрофоны моделей Shure SM 57 или Electro-Voice RE 20. Для передачи акустики помещения можно метрах в двух от источника звука установить конденсаторный микрофон, например, AKG C 414. Нередко этот микрофон направляют в сторону от комбо.

Бас-гитара

В процессе студийной записи бас-гитара получает обычно меньше всего внимания. А ведь именно она составляет как ритмическую (вместе с барабанами), так и гармоническую основу записываемого произведения.

Если ваша цель – мощный роковый звук, то надо писать с комбо, причем лучше использовать специализированный микрофон (обычно это те же модели, что применяются при записи бас-барабана), например, AKG D 112. Нередко используются Electro-Voice RE 20 и Sennheiser MD 421. Для начала можно направить микрофон в середину между центром и краем одного из динамиков. Для эффекта акустики помещения можно установить конденсаторный микрофон в нескольких метрах от усилителя.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

При отсутствии возможности записать с комбо используйте устройства прямого подключения или предварительные усилители. Для получения мощного звука хорошо применять ламповую технику, например, предусилитель или компрессор. Существуют также ламповые устройства прямого подключения.

Компрессирование часто используется для получения более ровного звука баса. Однако некоторые специалисты предпочитают некомпрессированный сигнал. Все зависит от исполнителя и инструмента, если громкость прыгает на разных струнах и нотах, то звук можно подровнять компрессором. В случае ровного исполнения достаточно лимитировать пики сигнала для предотвращения перегрузки.

Тема 13. Запись классических музыкальных инструментов

Фортепиано

Фортепиано по принципу звукообразования относится к группе струнно-ударных инструментов (в эту группу также входят народные инструменты: цимбалы и дульсимер). Есть два типа фортепиано: рояль с горизонтальным расположением струн, и пианино с вертикальным. Обычно для записи используется рояль.

Фортепиано – наиболее сложный для записи инструмент. Он обладает широким динамическим диапазоном, который, в основном, зависит от плотности фактуры. Так, динамический диапазон одной ноты равен 35 дБ, а при аккордовой фактуре – до 50 дБ. У рояля довольно узкий частотный диапазон – весь его спектр простирается от 28 Гц до 6 кГц, при верхнем звуке в 4 кГц.

В низком регистре основной тон выражен слабо. Характерная особенность рояля – неравномерный по регистрам спектр: басы обладают густым, сочным тембром, в звуке много негармонических обертонов, а звучание дискантов имеет более бедный, металлический тембр. Тембр рояля еще очень зависит от громкости исполнения. Чем громче звук, тем больше в нем обертонов, особенно в момент удара молоточка по струне. Вообще, рояль характерен очень яркой атакой, ударным звуком, который проявляет все акустические дефекты

РЕПОЗИТОРИЙ МГЗ

помещения. Время атаки для дискантов составляет 10 мс, а для басовых нот – 20 мс. Характерным в этом смысле является звучание дискантов, когда из-за малой длины струны молоточек фактически бьет по деке инструмента и ноте сопутствует громкий стук.

Расположение струн и деки, форма корпуса фортепиано, наличие верхней крышки, отражающей звуковые волны, придают его характеристикам направленности специфический вид. Если частоты ниже 1 кГц распространяются более равномерно, то для более высоких частот максимальная интенсивность излучения направлена в сторону клавиатуры и узкого закругленного конца инструмента.

В отличие от скрипки и других инструментов, в звучании которых ценится их индивидуальность, для рояля характерна унификация тембра. Идеальным роялем считается концертный Steinway & Sons с его звуковой концепцией, ориентированной на большой зал.

Рояль очень легко расстраивается, особенно дисканты. Звукорежиссер должен знать особенности строя инструмента и его настройки, а также возможные места возникновения шумов. В рояле могут дребезжать предметы, попавшие на деку, резонировать болтающиеся оси в петлях крышки, поскрипывать ножки или педальная лира там, где они крепятся к корпусу. Часто неприятности доставляет постукивание механизма левой педали и т.д.

Роялю свойственен камертонный характер звука, без вибрации. При записи рояля особенно проявляется флаттер-эффект акустически неудачного помещения. Если по такому залу передвигаться во время игры пианиста, можно услышать фазовое вибрато из-за стоячих волн. Длинная реверберация еще усугубляет такое вибрато. Звук начинает "плыть". По этой же причине при использовании искусственной реверберации нельзя пользоваться эффектами типа chorus, spin и т.п. Рояль вообще плохо поддается искусственной реверберации. Из-за ограниченности спектра, звук рояля плохо реагирует и на частотную коррекцию.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Очень характерный и легко возникающий дефект при записи – разноплановость регистров рояля. Как правило, дисканты "улетают" и звучат издали, а средний регистр приближается. Это происходит потому, что стук молотков по деке, сопутствующий звуку дискантов, хорошо реверберируется и "провоцирует" их воздушность. Кроме того, крышка рояля создает направленность в основном для звуков среднего регистра. Для устранения этого дефекта есть два пути: "подогнать" общий план к плану дискантов, оставляя микрофоны подальше, или использовать звук, отраженный от открытой крышки рояля, располагая микрофоны в точке, откуда видно отражение струн дискантов на внутренней поверхности крышки. В исключительных случаях можно открыть откидную часть крышки. Тогда звучание дискантов сразу обострится, станет конкретным, но примет ударный характер, будет слышна работа молоточкового механизма. Но для некоторых произведений современной музыки такой вариант вполне возможен.

При записи рояля легко возникают резонансы, которые проявляются в "выскакивании" какой-нибудь ноты, обычно, в районе второй октавы. Это результат интерференции звуковых волн внутри помещения, или неправильной расстановки микрофонов. Избавиться от этого эффекта в первом случае можно, только переставив инструмент.

Кое-что следует сказать об использовании левой педали. Она должна употребляться при записи только в редких случаях для тембрового расцвечивания. Попытки сделать более глубокое piano с помощью левой педали приводят к вялому, невыразительному звуку, очень неравномерному в смысле интонировки. Зная эту особенность фортепиано, опытные настройщики, готовя рояль к записи, уменьшают ход клавиатуры настолько, что нажатие левой педали почти не вызывает перемещения молоточков относительно струн. Пианистов обычно такая "психологическая" педаль вполне устраивает.

Тембр рояля можно довольно широко изменять перестановкой микрофонов, если это требуется для адекватной передачи того или иного стиля : можно сделать, например, в звуке больше "дерева" или "металла". Так, звук излучается

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

от деки с одинаковой силой и вверх, и вниз. Но если ставить микрофон сверху, то можно получить металлический призвук, исходящий от струн. Микрофон, поставленный под рояль, дает много низкочастотных стуков и, звучание, как правило, оказывается неудовлетворительным.

Довольно ровное, мягкое, "деревянное", узкое "пианинное" звучание, пригодное в аккомпанирующей функции фортепиано, может дать стереомикрофон, расположенный на высоте обечайки рояля, и направленный вверх на внутреннюю поверхность крышки. Примерно такой же характер звука получается, если крышку закрыть совсем, вместе с откидной частью. Микрофон при этом располагается как бы в фокусе вогнутой части обечайки инструмента напротив пуговицы-замка. Этот способ дает, кроме мягкости звучания, большую равномерность регистров и глубокий низкий тембр басовых струн. К сожалению, при этом изгиб обечайки рояля играет роль отражателя, и в микрофон попадает довольно большая доля звука других инструментов. Тогда микрофон надо изолировать акустическим щитом.

Во всех случаях рояль надо стараться записывать с полностью открытой крышкой - только так можно добиться полного, сочного звучания. Закрытая крышка, вопреки общепринятому мнению, почти не влияет на громкость, но резко изменяет тембр, делая его глухим. Гораздо более удачное решение – заглушение нижней стороны деки. Для этого под рояль надо поставить несколько мягких банкеток, вроде тех, которые обычно стоят в фойе театров. Звука в зале объективно становится меньше и баланс с менее громким сольным инструментом становится лучше. Если все-таки надо записывать инструмент с закрытой крышкой, микрофон ставится за пюпитром и направляется на струны в районе второй октавы. Получается звук ударного характера, с шумом демпферов, довольно красивого тембра, но неравномерный по плану. Оптимально в этом случае ставить двусторонне направленный микрофон в середину инструмента над демпферами, чтобы оси направленности были направлены в стороны басов и дискантов. Красиво могут звучать PZM-микрофоны, приклеенные на внутренней стороне пюпитра.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

При записи музыки классического и романтического репертуара микрофон обычно располагается так, чтобы он был направлен на дискантовые струны и находился примерно на высоте верхнего края открытой крышки, и чтобы на него не попадали отражения от внутренней поверхности крышки. Существует довольно удачная точка расположения микрофонов, когда стереопара АВ на высоте около 2,2 метров находится у узкой части рояля на расстоянии примерно 1,5…2,5 метров от инструмента и направляется на дисканты. Такое расположение дает довольно красивый густой и сочный звук с глубокими басами и блестящими дискантами. Необходимо только найти расстояние между головками микрофонов, обеспечивающее фазовую совместимость.

Чтобы использовать естественную реверберацию помещения, можно применить при этом микрофоны с круговой характеристикой направленности.

Рояль в эстраде часто используется в качестве инструмента ритм-секции, и записывается близким планом, без реверберации. Часто требуется разделение правой и левой рук, потому что они выполняют разные функции. Для установки таких сверхблизких микрофонов существуют две яркие по звуку точки: в месте крепления струны на штеге, и в месте удара молотка по струне. В первом случае звук получится более округлым, "деревянным"; во втором звук становится предельно жестким, с металлическим звоном. Применяется иногда следующий способ записи: микрофон направляется на деку через одно из отверстий в раме инструмента, вблизи замка. Тембр получается скорее "деревянным", нежели "металлическим", и довольно далеким, но для кантилены он может быть хорош.

Эстрадный рояль, выполняющий ритмообразующую роль, обычно записывается одним микрофоном, расположенным в районе струн второй октавы. В этом случае получается яркое, ударное звучание инструмента, однако неравномерное по регистрам – басы будут звучать отдаленно, неконкретно. Для записи джазовой игры с использованием всех регистров приходится применять два или три микрофона. Очень эффектно звучат несколько PZM-микрофонов, прикрепленных к внутренней поверхности обечайки, или к обратной стороне пюпитра.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

При записи рояля в составе эстрадного ансамбля существует большая проблема его звукоизоляции. Дека рояля является естественным акустическим приемником любых посторонних звуков, прежде всего барабанов и особенно баса, чей звук, в силу большой длины волны, легко огибает преграды и попадает во все микрофоны. Спастись от этого можно, только акустически изолировав рояль от других инструментов. Для этого крышка поднимается на маленький костыль, пюпитр снимается, рояль накрывается каким-нибудь плотным чехлом, и пюпитр кладется сверху на чехол. В качестве чехла надо использовать что-нибудь плотное вроде половика или ковра. При этом желательно для страховки чем-нибудь подпереть хвостовую часть крышки. Микрофоны ставятся внутрь, к струнам.

Однако, как правило, по-настоящему хорошего звука таким способом получить не удается. Гораздо выгоднее записывать рояль отдельно, с последующим наложением. Поэтому часто рояль сначала записывают синхронно с другими инструментами, чтобы иметь черновую дорожку, а потом переписывают его отдельно начисто.

Клавесин

Клавесин, несмотря на внешнее сходство с фортепиано, относится, по принципу звукообразования, к группе струнно-щипковых инструментов, вместе с другими безгрифовыми щипковыми: арфой, цитрой, гуслями, кобзой, бандурой и пр. Звук в нем извлекается щипком перышка по струне.

Правила записи рояля относятся и к клавесину, но у клавесина существуют свои особенности. Акустический уровень клавесина очень низкий, приблизительно на 15…20 дБ ниже рояльного, из-за чего возникает проблема - каким уровнем записывать клавесин. Если максимальным, то при обычной громкости прослушивания он будет казаться неестественно громким, грохочущим и скрежещущим.

Большое количество обертонов клавесина лежит в области наибольшей чувствительности слуха, так что клавесин хорошо слышен и легко различим в оркестре. Из-за низкого уровня звука клавесина во время записи проявляются

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

все посторонние шумы студии. Отстроиться от них позволяет более близкое расположение микрофона, или обрезка низких частот до 150…200 Гц, потому что ничего ниже этих частот клавесин не воспроизводит, а его басовые ноты почти не дают основного тона.

Так как в клавесине нет рамы, как у рояля, и струны держатся на одном корпусе, он очень легко теряет строй. Поэтому присутствие настройщика на записи считается обязательным. Особенностью клавесинной игры является характерный звякающий звук, который возникает, когда при отпускании клавиш клавесинные перышки возвращаются на свое место. Он может особенно раздражать в конце пьесы при снятии заключительного аккорда. Смягчить этот эффект можно, сделав на месте "звяка" склейку, и убрав на ней уровень.

Не стоит располагать микрофон слишком близко к перышкам клавесина, так как план получится очень близким, и клавесин нарушит общую панораму в оркестре.

Старинные клавесины обладают очень тонким и хрупким корпусом и характерными формантами, которые придают звучанию клавесина характерную "носовитость". Современные фабричные инструменты, сделанные "с запасом прочности", довольно безлики по тембру. При записи тембр клавесина можно сделать более аутентичным с помощью параметрического корректора, выделив форманту около 700 Гц. Вообще, клавесин с его широким спектром хорошо откликается на любую частотную коррекцию.

Челеста

Челеста – очень тихий инструмент, а ее частотный диапазон от 260 до 4200 Гц. Динамический диапазон челесты всего 20 дБ. Ее тихий звук заставляет ставить микрофон очень близко, и это может нарушить план в общей картине.

Существуют две разновидности колокольчиков (глокеншпиль), различающихся по способу звукоизвлечения на них: с палочками и с клавиатурой.

Все ударные инструменты красиво и мощно звучат с большой реверберацией. Но из-за быстрой атаки и импульсного сигнала они выявляют недостатки помещения или ревербератора. Флаттер-эффект, например, проявляется на них

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

наиболее ярко. Применяя ближний микрофон при записи симфонического оркестра, надо устанавливать его гораздо дальше, чем для других инструментов, так как иначе неизбежно появление ударных на ближнем плане.

Арфа

Арфа – струнный щипковый инструмент без грифа. Щипок производится пальцами обеих рук безногтевым способом. Арфа – довольно тихий инструмент, ее динамический диапазон не превышает 20 дБ. Частотный диапазон арфы укладывается в пределах 36 Гц…15 кГц а ее единственная форманта находится вблизи 250 Гц.

Этот инструмент обладает собственной реверберацией, т.к. струны в нем всегда колеблются свободно, и глушатся только руками музыканта. Звучащей частью у арфы является дека, на которую и направляется микрофон. Если музыкант не очень квалифицированный, при его игре могут появиться мешающие призвуки – стук педалей, дребезжание от прикосновения пальцем к звучащей струне. Существует старый способ ослабить стук педалей – расположить микрофон за головой арфиста, однако тембр в этой точке не очень интересен.

Местонахождение арфы в оркестре при американской рассадке очень невыгодно: близко расположены громкие инструменты, вроде труб и ударных. Это вынуждает ставить микрофон гораздо ближе, чем следовало бы. Таким образом, возникает опасность получить арфу ближе других инструментов в общей картине.

Нельзя забывать о том, что во время игры арфа кладется на плечо исполнителя, и при этом верхушка инструмента передвигается приблизительно на полметра. Эту особенность необходимо учитывать, устанавливая микрофон очень близко, когда оркестр еще не расселся по местам. Арфисты не любят сидеть на красных коврах, так как выделенные этим цветом ноты "до" с ним сливаются.

При записи двух арф можно использовать двусторонненаправленный микрофон, направив оси на оба инструмента. Но в симфоническом оркестре такая расстановка не всегда удобна, потому что в этот микрофон могут попасть

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

находящиеся рядом более громкие инструменты. В таком случае лучше использовать два кардиоидных микрофона или стереомикрофон.

Орган

Орган – это духовой инструмент, в котором воздух в трубы подается механическим способом, а сами трубы делятся на язычковые, в которых звук образуется как в аккордеоне, и лабиальные, звук в которых образуется как у флейты. Регистры басовых труб органа измеряются в футах. Самая низкозвучащая труба – 32 фута, далее идут 16 и 8 футов.

Размеры органов бывают самыми разными. Существуют крошечные переносные органы-портативы – западноевропейские аналоги нашей гармоники. Они сейчас очень редки, и употребляются только в ансамблях, аутентично исполняющих средневековую музыку. Чаще встречаются комнатные органы-позитивы, имеющие два-три регистра. Они применяются в составе basso continuo в оркестре или в камерно-инструментальной музыке стиля "барокко".

И, наконец, существуют всем известные стационарные, большие "церковные" органы, для которых существует громадная литература всех времен и стилей. Эти инструменты проектируются и строятся для конкретного помещения, учитывая его акустические особенности.

Поэтому звукорежиссер вправе изменять "размеры" звукового образа как инструмента, так и зала, исходя из традиций исполнения определенной музыки. Например, можно из инструмента в зале средних размеров соорудить орган Кельнского собора. Однако браться за такую операцию стоит, имея в распоряжении очень хороший ревербератор, уровня Lexicon 448 или 300, или TC Electronic M3000. С другой стороны, иногда можно "уменьшить" размеры инструмента, записав его очень сухо. Для этого можно поставить микрофон внутрь органа, прямо над трубами.

Лабиальные трубы органа очень стабильны и не требуют подстройки. Язычковые трубы, наоборот, очень легко теряют строй, и за этим нужно постоянно следить, иначе могут возникнуть биения.

РЕПОЗИТОРИЙ ИОЗ

Орган – не очень сложный для записи инструмент, если знать основные приемы расположения микрофонов.

Основная трудность записи органа заключается в создании гармоничного сочетания звучания зала с звучанием инструмента.

Акустические условия помещения крайне важны для создания красивого звучания органа в записи. Так, если объем зала довольно велик, и время реверберации более 2,5 секунды, инструмент можно записывать, используя естественную акустическую среду. В небольших или "сухих" залах при записи не обойтись без применения искусственной реверберации. Поэтому, приступая к такой работе, надо обязательно подготовить соответствующую аппаратуру. Впрочем, звук органа очень хорошо реверберируется и при последующей обработке готовой записи.

Динамический диапазон органа очень благоприятен для работы, потому что в его звучании нет как очень тихих звуков, так и очень громких (орган не может играть громче, чем звучит его регистр tutti); и в целом его диапазон не превышает 35…40 дБ. Благоприятна для записи мягкая атака органа – до 300 мс. Установление звука происходит в два этапа: сначала в органной трубе, потом в зале. Время установления звука различно у нот разной высоты. Орган – это единственный акустический музыкальный инструмент, который создает стационарные звуки. Поэтому на низких звуках, длина волны основного тона которых соизмерима с размером помещения, образуются стоячие волны. Таким образом, чтобы установилась стабильная громкость какой-нибудь низкой ноты, звук должен отразиться от стен и начать интерферировать с прямым сигналом. Кстати, из-за этого точка расположения микрофона обязательно попадает у разных нот или в узлы, или в пучности. При попадании в узел может пропасть основной тон ноты, при попадании в пучность может непредсказуемо подскакивать уровень.

Досадной особенностью органа является низкочастотный гул из-за прохождения воздуха по воздуховодам. Этот гул в силу конструкции органа неустраним, а пользоваться при записи обрезными фильтрами крайне нежела-

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

тельно, ведь орган – единственный инструмент, реально воспроизводящий колебания самой нижней части частотного диапазона, от 16 Гц.

Размеры инструмента заставляют скрупулезно подойти к установке общего микрофона – он должен находиться на одинаковом расстоянии от всех труб органа.

При записи органа я использую следующую схему: на одинаковом расстоянии от всех труб располагается стереомикрофон с характеристиками направленности "кардиоида" или "широкая кардиоида". Исходя из требований совместимости, желательно применять систему XY, а не AB, так как указанные особенности распространения звука в зале приводят к несовместимому сигналу на отдельных нотах, что особенно недопустимо для микрофона прямого звука. Еще два микрофона устанавливаются напротив левых и правых труб педали, так как они оказываются далеко от основного микрофона. (Иногда возникают проблемы с недостаточной высотой стоек, особенно при записи органа в церквах.) В зале устанавливаются широко расположенные дальние микрофоны "воздуха" по системе AB или 3 AB с круговой характеристикой. Расстояние от них до органа может быть достаточно большим - вялая атака органа позволяет использовать задержку сигнала до 100…120 мс.

Деревянные духовые инструменты

Звук деревянных духовых инструментов возникает в результате резонирования внутри трубки столба воздуха, длина которого меняется музыкантом от мундштука до первого открытого отверстия. Эти инструменты относительно просты в записи, так как почти все имеют небольшие динамические и частотные диапазоны. Наибольшие трудности возникают при попытках избавиться от сопутствующих шумов, вроде стука клапанов и шипения воздуха.

Стук клапанов, как высокочастотный и импульсный сигнал, отсутствует в диффузном поле зала и не отрабатывается искусственной реверберацией. Поэтому эти шумы звучат всегда более близким планом, чем полезный звук. Это происходит как при использовании ревербератора, так и при сочетании сигналов ближнего и дальнего микрофонов. Особенно сложны в этом отношении

РЕПОЗИТОРИЙ МГЗ

низкорегистровые разновидности деревянных инструментов, такие, как бас-кларнет, английский рожок, альтовая и басовая флейты.

Все деревянные духовые инструменты не имеют выраженных характеристик направленности звук излучается примерно из того отверстия, которое определяет высоту ноты. Общие тенденции таковы на низких звуках излучение происходит в направлении, перпендикулярном инструменту. Излучение из раструба практически отсутствует, оттуда излучаются только частоты порядка 5…8 кГц, что может быть использовано для получения специальных эффектов.

Общим для всех деревянных духовых инструментов является уменьшение динамического диапазона в крайних регистрах. В верхнем регистре это происходит за счет того, что музыканты извлекают ноты с передуванием, и это делает невозможной тихую игру. Нижние ноты, наоборот, не берутся громко, так как малейшее усиление звука приводит к возникновению ноты на октаву выше.

Для бас-кларнета и контрафагота, как и для любого низкочастотного источника звука, важную роль в звукообразовании играет акустика помещения. При недостатке низкочастотной реверберации звук инструментов становится плоским, трещащим, без басов.

Все духовые инструменты, и деревянные в том числе, страдают плохим legato, особенно на скачках, что происходит из-за самого принципа перехода с ноты на ноту. Поэтому духовые инструменты очень хорошо отзываются на реверберацию, которая заметно украшает их звучание.

Наличие ярких одиночных формант позволяет существенно трансформировать тембр инструментов с помощью параметрических фильтров.

Флейта

Флейта – очень выразительный инструмент. Ее динамический диапазон в среднем регистре – 35 дБ (от 50 до 85 дБ). В высоком и низком регистрах он сокращается до 20 дБ. Основные тоны флейты занимают диапазон от 261 Гц до 2 кГц. Спектр флейты содержит довольно мало гармонических составляющих,

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

вместе с которыми ее диапазон расширяется до 9 кГц. Время атаки у флейты составляет 50 мс.

В звуке флейты существует два вида помех: это стук клапанов, который зависит от качества инструмента и манеры игры, и шум воздуха, выдуваемого музыкантом.

Микрофон может ставиться в зависимости от жанра записываемой музыки в двух местах. Традиционная рекомендация – расположить микрофон сзади головы исполнителя. Такая постановка дает красивый, округлый звук без шипения. Это удобно для записи классической музыки. При записи "воздушной" музыки, вроде "Мелодии" Глюка, микрофон должен быть очень далеко от инструмента. У меня есть довольно удачная запись, когда музыкант встал совсем не там, где для него был поставлен микрофон, и звук пошел на все оркестровые микрофоны. Когда флейта играет ритмообразующую роль, как, например, в джазе, то шипение воздуха и даже подпевание флейтиста могут выполнять некоторую художественную задачу. В таких случаях микрофон ставится спереди. Выпускается даже специальный минимикрофон, который укрепляется прямо на головке инструмента.

Существуют разновидности флейты, такие, как флейта-пикколо, альтовая флейта in G и очень редкая басовая in C. Флейта-пикколо на высоких нотах звучит очень пронзительно, чем вызывает трудности при создании баланса в оркестре. Иногда приходится отодвигать музыканта на несколько метров от ансамбля и изолировать акустическими щитами. Частотный диапазон флейты-пикколо от 523 Гц до 4 кГц, спектр до 12 кГц.

Альтовая флейта звучит довольно мягко и легко записывается. Басовая требует сильной коррекции в районе малой октавы – основные тона у низких звуков этого инструмента почти отсутствуют, в звуке очень много призвуков – шипения и стука клапанов.

Гобой

Гобой имеет динамический диапазон 30 дБ. Самая нижняя нота его равна 230 Гц (b малой октавы). Спектр гобоя достигает 8,5 кГц. Частотный спектр ин-

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

струмента имеет две форманты: это 1,1 кГц, которая придает звучанию гобоя характерную "носовитость", и форманта в области 3,2 кГц, которая заставляет инструмент звучать звонко и несколько крикливо. Время атаки в низком регистре 20 мс, в высоком – 10 мс. Кроме стука клапанов, гобой имеет довольно мало шумов.

Микрофон на гобой ставится перпендикулярно инструменту спереди или сзади, из-за головы исполнителя, что резко уменьшает стук клапанов. Специальным эффектом является установка микрофона напротив раструба, между ног музыканта, что придает звучанию народный "жалеечный" характер.

Разновидность гобоя, английский рожок, имеет в целом те же характеристики, что и гобой. Однако, при равном расстоянии от микрофона до инструмента, английский рожок будет звучать дальше, чем гобой, из-за более слабой верхней форманты.

Кларнет

Из всей группы кларнет обладает самым широким динамическим диапазоном – 48 дБ. На низких нотах он может играть pianissimo на уровне шумов зала. Это очень выразительный инструмент, имеющий довольно большую сольную литературу.

Спектр кларнета от 140 Гц до 9 кГц. Характерной тембровой особенностью является подчеркивание нечетных гармоник. Время атаки у кларнета 15…20 мс, но может достигать и 50 мс.

Кларнет имеет несколько разновидностей. Это две основные (кларнеты in A и in B), кларнет in Es, очень яркий, несколько кукольный по тембру, и бас-кларнет, который имеет самый густой и низкочастотный звук из деревянных духовых инструментов симфонического оркестра. Микрофон на кларнет ставится так же, как на гобой. Расстояние до микрофона регулируется на слух, чтобы стук клапанов не привлекал к себе внимания, а тембр инструмента оставался ярким.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Фагот

Фагот – довольно тихий, со средними выразительными возможностями инструмент. Его динамический диапазон не превышает 30 дБ.

Спектр фагота от 60 Гц до 2,5 кГц. Имеются две форманты: 500 Гц, придающая инструменту густоту, и 1,5 кГц, за счет которой инструмент звучит довольно певуче. Как все низкозвучащие инструменты, фагот имеет медленную атаку. Ее время у фагота в низком регистре 100 мс, в высоком 50 мс. Поэтому фагот трудно расслышать в оркестре, а для виртуозной игры требуется недюжинное мастерство.

Микрофон на фагот ставится обычно перпендикулярно инструменту спереди или со спины музыканта.

Разновидность фагота – контрафагот. В его звуке очень ярки высокие обертоны, которые субъективно воспринимаются как треск, особенно на низких нотах.

Саксофон

Этот инструмент, хотя и изготавливается из металла, относится по конструкции к группе деревянных духовых. В симфоническом оркестре саксофон применяется довольно редко - можно вспомнить соло во второй части Симфонических танцов Рахманинова и "Арлезианку" Бизе. В "Болеро" Равеля саксофоны сопранино, сопрано и тенор играют несколько проведений темы. Чаще можно встретить камерную музыку для саксофона, но в основном это, конечно, джазовый и эстрадный инструмент. Саксофон очень "фоногеничен". У него малое, по сравнению с мощным ярким звуком, количество шумов. Сочный тембр, широкий спектр выделяет инструмент на фоне любого ансамбля.

Как и все деревянные духовые инструменты, саксофон не имеет выраженной направленности. Существует, впрочем, удобная возможность располагать микрофон в раструбе инструмента. Звук в этой точке не очень красив без применения обработки, но это единственная возможность установить микрофон озвучки. Очень красивый звук саксофона получается, если перед инстру-

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

ментом установить два микрофона на расстоянии от полуметра до метра, и спанаромировать их в одну точку, или сильно сузить базу.

Тогда раскачивающийся при игре музыкант сам создаст эффект фленджера за счет "плавающего" вычитания обертонов.

Медные духовые инструменты

Медные духовые инструменты отличаются от всех остальных музыкальных инструментов ярко выраженной направленностью. Звук у медных духовых излучается узким факелом из раструба. Только на самых низких нотах направленность основных тонов близка к круговой. Медные духовые отличаются также довольно большой громкостью звука и почти полным отсутствием шумов.

Резонатор у медных духовых инструментов - это мундштук. От формы мундштука зависит тембр инструмента и его форманта. Чашкообразные мундштуки, которые применяются у труб и тромбонов, подчеркивают высокие частоты. Воронкообразные мундштуки у валторн подавляют высокие частоты. Чем мельче мундштучная чашка, тем выше будет форманта. Сурдины медных духовых инструментов вводят или подавляют дополнительные форманты в звучании инструмента.

Все медные духовые инструменты трудны в записи. Во-первых, музыканты не могут играть долго, потому что у них устают губы, и тогда страдает интонация, и начинаются "киксы" (особенно характерно это для валторн). Во-вторых, строй медных духовых инструментов в очень большой степени зависит от температуры окружающего воздуха и самого инструмента. Разогретый инструмент звучит существенно выше холодного. Этот эффект свойственен, кстати, и деревянным духовым инструментам, но в меньшей степени. Настроить инструмент, только выдвигая кроны, трудно, ибо такая настройка распространяется не на весь звукоряд. В-третьих, медные духовые инструменты имеют очень большой оптимум реверберации. Чтобы получить красивую запись, их надо располагать в помещении большого объема и довольно далеко от слушателя. В том случае, если им аккомпанирует рояль, возникает некоторое противоречие в желаемых планах инструментов.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Медные духовые инструменты в оркестре обычно не требуют индивидуальных микрофонов, потому что из-за своей яркой направленности достаточно хорошо идут на общие микрофоны. Важно только, чтобы они были правильно расположены на сцене.

При записи сольных медных духовых инструментов ближний микрофон нужно ставить осторожно. Большой оптимум реверберации требует большого объема для красивого, мощного звучания инструмента. Близкий же микрофон в этом случае даст плоский, "худой" звук, да еще с "плевком". Такой сигнал обязательно придется украсить реверберatором, так как близко звучащие медные духовые инструменты звучат резко, грубо, слушаются некомфортно.

Сверхблизкое (20-30 см) расположение конденсаторного микрофона опасно, потому что пиковые значения сигналов трубы и тромбона гораздо больше эффективного (приводимого в качестве предельного звукового давления), и эти короткие выбросы сигнала могут быть искажены усилителем конденсаторного микрофона. Инструмент при этом звучит как бы через папиросную бумагу. Поэтому лучше использовать динамические, а еще лучше, ленточные микрофоны. Есть рекомендации направлять микрофон не прямо в раструб, а немного сдвинув на его стенку. (Правда, трудно себе представить настолько неподвижного исполнителя, чтобы выполнить эту рекомендацию.)

Валторна

Динамический диапазон валторны в нижнем регистре – 40 дБ, в верхнем регистре – 20 дБ. В высоком регистре валторна играет более громко. Частотный диапазон основных тонов 55…700 Гц. Спектр и, следовательно, тембр валторны очень сильно зависят от громкости исполнения. При тихой игре спектр довольно редкий и достигает только 2 кГц. Звук при этом очень мягкий и округлый. Как все звуки, бедные обертонами и близкие по форме сигнала к синусоиде, звук валторны всегда приводит к появлению модуляционных искажений при аналоговой записи. При игре mezzo-forte спектр расширяется до 4…5 кГц, а при громкой игре достигает 7 кГц, и делает звук звонким и ярким. Время атаки 50 мс это говорит о том, что валторна не очень подвижный инструмент.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

При игре валторна расположена раструбом назад, и слушатель привык слышать звук валторны отраженным. Поэтому из всех медных духовых у валторны самый большой оптимум реверберации. Если расположить микрофон близко к раструбу валторны, то можно получить жесткий тембр, напоминающий тромбон. Микрофон лучше ставить спереди, а позади музыканта расположить отражающий щит, но на расстоянии не более полуметра. Если все-таки придется направлять микрофон в раструб валторны, то надо соблюдать некоторую дистанцию.

Труба

Труба – инструмент, обладающий большими виртуозными возможностями. В низком регистре труба имеет довольно большой динамический диапазон - 35 дБ (от 53 до 88 дБ). В высоком регистре у трубы увеличивается акустический уровень, и динамический диапазон сужается до 15 дБ. Частотный диапазон трубы на основных тонах 230…1180 Гц, спектр простирается до 9 кГц. Время атаки от 10 до 20 мс. Гармоники возникают позже основного тона. Так, третья гармоника появляется через 40 мс после возникновения сигнала.

Семейство труб включает в себя такие инструменты, как корнет, флюгельгорн, барочная труба.

Тромбон

Тромбон обладает очень красивым густым и сочным звуком. Его динамический диапазон равен 36 дБ. Частотный диапазон основных тонов 50…580 Гц. Тромбон имеет богатый спектр, который достигает 8 кГц. В звуке тромбона имеется сорок обертонов, из которых двадцать очень громких. Время атаки 20 мс. Обычная разновидность тромбона – бас-тромбон с квартовым вентилем ничем, в сущности, по звуку не отличается от обычного инструмента. Изредка встречается "кавалерийская" разновидность тромбона – помповый тромбон. Он интересен сочетанием тембра тромбона с атакой звука и техникой, свойственной трубе.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Туба

Динамический диапазон тубы равномерен во всех ее регистрах и равен 42 дБ. Частотный диапазон на основных тонах 33…330 Гц. Инструмент очень мягкий по тембру, спектр его достигает всего 4 кГц. При необходимости применить индивидуальный микрофон, он ставится довольно высоко сверху и направляется в раструб. При записи диксиленда, в котором туба играет роль баса, очень красивый и упругий звук получается, если ненаправленный микрофон прикрепить струбцинкой за край раструба.

Ударные инструменты

Все ударные инструменты имеют несколько общих особенностей.

Во-первых, их сигнал принципиально является ненаправленным и равномерно распределяется в пространстве.

Во-вторых, ударный характер сигнала с короткой атакой сочетается у этих инструментов с большим динамическим диапазоном, что может приводить к перегрузкам и требует от всего тракта хорошей передачи переходных процессов.

Звукорежиссеру надо помнить, что тембр ударных инструментов сильно зависит от материала, размера и веса палочек, которыми играют музыканты. Поэтому, в отличие от других музыкантов, ударники могут существенно менять тембр и громкость своего инструмента в процессе исполнения.

В симфоническом оркестре ударные инструменты практически всегда оказываются в балансе, и в случае применения общего микрофона и акустики зала, не требуют индивидуальных микрофонов. Но, если в оркестре их много, ударные могут звучать с нарушением естественного плана дальше, чем весь оркестр. Тогда необходимо применить ближние микрофоны.

При традиционном составе ударных инструментов (литавры, тарелки, большой барабан, малый барабан, треугольник) вполне достаточно одного стереомикрофона, расположенного довольно высоко, на высоте 2…2,5 м. Его сигнал должен сочетаться с дальним расположением ударных инструментов в общей звуковой картине. Кроме того, музыканты-ударники обычно сидят довольно широко, поэтому трудно соблюсти баланс так, чтобы не выделить инстру-

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

мент, находящийся прямо перед микрофоном. У стереомикрофона, поставленного на группу, расположенную слева от дирижера (американская рассадка), можно перевернуть стороны, чтобы литавры остались слева, а не "убежали" вправо.

Литавры

Литавры – глухой низкочастотный инструмент спектр его простирается от 30 Гц до 1,5 кГц, обладающий очень большой мощностью (20…25 Вт). Динамический диапазон литавр огромен, и равен 80 дБ. Можно считать, что при нюансе "фортиссимо" именно литавры определяют верхнюю границу динамического диапазона симфонического оркестра. Литавры меняют высоту звука в зависимости от силы удара. Поэтому во время их настройки при нюансе piano нужно, чтобы они звучали чуть-чуть ниже нужной высоты так, чтобы во время игры forte высота была точной. Нужно следить за тем, чтобы подстроечный механизм работал бесшумно, особенно если требуется использовать его в художественных целях. Лучше всего звучат особенно при исполнении классики литавры без подстроечного механизма и имеющие котлы в форме полушария.

В редких случаях литавры нуждаются в индивидуальном микрофоне, потому что могут плохо прорабатываться из-за их низкочастотного спектра. Тогда ближний микрофон ставится примерно над головой ударника, чтобы охватить все литавры, стоящие перед ним полукругом.

В исключительно редких случаях можно поставить четыре микрофона (по микрофону на каждый котел), и применить коррекцию по высоким частотам для проработки удара по коже.

Большой барабан

Большой барабан самый низкочастотный инструмент в симфоническом оркестре. Спектр его начинается от единиц герц, а динамический диапазон равен 72 дБ. Максимум же энергии зависит от конструкции инструмента. Различают оркестровые барабаны с одинарной кожей и диаметром, доходящим до 1,5 м, и носимые барабаны с двойной кожей и тарелкой сверху. Когда в помещении мало низкочастотной реверберации, то большому барабану иногда требуется

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

индивидуальный микрофон, который ставится с обратной стороны от колотушки. Из-за отсутствия высоких частот в спектре большого барабана он при этом почти не приближается по плану.

Малый барабан

Малый барабан имеет динамический диапазон 70 дБ и частотный спектр от 500 Гц до 1 кГц, может достигать и 4 кГц. Малый барабан имеет пружину, которая натянута на нижней мембране инструмента и разбивает основной тон мембраны, с этой же целью на барабан кладутся сверху куски материи. Неприятной особенностью малого барабана является резонанс пружины при игре других инструментов (в частности, других барабанов в ударной установке, контрабаса и т.п.). Поэтому ближний микрофон малого барабана желательно уводить, когда он не играет. При записи ударной установки часто применяют гейт. Очевидные примеры применения ближнего микрофона у малого барабана – "Болеро" М. Равеля и 1 часть Седьмой симфонии Д. Шостаковича, хотя, как правило, в симфоническом оркестре малый барабан индивидуально не озвучивают.

Тарелки

Тарелки имеют динамический диапазон 62 дБ и очень широкий частотный спектр, от 30 Гц до 16 кГц. При ударе по тарелке в центре образуется неподвижный узел, а по краям - пучности. Соответственно, микрофон, установленный у центра, дает более узкополосное колокольное звучание чашки. По мере перемещения его к краю тарелки в звуке появляется все больше низких частот с тональным призвуком.

После удара низкочастотные и высокочастотные колебания затухают довольно быстро, и остаются звучать частоты от 1 до 4 кГц. Звук хороших тарелок должен быть тонально неопределенным.

Там-там

Там-там и все гонги отличаются тем, что узлы, в отличие от тарелок, у них по краям, а пучность в центре. В симфоническом оркестре для них не требуется установка ближних микрофонов, но в джазовой музыке, где они иногда применяются, точка установки микрофона ищется в зависимости от желаемого

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

результата: приближение к центру дает более низкий звук, удаление к краям – более высокий и тихий.

Треугольник

Треугольник должен быть тонально неопределенным. Спектр его начинается приблизительно от 800 Гц и простирается до 16 кГц. Тембр треугольника сильно зависит от толщины металлической палочки, которой играет ударник.

Ксилофон, маримба и вибрафон

Ксилофон и маримба – это два родственных инструмента, их звучание сильно зависит по тембру от типа палочек мягкие или жесткие у них концы. Тембр маримбы более глубокий, это зависит от резонаторов, которыми снабжены ее пластины.

Третий родственный инструмент – вибрафон – имеет металлические пластинки и резонирующие трубки под каждой пластинкой. Частота вибрации зависит от диаметра шкива, на который надевается пассик, вращающий ось с пластинками, перекрывающими резонаторы. Обычно бывает три скорости, которые музыкант выбирает, исходя их характера музыки. Некоторые модели имеют плавную регулировку скорости с помощью потенциометра. Частота вибрато регулируется в пределах нескольких герц. Вибрафон имеет демпферную педаль, аналогичную фортепианной, поэтому инструмент имеет большие колористические возможности.

Микрофон на все эти три инструмента ставится по традиции сверху над пластинками. Очень красивые результаты дает установка стереомикрофона с углом раскрытия от 120° до 180°, тогда звучание распределяется по всей базе.

Тема 13. Запись голоса

Человеческий голос – один из самых трудных для записи источников звука. Во-первых, он обладает острой направленностью. Во-вторых, при чтении текста звук человеческого голоса представляет собой импульсный сигнал, который ярко проявляет недостатки акустики помещения. В-третьих, ни один из источников звука не обладает таким разнообразием. Взрывные согласные ("б",

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

"п") сочетаются с распевными гласными, а плохослышные "импульсные" согласные "к", "т", "п" сочетаются с свистящими и шипящими "с"," ш", "щ".

Получается, что человеческий голос объединяет звуки, к которым звукорежиссер не может подойти с одной меркой. Вот мы и слышим часто записи, где полетные, хорошо реверберированные гласные сочетаются с близкими шипящими, а буква "с", посланная на плохой цифровой ревербератор, выглядит совершенно инородным, неестественно долгим звуком. Добавим к этому довольно большое количество шумов, особенно, если поставить микрофон слишком близко – это вдохи, различного рода чмоканья, высокочастотная сипотца.

У обычного (не "поставленного") человеческого голоса спектр не превышает 2…3 кГц. Работа по постановке голоса во многом направлена на расширение частотного спектра, и оперный голос достигает 5….7 кГц. Существует две певческих форманты: низкая 300…500 Гц, и высокая 2…3 кГц, которая придает голосу звонкость и выделяет его из целого оркестра. Характерной особенностью человеческого голоса является плохо выраженный основной тон, а вторая гармоника звучит в несколько раз громче. Очень многое в звучании певческого голоса зависит от школы его постановки. Хорошо поставленный голос имеет довольно равномерную громкость во всех регистрах. Но среди певцов часто распространен прием исполнения, который на музыкантском жаргоне иногда называется "пускать пузыри", когда удобные, резонирующие, эффектные ноты поются децибел на десять громче других. В таких случаях спастись от перегрузок можно только с помощью компрессора.

Нельзя ставить микрофон слишком близко, так как в этом случае тембр голоса, рассчитанного на большой зал, получится резким и жестким из-за большого количества высоких частот, присутствующих в звуке. Для яркого оперного голоса оптимальное расстояние до микрофона может достигать трех метров. Но вокалистам присуще стремление подойти к микрофону как можно ближе. Есть два способа "зафиксировать" местоположение певца: можно поставить перед ним пюпитр, а можно установить дополнительный микрофон, в который он будет петь. (Подключать к пульту его не надо...)

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

При записи концертов, в которых применяется звукоусиление, очень удобно установить микрофон записи на том же "журавле", что и микрофон усиления, но на 30…40 см ближе к вертикальной стойке. Для этого надо иметь специальное крепление, иногда называемое "паразит". Но такую установку должен осуществлять квалифицированный инженер, чтобы не возникли проблемы с "разными землями". При записи дикторского текста звукорежиссеры по традиции обычно стремятся к полному исключению акустики комнаты: дикторский текст всегда звучит сухо, отчетливо, и не ассоциируется с реальным помещением. И наоборот, при записи художественного чтения или театральных постановок ярко начинает проявляться эффект присутствия на спектакле, когда голос актера обогащается акустикой зала и воссоздается театральный интерьер. Для получения близкого плана расстояние до микрофона у диктора гораздо меньше, чем у певца. Из-за острой направленности голоса сразу становится слышным изменение плана звучания, даже если диктор немного отвернулся от микрофона - скажем, начал читать следующую страницу.

Человеческий голос при записи пения очень хорошо отзывается на реверберацию. При медленном темпе пения она может быть очень длинной, надо только обеспечить задержку в 30…50 мс, чтобы не пострадала дикция. А вот частотную коррекцию надо вводить очень деликатно. Широко применяются параметрические эквалайзеры на частотах, совпадающими с формантами голоса. Хорошо известный "фильтр присутствия" (presence), собственно, и был разработан, чтобы высветлить зону 2…3 кГц.

Чаще всего вокалисты при записи располагаются в отдельном, хорошо акустически заглушенном помещении, а объем создается искусственным образом при помощи обработки звука реверберatором. Однако если у вас нет заглушенного помещения, вполне можно использовать естественную реверберацию.

Выбор микрофона

Каждый исполнитель, каждая песня требуют индивидуального подхода. Но есть несколько критериев, от которых надо отталкиваться при выборе мик-

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

рофона. Так, динамические микрофоны характеризуются меньшим количеством высоких частот, но обладают большей стойкостью к перегрузкам. Для вокалистов с очень мощным голосом этот тип микрофонов может быть единственным приемлемым вариантом. Однако чаще для записи вокала используются все-таки конденсаторные микрофоны, причем микрофоны с большой мембраной. Конденсаторные микрофоны с малой мембраной дают менее окрашенный звук, который хорош при записи подпевок. Некоторые модели микрофонов, часто использующиеся для записи голоса: конденсаторные с большой мембраной – Neumann U 87, AKG C 414, Neumann TLM 193, Audio-Technica AT 4050; динамические – Shure SM 58, Sennheiser MD 421, Electro-Voice RE 20.

Процесс записи

Одна из основных проблем при записи вокала – взрывные согласные и шипящие звуки. Микрофон лучше поместить чуть выше линии рта, примерно на линии носа (если микрофон установлен сверху вниз), или чуть ниже линии рта (если микрофон установлен обычно), и не направлять его прямо в рот исполнителя. Можно применить и экран, он позволяет удержать наиболее активных вокалистов. Иногда помогает ветрозащита. Впрочем, для достижения эффекта интимности можно петь близко к микрофону, но тогда вокалист должен уметь это делать. От проникновения вибрационных шумов помогают подвеска микрофона (наиболее известный тип подвески – «паук», когда микрофон находится на растяжках) и стойка со специальными вибропоглощающими элементами в конструкции.

Есть два основных подхода к процессу записи. Первый – звук до записи не должен проходить дополнительной обработки. Кроме, возможно, динамической, например, компрессирования или лимитирования. Второй – вы можете спокойно обрабатывать звук всеми необходимыми средствами, включая эквализацию и реверберацию. Мы не рекомендуем применять второй способ тем, кто не обладает достаточным практическим опытом подобной записи

Одним из способов решения проблемы шипящих звуков является применение «деэссера» или компрессора вместе с эквалайзером.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Часто используется прием под названием «double track» (двойная дорожка). Это означает, что одна и та же вокальная партия не только прописывается на нескольких дорожках, но и воспроизводится при сведении с нескольких дорожек. Таким образом, звук получается более плотным (что особенно ценно для высоких теноров), а за счет неизбежных небольших расхождений в ритмике и высоте тона происходит естественное «хорусирование».

Последующая обработка

Если у вас есть несколько свободных дорожек можно применить метод монтажного редактирования. Запишите несколько полных (от начала до конца) вокальных партий, выберите лучший дубль, найдите неудачные места и перепишите вместо них удачные места с других дублей

Для решения проблем строя можно попытаться обработать уже записанную партию. Если у вас есть процессор, способный производить смещение высоты тона (pitch shifter), пропустите вокальную дорожку через него. При этом необработанная дорожка должна остаться. Установите смещение высоты тона на требуемую величину и переключайтесь на обработанный сигнал.

Тема 15. Оценочный анализ музыкальных фонограмм

Для оценки качества записанного материала звукорежиссёры пользуются следующими основными терминами:

Музыкальный(динамический) баланс – соотношение прямых сигналов. Баланс между инструментами в миксе.

Акустический баланс – соотношение прямых и отраженных сигналов. Здесь оценивается расположение и перемещение источников звука по глубине, а также наличие ясно выраженных звуковых планов (глубинных пластов).

Пространственное впечатление – это характеристика ощущаемого слушателем акустического пространства (реального или виртуального), в котором находится слышимый источник (источники) звука.

Тональный баланс– соотношение основных частотных зон в миксе-нижний регистр, средний и верхний (НЧ-СЧ-ВЧ диапазоны).

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Прозрачность – прослушиваемость голосов в многоголосной партитуре. Здесь оценивается различимость отдельных голосов в многоголосии.

Стереофоническое впечатление – локализация источников звука в горизонтальной плоскости. Оценивается логичность расположения источников звука по панораме.

Тембропередача – логичность АЧХ источников звука, достоверность передачи естественного первоисточника.

Слуховой образ может быть определен как психологическое представление звуковой сущности, которая демонстрирует некоторую когерентность в своем акустическом поведении. Мы структурируем акустический мир в терминах когерентных звуковых объектов, которые мы можем обнаружить, выделить, локализовать и идентифицировать. Когерентность в данном случае – это согласованное протекание во времени нескольких колебательных или волновых процессов, когда разность фаз этих процессов остается постоянной во времени или меняется по строго определенному закону.

Гештальт-психология (geschtalt, нем. «образ») утверждает, что для разделения и распознавания различной звуковой информации, приходящей к слуховой системе от разных источников в одно и то же время (игра оркестра, разговор многих собеседников и др.) слуховая система (как и зрительная) использует некоторые общие принципы:

сегрегация – разделение на звуковые потоки, т.е. субъективное выделение определенной группы звуковых источников, например, при музыкальной полифонии слух может отслеживать развитие мелодии у отдельных инструментов;

подобие – звуки, похожие по тембру, группируются вместе и приписываются одному источнику, например, звуки речи с близкой высотой основного тона и похожим тембром определяются, как принадлежащие одному собеседнику;

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

непрерывность – слуховая система может интерполировать звук из единого потока через маскер, например, если в речевой или музыкальный поток вставить короткий отрезок шума, слуховая система может не заметить его, звуковой поток будет продолжать восприниматься как непрерывный.

Можно предположить, что звуковой образ – это некая информация, которая всегда есть в звучании. Следовательно, если рассматривать этот звуковой образ с этой точки зрения, то можно вывести следующее определение:

– *информация*, всегда присутствующая в фонограмме, даёт слушателю возможность определить следующие параметры звучания содержания:

– *пространство*, в котором находился источник (источники) звука;

– *расположение* источника (источников) звука по глубине;

– *соотношение* громкости звучания источников звука относительно друг друга (если источников звука больше одного);

– *амплитудно-частотную характеристику* источника (источников) звука (тембр);

– *различимость* содержания отдельных голосов (если источников звука больше одного);

– *расположение источника (источников) звука по панораме* (если используется стереофоническая система объемной звукопередачи).

Таким образом, становится ясно, что звуковой образ – информационный поток, раскрывающий содержание и дающий понять слушателю, как оно звучит.

Чтобы иметь возможность анализировать звуковой образ (то есть проводить экспертизу), нужна, во-первых, система экспертной оценки, включающая в себя пункты, по которым производится экспертиза. Во-вторых, необходимы некие общепризнанные эталоны высококачественных звуковых образов тех или иных жанров и стилей, сравнение с которыми может помочь оценить степень совершенства предмета, предназначенного к оценке.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Анализ звукового образа проводится по ряду традиционно устоявшихся параметров, которые сведены в таблицу, называемую оценочным протоколом.

Оценочный протокол включает в себя следующие пункты:

Пространственное впечатление

Акустический баланс

Музыкальный баланс

Тембропередача

Прозрачность

Стереофоническое впечатление

Прочее

Пространственное впечатление – это характеристика ощущаемого слушателем акустического пространства (реального или виртуального), в котором находится слышимый источник (источники) звука. При этом оценивается соответствие акустического пространства музыкальному стилю или драматургии содержания.

Акустический баланс – соотношение прямых и отраженных сигналов. Здесь оценивается расположение и перемещение источников звука по глубине, а также наличие ясно выраженных звуковых планов (глубинных пластов).

Музыкальный баланс – соотношение прямых сигналов. Оценивается логичность уровней звучания источников звука относительно друг друга: либо с точки зрения достоверности передачи естественного первоисточника, либо с точки зрения драматургического соответствия содержанию. (Параметр не оценивается в одноголосных фонограммах, например, записях скрипки-соло.)

Тембропередача – логичность АЧХ источников звука. Оценивается логичность АЧХ источников звука либо с точки зрения достоверности передачи естественного первоисточника, либо с точки зрения драматургического соответствия содержанию.

Прозрачность – прослушиваемость голосов в многоголосной партитуре. Здесь оценивается различимость отдельных голосов в многоголосии. При иде-

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

альной прозрачности возможно полное восстановление партитуры способом «музыкального диктанта» при многократном прослушивании фонограммы. (Параметр не оценивается в одноголосных фонограммах.)

Стереофоническое впечатление – локализация источников звука в горизонтальной плоскости. Оценивается логичность расположения источников звука по панораме. (Параметр не оценивается в монофонических фонограммах.)

Прочее. Наличие артефактов. Указываются события, которых не должно быть в фонограмме: различного рода искажения и помехи, шумы, плохо сделанные монтажные склейки, а также склейки, заметные по манере исполнения, разности темпов, различию в строе, изменению в уровне сигнала и так далее.

Краткость такого протокола предполагает, прежде всего, высокое профессиональное совершенство звукового образа фонограммы, представленной для оценки. Кроме того, характерным признаком является и то, что в основу ставится не «естественность звучания», а «логичность». Действительно, нельзя говорить о «естественности», когда многие современные композиции никогда не исполнялись вживую, а появлялись только на компакт-дисках, целиком и полностью представляя собой детище аппаратно-студийного комплекса. Но дажев таких композициях существует музыкальная логика в отношении и пространственного впечатления, и музыкального баланса, и прозрачности.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1. Практические задания

1. Подготовить оборудование для процесса записи.
2. Настроить акустические системы для контроля процесса записи.
3. Подключить внешние звуковые эффекты к микшеру.
4. Вывести сигналы со звуковой карты на акустическую систему.
5. Выполнить запись ударной установки.
6. Выполнить запись акустической гитары.
7. Выполнить запись электрической гитары.
8. Выполнить запись бас-гитары.
9. Выполнить запись голоса исполнителя.
10. Изменить АЧХ вокала при помощи эквалайзера DAW.
11. Изменить АЧХ инструмента при помощи эквалайзера DAW.
12. Обработать компрессором вокальную дорожку.
13. Обработать компрессором инструментальную дорожку.
14. Применить эффект сатурации к вокальной дорожке.
15. Применить эффект «дисторшн» к гитарной дорожке.
16. Обработать вокальную дорожку эффектом «хорус».
17. Обработать гитарную дорожку эффектом «флэнжер».
18. Обработать гитарную дорожку эффектом «фэйзер».
19. Выполнить запись фортепиано.
20. Применить пространственную обработку к фортепиано.
21. Применить частотную обработку к фортепиано.
22. Произвести оценочный анализ качества записи.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

3. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

3.1. Темы для управляемой самостоятельной работы студентов

1. Носители звуковой информации.
2. Акустика студий звукозаписи.
3. Оборудование студий звукозаписи.
4. Микшерные пульты.
5. Мониторные системы.
6. Звуковые рабочие станции.
7. Запись эстрадных музыкальных инструментов.
8. Запись классических музыкальных инструментов.
9. Оценка качества музыкальных фонограмм.

3.2. Формы и средства диагностики

В рамках учебного процесса по учебной дисциплине «Основы студийной звукорежиссуры» проводится как промежуточная, так и итоговая диагностика академической успеваемости студентов. К формам промежуточной диагностики причисляются:

– проверка домашнего практического задания;

– контрольный урок.

Форма итоговой диагностики успеваемости студентов – экзамен.

К числу рекомендуемых средств диагностики успеваемости студентов по учебной дисциплине «Основы студийной звукорежиссуры» относятся:

– беседа, дискуссия;

– опрос (устный, письменный);

– практическое задание;

– слуховой анализ.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

3.3. Перечень вопросов к экзамену

1. История звукозаписи.
2. Эволюция носителей звуковой информации.
3. Требования к акустике студий звукозаписи.
4. Оборудование студий звукозаписи.
5. Предварительные усилители, их типы и назначение.
6. Микрофоны, их типы и назначение.
7. Микшерные пульты, их типы и назначение.
8. Свойства и назначение приборов обработки звука.
9. Акустические мониторные системы.
10. Звуковые рабочие станции, их виды и назначение.
11. Основные принципы записи голоса исполнителя.
12. Основные принципы записи акустических гитар.
13. Основные принципы записи ударных инструментов.
14. Основные принципы записи электрических гитар.
15. Основные принципы записи бас-гитары.
16. Основные принципы записи классических инструментов.
17. Основные принципы записи фортепиано.
18. Принцип аналого-цифрового преобразования сигналов.
19. Понятие динамического диапазона сигнала.
20. Назначение и принцип работы эквалайзера.
21. Типы эквалайзеров.
22. Использование эквалайзеров в практической работе.
23. Основные принципы оценки качества звучания фонограмм.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

4.1. Учебная программа

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

УТВЕРЖДАЮ
Ректор Института современных знаний имени А.М.Широкова

А.Л.Капилов

25.06.2025
Регистрационный № УД-02-30/уч.

ОСНОВЫ СТУДИЙНОЙ ЗВУКОРЕЖИССУРЫ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
6-05-0215-10 Компьютерная музыка

2025 г.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования (ОСВО 6-05-0215-10-2023) по специальности 6-05-0215-10 Компьютерная музыка и учебного плана по специальности

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

РЕЦЕНЗЕНТЫ:
В. С. Дайнеко, заслуженный артист РБ, доцент;
М. И. Козлович, проректор по учебной и научной работе Частного учреждения образования «Институт современных знаний имени А. М. Широкова», кандидат искусствоведения, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:
Кафедрой художественного творчества и продюсерства Частного учреждения образования «Институт современных знаний имени А. М. Широкова»
(протокол № 10 от 29.05.2025);

Научно-методическим советом частного учреждения образования «Институт современных знаний имени А. М. Широкова»
(протокол № 5 от 25.06.2025)

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Современное массовое искусство (кино, театр, радио, телевидение, эстрада) не мыслимо без комплекса устройств обработки звука, микрофонов, фонограмм. Использование такой аппаратуры связано с профессиональной деятельностью певцов, музыкантов, музыкальных продюсеров. Все то, что слышит зритель (слушатель), и то, как он это слышит — результат работы звукорежиссера.

Знакомство с сущностью работы звукорежиссера необходимо музыкантам, продюсерам и аранжировщикам, задействованным в студийной работе, а также других различных медиапроектах. Учебная дисциплина «Основы студийной звукорежиссуры» входит в модуль «Основы звукорежиссуры», направлена на изучение технических возможностей оборудования, используемого в современном музыкальном искусстве, принципов работы со студийной аппаратурой. В результате её освоения студенты получают знания о главных направлениях и задачах работы студийного звукорежиссера, а также основные практические навыки обращения с ключевыми элементами студийного оборудования. Учебная дисциплина мыслится в рамках реализации междисциплинарных связей с другими учебными дисциплинами специального цикла: «Музыкальная акустика», «Приборы обработки звука», «Основы концертной звукорежиссуры», «Сведение и мастеринг фонограмм».

Целью изучения учебной дисциплины является формирование системного представления о специфике работы звукорежиссера в музыкальной сфере и основных принципах обращения со студийным звуковым оборудованием.

Задачами учебной дисциплины являются:

1) последовательное изучение устройств записи и обработки звука;

2) освоение основных принципов работы со звуковым оборудованием и методов оценки технических и художественных качеств звукового материала;

3) развитие навыков для комплектации студийного оборудования.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать

приборы и устройства записи, звукоусиления и обработки звука;

устройство и принцип их работы;

структуру и устройство студийных звукоусилительных комплексов,

уметь

практически использовать приборы передачи, усиления и записи звука;

работать с цифровыми и аналоговыми устройствами;

комплектовать студийные комплексы;

производить запись различных музыкальных инструментов и голоса,

иметь навыки

грамотного использования студийного оборудования;

владения методиками студийной записи и оценки качества звучания музыкальных фонограмм.

Изучение учебной дисциплины «Основы студийной звукорежиссуры» обеспечивает формирование следующих компетенций:

использовать теоретические знания и практические навыки в области звукорежиссуры и продюсирования;

проявлять инициативу и адаптироваться к изменениям в профессиональной деятельности.

В соответствии с учебным планом на изучение учебной дисциплины «Основы студийной звукорежиссуры» всего отводится 138 часов:

для очной (дневной) формы получения высшего образования 72 аудиторных часа – 32 часа лекций, 40 часов практических занятий и 66 часов самостоятельной работы;

для заочной формы получения высшего образования 16 аудиторных часов – 8 часов лекций, 8 часов практических занятий и 122 часа самостоятельной работы.

Текущая аттестация проводится в форме письменного опроса на практических занятиях 1 раза в семестр по темам, определяемым преподавателем.

Форма промежуточной аттестации – экзамен.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Введение в курс студийной звукорежиссуры

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

Тема 2. История звукозаписи

Техника и технологии звукозаписи. Магнитная звукозапись. Моно и стерео запись звука. Звуковые эффекты. Многоканальная запись. Цифровой звук. Звуковые рабочие станции. Компьютерные станции DAW.

Тема 3. Эволюция носителей звуковой инфрмации

Граммофонная пластинка. Виниловая пластинка. Магнитофонная лента. CD-disc. Mini-disc. DVD-disc. HHD-disc. SSD-disc.

Тема 4. Требования к акустике студий звукозаписи

Проектирование. Акустический анализ помещения. Акустическая обработка помещения.

Тема 5. Структура и оборудование студий звукозаписи

Типы студий. Микрофоны. Аудиоинтерфейсы. Наушники. Мониторы. Микшеры. Преампы. Компрессоры. Реверберaторы. Звуковые компьютерные рабочие станции DAW.

Тема 6. Предварительные усилители

Основные функции и характеристики. Сферы применения.

Тема 7. Микрофоны

Типы микрофонов. Диаграммы направленности. Принцип работы и устройство. Сферы применения.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Тема 8. Микшерные пульты

Типы микшеров. Аналоговые микшеры. Цифровые микшеры. Основные функции. Особенности подключения и настройки.

Тема 9. Акустические мониторные системы

История громкоговорителей. Типы динамических драйверов. Принцип работы. Установка и настройка студийных мониторов.

Тема 10. Звуковая рабочая станция

Назначение и основные функции. Микшер станции. Канальный модуль микшера. Основные обработки и эффекты звуковой станции.

Тема 11. Аналого-цифровое преобразование сигналов

Частота дискретизации. Разрядность. Основные форматы представления аудиоданных.

Тема 12. Запись эстрадных музыкальных инструментов

Запись барабанов. Запись электрогитар. Запись акустической гитары.

Тема 13. Запись классических музыкальных инструментов

Запись фортепиано, клавесина, челесты, арфы. Запись органа. Запись деревянных духовых инструментов. Запись медных духовых инструментов. Запись ударных инструментов.

Тема 14. Запись голоса

Особенности звучания разных типов голосов. Выбор микрофона для записи. Процесс записи. Обработка голоса различными эффектами.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Тема 15. Оценочный анализ музыкальных фонограмм

Оценочный протокол. Музыкальный баланс. Акустический баланс. Пространственное впечатление. Тональный баланс. Прозрачность. Стереофоническое впечатление. Тембропередача.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА
для очной (дневной) формы получения высшего образования

Номер темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Самостоятельная работа студентов (СРС)	Формы контроля знаний
		Лекции	Семинарские занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение в курс студийной звукорежиссуры	2						
2	История звукозаписи	2					2	Устный опрос
3	Эволюция носителей звуковой информации	2					2	
4	Требования к акустике студий звукозаписи	4					2	Письменный опрос
5	Структура и оборудование студий звукозаписи	4					2	
6	Предварительные усилители	6					2	Письменный опрос
7	Микрофоны	6					2	
8	Микшерные пульты	6					2	
9	Акустические мониторные системы			4			2	Выполнение практического задания
10	Звуковая рабочая станция			4			2	Выполнение практического задания
11	Аналого-цифровое преобразование сигналов			2			2	Выполнение практического задания
12	Запись эстрадных музыкальных инструментов			8			2	Выполнение практического задания
13	Запись классических музыкальных инструментов			8			2	Выполнение практического задания
14	Запись голоса			8			4	Выполнение практического задания

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

15	Оценочный анализ музыкальных фонограмм			6			2	Выполнение практического задания
	Промежуточная аттестация						36	Экзамен
	Итого 138	**32**		**40**			**66**	

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА
для заочной формы получения высшего образования

Номер темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Самостоятельная работа студентов (СРС)	Формы Контроля знаний
		Лекции	Семинарские занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение в курс студийной звукорежиссуры	2						
2	История звукозаписи						2	Устный опрос
3	Эволюция носителей звуковой информации						2	
4	Требования к акустике студий звукозаписи						6	Письменный опрос
5	Структура и оборудование студий звукозаписи						6	
6	Предварительные усилители						6	Письменный опрос
7	Микрофоны	2					6	
8	Микшерные пульты	2					6	
9	Акустические мониторные системы	2					6	
10	Звуковая рабочая станция			2			8	Выполнение практического задания
11	Аналого-цифровое преобразование сигналов						6	
12	Запись эстрадных музыкальных инструментов						8	
13	Запись классических музыкальных инструментов			2			8	Выполнение практического задания
14	Запись голоса			2			8	Выполнение практического задания
15	Оценочный анализ музыкальных фонограмм			2			8	Выполнение практического задания
	Промежуточная аттестация						36	Экзамен
	Итого 138	**8**		**8**			**122**	

РЕПОЗИТОРИЙ ИГЗ

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Составление и анализ алгоритмов звукорежиссерской деятельности при решении творческих задач.

2. Выбор и применение на практике акустических калькуляторов для анализа параметров студийного помещения.

3. Подбор студийного звукового оборудования с соответствующими параметрами для различных видов записи.

4. Выбор предварительных усилителей под конкретные требования процесса звукозаписи.

5. Подбор типов и видов микрофонов для записи музыкального материала.

6. Выбор микшерного пульта с оптимальными параметрами для работы в студии.

7. Произвести запись ударной установки.

8. Произвести запись вокала.

9. Произвести запись фортепиано.

10. Произвести запись акустической гитары.

11. Сделать оценочный анализ музыкальной фонограммы.

ПРИМЕРНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ

1. Задачи и специфика деятельности студийного звукорежиссера.

2. Акустический анализ студийных помещений, акустическая обработка студии.

3. Перечень основного оборудования студии, его назначение и функции.

4. Назначение и основные характеристики предварительных усилителей.

5. Типы микрофонов, их устройство и принцип работы.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

6. Типы и виды микшерных пультов, их основной функционал и принцип работы.

7. Типы акустических мониторных систем, их функции и применение на практике.

8. Устройство и функции звуковой рабочей станции. Обработка сигналов различными эффектами.

9. Основные принципы и приёмы записи эстрадных музыкальных инструментов.

10. Основные принципы и приёмы записи классических музыкальных инструментов.

11. Основные принципы и приёмы записи голоса.

12. Основные аспекты оценки качества музыкальных фонограмм.

13. Аналоговый и цифровой принципы записи звука. АЦП, ЦАП.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Алдошина, И. Музыкальная акустика : учебник для высш. учеб. заведений / И. Алдошкина. – СПб. : Композитор, 2014. – 720 с.

2. Белявский, А. Г. Теория звука в приложении к музыке. Основы физической и музыкальной акустики / А. Г. Белявский. – М. : Книга по требованию, 2012. – 248 с.

3. Володин, А. А. Роль гармонического спектра в восприятии высоты и тембра / А. А. Володин // Музыкальное искусство и наука. – Вып. 1. – М., 1970. – С. 44-56.

4. Володин, А. В. Электронные музыкальные инструменты / А. В. Володин. – М. : Музыка, 1979. – 148 с.

5. Выходец, А. В. Радиовещание и электроакустика / А. В. Выходец. – М. : Радио и связь, 1989. – 215 с.

6. Дроняева, П. Акустические инсталляции / П. Дроняева // Электронная музыка. – 2010. – № 7. – С. 69–72.

7. Загуменнов, А. П. Plug-ins. Встраиваемые приложения для музыкальных программ / А. П. Загуменнов. – М. : ДМК Пресс, 2000. – 58 с.

8. Загуменнов, А. П. Компьютерная обработка звука / А. П. Загуменнов. – М. : ДМК Пресс, 1999. – 384 с.

9. Попроцкий, А. Д. Основы звукорежиссуры : учеб.-метод. комплекс для студентов специальности 1-17 03 01 искусство эстрады (по направлениям) / сост. А. Д. Попроцкий. – Электрон. дан. (0,7 Мб). – Минск : ИСЗ, 2023. – 64 с. – 1 электрон. опт. диск (CD).

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Загуменнов, А. П. Запись и редактирование звука. Музыкальные эффекты / А. П. Загуменнов. – М. : НТ Пресс, 2005. – 181 с.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

2. Медников, В. В. Основы компьютерной музыки / В. В. Медников. – СПб. : БВХ-Петербург, 2002. – 269 с.

3. Меерзон, Б. Я. Акустические основы звукорежиссуры / Б. Я. Меерзон. – М. : Аспект-Пресс, 2004. – 437 с.

4. Музыкальное оборудование (2007-2015) [сайт]. – Режим доступа: http://www.muzoborudovanie.ru/. – Дата доступа: 02.02.2025.

5. Радзишевский, А. В. Компьютерная обработка звука / А. В. Радзишевский. – М. : Нолидж, 2000. – 159 с.

6. Звукорежиссер (электронный архив журнала 2008-2015) [сайт]. – Режим доступа: http://www.625-net.ru/arch.htm. – Дата доступа: 02.02.2025.

7. Севашко, А.В. Звукорежиссура и запись фонограмм / А. В. Севашко. – М. : ДМК-Пресс, 2015. – 430 с.

ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

№ п/п	Название раздела, темы	Кол-во часов на СРС	Задание	Форма выполнения	Цель или задача СРС
1	Темы 1-7	12/28	Составление конспекта	письменно в тезисной форме	развитие навыков работы с информацией
2	Темы 8-11	8/26	Составление конспекта	письменно в тезисной форме	развитие навыков работы с информацией
3	Тема 12-13	4/16	Выполнить запись фонограммы	фонограмма	развитие навыков работы с аудиоматериалом
4	Тема 14	4/8	Выполнить запись фонограммы	фонограмма	развитие навыков работы с аудиоматериалом
5	Тема 15	2/8	Выполнить анализ фонограммы	фонограмма	развитие навыков работы с аудиоматериалом

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Перечень используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

Основными средствами диагностики результатов учебной деятельности по учебной дисциплине «Основы студийной звукорежиссуры» являются:

устный опрос;

письменный опрос;

выполнение практического задания.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
на 20__/20__ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры художественного творчества и продюсерства (протокол №__ от . .20__)

Заведующий кафедрой

_____ _____ _____

(ученая степень, ученое звание) (подпись) (И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ _____ _____

(ученая степень, ученое звание) (подпись) (И.О.Фамилия)

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

4.2. Основная литература

1. Алдошина, И. Музыкальная акустика : учебник для высш. учеб. заведений / И. Алдошкина. – СПб. : Композитор, 2014. – 720 с.

2. Белявский, А. Г. Теория звука в приложении к музыке. Основы физической и музыкальной акустики / А. Г. Белявский. – М. : Книга по требованию, 2012. – 248 с.

3. Володин, А. А. Роль гармонического спектра в восприятии высоты и тембра / А. А. Володин // Музыкальное искусство и наука. – Вып. 1. – М., 1970. – С. 44-56.

4. Володин, А. В. Электронные музыкальные инструменты / А. В. Володин. – М. : Музыка, 1979. – 148 с.

5. Выходец, А. В. Радиовещание и электроакустика / А. В. Выходец. – М. : Радио и связь, 1989. – 215 с.

6. Дроняева, П. Акустические инсталляции / П. Дроняева // Электронная музыка. – 2010. – № 7. – С. 69–72.

7. Загуменнов, А. П. Plug-ins. Встраиваемые приложения для музыкальных программ / А. П. Загуменнов. – М. : ДМК Пресс, 2000. – 58 с.

8. Загуменнов, А. П. Компьютерная обработка звука / А. П. Загуменнов. – М. : ДМК Пресс, 1999. – 384 с.

9. Попроцкий, А. Д. Основы звукорежиссуры : учеб.-метод. комплекс для студентов специальности 1-17 03 01 искусство эстрады (по направлениям) / сост. А. Д. Попроцкий. – Электрон. дан. (0,7 Мб). – Мн. : ИСЗ, 2023. – 64 с. – 1 электрон. опт. диск (CD).

4.3. Дополнительная литература

1. Загуменнов, А. П. Запись и редактирование звука. Музыкальные эффекты / А. П. Загуменнов. – М. : НТ Пресс, 2005. – 181 с.

2. Звукорежиссер (электронный архив журнала 2008-2015) : [сайт]. – URL: http://www.625-net.ru/arch.htm(дата обращения: 02.02.2025).

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

3. Медников, В. В. Основы компьютерной музыки / В. В. Медников. – СПб. : БВХ-Петербург, 2002. – 269 с.

4. Меерзон, Б. Я. Акустические основы звукорежиссуры / Б. Я. Меерзон. – М. : Аспект-Пресс, 2004. – 437 с.

5. Музыкальное оборудование (2007-2015) : [сайт]. – URL: http://www.muzoborudovanie.ru/ (дата обращения: 02.02.2025).

6. Радзишевский, А. В. Компьютерная обработка звука / А. В. Радзишевский. – М. : Нолидж, 2000. – 159 с.

7. Севашко, А.В. Звукорежиссура и запись фонограмм / А. В. Севашко. – М.: ДМК-Пресс, 2015. – 430 с.

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 3
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ 5
1.1. Содержание учебного материала 5
2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ 130
2.1. Практические задания 130
3. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ 131
3.1. Темы для управляемой самостоятельной работы студентов 131
3.2. Формы и средства диагностики 131
3.3. Перечень вопросов к экзамену 132
4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ 133
4.1. Учебная программа 133
4.2. Основная литература 149
4.3. Дополнительная литература 149

РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ

Учебное электронное издание

Составитель
Попроцкий Александр Дмитриевич

ОСНОВЫ СТУДИЙНОЙ ЗВУКОРЕЖИССУРЫ

Электронный учебно-методический комплекс
для обучающихся специальности
6-05-0215-10 Компьютерная музыка

[Электронный ресурс]

Редактор *И. П. Сергачева*
Технический редактор *Ю. В. Хадьков*

Подписано в печать 30.10.2026.
Гарнитура Times Roman. Объем 1,2 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.



РЕПОЗИТОРИЙ ИСЗ