

# ГЛАВА 3

## УСТАНОВКА

## ОБОРУДОВАНИЯ СТУДИИ

Не важно, в каких условиях вы собираетесь работать. Это может быть домашняя студия, профессиональная студия звукозаписи, аппаратная ди-джея или спальня. Вы сумеете собрать и настроить оснащение студии так, чтобы получить высококачественный, чистый звук и превратить ее в эффективное рабочее место, но сначала нужно научиться понимать смысл основных терминов, которые используются в технике. Производители и профессионалы аудиотехники выпускают оборудование в расчете на опытных пользователей, которые обладают такими же знаниями и опытом, как они, хотя на самом деле это, конечно же, не так, но освоить азы этой техники совсем несложно.



### Ключевые вопросы

#### Установка оборудования студии

Установка оборудования означает тщательное и всестороннее продумывание вопросов размещения и подключения оборудования в рабочем помещении.

- Сделайте студию комфортабельным и удобным местом для работы.
- Путем размещения акустических систем и использования звукопоглощающих конструкций добейтесь, чтобы записываемый и воспроизводимый звук был как можно ближе к оригинальному звуку.
- Правильно подключайте и соединяйте аппаратуру, надлежащим образом согласуя ее по типам разъемов, типам интерфейсов и уровням напряжений; это касается как аналоговых, так и цифровых соединений.
- Примите необходимые меры защиты от помех и взаимных наводок, обеспечьте целостность сигналов.
- Обеспечьте сопряжение оборудования, оснащенного цифровыми аудиоинтерфейсами разных стандартов.

#### Ключевые термины

- Звукоизоляция/звукопоглощающие конструкции
- Коаксиальный/оптический кабель

- Типы разъемов: 1/4-дюймовый, XLR, 1/8-дюймовый (мини-джек), RCA, TOSLINK, BNC, 4-миллиметровый
- Tip/ring/sleeve (кончик/кольцо/гильза)
- Предварительный усилитель
- Входное/выходное сопротивление
- Заземление, паразитный контур заземления
- Симметричное/несимметричное подключение
- Стандарты цифрового аудиоинтерфейса: S/PDIF, ADAT Optical, AES/EBU, AES3, TDIF

#### С чего начать

Микшеры и устройства сопряжения обычно снабжены наглядными схемами подключения оборудования. После завершения установки и соединения всех необходимых устройств включите микрофон или музыкальный инструмент и проверьте прохождение сигнала от источника сигнала к компьютеру и от компьютера к акустическим системам. Убедитесь в том, что звук доходит до всех компонентов аппаратного комплекса.

## Обустройство рабочего места

### Эргономика



Все должно быть в пределах досягаемости: расстановка оборудования и оснащение рабочего помещения должны быть подчинены одной цели — удобству работы. Например, для аккуратного хранения кабелей идеально подходит перфорированная доска с крючками (кабели не запутываются, находятся на виду и легкодоступны).

Спланируйте рабочее место таким образом, чтобы компьютер, клавиатуры, режиссерские пульта и другие постоянно используемые устройства всегда находились рядом — на расстоянии вытянутой руки. Выбирайте такое место для мыши или шарового манипулятора, чтобы они были под рукой и не нужно было дотягиваться до них; размещайте монитор так, чтобы его экран находился перед глазами и не нужно было вертеть головой, чтобы увидеть его. Даже к выбору рабочего кресла необходимо отнестись серьезно: в профессиональных студиях пользуются удобными креслами на колесиках, и инженеры легко “переезжают” в них с места на место и меньше устают. Постоянное напряжение одних и тех групп мышц во время долгой работы за аппаратурой вредно для здоровья, поэтому делайте регулярные перерывы для разминки. Сохранить здоровье и избежать профессиональных заболеваний, связанных со спецификой сидячей работы в студии, вам помогут многочисленные сетевые ресурсы. Регулярные физические упражнения, например, рекомендуемые на сайте MyDailyYoga.com ([www.mydailyyoga.com/yoga/rsi.html](http://www.mydailyyoga.com/yoga/rsi.html)), помогут вам постоянно оставаться в хорошей форме на протяжении всего рабочего дня.

## Звукоизоляция и звукопоглощающие конструкции

Ведущие студии звукозаписи являются таковыми не потому, что они оснащены самым современным аудиооборудованием: их главное достоинство заключается в том, что инженеры, проектировавшие эти студии, позаботились о хорошей акустике помещений, обеспечив максимальное подавление помех. *Звукоизоляция* означает устранение внешних помех записываемому звуку. *Акустическое оформление* — это специальные технологии, используемые для улучшения акустики помещений, например к ним относится использование акустических пеноматериалов. Используются разнообразные технологии.

- *Звукоизоляция* используется для ослабления акустических помех, проникающих через стены, окна и двери в рабочее помещение. Для дополнительной звукоизоляции используются звукопоглощающие покрытия и экраны. Если вы не можете позволить себе полностью перестроить стены студии, исходите из того, что никакая звукоизоляция не бывает идеальной. Вы можете обеспечить звукоизоляцию хотя бы в самых опасных местах — это, как правило, окна и двери.
- *Звукопоглощающие и звукорассеивающие конструкции* помогают устранить такие явления, как резонансы, эхо и искажения спектра звука, вызванные отражениями звука от стен и предметов в помещении (**рис. 3.1**).
- *Акустические заграждающие фильтры* предназначены специально для подавления низкочастотных отражений от таких мест, как углы помещений.



**Рис. 3.1.** Акустические характеристики этой комнаты улучшены с помощью профессиональных акустических конструкций. В частности, на стенах комнаты развешаны плоские панели Auralex SonoFlat из акустического вспененного материала, предназначенные для поглощения звука в диапазоне средних и высоких частот (публикуется с любезного разрешения компании Auralex Acoustics)

Несомненно, даже ковровое покрытие пола оказывает большое воздействие на акустику помещения, превращая характерный гулкий звук в более мягкий, приятный на слух, приближающийся к звуку в помещениях профессиональных студий звукозаписи. Несколько сотен долларов, вложенных в акустическое оформление помещения, — вполне оправданные расходы, если вы хотите добиться профессионального качества звукозаписи. Известно, что в помещении с хорошей акустикой можно сделать качественную запись даже с помощью недорогого микрофона, но даже самый дорогой микрофон не исправит искажений звука из-за плохой акустики помещения. Для начала прочитайте раздел “Источники информации по коррекции акустики помещений”; в нем приведена информация о сетевых ресурсах по этой теме.



**Кабина звукозаписи за пять минут.** Вам срочно необходимо записать песню в неподготовленных условиях и времени на то, чтобы установить кабину для звукозаписи или разместить звукопоглощающие конструкции, нет? Помните, ваш главный враг — отражения от стен и углов. Составьте пару каркасных вешалок для одежды и навесьте на эту конструкцию с трех сторон одеяла или плотные покрывала. Пусть певец исполнит песню в этой импровизированной кабине звукозаписи. Аналогичный прием полезен при звукозаписи в гостиничном номере. Только не стоит обвешивать стены комнаты сотовыми упаковками от яиц: толку от этого, по мнению профессионалов, ровным счетом никакого.



### **Источники информации по коррекции акустики помещений**

Тема коррекции акустики помещений настолько обширна, что ее одной хватит на целую книгу (и действительно, есть книги, целиком посвященные этой теме). По этой теме существуют превосходные источники информации в Интернете.

Auralex ([www.auralex.com](http://www.auralex.com)) — крупнейший производитель изделий для акустического оформления помещений, и его Web-сайт — это кладезь информации. Это самый обширный источник информации в Интернете — здесь представлены учебные пособия, калькуляторы для расчета акустических характеристик помещений и ссылки на массу других источников информации.

Primacooustic ([www.primacooustic.com](http://www.primacooustic.com)) — полный набор изделий для акустического оформления помещений, в том числе комплекты для постройки студий “под ключ” (по цене от \$500), в которые включено все, что необходимо для превращения комнаты в музыкальную студию. Это идеальный вариант для домашних и временных студий.

Studios tips ([www.studios tips.com](http://www.studios tips.com)) — первое место, которое следует посетить перед тем, как приступить к строительству студии. Здесь вы найдете подробную информацию по акустике, звукоизоляции и монтажу кабелей, архив файлов, разнообразные специализированные калькуляторы, действующие формы и многое другое.

Теме качества звука домашних кинотеатров и концертных залов посвящено множество сайтов, полезных также для любителей и профессионалов цифровой звукозаписи. Арт Людвиг (Art Ludwig) ([www.silcom.com/~aludwig](http://www.silcom.com/~aludwig)) — инженер, увлеченный аудиотехникой — ведет обширный и подробный курс

теоретической акустики, в котором приводятся практические советы и примеры акустического оборудования для самостоятельного изготовления. На сайте AudioRevolution ([www.audiorevolution.com/equip/cheaptreatments/index.html](http://www.audiorevolution.com/equip/cheaptreatments/index.html)) опубликовано руководство по самостоятельному акустическому оформлению помещений, которое позволит сделать это всего за какую-то сотню долларов.

В журнале *Sound on Sound* ([www.soundonsound.com/sos/jul00/articles/faqaoustic.htm](http://www.soundonsound.com/sos/jul00/articles/faqaoustic.htm)) публикуются советы для новичков и ответы на часто задаваемые вопросы по практической акустике. Среди печатных руководств исключительно полезной является книга Поля Вайта (Paul White) *Basic Home Studio Design* (Sanctuary Press, 2000). Это простой учебник, предназначенный для тех, кто решил самостоятельно построить домашнюю или временную студию и не обладает ни обширными профессиональными знаниями, ни значительными средствами.

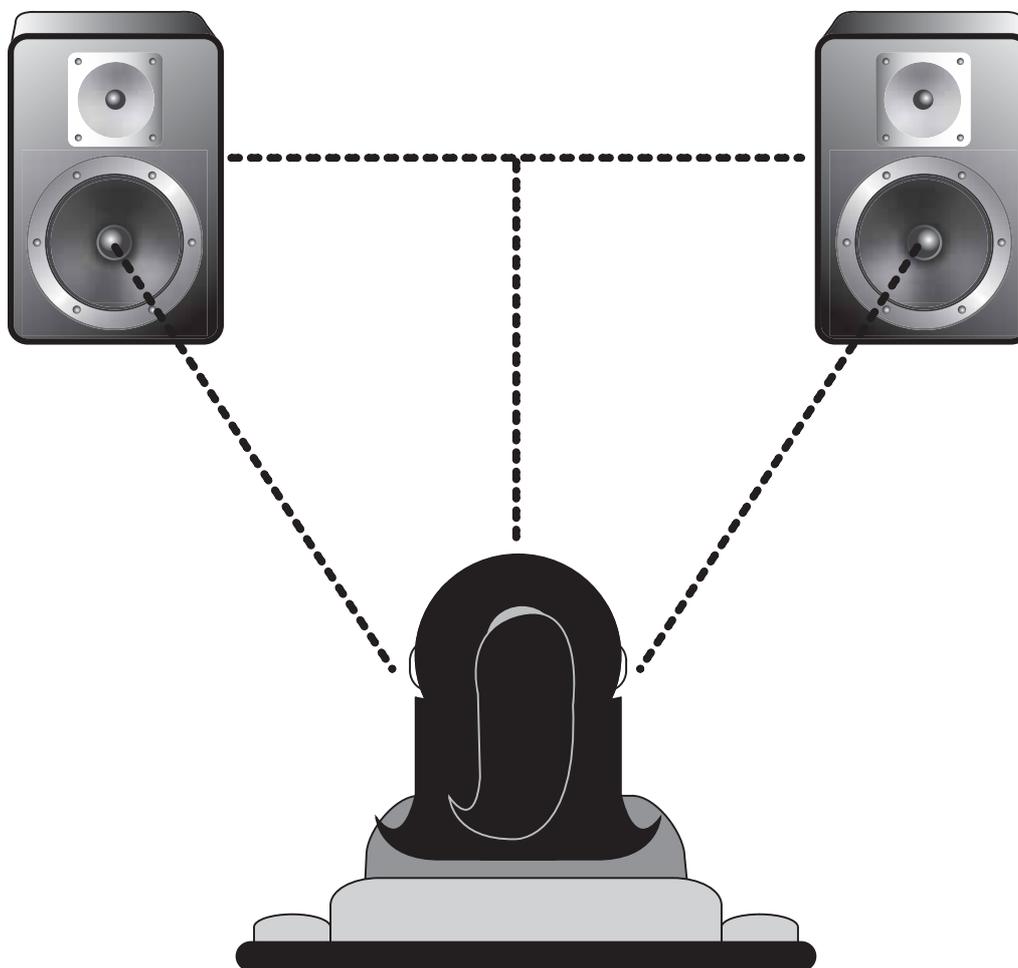
## Размещение акустических систем

Как при строительстве дома, при размещении акустических систем самое главное — правильно выбрать место. На звук акустических систем влияют любые объекты, находящиеся рядом с ними, например стена или стол, а также положение слушателя. Чтобы добиться максимально высокого качества звука, соблюдайте следующие правила.

- **Расставляйте акустические системы симметрично.** Они должны находиться на одинаковом расстоянии от других объектов, чтобы звук равномерно распределялся по всему помещению. Если потребуется, переставьте мебель.
- **Не ставьте акустические системы в углах и рядом со стенами.** Стены искусственно усиливают басы; оставляйте между акустическими системами и стеной небольшой промежуток.
- **Учитывайте особенности человеческого слуха.** Как правило, акустические системы следует располагать примерно на уровне ушей слушателя и разносить на достаточно большое расстояние друг от друга и от слушателя, чтобы слушатель был способен правильно различить локализацию источников стереозвука (рис. 3.2). При воспроизведении объемного звука необходимо принять дополнительные меры, чтобы создать надлежащее звуковое поле.



**Простой способ улучшения качества звука акустических систем.** Один из самых простых и недорогих способов, позволяющих улучшить качество звука контрольных акустических систем в студии, — поставить их на звукоизолирующие поролоновые подставки. Звукоизоляция акустических систем от опоры, на которой они стоят, позволит устранить акустические помехи, создаваемые ею. Звукоизолирующие подставки MoPAD, или Monitor Isolation Pad, компании *Auralex Acoustics* ([www.auralex.com](http://www.auralex.com)), стоят примерно \$30 за пару, причем вы можете выбрать такой вариант, чтобы акустические системы были наклонены вперед или назад, если это необходимо (рис. 3.3). Даже если вы установите акустические системы на специальных подставках, не экономьте на звукоизолирующих подставках — они того стоят.



**Рис. 3.2.** *Общее правило размещения акустических систем стереозвука: точки размещения акустических систем и точка размещения слушателя должны находиться в вершинах равно-стороннего треугольника, образованного линиями, соединяющими их. Иными словами, расстояние от каждой из двух акустических систем стереопары до слушателя должно быть примерно таким же, как расстояние между акустическими системами*

- **Используйте специальные подставки.** Размещение акустической системы на полке или тумбочке создает две проблемы: звук, распространяющийся по подставке, на которой стоит акустическая система, и звук, отраженный от ее поверхности, накладывающиеся на звук, создаваемый акустической системой, искажая его. Звукопоглощающая подставка для акустической системы позволяет устранить обе проблемы.
- **Проверяйте теорию на практике.** Общие правила не учитывают особенностей акустики конкретных помещений. Переставляйте акустические системы и другие предметы обстановки, стараясь почувствовать, как та или иная перемена отражается на звуке.



**Рис. 3.3.** Звукоизолирующие подставки для акустических систем MoPAD компании Auralex (публикуется с любезного разрешения компании Auralex Acoustics)

## Соединяем аппаратуру

Если у вас нет опыта в подключении аудиооборудования, первое знакомство с профессиональным набором аудиокабелей может привести вас в уныние. В аудиотехнике используется множество вариантов кабелей и разъемов. К счастью, разъемы, несмотря на различия в конструкциях и размерах, предназначены для одной цели — передачи сигналов от одного устройства к другому. Приступая к работе с оборудованием, необходимо обратить внимание на следующее.

- **Вид разъема.** Какой разъем — вилка или розетка — установлен на панели устройства. Проще говоря, вилка (или на профессиональном жаргоне — “папа”) — это разъем, из которого торчат штырьки; чаще такие разъемы встречаются на соединительных кабелях. Розетка (или на профессиональном жаргоне — “мама”) — это разъем, в котором имеются дырочки (контактные гнезда, в которые входят штырьки ответной части разъема); такие разъемы чаще встречаются на панелях аппаратуры. Обе половинки разъема, кабельная вилка и панельная розетка, должны быть одного типа, чтобы вилку можно было вставить в розетку. Если кабельный разъем не подходит к панельному разъему, покупать новый кабель совсем не обязательно; проще купить переходник — переходники на тип сигнала никак не влияют.
- **Вид кабеля: коаксиальный или волоконно-оптический.** Большинство типов соединительных кабелей, используемых в аудиотехнике, — коаксиальные. Коаксиальный кабель представляет собой конструкцию, состоящую из центральной жилы, выполняющей роль сигнального проводника, которая окружена диэлектриком и поверх него — проводящим экраном, выполняющим роль земляного проводника. Экран обычно выполняется в виде спиральной обмотки или проволочной оплетки, так называемого “чулка”. По коаксиальному кабелю может передаваться как аналоговый, так и цифровой сигнал — в ряде случаев аналоговые и цифровые

кабели взаимозаменяемы, а вот сигналы — нет. По волоконно-оптическому кабелю сигнал передается в виде световых импульсов, а не электрического напряжения, поэтому волоконно-оптические кабели используются исключительно для передачи цифрового сигнала.

- **Вид сигнала: цифровой или аналоговый (какой вид сигнала необходимо передать).** Аналоговый сигнал можно теоретически передавать с любого выхода на любой вход, хотя при этом могут возникнуть помехи и другие проблемы, связанные с отсутствием согласования входа и выхода по уровню сигнала. Цифровой сигнал можно подавать только на предназначенный для него вход аппаратуры, поскольку аппаратура должна его декодировать. Если подать сигнал не на тот вход, аппаратура работать не будет.
- **Уровень напряжения сигнала (аналогового).** Для передачи аналогового сигнала необходимо знать паспортный уровень сигнала на выходе передатчика и допустимый уровень сигнала на входе приемника — эти параметры у разных устройств могут отличаться.
- **Характер сигнала: моно, стерео, многоканальный (какой сигнал передается).** Если для передачи стереофонического сигнала использовать кабель, предназначенный для передачи монофонического сигнала, будет потерян один канал звука, потому что из-за неправильно выбранного соединительного кабеля сигнал этого канала не поступит на соответствующий вход.

Разобравшись в основных типах сигналов, разъемов и кабелей, используемых в аудиотехнике, вы уже никогда не перепутаете разъемы и не подключите цифровой вход стандарта S/PDIF к аналоговому выходу (ну не станете же вы засовывать сетевую вилку тостера в телефонную розетку!).



**Достоинства цифрового сигнала.** При передаче аудиосигнала в цифровой форме не происходит искажения его спектра и повышения уровня шумов, неизбежного в случае, если сигнал — аналоговый. Многоканальный аудиосигнал можно передавать в цифровой форме по однопроводному кабелю. Например, сигнал несжатого восьмиканального звука в цифровом формате по стандарту ADAT Optical передается по одножильному волоконно-оптическому кабелю.

## Типы разъемов

Количество различных типов разъемов, используемых в аудиоаппаратуре, год за годом растет. В оборудовании, используемом в вашей студии, почти наверняка имеются разнообразные типы разъемов. В **табл. 3.1** представлены основные типы разъемов, с которыми вам, по-видимому, придется иметь дело на практике.

Откуда появилось столько разных конструкций с такими странными названиями? У каждого типа разъема обычно есть своя история возникновения. Четвертьдюймовые гнезда называют телефонными потому, что первоначально они были разработаны для использования в телефонных коммутаторах, обслуживаемых операторами. Аудиоразъем (phono) называют разъемом проигрывателя, потому что эти разъемы, впервые появившиеся в домашней стереоаппаратуре, предназначались для подключения проигрывателя ко входу усилителя; в настоящее время такие разъемы используются в CD- и DVD-проигрывателях и игровых приставках и называются аудиоразъемами или звуковыми разъемами, но их по-прежнему обозначают “phono”. Во многих случаях разъем именуется



**Рис. 3.4.** К гнезду Neutrik "combo" ([www.neutrik.com](http://www.neutrik.com)) подходят четвертьдюймовые TRS-вилки (штекеры) и вилки XLR. Гнезда этого типа широко используются в аппаратуре для совмещения микрофонного и линейного входов в одном разъеме, обеспечивая экономию места на панели аппаратуры (как это сделано в устройстве M-Audio 410, показанном на фотографии)

по названию фирмы, разработавшей его, например разъем RCA, разъем TOSLINK, разработанный в компании *Toshiba* (хотя эти типы разъемов стали уже общепринятыми стандартами).

Некоторые типы разъемов имеют преимущественные области использования. Четвертьдюймовые и XLR-разъемы чаще встречаются в профессиональном оборудовании (рис. 3.4). Причина проста — вилка XLR крепче фиксируется в гнезде и реже выпадает из него, чем вилка 1/8-дюймового (мини-джек) разъема, который используется для подключения наушников в устройстве iPod. Разъемы RCA и 1/8-дюймовые разъемы широко используются в бытовой и переносной аппаратуре.

Среди разъемов, используемых в аудиоаппаратуре, есть разъем, заслуживающий особого внимания, — цифровой разъем TOSLINK. Разъемы этого типа все шире используются в потребительских DVD-проигрывателях и игровых приставках, а также в многоканальной цифровой аппаратуре профессионального класса. Гнездо на панели аппаратуры, в которое вставляется кабельный разъем TOSLINK, как правило, закрыто съемной защитной крышечкой во избежание его повреждения. Разъемы TOSLINK, в отличие от остальных типов разъемов, перечисленных нами, предназначены для волоконно-оптического соединительного кабеля,

по которому аудиосигнал передается в закодированной цифровой форме. Светодиод на выходе передатчика генерирует оптические импульсы, которые через этот разъем поступают в волоконно-оптический кабель и по нему передаются в приемник.

**Таблица 3.1.** Разъемы и кабели, широко используемые в аудиоаппаратуре (краткий перечень)

Внешний вид	Тип/распространенные названия	Назначение	Цифровой/аналоговый
	Четвертьдюймовый (гитарный, для наушников, штекер, коммутационный)	Гитары, электромузыкальные инструменты, наушники, стандартные аудиовходы/аудиовыходы (линейный вход/выход)	Аналоговый
	XLR (микрофонный, симметричный)	Микрофоны, цифровые входы/выходы стандарта AES/EBU в профессиональной аппаратуре, стандартные входы/выходы в профессиональной аудио-/видеоаппаратуре (варианты с разной адресацией контактов для передачи по одному кабелю видео и стереозвука и т.д.)	Оба

Окончание табл. 3.2

Внешний вид	Тип/распространенные названия	Назначение	Цифровой/аналоговый
	1/8-дюйма (мини-джек)	Портативная электроника, бытовая электроника и наушники, звуковые разъемы компьютера	Оба
	RCA (разъем проигрывателя)	Бытовая аппаратура (особенно домашние стереокомплексы), аналоговые и цифровые входы/выходы DVD- и CD-аппаратуры, цифровые входы/выходы стандарта S/PDIF, цифровые входы/выходы стандарта digital surround, звуковые разъемы компьютера	Оба
	TOSLINK (F05, расшифровывается как “разъем для волоконно-оптического кабеля, диаметр — 5 мм”), “оптический”	Цифровые входы/выходы стандартов AES/EBU и digital surround	Цифровой
	BNC (байонетный)	Профессиональная аппаратура (шире используется не в аудио-, а в видеоаппаратуре), кабельное телевидение	Оба
	4 мм (однополюсный, “банан”)	Подключение громкоговорителей, старая аппаратура; встречается все реже	Аналоговый
	Разъем громкоговорителей	Оголенные концы проводов, идущих от колонок, зажимаются в контактах разъема с помощью винтового или пружинного фиксатора (как на этой фотографии)	Аналоговый
	MIDI	Синтезаторы и режиссерские пульты	Цифровой
	USB	Подключение периферийного оборудования к компьютеру	Цифровой
	FireWire (IEEE 1394)	Подключение многоканальной цифровой аудиоаппаратуры к компьютеру, аппаратура Yamaha mLAN и другое студийное оборудование	Цифровой

Фотографии MIDI- и USB-кабелей публикуются с любезного разрешения компании *Hosa Technology, Inc.*



**Распространенное заблуждение.** TOSLINK — это название типа разъема, а не протокола передачи сигнала. Для передачи цифрового сигнала в аудиоаппаратуре используются такие протоколы, как AES/EBU и S/PDIF, а цифровые входы/выходы в аппаратуре могут быть оснащены не только разъемами TOSLINK, но и разъемами других типов.



**Не путайте названия разъемов “phone” и “phono”.** Разъем “phono” (так называемый разъем проигрывателя или звуковой разъем) — это разъем типа RCA, а разъем “phone” (так называемый телефонный разъем) — это 1/2-дюймовый разъем.



### Tip, Ring, Sleeve... Что все это значит?

Вы, наверное, обращали внимание на темные колечки на штырьке 1/4- или 1/8-дюймового штекера. Это колечки из изоляционного материала, отделяющие разные электрические контакты разъема друг от друга. Если на штырьке разъема два темных колечка, значит, этот разъем предназначен для передачи двух сигналов одновременно. Электрические контакты на разъеме такой конструкции называются tip (кончик), ring (кольцо) и sleeve (гильза), что соответствует их расположению на штырьке штекера. Сокращенно разъемы такой конструкции называют TRS-разъемами. Это необходимо знать, даже если вы не паяете соединительные кабели самостоятельно, предпочитая пользоваться готовыми: по стереокабелю, оснащенному с TRS-разъемами, можно передавать стереофонический сигнал, симметричный (сбалансированный) монофонический сигнал и несимметричный (несбалансированный) монофонический сигнал (чем отличаются симметричные и несимметричные разъемы, читайте далее в этой главе). Наиболее распространенные варианты разъемов такой конструкции перечислены ниже.

- **TS-разъем (Tip/Sleeve, одно изоляционное колечко на штырьке штекера).** Используется в кабельных соединениях, предназначенных для передачи монофонического сигнала, например им оснащают кабели гитар.
- **TRS-разъем (Tip/Ring/Sleeve, два изоляционных колечка на штырьке штекера).** Его еще называют *стереоразъемом*, потому что он используется в кабельных соединениях, предназначенных для передачи стереофонического сигнала. По стереокабелю передаются одновременно два сигнала — левого и правого каналов звука (**рис. 3.5**). TRS-разъем используется также в кабельных соединениях, предназначенных для передачи симметричного (сбалансированного) сигнала одного канала звука.

В микшере кабель, оснащенный TRS-разъемами, используется в качестве кабельной вставки для коммутации промежуточных входов/выходов.



**Рис. 3.5.** Четвертьдюймовый TRS-разъем

### Видеокабели

Видеокабели оснащаются во многих случаях разъемами тех же типов, которые используются в аналоговой и цифровой аудиоаппаратуре. В профессиональной видеоаппаратуре используются разъемы XLR и BNC, а в бытовой — RCA. Разъемы RCA используются в кабельных соединениях, предназначенных для передачи низкочастотного видеосигнала — *композитного* или *компонентного*. Для передачи композитного сигнала достаточно одного коаксиального кабеля, а для передачи компонентного видеосигнала требуется три таких кабеля, поскольку в этом случае необходимо передать сигналы трех каналов цветности. Существуют и другие стандарты передачи видеосигнала, например S-Video (называемый также Y/C). В кабельных соединениях, предназначенных для передачи видеосигнала по этому стандарту, обеспечивающему по сравнению с композитным сигналом расширенную глубину цвета, используется четырехконтактный разъем mini-DIN. В аппаратуре цифрового телевидения высокого разрешения, например в аппаратуре стандартов HDI и DVI, используются новые специальные разъемы.

### Согласование кабелей с входами/выходами аппаратуры по типу разъема

Кабель — это всего лишь своеобразный трубопровод. Аналоговый сигнал можно передавать по любому коаксиальному кабелю, лишь бы разъемы стыковались друг с другом. Поэтому, если необходимо подключить микрофон, оснащенный разъемом XLR, ко входу, оснащенный разъемом мини-джек (1/8 дюйма), достаточно иметь для этого переходник с разъема XLR на разъем мини-джек или кабель, оснащенный соответствующими разъемами.

Не пренебрегайте местными магазинами музыкальной аппаратуры. В Бруклине (Нью-Йорк) есть специализированный магазин, в котором продаются исключительно кабели; на сайте VH1 ([www.mikeyshookup.com](http://www.mikeyshookup.com)) работает электронный магазин Mikey's HookUp. На специализированных коммерческих сайтах типа Griffin Technology ([www.griffintechology.com](http://www.griffintechology.com)) имеется большой выбор кабелей, предназначенных для компьютерной аппаратуры.

Вы можете и самостоятельно изготовить необходимые кабели. Для этого необходимы паяльник и соответствующие разъемы и кабель. Подробные инструкции о том, как это делается, вы найдете на многих сайтах, например на сайте MediaCollege ([www.mediacollege.com/audio/connection](http://www.mediacollege.com/audio/connection)).



### Где можно выбрать необходимые соединительные кабели

В случае острой необходимости обращайтесь в *Radio Shack* ([www.radioshack.com](http://www.radioshack.com)). Торговые точки этой компании разбросаны повсюду и в них имеется достаточно широкий выбор соединительных кабелей. Более широкий ассортимент кабелей профессионального качества вы найдете в местном магазине музыкальной аппаратуры и на сайтах, перечисленных ниже.

#### Ведущие производители кабельной продукции

[www.monstercable.com](http://www.monstercable.com)

[www.hosatech.com/hosa/index.html](http://www.hosatech.com/hosa/index.html)

#### Специализированные сайты электронной торговли, торгующие кабельной продукцией

[www.gigcables.com/index.html](http://www.gigcables.com/index.html)

[www.impactacoustics.com](http://www.impactacoustics.com)

[www.bettercables.com](http://www.bettercables.com)

### У каждого разъема есть своя “половинка”

Шутки шутками, а на техническом жаргоне половинки разъема называют прикольнo — *papa (male)* и *мама (female)*. А если серьезно, то стандартизированные названия этих разъемов — *вилка* и *розетка* соответственно. Поскольку в аппаратуре могут присутствовать оба варианта разъемов, как вилка, так и розетка, как на панели одного из устройств, показанной на **рис. 3.6**, на которой стоят разъемы XLR вилка (“папа”) и розетка (“мама”), большинство типов соединительных кабелей выпускается также в двух вариантах. Вилка (“папа”) — это разъем со штыревыми контактами, например на конце кабеля ваших наушников стоит кабельная вилка “папа”. Розетка (“мама”) — это разъем с гнездовыми контактами, в которые входят штыревые контакты ответной части, т.е. вилки соответствующего типа. Подключая наушники к устройству iPod, вы вставляете разъем наушников в панельную розетку на корпусе устройства.

Кабельные разъемы — это, как правило, вилки, а панельные — розетки, хотя это правило соблюдается не всегда. Например, если необходимо удлинить соединительный кабель, то для этого понадобится кабель, на одном конце которого стоит кабельная розетка, а на другом — кабельная вилка, и разъем микрофонного входа на панели аппаратуры — это зачастую панельная вилка, а на конце микрофонного кабеля стоит соответственно кабельная розетка.

### Моно, стерео и многоканальные соединения

Помимо выбора кабеля с разъемами, которые подходят к разъемам используемой аппаратуры, следует выяснить, какой сигнал звука, одноканальный или многоканальный, необходимо передавать.

*Монофонический сигнал* — это одноканальный сигнал. Следовательно, для передачи аналогового монофонического сигнала необходим монофонический, т.е. одноканальный, кабель (коаксиальный или экранированный) с соответствующими разъемами.

Для передачи аналогового *стереофонического сигнала* потребуются уже два монофонических кабеля: один — для передачи сигнала левого канала и другой — для передачи сигнала правого канала. Или же нужно использовать стереофонический, т.е. двухканальный,



**Рис. 3.6.** Панельные разъемы XLR — вилка (слева) и розетка (справа) — на панели преобразователя цифровых форматов RME ADI-4 DD (публикуется с любезного разрешения компании RME, [www.rme-audio.com](http://www.rme-audio.com))

кабель, состоящий из двух экранированных или коаксиальных проводников. По стереофоническому кабелю можно передавать монофонический сигнал, а вот по монофоническому кабелю — только сигнал одного из двух каналов стереофонического сигнала. Заметим, что по одноканальному кабелю можно передавать многоканальный сигнал, но только преобразовав его в цифровую форму.

Для передачи *многоканального сигнала*, например сигнала объемного звука в аналоговом виде, требуется специальный многоканальный кабель; либо это можно сделать путем комбинации монофонических и стереофонических кабелей и соответствующих переходников для согласования с разъемами аппаратуры. В то же время для передачи цифрового сигнала многоканального звука вполне достаточно одноканального кабеля.

### **Согласование входов и выходов по напряжению сигнала**

Как мы уже рассказывали в главе 1, “Основы теории цифрового звука”, уровень, т.е. амплитуда напряжения, аналогового электрического сигнала на выходе акустоэлектронного преобразователя (микрофона) определяется громкостью звука на его входе. Если уровень сигнала низкий, т.е. сигнал слабый, то звук, полученный с помощью электроакустического преобразователя (громкоговорителя), будет слишком тихим. При слишком высоком уровне сигнала возникнут искажения звука. Для повышения уровня сигнала служат *предварительные усилители*. Они могут быть выполнены в виде отдельных устройств или входить в схему устройства сопряжения (например, на панели может быть отдельное гнездо входа

предварительного усилителя). Зачастую сигнал микрофона, гитары, ударной установки, прежде чем поступить на вход микшера или устройства сопряжения, проходит через предварительный усилитель. Если предварительный усилитель входит в схему устройства, то для его подключения в тракт передачи сигнала используется либо коммутатор устройства, либо отдельный входной разъем. С помощью кнопки или переключателя “pro/consumer” или “line/mic” (линия/микрофон) вы можете подключать/отключать предварительный усилитель на входе устройства в зависимости от уровня напряжения сигнала, поданного на вход. Все устройства должны быть согласованы по уровню сигнала.

**Линейный уровень** (consumer и pro). Линейный уровень сигнала имеет два стандартных значения — для бытовой аппаратуры (consumer) и для профессиональной аппаратуры (pro). Для бытовой аппаратуры он составляет  $-10$  дБВ (dBV)<sup>1</sup> (обозначается как “consumer line level” или иногда — “instrument level”), в то время как для профессиональной аппаратуры он выше и составляет  $+4$  дБВ (dBu)<sup>2</sup> (обозначается как “professional line level”). Для согласования аудиоаппаратуры по уровню сигнала во многих устройствах сопряжения и микшерах предусмотрен переключатель, позволяющий выбрать один из этих двух вариантов.

**Микрофонный уровень.** Уровень сигнала на выходе микрофона намного ниже, он находится в диапазоне от  $-40$  до  $-60$  дБ; такой сигнал необходимо усилить до уровня  $-10$  или  $+4$  дБ, чтобы подать на линейный вход аппаратуры. Во многих устройствах сопряжения и микшера предусмотрен переключатель “mic/line” (микрофон/линия). Когда он находится в положении “mic”, ко входу подключается внутренний предварительный усилитель, поднимающий уровень сигнала до стандартного линейного уровня. Когда переключатель находится в положении “line”, внутренний усилитель отключается. Таким образом, в случае использования отдельного микрофонного усилителя в тракте прохождения сигнала необходимо переключить устройство сопряжения в режим входного сигнала линейного уровня — отключить внутренний предварительный усилитель.

**Гитарный уровень.** Сигнал, поступающий со звукоснимателя гитары, как и микрофонный сигнал, также необходимо усиливать, но уровень напряжения гитарного сигнала может находиться в более широком диапазоне — от  $-60$  до  $0$  дБ. Для согласования входа аппаратуры по уровню сигнала с гитарой может быть предусмотрен переключатель, как в примере, показанном на рис. 3.7.

Для электрических (неоптических) входов/выходов цифрового аудиосигнала также регламентируется стандартный уровень напряжения сигнала, но, поскольку в аудиоаппаратуре этот параметр стандартный, вас это не должно волновать; это вопрос, который касается только разработчиков цифровой аппаратуры!

### **Согласование входов/выходов по сопротивлению**

*Сопротивление* — это параметр, который измеряется в омах. Пусть даже вас не интересует физический смысл этого параметра, но необходимо знать, как правильно соединять входы и выходы аппаратуры с учетом их сопротивления. Крэйг Андертон (Craig Anderton) в своей книге *Home Recording for Musicians* (Amsco) пишет: “Для того чтобы в аудиоккомплексе передать сигнал с выхода на вход с минимальными потерями, в большинстве случаев входное сопротивление приемника сигнала на входе, на который пода-

---

<sup>1</sup> Что соответствует напряжению  $0,32$  В. — Прим. перев.

<sup>2</sup> Что соответствует напряжению  $1,23$  В. — Прим. перев.



- ❶ Гнезда левого и правого каналов выхода
- ❷ Симметричный одноканальный (моно) линейный/инструментальный вход — гнездо четвертьдюймового разъема TRS
- ❸ Симметричный одноканальный (моно) микрофонный вход — гнездо разъема XLR

**Рис. 3.7.** Типичный вариант входов/выходов аудиоаппаратуры — панель устройства сопряжения M-Audio Fast Track USB. Кнопка выбора уровня входного сигнала позволяет выбрать один из двух вариантов — гитарный уровень или линейный уровень (публикуется с любезного разрешения компании M-Audio)

ется сигнал, должно примерно десятикратно превышать выходное сопротивление источника сигнала на выходе, с которого поступает сигнал”.

Правильный выбор варианта подключения с учетом входного сопротивления приемника сигнала и выходного сопротивления источника сигнала особенно важен при подключении выхода электрогитары. Неправильный выбор входа приведет к искажению спектра сигнала звука инструмента: звук будет глухим, невыразительным. Выход — подавать сигнал на вход, предназначенный специально для подключения гитары. В ряде моделей устройств сопряжения аудиоаппаратуры с компьютером и микшеров такие входы предусмотрены. Но чаще всего электрогитару подключают к аппаратуре обработки звука через специальный гитарный усилитель, обеспечивающий согласование электрогитары с аппаратурой по уровню сигнала и входному/выходному сопротивлению.

## Шумы и фон переменного тока

Любому, кто имеет опыт работы с аудиоаппаратурой, знаком громкий фон, возникающий в громкоговорителях при подключении аппаратуры и включении ее в рабочий режим. Компьютерное оборудование цифровой звукозаписи не является исключением, поскольку и оно питается от сети переменного тока. При неправильном заземлении, т.е. при нарушении надлежащей развязки сигнальных цепей от цепей питания, на полезный сигнал накладываются помехи в виде шумов и фона переменного тока.

В схеме любого радиоэлектронного устройства, в том числе аудиоаппаратуры, все напряжения “привязаны” к внутренней земле схемы, потенциал которой принимается равным нулю, и все напряжения измеряются относительно внутренней земли схемы. Благодаря этому обеспечивается возможность выделения полезного сигнала на фоне помех. При соединении радиоэлектронных устройств сигнальным кабелем земляной проводник кабеля соединяет их внутренние земли, уравнивая их потенциал. Эта так называемая сигнальная земля может быть и не привязана к потенциалу земли, как это имеет место в цепи заземления аппаратуры, но сигнальные цепи всех радиоэлектронных устройств, соединенных между собой, оказываются привязанными к одному общему опорному по-

тенциалу. К сожалению, соединение радиоэлектронных устройств между собой таит в себе опасность возникновения паразитного контура заземления. Если в схеме соединенных между собой радиоэлектронных устройств существует несколько соединений с точкой заземления по сети питания, вследствие неодинаковости их сопротивлений по паразитному контуру заземления протекает ток, который создает наводку (фон) частотой 50 Гц в сигнальных кабелях, соединяющих аудиоаппаратуру, которые действуют, как радиоантенны. Самой распространенной причиной фона сети питания являются паразитные петли заземления аппаратуры. В сетевом кабеле питания любого радиоэлектронного устройства предусмотрен третий, заземляющий, провод, которым устройство через сетевую вилку и розетку соединяется с общей точкой заземления электрооборудования в здании. Подключение всех устройств, которые соединены между собой сигнальными кабелями, к сети питания через одну сетевую розетку уменьшает вероятность возникновения паразитных контуров заземления, хотя не устраняет ее полностью.

Проще говоря, самый простой и надежный способ избавиться от сетевых наводок — подключить все оборудование студии к сети через одну общую сетевую розетку. Если полностью устранить фон сети таким способом не удастся, то используются следующие два способа борьбы с сетевым фоном. Если вы умеете пользоваться паяльником, отпаяйте земляной провод (экран) на одном конце сигнального кабеля от разъема (на одном, а не на обоих концах, так как экран обеспечивает защиту от радиопомех!). Еще один способ — отсоединить с помощью переходника одно из устройств от общей цепи заземления по сети питания (с помощью переходника с трехконтактной вилки на двухконтактную). Но не следует делать это для всех устройств одновременно, так как в этом случае на корпусе аппаратуры может появиться “плавающий потенциал земли”, опасный для жизни. Другие возможные варианты борьбы с помехами и фоном сети обсуждаются в разделе “Азбука защиты от помех”.

## Симметричное и несимметричное подключения

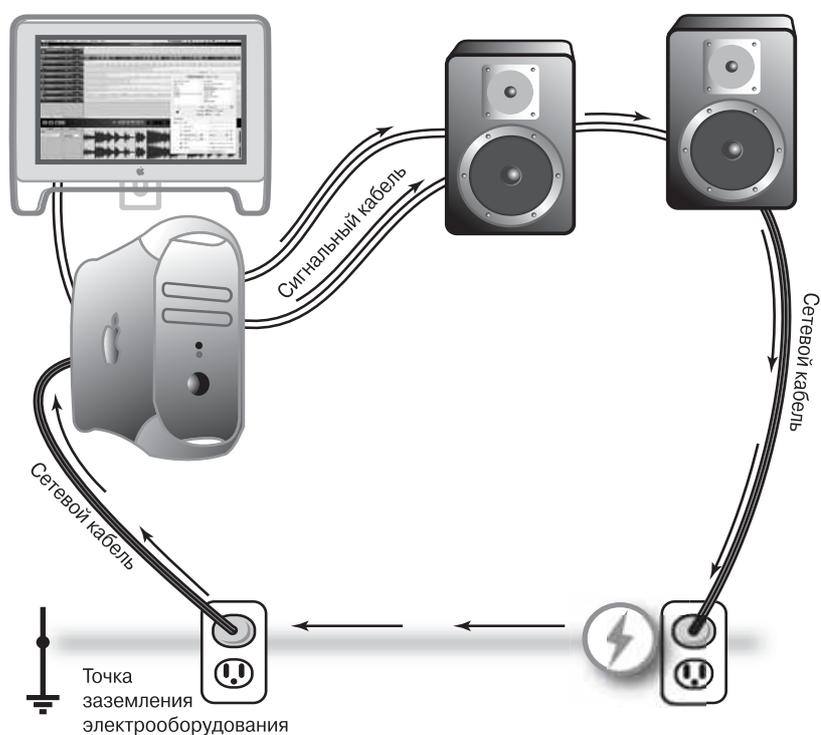
*Симметричное* подключение является эффективным средством снижения уровня помех, особенно при большой длине соединительных кабелей. Симметричное подключение осуществляется трехпроводным кабелем — два сигнальных провода плюс земляной. Такое подключение называют еще *балансным*; один из сигнальных проводов служит для передачи исходного сигнала, а другой — инвертированной копии этого же сигнала. Исходный сигнал, так называемый “hot”, “сбалансирован” относительно земли инверсным сигналом, так называемым “cold”. При симметричном подключении в приемнике (микшере или компьютерном аудиоинтерфейсе), на вход которого поступают оба сигнала, инверсный (“cold”) сигнал повторно инвертируется и суммируется с исходным (“hot”) сигналом. При этом синфазные помехи, наложившиеся на оба сигнала в процессе передачи по кабелю, взаимно нейтрализуются за счет того, что при инвертировании инверсного (“cold”) сигнала они превращаются в противофазные помехи.

В бытовой аудиоаппаратуре используются, как правило, несимметричные входы/выходы, оснащаемые разъемами RCA, и мини-джек (стереовходы/стереовыходы). Поскольку бытовая аудиоаппаратура используется в простых вариантах подключения и не требуется длинных соединительных кабелей, производители экономят за счет отказа от использования симметричных схем подключения. Но чем больше длина соединительного кабеля, тем выше уровень шумов, проникающих на вход через кабельное соединение, поэтому в профессиональной аппаратуре предпочтение отдается симметричным входам/выходам, оснащаемым разъемами XLR и TRS. В **табл. 3.2** приведен краткий обзор разъемов, используемых в симметричных/несимметричных вариантах подключения.



### Как возникает паразитный контур заземления

Благодаря электричеству у нас есть возможность реализовать технологию цифровой звукозаписи, но электричество может быть и врагом. В схеме соединения аудиоаппаратуры, которая приведена на **рис. 3.8**, имеется паразитный земляной контур в цепи питания аппаратуры. Заземление в зданиях выполняется обычно в одном месте, на цокольном этаже или в подвале. Защитные контакты всех сетевых розеток, установленных в здании, должны быть присоединены к этому заземлению. Если все оборудование подключено к сети питания через одну розетку, то проблемы не возникает. Она возникает в том случае, когда электрически связанные друг с другом устройства (например, компьютер и активная акустическая система) подключены к сети питания через разные розетки. Вследствие неравенства сопротивлений соединений на землю в контуре заземления, образованном соединенными между собой устройствами, протекает ток, который создает фон, накладывающийся на полезный сигнал.



**Рис. 3.8.** В данном примере подключения аппаратуры к сети возникает один паразитный контур заземления. При неправильном заземлении аппаратуры возможно возникновение и нескольких паразитных контуров заземления, но результат будет тот же — наложение фона переменного тока на полезный сигнал

**Таблица 3.2.** Краткий перечень разъемов, используемых в симметричных/несимметричных вариантах подключения

<b>Симметричный вход/выход</b>	
Одноканальный (монофонический) — 1/4-, сигнал, инверсный сигнал, земля 1/8-дюймовый TRS-разъем	
Аналоговый, цифровой — разъем XLR	3 контакта: сигнал, инверсный сигнал, земля
<b>Несимметричный вход/выход</b>	
Одноканальный (монофонический) — 1/4-, сигнал, земля 1/8-дюймовый TS-разъем	
Стерефонический — 1/4-, 1/8-дюймовый правый канал, левый канал, земля TRS-разъем	
Аналоговый, цифровой — разъем RCA	сигнал, земля

## Цифровой аудиointерфейс

Передача цифрового аудиосигнала осуществляется по различным *протоколам* (стандартам). Стандарты цифрового аудиointерфейса, регламентирующие параметры протокола передачи цифрового аудиосигнала и параметры входов/выходов аппаратуры, отличаются друг от друга и, по существу, несовместимы. Например, нельзя просто подключить цифровой выход стандарта ADAT Optical к цифровому входу стандарта S/PDIF. Чтобы правильно соединить устройства, необходимо знать, какие протоколы передачи цифрового сигнала используются в них. К сожалению, по внешнему виду панельного или кабельного разъема невозможно понять его назначение, потому что одни и те же типы разъемов используются в цифровых аудиointерфейсах разных стандартов.

В бытовой и полупрофессиональной аудиоаппаратуре используются, в основном, цифровые аудиointерфейсы стандартов S/PDIF и ADAT Optical. В большинстве компьютерных аудиointерфейсов используется один из них или даже оба. Цифровой аудиointерфейс S/PDIF используется в цифровой стереофонической аппаратуре и аудиоаппаратуре, предназначенной для воспроизведения многоканального цифрового звука, записанного в формате со сжатием данных, например DTS и Dolby Digital Surround, в то время как цифровой аудиointерфейс ADAT Optical используется в аудиоаппаратуре, предназначенной для воспроизведения восьмиканального цифрового звука, записанного в формате без сжатия данных. Поскольку эти стандарты цифрового аудиointерфейса используются практически во всех видах аудиоаппаратуры — от бытовых DVD-проигрывателей до электромузыкальных клавишных инструментов, цифровых микшеров и устройств звукозаписи, — проблем с подключением цифровой аудиоаппаратуры, как правило, не возникает.

Производители иногда не утруждают себя четкой маркировкой входов/выходов, но обычно об их назначении догадаться несложно. Например, входы/выходы S/PDIF столь привычны в аудиоаппаратуре, что для их обозначения может быть использована маркировка типа “optical” или “digital”.

Для профессиональной аудиоаппаратуры характерно использование несколько иных вариантов стандартов цифрового аудиointерфейса, чем в бытовой и полупрофессиональной аппаратуре. В аппаратуре Digidesign Pro Tools|HD и другом аудиооборудовании профессионального класса используется цифровой аудиointерфейс AES/EBU. В этом стандарте цифрового аудиointерфейса, известном также под названием AES3, используется симметричное подключение и оснащение входов/выходов разъемами XLR, что обеспе-

чивает увеличение длины соединительного кабеля и повышение надежности разъемных соединений; в результате этот цифровой аудиointерфейс лучше приспособлен к жестким условиям работы. Хотя стандарт AES3 считается общепринятым стандартом цифрового аудиointерфейса профессиональной аппаратуры, цифровые аудиointерфейсы ADAT Optical компании *Alesis* и TDIF компании *Tascam* также широко используются в многоканальных цифровых аудиосистемах (табл. 3.3).



### Азбука защиты от помех

Вы не знаете, как избавиться от сетевых наводок и других помех в своей аудиоаппаратуре? Прежде всего необходимо установить источник помех. Для этого отключите все устройства и отсоедините их друг от друга. Затем поочередно подключайте аппаратуру к усилителю, устройство за устройством, чтобы установить, какое из них создает помехи. Для устранения наводок и шумов в аппаратном комплексе аудиозаписи следуйте правилам, приведенным ниже.

- **Везде, где это возможно, используйте симметричные входы/выходы аппаратуры.** Кабели для соединения несимметричных входов/выходов старайтесь сделать как можно более короткими (было бы просто идеально, если бы они были длиной не более полутора-двух метров).
- **Подключайте аудиооборудование к одной общей линии сетевого питания.** “Запитывайте” аппаратуру через разветвитель, подключенный к одной сетевой розетке, обеспечив тем самым соединение аппаратуры с точкой заземления одним общим проводом.
- **Не скручивайте кабели в мотки.** Любители аудиотехники часто закручивают кабель микрофона вокруг стойки, на которой он стоит. Это плохая привычка: тем самым вы создаете очень эффективную антенну для приема сетевых наводок! Кабели должны лежать ровно; чтобы они не скручивались, скрепите их скотчем или кабельными стяжками.
- **Аккуратно храните кабели.** Если у вас масса кабелей, не сбрасывайте их в кучу, а рассортируйте и аккуратно сложите; используйте кабельные катушки и другие подходящие средства, проследите, чтобы кабели не перепутывались.
- **Размещайте сетевые кабели подальше от сигнальных кабелей.** Сетевой кабель является источником помех, которые могут проникать даже в экранированные сигнальные кабели. Разнесите сетевые и сигнальные кабели подальше, насколько это возможно, друг от друга; следите за тем, чтобы в точках пересечения, если таковые имеются, эти кабели располагались перпендикулярно друг другу.
- **Не скрепляйте сетевые и сигнальные кабели в общие жгуты.**
- **Позаботьтесь об экранировании.** Экранированные аудиокабели и провода акустических систем обеспечивают повышенную защиту от помех. Сетевые разветвители с целью дополнительной защиты от помех часто оснащаются помехоподавляющими фильтрами, а в акустических системах, предназначенных для подключения к компьютеру, предусматривается особое экранирование.
- **Устраняйте источники помех.** Компьютерные мониторы, сотовые телефоны, импульсные блоки питания и множество других типов радиоэлектронных устройств создают помехи. Некоторые “шумят” настолько сильно, что

подавляют полезный сигнал. Чтобы проверить, не является ли то или иное устройство источником помехи, отодвиньте его подальше от аудиоаппаратуры и громкоговорителей и посмотрите, как это скажется на уровне помех.

Разбираться в разнообразных цифровых аудиоинтерфейсах нужно, но вот какой из них вы будете использовать на практике — это целиком зависит от того, каким из них оснащено оборудование цифровой звукозаписи, выбранное вами.

Соединять устройства, оснащенные цифровым аудиоинтерфейсом, лучше всего по каналу цифрового звука. Аналоговый канал имеет смысл использовать в том случае, если устройство не имеет цифрового аудиоинтерфейса или аналоговая обработка сигнала обеспечивает возможности, недоступные цифровой технологии.

При соединении аудиоаппаратуры по каналу цифрового звука одно из устройств служит *задающим тактовым генератором*, обеспечивающим синхронизацию остальных устройств (тактовый сигнал — высокочастотный импульсный сигнал, по которому осуществляется синхронизация работы цифровой аппаратуры). В случае двух цифровых устройств, например S/PDIF-выход синтезатора подключен к S/PDIF-входу компьютерного аудиоинтерфейса, устройство — приемник сигнала синхронизируется по тактовому сигналу, поступающему от устройства — передатчика сигнала. Но, если в состав аппаратного комплекса входит несколько цифровых устройств, например цифровой микшер, к которому подключено несколько источников цифрового аудиосигнала, необходимо внимательно ознакомиться с информацией по синхронизации аппаратуры, приведенной в соответствующих руководствах по эксплуатации. В профессиональных студиях звукозаписи используются специальные высококачественные источники синхросигнала, по которому осуществляется синхронизация работы всей цифровой аппаратуры. Если, работая с аппаратным комплексом, имеющим в своем составе несколько цифровых устройств обработки звука, вы заметите щелчки и треск в звуке, не исключено, что причиной этого является нарушение синхронизации цифровых устройств.



#### **Устали от проблем, связанных с сопряжением аппаратуры, оснащенной цифровыми аудиоинтерфейсами разных стандартов?**

Если в вашем распоряжении имеется множество цифровых устройств и вы хотите облегчить задачу их комбинирования, не испытывая ограничений, связанных с разными стандартами цифровых аудиоинтерфейсов, используйте цифровой коммутатор/преобразователь стандартов цифрового аудиоинтерфейса, например, СОЗ компании *M-Audio*. Это устройство оснащено множеством входов/выходов, осуществляет преобразование любых стандартов цифрового аудиоинтерфейса из одного в другой и выполняет множество других функций, например коммутацию входов и коррекцию джиттера, обеспечивая решение широкого круга проблем, связанных с подключением цифровой аппаратуры.



#### **Что понимается под словом “Pro”?**

Стандарты AES/EBU и S/PDIF цифрового аудиоинтерфейса, подобно многим другим стандартам аппаратного интерфейса, относятся к разным категориям: первый — к категории “pro” (профессиональное оборудование), второй — к категории “consumer” (бытовая аппаратура). В профессиональном оборудовании используются оба стандарта, так почему же стандарт AES/EBU, регламенти-

рующей использование разъемов XLR, считается “pro” и более характерен для оборудования профессиональных студий звукозаписи и концертной аппаратуры?

- **Износостойкость.** В бытовой аудиоаппаратуре предпочтительными являются более дешевые типы разъемов и кабелей, не отличающиеся высокой износостойкостью. Артисты, выступающие перед многотысячными аудиториями поклонников каждый вечер, не будут экономить на качестве — им куда важнее, чтобы кабель стойко выдерживал любые нагрузки.
- **Надежность соединения.** В бытовой аппаратуре предпочтение отдается разъемам типа RCA и “мини-джек” (1/8-дюйма), которые держатся в гнездах не так прочно, как это необходимо для профессионального оборудования, в котором используются сотни кабелей. Разъемы BNC и XLR не столь изящны и миниатюрны, но вилки в гнездах держатся куда надежнее и их не так легко вытащить.
- **Низкий уровень помех, большая длина кабеля.** В домашних условиях полтора-двухметрового кабеля вполне хватает, но профессионалам иногда требуется кабель тридцатиметровой длины, а то и более. Даже для цифрового аудиосигнала потери в линии передачи такой длины оказываются достаточно большими, вот почему профессионалы, выбирая концертное оборудование, отдают предпочтение аппаратуре стандарта AES/EBU, а не S/PDIF.

Конечно, высокое качество кабельных соединений — вещь желательная не только профессионалов. Даже кабели так называемой потребительской категории, оснащенные разъемами “мини-джек” и RCA, отличаются по качеству и, соответственно, цене. Не стоит экономить на качестве кабеля — дешевый кабель, как правило, рвется быстро и не обеспечивает надежного экранирования от помех. Кабель профессионального качества — это надежность и качество звука.

**Таблица 3.3.** Краткий перечень стандартов цифрового аудиоинтерфейса

Стандарт цифрового аудиоинтерфейса	Расшифровка названия	Другие общепотребительные названия	Область применения	Типы разъемов
<b>S/PDIF</b> (произносится как “спидиф” или “эс-пи-диф”)	Sony/Phillips Digital Interconnect Format (стандарт цифрового аудиоинтерфейса Sony/Phillips)	SPDIF (без кривой черты), несимметричный цифровой аудиоинтерфейс, “оптический”, “цифровой” или просто “цифровой” — цифровой аудиоинтерфейс стандарта IEC958	Бытовая стационарная аудиоаппаратура, переносное оборудование звукозаписи/воспроизведения, компьютерные аудиоинтерфейсы, разнообразная аудиоаппаратура бытовой, полупрофессиональной и профессиональной категорий	RCA, TOSLINK, BNC

Окончание табл. 3.3

Стандарт цифрового аудиоинтерфейса	Расшифровка названия	Другие общепотребительные названия	Область применения	Типы разъемов
<b>ADAT Optical</b>	Alesis Digital Audio Tape (стандарт цифровой записи, разработанный компанией <i>Alesis</i> )	Световодный или просто “АДАТ”	Многоканальная аудиоаппаратура компании <i>Alesis</i> и других производителей, многие компьютерные аудиоинтерфейсы, стандартный аудиоинтерфейс в компьютерах Power MacGS компании <i>Apple</i>	TOSLINK
<b>AES/EBU</b>	Audio Engineering Society/ European Broadcast Union (стандарт общества инженеров-акустиков США/ Европейского союза по широковещанию)	AES3, цифровой с симметричным выходом	Профессиональное оборудование	XLR (AES3), BNC (AES3id, встречается редко)
<b>TDIF</b> (произносится как “тидиф” или “ти-ди-эф”)	Tascam Digital Interface Format (цифровой аудиоинтерфейс, разработанный компанией <i>Tascam</i> )	“DA-88” (по названию магнитофона, в котором впервые был использован этот аудиоинтерфейс)	Многоканальное аудиооборудование компании <i>Tascam</i> и других производителей, поддерживающих этот стандарт	Специальный 25-контактный разъем

## Учимся правильно подключать аппаратуру на реальных примерах

Теперь, после знакомства с разнообразными цифровыми аудиоинтерфейсами и типами разъемов, вам уже будет легче разобраться в разъемах, которыми оснащаются кабели и панели профессиональных микшеров и устройств сопряжения с компьютером.

Самый надежный способ не перепутать входы/выходы аппаратуры при ее подключении — не торопиться и вдумчиво разбираться в оснащении приборных панелей. Для серийной аппаратуры характерны стандартные варианты структурных схем, конструкций и оснащения разъемами.

На **рис. 3.9** и **3.10** показаны типичные примеры оснащения приборных панелей, с которыми вам придется иметь дело при подключении аудиоаппаратуры. Оснащение приборных панелей устройства сопряжения (компьютерный FireWire-аудиоинтерфейс) MOTU Traveler и микшера Mackie Onyx типично для изделий этого назначения, выпускаемых разными производителями. Профессионалы отдают предпочтение этим устрой-

ствам отчасти и потому, что оснащение их приборных панелей продумано и рассчитано на множество возможных вариантов подключения. Разобравшись в оснащении этих образцов приборных панелей, вы уверенно разберетесь в подключении любой аудиоаппаратуры в собственной студии, даже если имеете дело с ней впервые.

### Компьютерный аудиоинтерфейс



**Не пренебрегайте технической документацией.** В хороших инструкциях по эксплуатации радиоэлектронных устройств обязательно приводятся схемы различных вариантов ее подключения. Не поленитесь изучить их. Большинство производителей, как правило, выпускают к своей аппаратуре электронные руководства, распространяемые через Интернет. Прежде чем покупать то или иное устройство, оцените качество эксплуатационной документации.



- ❶ 1–4: гнезда Neutrik ; “MIC/INSTRUMENT INPUTS” — комбинированные разъемы, “микрофонный инструментальный” входы с предварительными усилителями (аналоговые)
- ❷ 5–8: разъемы TRS; входы (аналоговые)
- ❸ 1–8: разъемы TRS; выходы (аналоговые)
- ❹ Разъемы RCA: несимметричный вход и выход стандарта S/PDIF (цифровые)
- ❺ Разъемы сигнала синхронизации (цифровые)
- ❻ Разъемы стандарта FireWire 400 (цифровые)
- ❼ Симметричный вход/выход стандарта AES/EBU (цифровые)

**Рис. 3.9.** На задней панели MOTU Traveler — устройства сопряжения аудиоаппаратуры с компьютером по шине FireWire — установлен полный арсенал разъемов различных типов, используемых в аппаратуре цифровой звукозаписи. Справа расположены восемь разъемов аналоговых входов и восемь разъемов аналоговых выходов, разъемы цифровых входов/выходов находятся слева; и те, и другие можно использовать одновременно (публикуется с любезного разрешения компании Mark of the Unicorn)

Компьютерный аудиоинтерфейс — это устройство сопряжения, необходимое для подключения гитар, электромузыкальных клавишных инструментов, микрофонов, проигрывателей и аппаратуры цифровой записи к компьютеру независимо от того, сколько каналов звука записывается — один или множество. Ниже приведено подробное объяснение назначения разъемов на панели, показанной на рис. 3.9.

#### Аналоговые входы/выходы

Ко входам 1–8 можно подключить одновременно до восьми источников аналогового аудиосигнала. Это может быть любая комбинация музыкальных инструментов, оборудования и микрофонов.

1. Входы 1–4 оснащены внутренними предварительными усилителями для инструментов и микрофонов. В устройстве MOTU используются комбинированные разъемы Neutrik “combo”, обеспечивающие возможность подключения кабеля как с симметричным разъемом XLR, так и с четвертьдюймовым TRS-разъемом, по-

этому волноваться о том, каким разъемом оснащен кабель инструмента или микрофона, не приходится.

2. Входы 5–8, оснащенные TRS-разъемами, рассчитаны на подключение как симметричных, так и несимметричных выходов источников сигнала. В случае необходимости к этим входам можно подключать и микрофон, но только через внешний предварительный усилитель.
3. Выходы 1–8, оснащенные TRS-разъемами, рассчитаны на подключение как к симметричным, так и к несимметричным входам приемников сигнала. Многим пользователям достаточно стереовыхода для подключения к усилителю или активным акустическим системам. Для этого предназначены выходы 1–2, на что указывает их маркировка “main”. Выходы 3–8 используются в многоканальных системах записи/воспроизведения звука или для других целей, например для индивидуальной обработки дорожек многоканальной звукозаписи с использованием дополнительной аналоговой аппаратуры эффектов или для подключения к аналоговому микшеру.



#### **А в ответ — тишина...**

С подобной ситуацией сталкиваются все — и неискушенные любители и профессионалы с многолетним опытом: все подключено, кажется, так, как надо, а работать не хочет. Только не впадайте в отчаяние. Ищите ошибку педантично — шаг за шагом, следуя описанной ниже процедуре.

1. **Проследите путь сигнала.** Если для сигнала определен маршрут следования, значит, проблема возникла где-то на этом маршруте. Идите от источника сигнала, проверяя наличие сигнала в каждой точке подключения, до конечного пункта назначения.
2. **Не полагайтесь только на свой слух.** В любом устройстве есть визуальные индикаторы; они должны реагировать на сигнал, поступающий на вход устройства.
3. **Проверьте положение регуляторов усиления, переключателей “mute” и “solo”.** Непонятно, по какой причине, но в популярных моделях микшеров очень часто маркировка на регуляторах усиления наносится темным цветом на темном поле, а кнопки “mute” и “solo” сконструированы так, что не поймешь, в каком положении — “включено” или “выключено” — они находятся.
4. **Замените кабели.** Хороший способ проверить качество соединения — заменить кабель таким же, заведомо исправным. Кабели постоянно выходят из строя, и самый простой способ проверить, не в них ли кроется проблема, — заменить их.

#### **Цифровые входы/выходы**

Цифровые входы/выходы используются для подключения цифровой аудиоаппаратуры с целью использования архива цифровых звукозаписей, осуществления звукозаписи на компакт-диск или копирования цифровых записей на другой компьютер. Входы/выходы тактовой синхронизации обеспечивают надежную синхронизацию работы цифрового оборудования, что особенно необходимо для решения таких задач, как озвучивание видеозаписей.

1. Несимметричные цифровые входы/выходы стандарта S/PDIF, оснащенные разъемами RCA, предназначены для подключения “бытовой” цифровой аппаратуры.

ры. Обратите внимание на то, что в рассматриваемом нами примере на приборной панели установлены один входной и один выходной разъемы. В отличие от аналоговых входов/выходов цифровые входы/выходы служат для передачи сигнала, в котором может быть закодирован многоканальный звук.

2. Эти разъемы служат для создания канала передачи/приема тактового сигнала, по которому осуществляется синхронизация работы цифрового оборудования.
3. Разъемы Fire Wire предназначены для подключения устройства к компьютеру. Через них на устройство может даже подаваться питание, если это предусмотрено аппаратной архитектурой компьютера.
4. Симметричные цифровые входы/выходы стандарта AES/EBU, оснащенные разъемами XLR, предназначены для подключения цифрового оборудования категории “pro”. Поскольку в цифровой аудиоаппаратуре больше распространены цифровые входы/выходы стандарта S/PDIF, оснащаемые разъемами RCA, разъемы во многих случаях остаются незадействованными.

На фотографии, приведенной на рис. 3.9, отсутствуют входы/выходы стандарта MIDI, поскольку они расположены на боковой панели этого устройства сопряжения.

### Аппаратный микшер

Микшеры обеспечивают широчайшие возможности коммутации входов/выходов, позволяя использовать самые разнообразные аппаратные средства обработки звука, звукозаписи и воспроизведения, как аналоговые, так и цифровые, и манипулировать параметрами звукозаписей без участия компьютера.

1. В микшере Опух, как и в устройстве сопряжения Traveler, имеется четыре аналоговых входа с предварительными усилителями. Обратите внимание на то, что входы 1–2, на которых установлены четвертьдюймовые разъемы (типа “джек”), несимметричны. Это гитарные входы, согласованные по входному сопротивлению с выходным сопротивлением звукоснимателя электрогитары. К этим входам можно подключать электрогитару напрямую, а не через гитарный усилитель, но при большой длине гитарного кабеля он обязательно понадобится, поскольку эти входы — несимметричные.
2. Во всех каналах звука имеются независимые эквалайзеры. На приборной панели микшера установлены отдельные регуляторы независимой коррекции АЧХ в каждом канале звука. Помимо этого, во всех каналах имеются регуляторы “aux” (от “auxiliary” — “вспомогательный”) для отвода сигнала, частично или полностью, через вспомогательные выходы в другие устройства. Даже при использовании компьютерных инструментов обработки сигнала встроенный эквалайзер микшера часто оказывается совсем не лишним, а, возможно, более удобным инструментом коррекции звука.
3. Даже в случае использования виртуального компьютерного микшера аппаратный микшер все равно может оказаться предпочтительнее для контроля звука. Например, подаем сигнал с аудиовыхода компьютера на стереовход 5–6 — и получаем регулятор уровня (мастер-федер с нулевой задержкой) канала прослушивания выходного сигнала компьютерного микшера. Подключаем микрофон на вход 1, гитару — на вход 2, а клавишный электромузыкальный инструмент — на стереовход 7–8. Теперь любой из этих входных сигналов можно с помощью программных средств превратить в дорожку цифрового звука, записанную на компьютере,



- 1 Входы с предварительными усилителями
- 2 Регуляторы встроенных эквалайзеров
- 3 Регуляторы уровня стереосигнала
- 4 Канальный регулятор уровня сигнала, передаваемого на вспомогательный (AUX SEND) выход микшера
- 5 Регулятор уровня возвращаемого сигнала, поданного на вспомогательный (AUX RETURN) вход микшера
- 6 Кнопка канала голосовой связи Talkback
- 7 Основные выходы (L/R)

**Рис. 3.10, а.** По дизайну Mackie Onyx 1220 подражает аналоговым микшерам серии Mackie 1202, пользовавшимся большим успехом. Такой дизайн типичен для многих портативных микшеров. Конечно, первое, что обращает на себя внимание, — обилие разъемов, кнопок и регуляторов. Это вовсе не значит, что в процессе работы приходится пользоваться всеми этими возможностями. Достоинство традиционных аппаратных микшеров заключается в том, что они обеспечивают практически неограниченные возможности манипулирования аудиосигналами, когда это требуется, и все входы/выходы и органы управления находятся на виду, под рукой, что очень удобно (публикуется с любезного разрешения компании Loud Technologies, Inc.)

одновременно воспроизводя записываемый звук и корректируя его на слух. Только не умудритесь при записи вернуть сигнал, поданный на стереовход 5–6 микшера, обратно в компьютер — это приведет к возникновению контура обратной связи и катастрофическим последствиям.

4. Уровень сигнала на вспомогательном выходе “AUX SEND” регулируется отдельными, специально предусмотренными регуляторами. С этого выхода можно передавать сигнал на удаленные акустические системы или внешнюю аппаратуру обработки звука.
5. Вспомогательный вход “AUX RETURN” предназначен для приема *возвращаемого сигнала*, поступающего с выхода внешней аппаратуры обработки звука. Например, сигнал с выхода “AUX SEND” микшера подается на вход цифрового устройства задержки, а задержанный сигнал возвращается на вход “AUX RETURN” микшера.

6. Канал Talkback предназначен для обеспечения голосовой связи между исполнителем, находящимся в зале звукозаписи, и аппаратной или между аппаратной консолью в зрительном зале и сценой.
7. Поскольку основные выходы размещены в верхней части лицевой панели микшера, к ним удобнее всего подключать аппаратуру звукозаписи для записи выходного стереозвука на выходе микшера.



### Микшер или устройство сопряжения с компьютером?

В последние годы различие между музыкальными компьютерами, компьютерными устройствами сопряжения и микшерами по функциональным возможностям стало куда менее заметным.

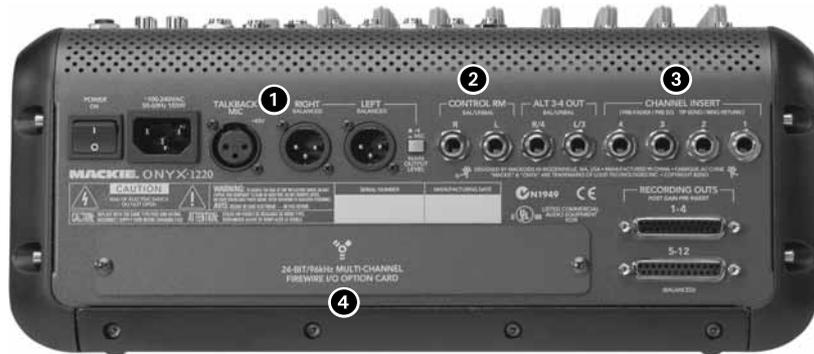
- Компьютер может работать микшером: подключив к компьютеру устройство сопряжения с компьютером, можно превратить любой компьютер в микшер.
- Устройство сопряжения с компьютером может использоваться в качестве микшера. Такому устройству, как MOTU Traveler, компьютер просто не нужен. В автономном режиме работы это устройство является полноценным цифровым микшером.
- Микшер может одновременно служить устройством сопряжения с компьютером. Например, микшер The Mackie Onyx, хотя по внешнему виду он практически не отличается от уже знакомых нам традиционных аналоговых микшеров компании Mackie, если его “дооснастить” интерфейсной платой FireWire, превращается в устройство сопряжения с компьютером.

Несмотря на то что по основным функциональным возможностям эти категории аудиооборудования пересекаются друг с другом, все они по-своему незаменимы. У устройства сопряжения MOTU Traveler возможности манипулирования аудиосигналами куда меньше, чем у Mackie Onyx: для коммутации и регулировки параметров каналов звука имеется лишь несколько органов управления на передней панели с небольшим ЖК-экраном. С другой стороны, микшер Mackie Onyx намного дороже и уступает по портативности MOTU Traveler. До тех пор, пока мир не стал полностью виртуальным и мы не отказались от реальных вещей, будет существовать потребность в реальных инструментах, а следовательно, и эти три категории аудиоаппаратуры будут оставаться, по крайней мере внешне, неизменными.



### В чем различия между аналогичными по назначению устройствами?

Практически все микшеры базируются на фундаментальной структуре “канал/шина”, но комбинирование разных компонентов этой структуры реализуется разными путями. Чем больше каналов, тем больше входов для подключения источников сигнала. Дополнительные шины позволяют группировать сигнал в конфигурации из 4, 8 и более дорожек, в отличие от простого двухшинного микшера, показанного на рис. 3.10 (правый и левый каналы). Дополнительные шины необходимы для формирования сигнала объемного звука и многодорожечной записи.



- ❶ Основной выход
- ❷ Контрольные выходы
- ❸ Выходы CHANNEL INSERT для подключения аппаратуры в разрыв канала прямого сигнала
- ❹ Разъем интерфейса FireWire для подключения к компьютеру

**Рис. 3.10, б.** На задней панели микшера установлены разъемы, к которым не нужен постоянный доступ, например выходы для подключения акустических систем (публикуется с любезного разрешения компании Loud Technologies, Inc.)

1. Симметричный основной выход (L/R — левый/правый канал) предназначен для подключения активных акустических систем (пассивные акустические системы подключаются через дополнительный внешний усилитель).
2. Выход контрольного сигнала (CONTROL RM) предназначен для подключения второго комплекта акустических систем, например, в зале прослушивания. Одного комплекта акустических систем, подключенных к основному выходу, как правило, оказывается достаточно, поэтому выход контрольного сигнала обычно остается незадействованным.
3. Входы/выходы CHANNEL INSERT расширяют возможности обработки аудиосигнала. В отличие от вспомогательных входов/выходов, которые предназначены для ответвления части сигнала и ее возврата в канал прямого сигнала после обработки, они предназначены для подключения устройств обработки в разрыв канала прямого сигнала. Таким образом, аудиосигнал канала целиком подвергается обработке во внешнем устройстве перед поступлением в микшер. Этот вариант подключения предназначен для устройств, выполняющих сжатие динамического диапазона аудиосигнала (компрессоров) и любой другой аппаратуры, если требуется подвергнуть обработке весь сигнал.
4. Разъем FireWire, которым Mackie Onyx подключается к компьютеру, превращает его в настоящую рабочую станцию; правда, для этого необходимо “дооснастить” микшер платой интерфейса FireWire. Но оно того стоит — вы получаете возможность передавать все дорожки сигнала в компьютер для программной обработки и записи.