

ФИЛИП НЬЮЭЛЛ

# ПРОЕКТ-СТУДИИ

МАЛЕНЬКИЕ СТУДИИ  
ДЛЯ ВЕЛИКИХ ЗАПИСЕЙ



**Замечания по поводу релиза!!!**

Данный файл не является официальной электронной версией издания данной книги. Он содержит в себе информацию, собранную из нескольких русскоязычных источников, а также некоторые исправления, сделанные по ходу компоновки.

Материал предоставлен форумом RMM (<http://forum.mmedia.ru/>) и пользователем TContinental с форум ума MixGalaxy (<http://www.forums.mixgalaxy.ru/>).

RMM, Lexman, март 2009

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

Об авторе .....	5
Введение .....	6
Глава 1 Эволюция project-студий .....	9
1.1 Стандарты сегодняшнего дня .....	9
1.2 Потребности исполнителей .....	10
1.3 Переносное и портативное оборудование .....	11
1.4 Project-студии .....	14
Глава 2 Оборудование и компромиссы .....	20
2.1 Форматы <i>DAT</i> , <i>MiniDisc</i> и мониторы <i>Yamaha NS10</i> .....	20
2.2 Достаточно ли хорош? .....	21
2.3 Коммерческий или профессиональный? .....	23
2.4 Вопрос баланса .....	23
2.5 Бытовое, полупрофессиональное или профессиональное? .....	24
2.5.1 Профессиональные нужды .....	25
2.6 Что выбрать? .....	26
Глава 3 Согласование .....	31
3.1 Происхождение профессиональной коммутации .....	31
3.2 Коммутационные поля (патч-беи) .....	33
3.2.1 Проблемы симметричных и несимметричных сигналов .....	35
3.3 Джеки – двух- или трёхконтактные? .....	36
3.4 Скрытые проблемы .....	36
3.5 Хаос дискретных проводников .....	39
3.6 Соображения по поводу многоканальной передачи сигналов .....	40
3.7 Заземление сигнальных экранов .....	40
3.8 Симметричность против несимметричности - очевидного выбора нет .....	41
3.8.1 Извращённая логика? .....	42
3.8.2 Шестнадцать вариантов одного кабеля .....	42
3.9 Некоторые комментарии .....	43
Глава 4 Источники питания и заземление .....	45
4.1 Источники питания с малым полным сопротивлением .....	47
4.2 Количество фаз .....	50
4.2.1 Почему только одна фаза? .....	51
4.3 Линейные фильтры и стабилизаторы напряжения .....	51
4.4 Сбалансированное питание .....	52
4.5 Итог .....	54
Глава 5 Требования к мониторинговому контролю .....	55
5.1 Стандарт или рынок? .....	55
5.2 Минимальные стандарты .....	56
5.3 Что лучше? .....	56
5.4 Оценка громкоговорителей .....	56
5.4.1 Базовые реальности .....	57
5.4.2 Субъективные и объективные истины .....	58
5.5 В каком направлении двигаться? .....	59
5.6 Без окончательного решения? .....	60
5.7 Активные или пассивные? .....	61
5.8 Усилители .....	62
5.9 Достижение цели .....	62
5.9.1 Сбалансированное звучание .....	63
5.10 Обратная зависимость .....	67
5.11 Правильный выбор .....	68
5.12 Воздействие акустики помещения .....	69
Глава 6 Модульные цифровые многорожечные магнитофоны .....	72
6.1 Свидетельство очевидца .....	72
6.1.1 Проблемы форматирования .....	72

6.1.2 Непрофессиональное техническое обеспечение.....	73
6.2 Проверка качества и выставление уровней.....	74
6.3 Чистка головки и другие проблемы.....	75
6.3.1 Индикация дефектов и профессиональные нужды.....	76
6.3.2 Философия.....	76
6.4 104 дорожки.....	77
6.4.1 Концерт.....	79
6.4.2 Послесловие.....	80
6.5 Сравнение качества звука и типового применения.....	81
6.5.1 Финансовые реальности.....	82
6.6 Подведём итоги.....	83
6.7 Географические различия.....	84
Глава 7 Что происходит? Уровни записи и их индикация.....	86
7.1 Переход от аналога к цифре.....	86
7.1.1 Традиционный подход.....	86
7.1.2 Влияние "цифры".....	87
7.1.3 Интерфейс уровня модульных многоканальных цифровых магнитофонов.....	88
7.2 Различие в принципах индикации.....	88
7.2.1 Динамический диапазон.....	89
7.3 Коренные причины искажений.....	90
7.3.1 Как обойти искажения, создаваемые пультом.....	93
7.4 Оптимальное решение.....	93
7.5 Индикация.....	93
7.6 Цифровая индикация как она есть.....	95
Глава 8 Мастеринг.....	96
8.1 Развитие профессии.....	96
8.1.1 Недостатки винила.....	96
8.1.2 Жизнь после винила.....	98
8.1.3 Пришествие мастеринг-инженеров.....	98
8.2 Разные пути к одинаковому результату.....	98
8.3 Заключение.....	105
Глава 9 И ещё кое-что, достойное внимания.....	107
9.1 Эталонные стандарты.....	107
9.2 Комплексный подход к проектированию.....	107
9.3 Ошибочные концепции.....	108
9.4 Поиск истинного пути.....	108
9.5 Что же правильно?.....	109
9.6 Опыт или неуверенность.....	110
9.7 Эффекты от эффектов.....	110
9.8 Дальнейшие компромиссы.....	111
9.8.1 Ограниченный диапазон мониторинга. Насколько это опасно?.....	111
9.8.2 Подготовка.....	111
9.9 Специализация персонала.....	112
9.10 Знание - сила.....	112
9.11 Ресурс оборудования.....	113
Глава 10 Некоторые основные понятия об акустике громкоговорителей и помещений.....	115
10.1 Некоторые основные принципы акустики.....	115
10.1.1 Направленность громкоговорителей.....	116
10.2 Помещения с реалистичными условиями прослушивания.....	118
10.2.1 Бесконечное разнообразие.....	120
10.2.2 Общие ориентиры.....	121
10.3 Контроль помещений.....	121
10.3.1 Большие помещения.....	122
10.4 Итоги.....	124
Глава 11 Проблемы небольших помещений.....	125
11.1 Размеры помещений и поведение их гармонических резонансов.....	125
11.2 Нынешние концепции и плохое влияние.....	127
11.3 Другой взгляд на действительность.....	128
11.4 Помехи от оборудования.....	130
11.5 Происхождение концепций.....	131
11.6 Строительные принципы.....	131
11.7 Философские иррациональности.....	134
11.8 Заключение.....	134
Глава 12 Стерео. Призрачные иллюзии.....	136

12.1	Взаимосвязи между громкоговорителями .....	136
12.2	Взаимосвязи громкоговорителей со звуковыми отражениями .....	139
12.3	Как лучше панорамировать? .....	140
12.4	Как уйти от паразитных взаимосвязей в помещении .....	141
12.5	Поведение переходных и более устойчивых сигналов в фантомном образе .....	142
12.6	Эксплуатационные различия безэхового и реверберационного пространств .....	145
12.6.1	Сложности, связанные с реверберацией .....	146
12.7	Различия в поведении фантомного и реального источников звука .....	146
12.8	Ограничения, исключения и вопросы многоканальности .....	147
12.9	Многоканальные повторения .....	148
12.10	Подведение итогов .....	148
	Приложение .....	148
Глава 13	Фаза, время и эквализация .....	150
13.1	Аналоговый сигнал, цифровой сигнал и частота дискретизации .....	150
13.1.1	Фазовые и временные характеристики .....	150
13.1.2	Форма волны .....	150
13.2	Амплитудные и фазовые характеристики .....	151
13.3	Восприятие формы волны .....	152
13.4	Эквалайзеры .....	155
13.4.1	Эквализация мониторов .....	155
13.5	Адаптивная цифровая обработка сигналов .....	156
13.6	Зачем суетиться? .....	156
Глава 14	Компьютеры в контрольных комнатах .....	158
14.1	Наступление бытовых студий .....	158
14.2	Расширение профессиональных возможностей .....	158
14.2.1	Рискованный случай редактирования .....	159
14.2.2	Цифровое управление аналоговым оборудованием .....	160
14.3	Виртуальные микшеры и рекордеры на жестких дисках .....	161
14.4	Цифровая приманка .....	161
14.5	Искусство и шум .....	162
14.5.1	Одно из решений .....	162
14.5.2	Те же проблемы, но не связанные с компьютерами .....	163
14.6	Выводы .....	163
Глава 15	Рассуждения о применении surround-форматов в сугубо музыкальном использовании. Сможем ли мы контролировать хаос? .....	164
15.1	Панорамирование в surround-формате .....	166
15.2	Вариант с одним суб-вуфером .....	167
15.3	К вопросу о микшировании .....	168
15.4	Центральная передняя позиция - новое преимущество .....	169
15.5	Какие мониторы выбрать для каналов окружения? .....	170
15.6	Ni-fi или surround? .....	170
15.7	Фундаментальные требования к стерео .....	171
15.8	Ответ на наши молитвы? .....	172
15.9	Проблемы отражения и нагрузка на громкоговорители .....	173
15.10	Больше источников – больше проблем .....	175
15.11	Работа в рамках дозволенного .....	175
15.12	Куда ведёт surround-формат? .....	176
Глава 16	Ильные и слабые стороны рупоров .....	178
16.1	Как они применяются в наши дни .....	178
16.2	Физические потребности .....	178
16.3	Частота среза и применение экспоненциальных рупоров .....	179
16.4	Степени нагрузки .....	180
16.5	Осевая симметрия .....	182
16.6	К вопросу об излучении звука .....	183
Глава 17	Мониторинг для музыкантов .....	187
17.1	Виртуальный мир .....	187
17.2	Распределение постоянного напряжения .....	187
17.3	Сtereo или моно .....	190
17.4	Внутристудийное микширование .....	190
17.5	Типы наушников .....	192
17.6	Коннекторы .....	192
17.7	Краткий обзор вышеизложенного .....	194

## Об авторе

Филипп Ньюэлл (Philip Newell) начал работать в музыкальном бизнесе в 1966 г. в своём родном городе Блэкберне (Blackburn) в Англии. Вначале он был звукоинженером и работал с «живым» звуком. В 1968 г. он переехал в Лондон, где работал со многими широко известными музыкантами, а в 1969 г. построил студию звукозаписи Majestic. В 1970 г. он перешёл в компанию Pye Records, которая находилась в центре Лондона. Это была одна из крупнейших студий в стране. Следующий этап – должность главного инженера в компании Virgin Records (1971 г.), а в 1973 г. он становится техническим директором этой компании. В 1982 г. Филипп Ньюэлл покидает этот пост и распродаёт свою часть акций компании. На некоторое время он увлекается полётами на самолётах-амфибиях. В 1984 г. Филипп основывает отделение звукозаписи в компании Reflexion Arts, а с 1988 г. работает как независимый консультант по акустике и электроакустике.



На время публикации этой книги Филипп Ньюэлл спроектировал свыше 150 студий звукозаписи, а также большое количество кинотеатров, музыкальных клубов, дискотек, концертных залов, телевизионных студий и передвижных студийных комплексов. Вот уже 30 лет он участвует во множестве записей в качестве системного инженера, инженера звукозаписи и продюсера. Его опыт охватывает художественные и технические аспекты в чрезвычайно широком спектре музыки: от сольных инструментальных партий до больших музыкальных коллективов, оркестров, рок-групп и т.п.

Сегодня Филипп живет в Испании, которая с 1992 г. стала его «вторым домом». Он - член Института Акустики, член Общества аудио-инженеров (AES), а с 1987 г. активно участвовал во многих проектах Института Исследований Вибрации и Звука (ISVR) в Саутгемптонском университете в Англии. В ISVR он оказывал помощь многим студентам в написании дипломных работ, проведении исследований для кандидатских и докторских диссертаций по студийной звукозаписи и системам звукопоглощения.

Автор выступил продюсером знаменитого концертного двойного альбома Майка Олдфилда (Mike Oldfield) 'Exposed', а в 1976 г. подготовил ремикс альбома 'Tubular Bells' для кватрофонического выпуска. Отвечая за строительство таких студий, как Townhouse в 1978 г., он параллельно проектировал многочисленные частные студии в домах музыкантов и сделал большое количество записей с помощью передвижных звукозаписывающих комплексов, таких как Mapog Mobile. Именно с помощью этого комплекса Филипп осуществил первую в мире 24-канальную запись с «живого» концерта. Это было в 1973 г.

Филипп Ньюэлл - автор более десяти изданий Института акустики и Общества аудио инженеров, он написал более 100 статей для специализированных авиационных и музыкальных изданий. В прошлом он также был пилотом-инструктором на самолётах-амфибиях и участвовал во многих авиа-шоу. В будущем он рассчитывает на стабильную работу.

## **Введение**

То, что сейчас именуется "project-студиями" (project studios), развивалось в промежуточной сфере между наиболее рудиментарными домашними студиями и полностью профессиональными студиями. Границы между любительской и профессиональной деятельностью в последние годы так стёрлись, что уже почти нет разницы между студиями, оборудованными в квартирах и гаражах, и наиболее современными студиями мира. Это вызвало текучесть кадров, которые переходили от любительской к профессиональной деятельности, хотя они и не всегда понимали основные принципы этой работы. Конечно, текучесть кадров иногда идёт во благо, так как возрастает приток новых идей, но даже это не может компенсировать привносимый негатив. Непонимание азов может привести к плохой практике в звукозаписи, принятию «не тех» решений, неправильному использованию оборудования и неспособности добиться наилучшего исполнения от музыкантов.

Эти недостатки не позволяют реализовать потенциал многих записей не только в техническом, но и в художественном и исполнительском аспектах. Без специалиста, готового продемонстрировать проверенные временем методы работы, многие инженеры project-студий никогда даже не смогут осознать, чего они могли бы добиться в других условиях. В то же время на крупных коммерческих студиях такие люди есть. Но в большинстве project-студий число задействованных людей очень ограничено, а опытные консультанты просто не по карману таким студиям. Поэтому результаты их деятельности достаточно непредсказуемы.

Впервые оборудование, пригодное для "домашней" звукозаписи, начало появляться в семидесятые годы. Оно никоим образом не могло соперничать с профессиональным оборудованием, но, тем не менее, было с радостью встречено многими музыкантами. Ведь теперь они могли записывать музыку и работать с новыми идеями в более непринуждённой обстановке, могли делать пробные записи, не оглядываясь на потраченное время, и т.п. "Домашнее" оборудование также позволяло музыкантам работать тогда, когда они чувствовали для этого вдохновение, а не тогда, когда позволяло расписание работы студии.

Рынок "домашнего" и полупрофессионального звукозаписывающего оборудования вырос настолько, что заинтересовал многих компаний-производителей. Осознав размеры рынка и возможные прибыли, которые он мог принести, компании-производители включились в гонку по разработке технологии, обещавшей огромные доходы тому, кто сможет предложить наилучшее соотношение стоимость/характеристики. Улучшение технических характеристик и ценовая доступность оборудования ещё больше расширили рынок, обещая производителям ещё большие прибыли. Поэтому темпы разработки нового оборудования ускорились. В кратчайший срок между серединой семидесятых и началом восьмидесятых разрыв в технических характеристиках между любительским и профессиональным оборудованием значительно сократился.

В то же время большое количество записей делалось на мобильных звукозаписывающих комплексах, которые уже имелись в то время. Многие музыканты предпочитали делать записи за пределами студий в более непринуждённой и творческой обстановке. Ведь успешными демо-записями можно было заинтересовать спонсоров. Если это получалось, то эти альбомы переписывались заново уже в профессиональных студиях. Но всё чаще записи осуществлялись в «выездных» условиях, для чего использовались передвижные звукозаписывающие комплексы. Эти новые тенденции стали разрушать традиционные методы, поэтому к середине восьмидесятых широко открылись двери для совершенно новых подходов к звукозаписи.

В странах с высоко развитой звукозаписывающей индустрией музыканты среднего уровня запрашивали от 50 до 100 тысяч долларов предоплаты за запись альбома в подходящей профессиональной студии. Однако быстрое улучшение качества тогдашнего полупрофессионального оборудования и снижение его стоимости достигли той черты, когда за деньги, выделенные в качестве предоплаты, группа музыкантов могла построить свою собственную вполне респектабельную студию. Таким образом, после завершения работы над альбомом многие осуществляли свою мечту: они становились владельцами своей собственной студии. Но мечты - это одно, а реальность – совсем другое.

Деньги, потраченные в профессиональных студиях, позволяют пользоваться не только очень хорошим звукозаписывающим оборудованием, но и поддержкой квалифицированных специалистов. Технические специалисты ежедневно проверяют оптимальность работы аппаратуры и могут быстро устранить любые неисправности. Звукоизоляция от внешнего мира, а также между студийными помещениями и контрольной комнатой, обеспечивает минимум помех и чистоту записи. Аренда таких студий всегда была значительной, но хорошая звукоизоляция, хорошая внутренняя акустика и специалисты-профессионалы не могли быть дешёвыми. Тем более что в профессиональных студиях оборудование должно работать сутками, а эта степень надёжности также недёшева.

Да, многие превосходные записи были сделаны и вне студий с помощью передвижных звукозаписывающих комплексов в неподготовленных местах. Но не забывайте, что это были профессиональные комплексы, а записи делали высококвалифицированные специалисты, которых специально обучали работе в таких неподготовленных условиях. Именно благодаря этому профессионализму процесс записи казался таким простым. Музыканты часто и не догадывались, что

качество работы их студийных звукоинженеров во многом зависело от опыта специалистов этих комплексов.

К сожалению, многие нюансы такой работы оставались "за кадром". Поэтому музыкантам казалось, что 90 процентов выделенных на запись денег идёт только на аренду оборудования. Искушение получить "бесплатную" персональную студию возрастало. Всё чаще музыканты тратили свои деньги на ставшее доступным оборудование. В итоге это привело к изменениям во всей международной индустрии звукозаписи. Тремя наиболее важными следствиями этого были: во-первых, снижение загрузки профессиональных студий; во-вторых, значительное сокращение количества персонала в существующих студиях; и, в-третьих, усиление власти производителей оборудования, которые теперь "водили за нос" большую часть звукозаписывающей индустрии.

Действительно, профессиональные студии стали чем-то вроде элитного эшелона, а во многих странах (в т.ч. и некоторых странах Европы) их вообще нет. На этих студиях накоплены огромные знания и опыт, и возможно они работают сейчас даже лучше, чем когда бы то ни было, но в наши дни они производят только незначительную часть коммерческих записей по сравнению с тем огромным количеством, которые они производили двадцать лет назад. Если бы хоть часть этих знаний и опыта смогли просочиться в менее развитые секторы индустрии, которые сейчас составляют её основу, она была бы намного более продуктивной, но с течением времени шансов на это всё меньше и меньше.

Наряду с изменениями в звукозаписывающей отрасли изменилось также содержание периодических изданий, связанных с ней. Когда-то существовали журналы, которые публиковались профессионалами для профессионалов. В них было место для открытой дискуссии между специалистами. К этим журналам тянулись жаждущие знаний специалисты, а выход новых номеров обычно все ждали с нетерпением. Эти издания находились в руках небольшой группы хорошо подготовленного редакторского коллектива, они были популярными, поэтому производители оборудования и поставщики стремились к размещению в них своей рекламы, которая, в свою очередь, обеспечивала издателям журналов необходимые денежные поступления, так как доходы от подписки не покрывали всех издательских расходов. Но при этом реклама и тексты публикаций не зависели друг от друга. Увеличение количества «домашних» студий привело и к изменению ориентации периодических изданий в сфере звукозаписи. Новый рынок "домашней звукозаписи" вырос с невероятной скоростью, породив и свои собственные журналы. Эти публикации полезны тем, кто занимается полупрофессиональной звукозаписью, но в этих журналах много коротких и поверхностных статей. Конечно, они не предназначены для опытных специалистов, хотя многие из читателей могли иметь хорошие навыки в некоторых аспектах искусства звукозаписи. С другой стороны, имеются какие издания как Журнал Инженерного Сообщества (Journal of the Engineering Society), уровень статей в которых выше даже уровня лучших инженеров звукозаписи; но в последнее время они стали слишком академическими по своему содержанию. Без хорошей математической базы на университетском уровне их понять почти невозможно.

В наши дни тоже есть много специализированных журналов, но они не обязательно освещают все вопросы. Большая часть таких изданий находится в руках компаний, которые больше заинтересованы в прибыли, чем в информационной наполненности своих изданий. Количество профессионалов составляет слишком малую часть всей индустрии звукозаписи, чтобы обеспечить издание своих собственных специализированных журналов. Рекламодатели стремятся к увеличению продаж оборудования, поэтому они обычно предпочитают журналы с большими тиражами. Это способствует появлению мультимедийных журналов, большинство публикаций которых информирует только о появлении нового оборудования.

Техника является популярной темой для дискуссий, а журналы любят и должны иметь дело с популярными темами. Но техника не является всем и вся в звукозаписи! Однако именно техника может продаваться в больших количествах. Поэтому безудержная и не всегда честная реклама уже привела к тому, что значительная часть звукозаписывающих студий сегодня почти порабощена техникой. Такое положение нравится производителям оборудования, многим из которых относительно невежество их покупателей очень выгодно, так как позволяет продавать бесконечное количество модификаций и аксессуаров, которые могут и не быть такими необходимыми, как это рекламируется.

Многие понятия в современной жизни становятся преходящими. Приборы могут быть куплены, проданы, обменены и усовершенствованы с изменением стандартов и моды. С другой стороны, строительство специальных помещений для звукозаписи и акустически правильных и изолированных контрольных комнат не так привлекательно в плане инвестиций. В мире, где господствует маркетинг, акустически правильные помещения не выглядят достаточно "привлекательными" даже для значительной части звукоинженеров и клиентов студий. Их куда больше сейчас заботит новое оборудование и программное обеспечение. Так как многие из них получили своё «образование» по рекламным буклетам, то рекламные преувеличения и мифы становятся самодостаточными. Всё сказанное звучит достаточно пессимистично, но я это делаю, чтобы показать, как индустрия звукозаписи оказалась под влиянием не столько своего рынка или своих собственных эволюционных сил, сколько своих же поставщиков.

Однако в середине девяностых произошел откат назад к записи "живых" инструментов, а большая часть современного полупрофессионального оборудования начала добиваться действительно

приемлемого качества звука. Учитывая всё это, возможно, настало время для книги, посвящённой не общей практике звукозаписи для звукоинженеров домашних или небольших полупрофессиональных студий, а полному использованию потенциала современных project-студий, особенно при грамотных звукоинженерах и музыкантах. В этой книге содержится в основном собранный по крупицам опыт и то, что скрыто от поверхностного взгляда. Однако вначале необходимо обратиться к предыстории, поэтому давайте посмотрим, как в своё время project-студии отпочковались от основного направления в звукозаписи, что и будет темой 1-й главы.



## Глава 1 Эволюция project-студий.

В середине 1960-х годов, когда я только начинал работать в индустрии звукозаписи, мне несколько по-иному виделась её эволюция. Тогда казалось, что индустрия будет развиваться в направлении большей профессионализации, а оказалось, что со временем стали преобладать так называемые "project-студии". Тем не менее, первые зародыши project-студий существовали задолго до того, как они были официально замечены и признаны. Но рассмотреть те зародыши мы смогли только сейчас, по прошествии немалого времени. Хотите примеры?

Сразу после второй мировой войны Бинг Кросби (*Bing Crosby*) стал одним из катализаторов прогресса магнитофонной записи; он, как музыкант, хотел получить больше возможностей в управлении процессом записи своих собственных композиций. А в середине 50-х годов Лэс Пол (*Les Paul*) и Мэри Форд (*Mary Ford*) впервые испробовали многодорожечную запись звука, обратившись с просьбой к фирме *Ampex* изготовить 8-дорожечный магнитофон с контролем сигнала на выходе пишущей головки для синхронизации дорожек. Примерно в то же самое время такой профессионал, как англичанин Джо Мик (*Joe Meek*) разрабатывал свои собственные подходы и нестандартные приёмы в сфере звукозаписи.

Но в то время этим могли заниматься разве что богатые, знаменитые или отважные.

К началу 70-х годов некоторые музыкальные коллективы, такие как *Rolling Stones* и *Led Zeppelin*, начали использовать передвижные звукозаписывающие комплексы. Их использование позволяло музыкантам записывать свои композиции в тех местах, которые более всего подходили для записи их музыки. Но не будем забывать, что эти коллективы пользовались самым современным оборудованием, а также услугами высококвалифицированных звукоинженеров.

В то время студии звукозаписи делились на профессиональные и демо-студии. Последние использовались исключительно для демонстрационных записей, которыми затем старались заинтересовать крупные компании звукозаписи. Если это срабатывало, то эти композиции или альбомы заново переписывались на профессиональных студиях. Записи, сделанные в демо-студиях, очень редко попадали на прилавки магазинов.

С появлением в 70-х годах магнитофонных лент "*Scotch 202*" и "*Ampex 434*" процесс записи ещё более облегчился, так как отпала необходимость в точной регулировке уровня записи. До их появления диапазон допустимых уровней записи был очень узким: малейшее превышение уровня вызывало довольно сильные искажения, а из-за слишком низкого уровня музыка утопала в собственных шумах магнитофонной ленты. По этим причинам профессиональная звукозапись не могла быть забавой для любителей. Тем не менее, качество некоторых записей, сделанных ещё до эры 70-х, свидетельствует, какими большими профессионалами были многие звукоинженеры. А ведь эти записи были сделаны на непригодной по нынешним временам магнитофонной ленте, при ежедневных отказах аппаратуры, уходе частоты и т.п. Поэтому количество персонала, занятого обслуживанием аппаратуры, зачастую равнялось количеству персонала, занятого в звукозаписи. О совмещении нескольких функций не могло быть и речи, ибо аппаратура была достаточно сложной. Для осуществления серьёзных проектов требовался соответствующий штат квалифицированных работников, поэтому автоматически возникала потребность в услугах профессиональной студии.

### **1.1 Стандарты сегодняшнего дня**

Моя серьёзная работа в индустрии звукозаписи началась с работы в *Manor Studio*, которая находилась в Великобритании, недалеко от Оксфорда. А заманил меня туда в 1971 году её тогдашний управляющий директор Том Ньюмен (*Tom Newman*).

Сейчас я предлагаю Вашему вниманию историю, которая прекрасно иллюстрирует, как разрабатывался метод использования параллельных дорожек.

У Тома были 4-дорожечные ленты *BASF* с демонстрационными записями относительно неизвестного тогда исполнителя Майка Олдфилда (*Mike Oldfield*), записанные на бытовом магнитофоне *B&O*. Том безгранично верил в перспективность этих записей и обещал Майку, что как только компания *Virgin Records* получит достаточно пригодное помещение для звукозаписи, Майк будет одним из первых, кто будет внесён в график записей этой компании.

Открытие *Manor Studio* состоялось 3 ноября 1971 года, хотя я начал там работать в должности главного инженера ещё за три недели до открытия. Перед этим я работал в Лондоне в компании *Pye Recording Studios* и имел там более высокооплачиваемую работу. Однако меня очень привлекли идеи студии *Manor*. Да и перспективы жизни в сельском особняке выглядели заманчиво, особенно после многолетних каждодневных разъездов по Лондону в часы "пик".

Большая часть оборудования студии *Manor* едва соответствовала профессиональным стандартам того времени, хотя магнитофон *Ampex MM1000*, предназначенный для 16-дорожечной записи на 2-дюймовую ленту, в то время не имел себе равных. Одно из моих первых заданий заключалось в том, чтобы попытаться выжать максимум возможного из старого или полупрофессионального оборудования. Решая эту проблему, я иногда ощущал себя в роли пловца, пытающегося выплыть на вершину водопада.

Том Ньюмен, управляющий директор компании, не имел официального образования звукоинженера. Но по своей сущности он был и оставался прежде всего музыкантом. Поэтому многие

мои попытки усовершенствовать и профессионализировать работу студии наталкивались на сопротивление со стороны Тома. Уже сейчас, оглядываясь назад, ясно, что многие проблемы были вызваны различием наших подходов и в какой-то степени моим профессиональным снобизмом. Ведь мы пытались профессионализировать студию на довольно шаткой основе. Если бы мы не получили признания от компаний грамзаписи, мы бы не получили необходимую для выживания работу. И если я стремился к достижению высоких стандартов, удовлетворяющих фирмы грамзаписи и условия коммерческого тиражирования, то Том по-прежнему считал, что студия должна в первую очередь ориентироваться на музыкантов и их потребности.

Мы были и до сих пор остаемся большими друзьями, но у нас за плечами был совершенно разный опыт. Моё официальное образование не позволяло всерьёз воспринимать подход Тома. А он рассматривал профессиональный подход к студии, как подход, не отвечающий потребностям музыкантов. Он хотел студию для музыкантов, и именно благодаря этому в конечном итоге *Manor* и стала знаменитой. Для 1971 года это были новаторские идеи. Хотя ясно и то, что если бы мы не завоевали доверия фирм грамзаписи, мы бы не выжили.

В то время такие смелые идеи были воплощены на практике пожалуй только в Уэльсе, в Рокфилде. Звукозапись в те времена была чисто "городским" родом занятий. Идеи создания студий в сельской местности в то время всерьёз вообще не рассматривались. Кстати, когда я объявил моим коллегам по *Pye Recording Studios*, что я переезжаю работать на студию в Оксфордшире, что в 100 км от Лондона, они приняли меня за сумасшедшего. А совсем недавно я случайно наткнулся на номер журнала "Sounds" за 1972 год, в котором подчёркивалось, что *Morgan Studios* всё ещё умудряется выжить, несмотря на то, что она расположена в 8 километрах к северу от центра Лондона!

Идея создания студии *Manor* - "жилой" студии в сельской местности - была очень необычной. Но на этом не закончилось. Поскольку студия не могла себе позволить приобрести промышленный ревербератор *EMT 140*, Том решил соорудить "эхогенерирующую пластину". Да, именно тогда я и начал лысеть. Несмотря на слегка идиосинкразический звук, конструкция Тома работала более-менее терпимо. Но когда звонили из компаний грамзаписи и интересовались наличием у нас эхо-генератора, язык мой не поворачивался сказать "да", даже если меня и не спрашивали, какой он марки. Я чувствовал, что подразумевается *EMT*, а обманывать мне не хотелось. Я оказался в щекотливой ситуации, ведь звукозаписывающая индустрия была очень консервативной в те дни. Тем не менее кустарная эхогенерирующая пластина держала нас "на плаву" почти год, пока мы не смогли себе позволить купить "настоящую вещь".

Том Ньюмен был не только музыкантом, но и весьма одарённым инженером-механиком. Он постоянно ковырялся в технике и вносил какие-то изменения, пытаясь "улучшить" старые машины. А моё нежелание смотреть на всё это основывалось больше на моём ортодоксальном образовании, чем на получаемых результатах. Я никогда ранее не применял таких необычных подходов.

С января 1973 года я приступил к работе в *Manor Mobile*. Это была отдельная компания, и влияние Тома на её работу было особым образом ограничено для того, чтобы я снова мог заняться работой "как положено" и создать действительно профессиональную репутацию для отделения звукозаписи фирмы *Virgin Records*, бывшей в то время ещё не фирмой звукозаписи, а предприятием розничной торговли. А в это время Том приступил к серьёзной перезаписи демонстрационных записей Майка Олдфилда. Альбом имел рабочее название "*Opus I*", но впоследствии он стал легендой под названием "*Tubular Bells*".

Ещё в ноябре 1971 года я начал обучать Тома основам профессиональной записи. Однако и в 1972 году, записывая Кэта Стивенса (*Cat Stevens*) и "Феэрпорт Конвеншн" (*Fairport Convention*), он продолжал использовать свою "доморощенную" технику и методы.

Запись альбома "*Tubular Bells*" продолжалась до конца 1972 года. Многое в процессе записи делалось так, что я не мог на это смотреть. Тем не менее я делал всё возможное, чтобы помочь в разрешении многих проблем. Тогда я думал, что эта работа может заинтересовать разве что небольшую группу фанов, и продастся в лучшем случае около 5 тыс. дисков. А в действительности их уже продано более 25 миллионов!

## 1.2 Потребности исполнителей

К 1974 году *Manor Mobile* стала лучшим передвижным звукозаписывающим комплексом в Европе. В августе 1973 года была осуществлена первая 24-дорожечная запись "живого" концерта с помощью передвижного звукозаписывающего комплекса. А в это время Том Ньюмен практически обеспечил альбому "*Tubular Bells*" постоянную прописку на вершинах хит-парадов Великобритании. С помощью комплекса *Manor Mobile* мне удалось доказать свою правоту, делая ставку на техническое совершенство. А Том в той же или, возможно, в ещё большей мере, доказал свою правоту, делая ставку на музыкантов. Несмотря ни на что, он отстоял свою точку зрения, и моё уважение к нему возросло невероятно. Действительно, это и был альтернативный подход к процессу звукозаписи. Теперь я уже не мог этого отрицать.

У Майка Олдфилда был тяжёлый характер, и я не представлял, как с ним можно работать. В то же время Том обладал какой-то детской способностью располагать к себе, благодаря которой он смог

добиться от него отличного исполнения некоторых вещей, которое было бы "зажатым" в обычной студийной обстановке.

Альбом *"Tubular Bells"* вероятно был первым реально расхвалившимся альбомом, записанным исключительно самими музыкантами. Можно говорить, что у них была "почти профессиональная" студия *Manor* и посильная техническая помощь от меня, но в основном эти парни сделали его сами. Альбом *"Tubular Bells"* в техническом плане был далеко не совершенным, да и Майк сам не был доволен своим исполнением. Но средства на запись альбома, которые были выделены Майку, Тому и Саймону Хейворту (*Simon Heyworth*), к тому времени были исчерпаны. Тем не менее складывалось впечатление, что для покупателей пластинок это не имело никакого значения.

В 1976 году я сделал квадрофоническую версию для сборника *"Boxed"*, но планы заменить ею первоначальную стереофоническую версию были в конечном итоге отброшены, поскольку к тому времени последняя уже завоевала статус "классики". Более того, у меня для ремикса не было звука оригинальных колоколов. Сами колокола были повреждены Майком, который, экспериментируя, бил по ним отбойным молотком. Оригинальной записи на многодорожечной ленте уже не было, а ламповый компрессор *"Belcamman"*, который использовался для получения невероятного сустейна, был утерян. Хотя вполне возможно, что "купольные" колокола (*tubular bells*) в кульминационном моменте на первой стороне пластинки никогда на многодорожечную ленту и не записывались. Их звон вполне могли записать непосредственно на стереофоническую мастер-копию. Никто по-видимому не помнит этого, поскольку во время той работы было слишком много рекордов "Гиннеса" ("Гиннес" - для тех, кто не знает об этом - это знаменитое ирландское пиво; и так уж совпало, что Майк, Том и я являемся частично англичанами и частично ирландцами, хотя Том еще и на четверть русский!)

Майк всегда мечтал о том, чтобы записать альбом *"Tubular Bells"* на более высоком техническом уровне как в плане качества записи, так и в плане исполнительского мастерства. Учитывая деликатные обстоятельства создания альбома, Том всегда сомневался, сможет ли Майк в ситуации, которая обеспечит более высокий технический уровень, вырваться на достаточное время из своей психологической оболочки для записи чего-нибудь стоящего.

Многие годы эта идея не выходила из головы Майка и была реализована только спустя 20 лет, когда был записан альбом *"Tubular Bells II"*, причём на этот раз Майк, Том и Тревор Хорн (*Trevo Horn*) были со-продюсерами. Как по мне, то это действительно великолепная вещь как по исполнению, так и по качеству записи. В ней практически отсутствуют недостатки, однако по разным причинам она никогда не достигнет того уровня воздействия, какого достиг оригинал.

Вся эта длинная история является хорошей демонстрацией существования конфликтов между техническими требованиями к записи и исполнительскими запросами музыкантов даже на самом высоком уровне. Майк Олдфилд сейчас работает в основном дома, но в его домашней студии находится самое совершенное оборудование. На фото 1 и 2 - комплекс домашней студии 1975 года с оборудованием, от которого даже 25 лет спустя текут слюнки. В то же время есть сложившиеся музыканты, которые вполне комфортно чувствуют себя в профессиональных студиях и которые используют свои жилища по прямому назначению. Имея признание, опыт и материальные возможности, они вправе выбирать, где им записываться, чтобы добиться успеха. Более того, если потребуется, они могут позволить себе обратиться за любой дополнительной помощью со стороны. Самое главное – добиться первого успеха, заявить о себе. И это – главная причина возникновения project-студий и тех тенденций, которые оказывали влияние на индустрию звукозаписи последние 20 лет.

### 1.3 Переносное и портативное оборудование.

В течение большей части семидесятых годов Том Ньюмен приставал ко мне с предложением сделать ему 16-дорожечный магнитофон, который бы помещался в чемодане. Я заверял его, что сделать такое технически невозможно. Он спорил со мной, доказывая, что сделать это возможно при условии сознательного снижения технических параметров. "Мне не нужны твои стандарты качества, - говорил он иногда, - мне необходимо схватить идею в нужном месте и в нужный час. И если из-за каких-то технических параметров мы не сделаем такую технику, то огромное количество записей так никогда и не увидят свет".

Боюсь, что тогда всё это говорилось вхолостую. Снижение стандартов для меня было абсолютно неприемлемым, даже если это было средством достижения великой цели. С 1975 по 1978 годы я переоборудовал студию *Manor* и построил *Townhouse Studios* в Лондоне. Обе работы были выполнены в сотрудничестве с Томом Хидли (*Tom Hidley*), проектировщиком студий из Калифорнии. Мы находились на переднем крае развития звукозаписи или, по крайней мере, мы так считали. Но Том Ньюмен считал, что передний край развития отрасли лежит в области музыкального творчества.

Мнение Тома Ньюмена об абсолютном приоритете музыки сегодня трудно оспорить, но, работая с *Townhouse Studio*, мы были на гребне волны. Для меня это было захватывающе. Это была первая в Европе студия с 32-х дорожечными аналоговыми магнитофонами *Telefunken* и первым в Британии большим пультом фирмы *SSL* модели "4000B". Это была одна из первых студий, которая выводила мастер-копии на полудюймовой аналоговой ленте на скорости 30 дюймов в секунду в стандартном формате. А в помещении для нарезки матриц пластинок впервые использовалась система

воспроизведения ленты без выдвинутой головки для контроля шага канавки. Звук, непосредственно снятый с обычной головки, подавался на систему управления глубиной нарезки канавки на диске, в то время как звуковой сигнал с мастер-копии задерживался в цифровом дилее *Ampex ADD 1*. На протяжении примерно года персоналу студии советовали не говорить об этом клиентам, так как репутация цифровых дилеев в те дни была не слишком хорошей. Но *ADD 1* был исключением. Продвижение вперед новой техники для меня было исключительно интересным. А в связи с тем, что наша клиентура была под стать нашей технике (например, *Queen, Page and Plant, Black Sabbath, Frank Zappa, Phil Collins* и многие другие), то у меня совсем не оставалось времени на удовлетворение настойчивых просьб Тома Ньюмена сделать ему "игрушечный" многодорожечник.

В течении многих лет он "игрался" с 4-дорожечными четвертьдюймовыми аппаратами фирмы *Teac*. А когда фирма *Fostex* выпустила 8-дорожечный магнитофон под четвертьдюймовую ленту, он стал одним из первых его покупателей. Точно так же он был одним из первых покупателей выпущенного чуть позже 16-дорожечного магнитофона *B16* под полудюймовую ленту, который действительно по размерам был с чемодан. Наконец-то Том получил то, чего хотел, и для него не было большей радости. Невозможно подсчитать, сколько часов он проработал с этим аппаратом, а позже - с *E16*. Большая часть подготовительной работы над альбомом "*Tubular Bells II*" была проделана именно на этих магнитофонах с использованием различных небольших микшерских пультов. И хотя, по моему мнению, качеству звука не хватало некоторой естественности и прозрачности, которые я связывал с использованием профессиональных систем, Том записал на этом оборудовании несколько альбомов, которые были впоследствии выпущены на компакт-дисках, причём не как переиздания с виниловых оригиналов, а в качестве оригинальных компакт-дисков. Комплект такого оборудования показан на фото 3.



Фото 1 и 2. Домашняя студия (хотя и очень совершенная для своего времени) в доме Майка Олдфилда (*Mike Oldfield*) на Херджест Ридж (*Hergest Ridge*), на границе Англии и Уэльса. В 1975 году это оборудование было использовано для записи и сведения его альбома "*Ommadawn*", оно включало микшерный пульт *Neve*, 24-дорожечный магнитофон *Ampex MM1100*, шумоподавитель *DBX type I* и аудиомониторы фирмы *Westlake Audio*.

Однако Майка Олдфилда никогда не удовлетворяло качество записи "*Tubular Bells*", и это давало мне основания по-прежнему отстаивать поддержание профессиональных стандартов записи, хотя к этому времени я уже полностью признавал право на существование их альтернативных подходов к звукозаписи. Если 16-дорожечник в чемодане не мог дать того качества, к которому я привык, то я все еще сопротивлялся снижению стандартов, так как видел в этом тонкую грань, за которой могла неизбежно произойти девальвация всех стандартов записи. В те времена типовой набор оборудования для домашней записи был всё ещё очень далек от достижения совершенных результатов.



Фото 3. Студия звукозаписи Тома Ньюмена в 1991 г., где была выполнена большая часть подготовительной работы перед записью проекта "Tubular Bells" Майка Олдфилда.

Помню, сколько шума наделало известие, что *Eurythmics* записал свой пользующийся успехом альбом "Sweet Dreams" на восьмидорожечном магнитофоне фирмы *Tascam* или на чём-то схожем. К началу восьмидесятых годов японская миниатюризация записывающей техники, а также появление таких магнитофонных лент, таких как "Grand Master" 456 фирмы *Ampex* сделали возможным появление такого оборудования для звукозаписи, о котором ещё каких-то 5 лет назад можно было и не мечтать. Но нельзя забывать и то, что характеристики профессионального оборудования также улучшались. Более того, появились профессиональные цифровые многодорожечные магнитофоны. Профессиональные студии продолжали идти далеко впереди полупрофессиональных систем. Однако оставался открытым вопрос: если хорошо принятый публикой альбом, такой как "Sweet Dreams", можно записать на полупрофессиональном оборудовании, то к чему наилучшее профессиональное оборудование, если это всего лишь *Sex Pistols* с альбомом "Pretty Vacant"?

Лично я бы сказал, что все записи должны быть выполнены на наилучшем оборудовании. Но Томы Ньюмены всего мира заявили бы, что любое музыкальное произведение имеет право на жизнь вне зависимости от доступности профессионального оборудования для его записи. Музыка - в первую очередь. С этим я согласен. Но я всё же верю, что её необходимо записывать на наилучшем звукозаписывающем оборудовании. Хотя качество звука само по себе не должно иметь абсолютного значения, но им также нельзя жертвовать ради удобства. Если имеешь дело с новым музыкантом, не имеющим поддержки какой-либо фирмы грамзаписи, то приходится делать то, что можешь. С другой стороны, имеется элитарный эшелон звукозаписи, который заинтересован работать только в соответствии с наивысшими стандартами. Оба этих направления необходимы, так как они оба ведут вперёд, каждое по-своему. Когда они соединятся, они приведут к общему прогрессу в звукозаписи и в музыке. Но даже в конце восьмидесятых разрыв в уровне техники был ещё слишком велик.

#### 1.4 Project-студии.

К 90-м годам я заметил, что меня, равно как и моих коллег, всё чаще стали приглашать для проектирования именно небольших студий, предназначенных для частного использования и эпизодического коммерческого использования. Иногда я с удивлением узнавал, что меня приглашают для проектирования т.н. "одноразовых" студий, т.е. студий с ограниченным сроком службы для записи одного или нескольких альбомов – и всё! Одна такая студия показана на фото 4, хотя она и пережила первоначально отведённый для неё срок службы.

Одни клиенты предпочитали более долгосрочный подход и заказывали отменные помещения, в которых первоначально размещали только то оборудование, которое позволял бюджет, планируя со временем докупить необходимую технику. Другие предпочитали вкладывать средства в технику, оставляя до лучших времён переоборудование помещений. Мне больше по душе первый подход, так как "правильные" помещения гарантируют качественный звук в микрофонах, а хорошие условия мониторинга позволяют принять наилучшее компромиссное решение в оценке качества звука при работе с "бюджетным" оборудованием. Второй подход вряд ли обеспечит качественный звук в микрофонах, что в свою очередь не даст возможности раскрыться хорошему оборудованию; а неточные условия

мониторинга вынуждают инженеров работать "на ощупь". Однако талантливые люди, работая с различным музыкальным материалом, получали довольно хорошие результаты в обоих случаях.



Фото 4. Студия "Sun Zoom Spark (Sunsonic)". Эта студия была построена в Шордиче (*Shoreditch*), в Лондоне, как временное решение в 1989 г. Она была построена в старом складе для группы, которая подписала контракт на запись одного альбома с фирмой грамзаписи с возможностью его продления ещё на два альбома. Несмотря на то, что она была выполнена в достаточно рудиментарной манере и очень быстро, она всё ещё существует 10 лет спустя, переоборудованная и с новым владельцем.

Всплеск строительства project-студий был вызван двумя тенденциями. Во-первых, большая часть тогдашней поп-музыки базировалась на записи электронных клавишных инструментов. Чаще всего они подключались прямо в микшерский пульт, что сокращало потребность в большом количестве дорогостоящих микрофонов и хороших помещениях для записи. Во-вторых, фирмы грамзаписи, осознавая эти тенденции, авансировали средства музыкантам специально для покупки оборудования, необходимого для такой записи. Поскольку цены на оборудование постоянно снижались, этот вариант становился всё более финансово привлекательным. Окончательная стоимость записи становилась известной с самого начала, и не было никаких проблем с продлением времени аренды дорогих студий в случае отставания от графика записи. Беда в том, что и менеджеры фирм грамзаписи, и музыканты зачастую не знали настоящего положения вещей. А поставщики, используя момент, бойко торговали оборудованием, хотя, вопреки их утверждениям, оно было совсем не таким уж хорошим. Недостовверный мониторинг в акустически неподготовленных помещениях также не способствовал верной оценке того, каким в действительности было качество звучания. И хотя разрыв в уровне качества между профессиональным и полупрофессиональным оборудованием всё ещё сохранялся, многие записи, несмотря на их многочисленные недостатки, продавались хорошо. Эта тенденция вскоре стала главенствующей.

На фото 5 и 6 продемонстрирован ещё один подход, когда владельцы выбирали хорошую базовую акустику и мониторинг в довольно необычных зданиях (в неиспользуемых частях различных помещений, которыми они владели), в сочетании со старым, бывшим в употреблении, но высокопрофессиональным оборудованием. Многие можно сказать в пользу такого варианта. Не всем, правда, доступна аренда таких помещений на льготных условиях. Но в остальном... Качество звука обычно безупречно, согласование оборудования можно выполнить в полном объёме и с профессиональной простотой, а большой эксплуатационный запас профессионального оборудования даёт возможность исправить ошибки даже неопытного оператора.

В 1994 году внезапно произошла революция! Появление недорогих конденсаторных микрофонов из Восточной Европы и бывшего СССР, микшерских пультов, такими как *Mackie*, и 8-дорожечных цифровых мультитрекеров, таких как *Alesis ADAT* и *Tascam DA88*, подняли планку качества на совершенно иной уровень, ранее за те же деньги просто недостижимый. Различия в качестве записей по сравнению с использованием микрофонов *Neumann*, микшерских пультов *Neve* и магнитофонов *Sony 3324S* стали незначительными. При хороших условиях мониторинга в процессе записи, позволяющих слышать все нюансы, обе системы дают практически неразличимые результаты. Даже многие эксперты затруднялись определить, какая запись на какой системе была сделана.

Сегодня разница в качестве, существующая между project-студиями и наиболее современными

профессиональными студиями, в основном зависит сейчас от разницы в знаниях, накопленных навыках и опыте истинных специалистов и операторов многих project-студий. Кроме опыта работы важное значение имеет и опыт согласования и коммутации оборудования, так как техника, которую рекламируют для project-студий, очень страдает из-за недостатка стандартизации соединительных и переходных элементов, что мы рассмотрим в последующих главах.

Project-студии превратились сегодня в международный рынок огромных размеров для поставщиков оборудования, а рыночные силы действуют довольно жёстко. Наступило засилье рекламы. И почти всегда разрекламированное оборудование в деле не показывает заявленных параметров.

Слепая вера в рекламу и журнальные обзоры приводит к печальным результатам. Конкуренция заставляет производителей снижать цены на оборудование путём упрощения схемотехники. По этим причинам коммутация полупрофессионального оборудования гораздо труднее и проблематичнее, чем коммутация и согласование профессионального оборудования.

Нынешние приборы часто выпускаются в виде "чёрных ящиков", имеющих только входы и выходы. Но если мы хотим добиться от этой техники наилучших результатов, мы обязаны знать принципы её работы. Больше нет нужды терпеть те эксплуатационные ограничения, которые были присущи полупрофессиональному оборудованию 10-15 лет назад. Оборудование современных project-студий пригодно для очень качественной записи. И я считаю, что бессмысленно тратить деньги на оборудование, если по незнанию или неумению его возможности не раскрываются "в полный рост". Лично я делал записи наивысшего качества на нынешнем оборудовании для project-студий и знаю из собственного опыта, какого качества записи при этом можно добиться.

В те дни, когда Том Ньюмен просил меня создать 16-ти дорожечный магнитофон размером с чемодан с пониженными характеристиками, ухудшение качества аудио-сигнала рассматривалось им как приемлемый компромисс в обмен на возможность записи хорошей музыки, которая в противном случае никогда не смогла бы дойти до слушателей. Я же не испытывал особого энтузиазма в отношении снижения своих стандартов, хотя необходимо ещё раз повторить, что я работал в другом направлении, главным образом с уже известными музыкантами. Но сегодня необходимо признать, что той значительной разницы в уровне технических характеристик больше не существует.

Прослушивая на хорошей hi-fi системе компакт-диски классических альбомов 25-летней давности, таких как *"Tubular Bells"* или *"Dark Side of the Moon"* группы *Pink Floyd*, можно найти много дефектов записи, которые сегодня считались бы неприемлемыми. Тем не менее, объединяет всю эту классику то, что люди, участвовавшие в записи, добились максимум возможного от оборудования, которое было оптимально согласовано и хорошо обслужено. Вопрос не стоит: были ли записи достаточно хорошими для тиражирования? Они просто не могли быть лучше. А сегодня зачастую громадный потенциал современного полупрофессионального оборудования совершенно не раскрывается. Часто я наблюдаю игнорирование большей части базовых принципов процесса звукозаписи из-за необоснованной веры в то, что цепочка "чёрных ящиков" будет работать как сумма отдельных частей даже при плохом согласовании. Вопрос уже не стоит: чего можно добиться? Надо знать, чего на этом оборудовании добиваются другие, и к чему нужно стремиться. Но это уже скорее вопрос не технологии, а маркетинга: стоит ли прилагать усилия в попытке добиться наилучших результатов от project-студии, если она используется только для производства дешёвой продукции? Обидно видеть, как во время записей не раскрывается потенциал оборудования. И обидно вдвойне, если это происходит от неумения. Хотя, чего греха-то таить, многим пользователям project-студий действительно совсем не просто получить необходимую информацию, если производители оборудования зачастую допускают очевидные небрежности или откровенную дезинформацию при продвижении товара на рынок. Так что нет ничего удивительного, что многие project-студии работают фактически вслепую. Поэтому последующие главы будут посвящены освещению наиболее часто встречающихся проблем, а также разоблачению практики работы производителей оборудования, регулярно вводящих в заблуждение своих потребителей. Однако, в первую очередь, мы должны внимательно рассмотреть сложившуюся на сегодня ситуацию для того, чтобы обосновать необходимость более подробного обсуждения некоторых специфических вопросов.





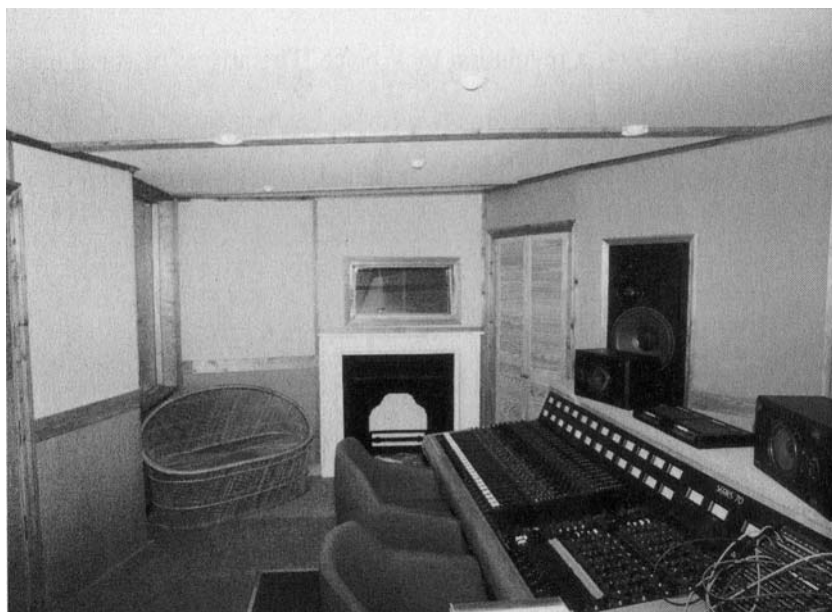
Фото 5. Частная студия в Сент Альбанз (*St Albans*), Великобритания. В качестве помещения был использован мезонин металлообрабатывающей фабрики. Под первым слоем конструкции пола типа "сэндвич" можно увидеть изолирующие блоки из высокоплотной пены.



Фото 6. Частная студия в Сент Альбанз (*St Albans*), Великобритания. Законченная контрольная комната и стеклянная дверь, ведущая в студию. Микшерный пульт сделан из переделанного пульта фирмы *Cadac* 1972 года выпуска, приобретенного всего за 2000 фунтов стерлингов.



**Фото 7.** Студия *Gazebo* в Аскоте (*Ascot*), Великобритания. Летний домик в саду продюсера грамзаписи.



**Фото 8.** Та же студия. Внутренний вид летнего домика после превращения его в контрольную комнату. В качестве основных мониторов использованы ранние модели *Quested*, а в качестве микшерного пульта - "*Trident*" 70-й серии.



**Фото 9.** Вид сбоку. В дымоходе было сделано сквозное окошко в деревянную пристройку, которую можно увидеть слева от дымохода на фото 7, и которая была переделана в небольшую вокальную комнату (имеется ввиду деревянная пристройка, а не труба).

## Глава 2 Оборудование и компромиссы

Большая часть этой главы будет в некотором смысле философской. Но не разобравшись сначала в реальностях, существующих сегодня в мире звукозаписи, восприятие последующих глав может быть неполным. Главой раньше приводились примеры того, как мы "дошли до жизни такой". В этой главе мы также рассмотрим некоторые обстоятельства, в которых мы в данное время оказались.

Project-студии появились в результате действия рыночных сил, которые до сих пор довлеют над ними. Однако этими силами далеко не всегда движут добропорядочные мотивы. Поэтому, если нашей целью является достижение наилучших результатов, нам необходимо беспристрастно исследовать эти мотивы. Сегодня пользователям студии предлагается великое множество оборудования с колоссальным разбросом по качеству: от полностью профессиональной техники до самой простой, типа *Portastudio*. Сейчас зачастую в обычных небольших студиях можно встретить профессиональные приборы. С другой стороны, в профессиональной практике встречаются устройства довольно спорного качества, хотя их и применяют в основном для спецэффектов. Это ещё раз подчёркивает размытие граней между профессиональным и бытовым оборудованием.

### 2.1 Форматы *DAT*, *MiniDisc* и мониторы *Yamaha NS10*

Оба формата - и *DAT*, и *MiniDisc* - предназначались исключительно для бытового рынка. Компания *Sony* подчёркивала, что это не профессиональные, а бытовые форматы. Тем не менее многие крупные студии начали активно применять *DAT*-магнитофоны, а другие производители приложили массу усилий, чтобы повысить их надёжность. Лично я до сих пор храню резервные копии всего, что у меня есть, на *DAT*-кассетах. Но поскольку появление "глитчей" является обычным делом, я никогда не архивирую "незаменимую" запись только лишь на *DAT*-кассете. *DAT*-формат в качестве бытового так и не прижился, зато сегодня это уже устоявшийся стандартный формат, который, невзирая на его ненадёжность, используют профессионалы.

История с форматом *MiniDisc* в основном схожа. Но его минус не в степени надёжности, а в сжатии цифровых данных. Этот формат, который пока не получил широкого распространения у обычных потребителей, определённо завоевал пару рынков в мире профессионалов. Многие инженеры звукозаписи, записывающие классическую музыку, используют *MiniDisc*-рекордеры в качестве дублирующих записывающих систем, которыми они могут воспользоваться для экспериментального редактирования. Пользуясь этим средством, они могут быстро проверить, "работают" ли редакторские правки на мастер-кассетах или же требуется дальнейшее редактирование. Редакторские функции *MiniDisc*-систем идеальны в своей оперативности и лёгкости использования. Эффективные редакторские возможности сделали повсеместным применение этих систем в радиовещании. Для сбора новостей, например, сжатие данных не является ограничительным фактором, т.к. качество звука, по сравнению с другими системами, здесь не ниже, а оперативность и компактность - выше.

Мониторы *Yamaha NS10* - ещё один пример изделия, которое прижилось в среде профессионалов несмотря на то, что изначально оно предназначалось для рынка бытового оборудования. Как бытовые колонки они так и не вышли на запланированные объёмы продаж. Первые колонки *NS10* часто ломались, не выдерживая нагрузки на профессиональном уровне. Многие инженеры небезосновательно считали, что в амплитудно-частотной характеристике этих колонок сильно "задран верх". Поэтому на многих студиях их "пищалки" накрывались туалетной бумагой. Кстати, на полном серьёзе проходили целые дискуссии по вопросам: а) какой марки должна быть туалетная бумага; б) сколько должно быть слоёв; в) и т.д. Исходя из того, что де-факто эти акустические системы начали использовать профессионалы, фирма *Yamaha* вышла на рынок с более мощной системой - *NS10M*, в которой были частично исправлены недостатки предыдущей модели. И несмотря на нарекания по поводу неправильной передачи оригинального звучания, эта система всё-таки нашла широкое применение в кругах профессионалов.

Эти товары никогда не предназначались для профессионального использования потому, что производители с самого начала признавали в них наличие недостатков, несовместимых с профессиональным статусом. Не проходящая с годами надёжность и выносливость в каждодневной работе - обычные требования к профессиональному оборудованию. В то же время производители начали выпускать *DAT*-кассеты, не имея понятия об степени их долговечности. На разработку профессионального оборудования необходимо много времени и большие деньги для проведения научно-исследовательских работ. Но многие производители, ощущая рыночные давления, выпускают свои изделия ещё до того, как они будут полностью обкатаны. Ибо промедление чревато потерей инициативы и грозит невозвращением вложений на научно-исследовательские работы. А это уже не бизнес. Фирма *Sony* понимала, что если бы этот формат был заявлен как профессиональный, ей грозило бы много финансовых исков из-за поломок и несоответствия продукции профессиональным критериям. Тем не менее, *DAT*-магнитофоны стали самым долгожданным оборудованием. Темпы признания этого формата были феноменальными, хотя и было несколько упрямец, не доверяющих (возможно вполне

справедливо) *DAT*-формату.

Формат *MiniDisc* никогда не предназначался для профессионального использования из-за применения сжатия цифровых данных, которое нужно было использовать, чтобы уместить много информации на таком маленьком диске. Удивляет то, какие деньги до сих пор тратятся на исследования с целью узнать, в какой мере вышеуказанное сжатие данных сужает границы слухового восприятия! До сих пор идёт полемика, до каких пределов можно сжимать данные, чтобы система всё ещё продолжала сохранять свой "аудиофильский" статус применительно к широкому спектру музыкальных стилей и направлений. Но к чему эти споры? Посудите сами: 16-битное представление данных с частотой дискретизации 44,1 кГц в *CD*-формате уже широко признано *несоответствующим* самым высоким hi-fi стандартам. Когда в начале 80-х годов на рынок был выпущен компакт-диск, он был близок к передовым рубежам существовавшей тогда технологии. Но прогресс привел к появлению 24-битных систем с частотой дискретизации 96 кГц, а сейчас появляются даже системы, работающие с частотой 192 кГц.

Но вернёмся к "минидисковой" полемике. Если даже нынешний *CD*-формат больше не считается удовлетворительным, то что говорить о любой системе, которая то же представление данных пропускает ещё и через систему сжатия? Любая система, использующая сжатие данных с характеристиками ниже, чем у *CD*-формата, *не может* быть лучше 16-битной линейной системы с частотой дискретизации 44,1 кГц независимо от того, насколько "умные" психоакустические алгоритмы в ней применяются. Такие записи нельзя будет оптимизировать в будущем под более совершенные форматы. Кроме того всегда будут существовать особые типы музыкальных сигналов, потеря которых при сжатии данных будет заметной на слух. Делают ли незначительные слышимые искажения музыку менее приятной для прослушивания - вопрос спорный. Но всеобщее мнение профессионалов заключается в том, что мастер-носитель, на который записывается высококачественная музыка, должен быть доступным и давать наименьшие ограничения в звучании.

Монитор *Yamaha NS10* - это просто "уродец". Как hi-fi акустическая система он вообще "не проходит": частотные искажения, жёсткий средний диапазон, плохое воспроизведение мелких деталей, неважная общая разрешающая способность... Список можно было бы продолжить. Я очень сомневаюсь в том, что кто-либо мог бы осмелиться выпустить такой товар на рынок в качестве профессионального монитора. Но, невзирая на всё это, если меня попросят выверить систему мониторинга в студии, а у меня не будет возможности воспользоваться каким-либо измерительным оборудованием, я сумею оценить систему с незначительным отклонением от истины, используя в качестве эталона пару мониторов *Yamaha NS10*. Здесь не подразумевается, что я буду подстраивать звучание мониторов дальнего контроля под звучание мониторов *Yamaha NS10*. Но, послушав звучание *NS10*, я уже буду представлять, каким должен быть звук больших мониторов. Почти каждый профессионал знает, как они звучат; в них нет ничего такого, что было бы очень трудно определить, но возможно именно это позволяет с лёгкостью судить об относительном балансе инструментов. Я считаю их хорошими мониторами для решения своих задач, на которых можно делать подготовку к сведению материала. Но я никогда не стал бы работать с ними и только с ними, поскольку они не воспроизводят слишком многое из того, что касается шумов, проблем фазировки и нюансов, находящихся у границ частотного диапазона. Это будет описано далее, в 5-й главе.

Три вышеназванные изделия нашли применение у профессионалов, невзирая на свои недостатки. Почему? Каждое из них служило определённой цели там, где в них была потенциальная потребность. Однако профессионалы, пользуясь ими, учитывают предел их возможностей. А некоторые владельцы project-студий ошибочно считают такие вещи абсолютно профессиональными из-за того, что их широко используют профессионалы. Записать на минидиск, отредактировать там же, сделать архивную копию на *DAT*, причём всё это время используя в качестве контроля мониторами *Yamaha NS10* – это не профессиональный подход. Звуковые характеристики минидиска не раскроют возможности *DAT*-копии, *DAT*-формат не обеспечит устойчивости и надёжности хранения информации, а мониторы *NS10* вряд ли смогут воспроизвести многие потенциальные неточности звука или его недопустимую окраску.

Тем не менее эта система будет простой в использовании, а результаты будут адекватными записываемой музыке. Но если Вы считаете такие результаты приемлемыми для себя, то Вам нет необходимости читать эту книгу дальше, так как её основной задачей является получение наилучших результатов на уже имеющемся оборудовании, а не довольствоваться "достаточно хорошим" уровнем. Этот подход обязательно поднимет некоторые философские вопросы, хотя на них вряд ли можно будет получить однозначные ответы. Лозунг "качество за любую цену" не применим в реальной жизни, особенно в контексте этой книги, в которой мы обсуждаем project-студии. Но профессиональный подход обязательно заключается в достижении максимально возможных результатов в имеющихся условиях. В то же время коммерческий подход приводит к компромиссам в отношении качества звука. Следующий раздел является текстом статьи, написанной для мартовского выпуска журнала "*Studio Sound*" за 1997 год, которая раскроет моё мнение по этому вопросу.

## 2.2 Достаточно ли хорош?

В ноябрьском выпуске журнала "*Studio Sound*" за 1996 год в рубрике "Открытый микрофон"

Мартин Полон (*Martin Polon*) резко высказался в отношении того, что в погоне за прибылью музыкальный бизнес скатывается к размыванию стандартов качества. *"Настало время положить этому конец и сделать качество звука нашим девизом"*, - предложил он. Мне нечего добавить к этому, но достичь этой цели нам будет практически невозможно. И дело не только в том, что экономический спад привел к некоторой стагнации. Серьёзно упали цены на оборудование, особенно по соотношению цена/возможности, что в свою очередь позволило создавать студии даже в гаражах и садовых домиках, о чём ещё 15 лет назад нельзя было и мечтать. В этих студиях отсутствует многое то, что когда-то считалось абсолютно необходимым. Все эти моменты очень важны и сегодня, если Вы стремитесь добиться высококачественной записи. Но при снижении стандартов качества Вам будет очень сложно вновь восстановить их. Более того, существуют целые отрасли промышленности, которые сейчас заинтересованы в поддержании сложившегося статус-кво, нечто вроде *"мафии посредственного качества"*, которая сейчас является хозяином положения.

Власть производителей огромна, и она растёт день ото дня. Большая часть звукозаписывающего оборудования в настоящее время производится транснациональными конгломератами, для которых главное - это прибыль. Когда компании регистрируются на бирже, их акции раскупаются инвесторами, большая часть которых мало или ничего не знает о той отрасли, в которую они инвестируют капиталы. Они вкладывают деньги, чтобы получать прибыль, и компании-производители в основном служат своим акционерам, а не своим клиентам. Если надпись *"professional"* на оборудовании поможет лучше его продавать, производители сделают эту надпись независимо от того, является ли это оборудование действительно профессиональным или нет. Я знаю большое количество компаний, которые демонстративно продавали *"профессиональное"* оборудование, не предусматривая никакого последующего обслуживания клиентов, что несомненно потребовалось бы для истинно профессиональных пользователей. Если бы в случае возникновения проблем с оборудованием я бы позвонил в действительно профессиональную компанию, то она приложила бы все усилия, чтобы помочь мне. Но я бы оказался в чрезвычайно разорительном положении при проведении живой записи, если бы проблемы возникли с *якобы* *"профессиональным"* оборудованием. В этих случаях телефонные звонки производителю заканчиваются фразой: *"Вы должны обратиться к нашему региональному представителю"*. Политика нашей компании заключается в том, чтобы не обсуждать эти вопросы напрямую". По закону подлости такие вещи случаются в пятницу вечером в отдалённом месте, где офис дилера раньше утра понедельника не откроется. Но даже тогда ему скорее всего придётся звонить производителю, иногда испытывая языковые проблемы. Слишком мало или слишком поздно - это не профессионально (в 6-й главе будет рассказано о реальной *"леденящей истории"*, имеющей отношение к тому, о чём только-что говорилось). Совсем недавно, когда мне потребовалась некоторая информация об оборудовании одной легендарной компании-производителя, которая недавно была поглощена более крупным конгломератом, я был вынужден разговаривать с автоответчиком отдела обслуживания, и никто не позвонил мне после шести попыток дозвониться в течение двух дней. А десять лет назад эта же самая компания перевернула бы небо и землю, чтобы помочь мне.

Звукозаписывающие компании также стремятся получить прибыль, и большая часть из них (не обманывайтесь в этом отношении!) будет работать при таких минимальных стандартах качества/стоимости звукозаписи, которые принесут наивысшую прибыль. Если записи сделаны слишком плохо, они не будут продаваться, но если они сделаны со слишком большими затратами, то удвоение стоимости звукозаписи может принести увеличение объёма продаж только на один процент. Это плохой бизнес, и акционерам он не понравится. Конечно, речь не идет о наилучших группах и студиях, которые продают качество, или о Питере Габриэле (*Peter Gabriel*) и *Pink Floyd*, которые работали не предель своих художественных возможностей. Но они составляют лишь незначительный верхний слой огромной международной индустрии. В то же время в большинстве стран многие директора звукозаписывающих компаний больше заботятся сначала о приобретении себе шикарных автомобилей и коттеджей, чем о качестве записи музыки. Это бизнес - коротко и ясно.

Одновременно с ростом числа project-студий возросло влияние рекламы. Я помню обсуждение этого вопроса с руководителем хорошо известной компании по производству довольно дорогих микшерских пультов. Он сказал мне, что не помнит ни единого случая продажи оборудования, которое было непосредственным результатом рекламы. *"Я делал рекламу в интересах моих покупателей"*, - заявил он. *"Однако если бы я не делал этого, вряд ли кто-нибудь купил бы наши пульты, потому что клиенты моих покупателей не пользовались бы услугами студии с микшерскими пультами, которых они не видели в журналах"*. Одна из причин такого положения в том, что отрасль звукозаписи растёт быстрее, чем происходит надлежащая подготовка персонала. Из-за этого многие решения принимаются скорее по слухам, чем из опыта. Небольшие производители оборудования вынуждены постоянно бороться за выживание в мире господства рекламы. А расходы на проведение международных рекламных кампаний огромны и могут быть по карману только производителям *"массовой продукции"*. При небольших объёмах продаж денег на рекламу, естественно, не найдется. И самое печальное здесь то, что именно небольшие специализированные компании находились в авангарде развития качества звукозаписи. Мне было горько слышать об упадке компании *UREI*. Её объёмы продаж были слишком малы в глазах её новых владельцев, гигантов рынка, для которых производство только одной тысячи единиц специализированной продукции в год не представляло никакого интереса.

Другой проблемой является музыкальная и звукоинженерная пресса. Сегодня стали слишком редким явлением журналы подобные "Studio Sound", где мог бы вестись открытый, свободный, квалифицированный обмен мнениями. Сейчас многие журналы ориентированы на массового читателя. Они никогда не публикуют обзоры оборудования "непрестижных" фирм, при этом размер публикации должен устраивать людей с минимальным интересом к данному вопросу. Более того, в некоторых странах не из "первого эшелона" мира звукозаписи есть журналы, в которых вообще не платят за статьи, а публикуют только те из них, автор которых или его компания покупают рекламное место в том же или последующих выпусках. Таким образом, дилеры финансируют статьи о продукции, которую они продают (между прочим, в данном случае я говорю не о маленьких странах третьего мира, а о больших европейских странах, включая некоторых входящих в ЕС).

В мире слепцов и одноглазый был бы правителем. Многие дилеры, поддерживая пафос компаний, которые они представляют, считают себя очень знающими людьми. И зачастую они всячески отстаивают это мнение о себе. Если человек с "нормальным зрением" и правильным пониманием желает опубликовать в прессе не совсем приятную правду о каком-либо оборудовании, компании-производители могут помешать это сделать. Изданию, которое осмеливается публиковать такие материалы, компании-производители тут же угрожают возможностью снять свою рекламу со страниц издания. А ведь именно размещение рекламы является основной статьёй их доходов. Существует некая "мафия дилеров", обладающая большой властью над прессой и сдерживающая развитие отрасли звукозаписи целых стран. Представьте, что Вы не можете читать международную англоязычную прессу, так как Вы говорите только на испанском или греческом. Откуда Вы тогда сможете получить новейшую информацию? Испаноязычных изданий в сфере звукозаписи мало, а те международные журналы, которые поддерживают испанский язык, не являются простыми переводами оригинальных номеров, и их содержание может быть значительно худшим.

По всему миру есть преданные делу и опытные люди, такие как Мартин Полон, которые обеспокоены существующим положением. Есть также элита международной индустрии, являющаяся "университетом" звукозаписи. Хотя, как заявил Дан Дейли (*Dan Daley*) в своей статье в "Studio Sound" (октябрь, 1996 г.), - *"Наверху происходит лишь незначительный рост, а бизнес делается там, где есть большой рост"*. К несчастью, та часть рынка, которая сейчас переживает бум, наиболее подвержена рекламе, а не разуму и опыту. Боюсь, что в мире, где супер-студии многими воспринимаются как нечто нереальное, худшие из опасений Мартина Полона уже стали реальностью...

*"Достаточно хорошо - это отлично"*. Именно этот усреднённый, далёкий от стремления к совершенству подход определяет, "что есть хорошо" для большей части отрасли звукозаписи. А вся индустрия рекламы пытается сохранить именно это положение вещей.

### 2.3 Коммерческий или профессиональный?

Сейчас, несмотря на содержание предыдущего раздела, мы обсудим то, как мы можем добиться наилучших результатов, так как подавляющее число профессионалов, которых я знал, всегда стремились улучшить своё качество работы. В этом заключается основная разница между профессионалом и бизнесменом. Профессионалы всегда стремятся улучшить качество своей работы и получают удовольствие от её результатов. Бизнесмены предпочитают только считать прибыли. Сегодня мы должны быть реалистами. Зачастую бизнесмены дают возможность выжить профессионалам, так что необходимо учитывать и их нужды, но в этой книге мы сосредоточимся на улучшении качества. Как достигать компромиссы с коммерцией, каждый из Вас будет решать самостоятельно.

Однако перед тем, как мы отойдем от темы коммерциализации, рассмотрим ещё одну тенденцию. Если этого не сделать, то у многих читателей возникнут трудности с выработкой непредубеждённого отношения к некоторым вещам, что мешает тщательному согласованию своих требований для достижения наилучших результатов. Так вот, набор оборудования для студии, предлагаемый Вам дилером, - далеко не всегда самый лучший вариант. Но как иногда трудно сопротивляться оказываемому на Вас давлению и искушению принять этот вариант!

### 2.4 Вопрос баланса

Когда меня приглашают для проектирования студии, клиенты покупают также мои услуги консультанта по приобретению всего комплекта оборудования. И если я заинтересован в создании цельной комплексной системы, то дилеров обычно волнуют совсем другие проблемы. Их интересуют не проблемы моих клиентов, а проблемы сбыта оборудования. И с каждым годом это противоречие всё более обостряется. Помните, что дилер фирмы "А" будет расхваливать её оборудование до тех пор, пока он не перейдёт на работу в фирму "В". После этого он с "честными" глазами будет Вам рассказывать, что оборудование фирмы "В" намного лучше оборудования фирмы "А". Кроме того, если проектировщик будет предлагать Вам купить наиболее необходимый прибор, то дилер постарается Вам всучить наиболее дорогой прибор. Всё очень просто: проектировщик всегда заботится о конечном результате, а дилер – о своей прибыли.

Конкуренция накладывает свой отпечаток. Производители требуют от дилеров увеличения продаж, угрожая лишить их дилерства. Помните об этом. Особенно когда Вам пытаются продать не то,

что Вы спрашиваете, а то, что они хотят продать. Зачастую дилер не проявляет никакого интереса к Вашему первоначальному запросу или пытается показать Вам Ваше незнание. Другими словами – имейте свою голову.

Вот Вам аналогия. Владельцам *Ferrari* очевидно, что как бы ни пытался агент *Porsche* продать им коробку передач от *Porsche* последнего выпуска, для их *Ferrari* она не подойдёт, ибо она проектировалась не для этого. А вот многим владельцам студий не очевидно то, что большое количество оборудования может не подходить для некоторых условий, под которые оно не проектировалось. Существует и вопрос сбалансирования, который распространяется на любую отдельно спроектированную систему звукозаписи. Так что сбалансирование – это не только вопрос баланса инструментов в миксе.

Из-за неуверенности в своих знаниях многие операторы и владельцы студий попадают в смешные или абсурдные ситуации. Совет здесь один - это опыт и обучение, которые можно почерпнуть из специализированных, дорожащих своей репутацией изданий. Только это приведёт к общему оздоровлению положения в индустрии звукозаписи, на что я очень надеюсь.

## 2.5 Бытовое, полупрофессиональное или профессиональное?

Бытовое оборудование в основном предназначено для перезаписи музыки. Количество оборудования, предназначенного для "домашней звукозаписи", довольно ограничено. Единственное сугубо бытовое оборудование, которое вероятно может использоваться в project-студиях, - это усилители и громкоговорители, хотя иногда могут использоваться и кассетные бытовые магнитофоны. Бытовое оборудование не является многофункциональным и обычно предназначается для работы с полностью готовым материалом. Кроме того оно рассчитано на коммутацию приборов короткими кабелями, а также на то, что система в целом будет довольно-таки простой. Величина сигнала, передающегося между различными приборами, как правило, находится на уровне 300 mV или, в других величинах, примерно, - 10 dBV или -10 dBu.

Профессиональное оборудование, несмотря на зачастую очень схожие звуковые характеристики с наилучшим бытовым оборудованием, имеет совершенно другие проектные критерии. Оно должно надёжно работать длительное время при ежедневной очень интенсивной эксплуатации. Профессиональные системы могут иметь сложную систему взаимных последовательных и параллельных подключений. Для упрощения согласования, сигналы передаются с более высоким средним уровнем, чем в бытовом оборудовании, т.е. с типичным уровнем в 1,23 V, или +4 dBV.

Между прочим, **dBu** является уровнем напряжения, соответствующим напряжению, необходимому для удовлетворения старого стандарта в 1 милливатт на 600 Ом, или 0,775 Вольт. **dBV**, с другой стороны, является уровнем напряжения, соответствующим 1 Вольту. Но эти вопросы будут обсуждаться в 3-й главе. В данном случае достаточно сказать, что использование всех этих единиц вполне обосновано. Проведение записи с привлечением больших музыкальных коллективов может стоить очень дорого, поэтому в профессиональном оборудовании большое внимание уделяется надёжности и защищённости от внешних помех. Балансировка низковольтных сигналов, например сигналов от микрофонов, да и линейных сигналов также имеет важное значение в профессиональной работе.

К сожалению, эти профессиональные требования ведут к удорожанию оборудования, если они должны реализовываться при сохранении высочайших стандартов звучания. А у полупрофессионального оборудования основным ограничителем характеристик является стоимость, так как такое оборудование должно обеспечивать звуковые характеристики лучших образцов бытового оборудования и при этом удовлетворять требованиям согласования профессионального оборудования. Короче говоря, эти требования обычно невозможно реализовать при тех ценах, которые существуют на полупрофессиональное оборудование. Поэтому приходится идти на компромиссы. Они обычно выражаются в менее жёсткой конструкции, меньшей гибкости в использовании и меньшем диапазоне оптимальной работы. Может быть затруднено техническое обслуживание, а обычное обслуживание может быть более сложным и занимать большее время. И хотя на таком оборудовании можно добиваться отличных результатов, во время работы нужно проявлять максимум внимания. В умелых руках такое оборудование способно даже обеспечить качество, практически неотличимое от того, которое обеспечивает профессиональное оборудование. Но от инженеров потребуется больше умения и опыта, чтобы суметь на полупрофессиональном оборудовании обеспечить это качество. Несколько запутанно, не так ли?

При работе с аналоговыми магнитофонами ограничения могут быть более критичными, чем с цифровыми магнитофонами. Это связано с различными микшерскими консолями, не все из которых обеспечивают настоящую чистоту звука во всём динамическом диапазоне. Когда я строил крупные, профессиональные мобильные студии, одним из моих основных технических критериев всегда была адекватность звучания в граничных частотных зонах во всей системе записи (читатели, не знакомые с концепцией граничных зон (headroom), могут обратиться к словарю). Проверка звучания на живых концертах или в студиях на этот параметр показывает, что уровень звукового давления, который достигается при реальном исполнении, редко достигается при воспроизведении. Поэтому широкий



динамический диапазон приемлемого звучания является обязательным для записывающего оборудования. Если рабочий диапазон между зоной неприемлемого шума и пиковых искажений слишком мал, а оборудование настраивается на ожидаемый уровень сигнала, то неожиданные пики сигнала не смогут пройти через эту систему без искажений. Слишком же осторожная первоначальная настройка может привести к тому, что запись будет иметь худшее соотношение "сигнал-шум". В стационарных студиях, в отличие от записи живых концертов, более широкие рабочие диапазоны, и они не имеют столь критически важного значения, так как исполнение можно повторить. Но даже в них постоянная перенастройка входных сигналов приводит к неоправданной трате времени, что приводит к усталости музыкантов. Поэтому и здесь гибкость в эксплуатации, предоставляемая профессиональным оборудованием, даёт большое преимущество.

Другое ограничение, накладываемое полупрофессиональным оборудованием, особенно по нижнему краю рабочего диапазона, состоит в отсутствии необходимого запаса по звуковым характеристикам. Хотя каждый компонент системы может в отдельности достигать оптимального звучания, отсутствие необходимого запаса для нормальной работы каждого элемента системы может привести к тому, что вся цепь будет давать ухудшенное звучание. В некоторых случаях эта проблема вызвана неправильным согласованием. В этом можно убедиться при сравнении различных магнитофонов. Если мы возьмём два магнитофона, где один - наилучшего профессионального качества, а другой - полупрофессионального уровня, то можно сделать некоторые интересные сравнения. Когда проводится одновременная запись на обеих машинах при точной настройке и оптимальном уровне записи, то даже эксперту будет трудно распознать, какая запись на каком магнитофоне сделана. Но если эту запись затем переписывать с дорожки на дорожку около четырёх раз, Вы сразу услышите разницу. А если эти переписки ещё и проводить поочерёдно с превышением и понижением уровня на 5 dB, то профессиональный магнитофон проявит свои достоинства ещё ярче. Настолько же чётко вскрыются недостатки более дешёвого магнитофона.

Становится ясно, что ощущение различий даже между аналоговыми магнитофонами во многом зависит от уровня сигнала (об этом более подробно будет в 7-й главе). А умение найти точный уровень записи – нелёгкая задача. Но если необходимо работать быстро, то более широкий рабочий диапазон профессионального магнитофона позволит простить эти неточности. Очень часто при прослушивании записей, сделанных на полупрофессиональном оборудовании, люди не могут понять, почему они должны платить в четыре или пять раз больше за профессиональную версию, которая, на их взгляд, звучит так же. Надеюсь, что Вы уже можете объяснить, почему.

Существует ещё один аспект: обеспечение техническим обслуживанием.

### 2.5.1 Профессиональные нужды.

При появлении лейбла "*professional*" на передней панели оборудования, большинство профессионалов тут же напрягаются. Большинство действительно профессионального оборудования не нуждается в таких ярлыках. Так в чём же причина напряга? "*Professional*" - это волшебное рекламное словечко. Оно появилось на лицевой панели первых магнитофонов *Alesis ADAT*, но любые попытки получить профессиональную техническую поддержку от завода-изготовителя вскрыли абсолютно непрофессиональный подход в их работе. При *ADAT*-ах не было никаких инструкций по обслуживанию для пользователей, а производитель им помощи тоже никакой не оказывал. Во многих странах компания-импортёры, выступавшие в качестве агентов по послепродажному обслуживанию, были настолько невежественными, что после их ремонта или сбивалась настройка головок, или магнитофоны приходили уже в полную негодность. Далее мы коснёмся этого вопроса подробнее.

Если мы уже коснулись темы настройки головок, я скажу, что удивляюсь отсутствию во многих project-студиях тестовых лент для настройки головок их аналоговых магнитофонов. На настройки головок влияют не только различия в типах лент и их производителей. Даже разные партии лент внутри одного типа уже могут требовать своих настроек. Если головки магнитофонов не подстроены друг под друга как можно точнее, будет происходить накопление ошибок при копировании или переписки с дорожки на дорожку. В бытовых условиях эту тему можно вообще не поднимать. Но здесь мы подходим к тому моменту, когда дальнейший прогресс многих project-студий ограничивается неумением контролировать настроечные характеристики магнитофона. Этот факт распространяется и на цифровые магнитофоны.

Полностью профессиональное оборудование поставляется обычно с таким руководством по эксплуатации, где совершенно исчерпывающе описываются процедуры настройки, а необходимые органы регулировки легко доступны. Конечно, при отсутствии опыта всегда можно сделать ошибку при настройке, но это скорее проблема бытового оборудования. Как только какая-либо компания начинает рекламировать что-либо как действительно профессиональное или полупрофессиональное, её отношение к клиенту становится очень заботливым, если она желает обеспечить своему оборудованию "защиту от дурака". Одно из самых фундаментальных требований к профессиональному оборудованию – возможность его обслуживания на месте эксплуатации. Поэтому такие приборы снабжаются исчерпывающими руководствами по обслуживанию и имеют легко доступные органы регулировки.

Несмотря на свою сложность и цену около 160 тыс. долларов, 48-дорожечный цифровой профессиональный магнитофон *Sony 3348* может обслуживаться на месте. Каждый аппарат снабжен

очень подробным руководством по обслуживанию. И хотя было бы довольно глупо лезть внутрь такой машины без необходимых знаний, тем не менее возможность сделать это предоставлена любому, кто может понять руководство. Нигде на магнитофоне нет ярлыка "*professional*", но он действительно является таковым. Я должен сказать, что надёжность этих машин и стабильность их работы даже в самых тяжёлых условиях эксплуатации выше всяких похвал. Хотя они покажутся Вам слишком дорогими, но при эксплуатации в течении более чем десяти лет такой магнитофон вероятно обойдётся дешевле, чем покупки, отправки в ремонт и регулярные замены полудюжины модульных 8-дорожечных магнитофонов. Даже если учесть деньги, полученные от продажи бывших в употреблении аппаратов. При этом мы даже не берём в расчёт стоимость простоев, связанных с проблемами настройки и синхронизации модульных аппаратов, многие из которых имеют "лейбу" профессиональных, но очевидно таковыми не являются.

Полупрофессиональное оборудование в ограниченной комплектации может работать очень хорошо. Но если система состоит из огромного количества каналов, эффектов, дорожек, процессоров и многого другого, что характерно профессиональным студиям, то вряд ли по уровню шума, искажений, зажатия высоких частот или общей звуковой нейтральности мы получим такой же результат, как в профессиональных студиях. Мне кажется, что этот факт был просто не замечен большим количеством пользователей project-студий.

Другими словами, разница между худшими и лучшими магнитофонами в том, что у лучших более широкий диапазон между уровнями шумов и искажений, а их звуковая нейтральность гораздо выше. Это оборудование имеет также намного больший запас прочности и эксплуатационный запас.

Ограничения в эксплуатационной гибкости полупрофессионального оборудования можно обойти только тогда, когда у Вас есть хороший мониторинг контроль, позволяющий точно сравнивать записанный материал с оригиналом, позволяющий тут же заметить любое ухудшение звука для принятия соответствующих мер. Знание имеющейся проблемы позволяет избежать её. Мы уже говорили об ухудшении звука при многократной перезаписи с дорожки на дорожку на полупрофессиональном оборудовании. Основной вывод из этого примера заключается в том, что при работе с полупрофессиональным оборудованием технология должна быть тщательно продуманной и "экономной". Сигнал должен проходить только через абсолютно необходимое число приборов.

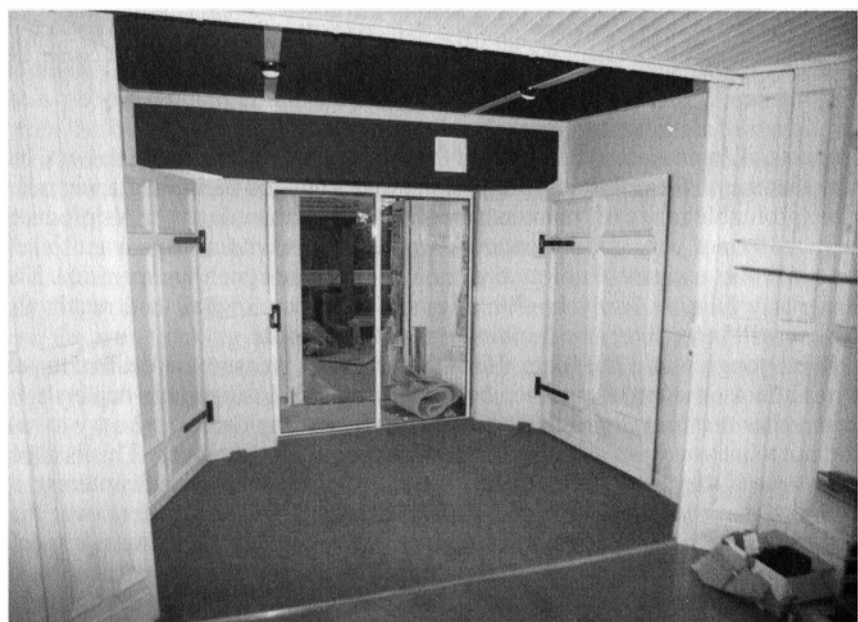
## 2.6 Что выбрать?

Существует много подходов к проектированию project-студий и подбору оборудования для них. Некоторые из вариантов демонстрируются на фотографиях, размещенных в этом разделе. На фото 10-12 показана студия в Уолвергемптоне (*Wolverhampton*) в Англии, где очень хорошее оборудование было установлено в двух столь же хорошо спроектированных помещениях на первом этаже пристройки, принадлежащей небольшой звукозаписывающей компании. На фото 13 показан совершенно противоположный подход, где самым важным является атмосфера записи. Вдохновение при создании музыки, которое давал вид из окна на Темзу, рассматривалось группой *Cocteau Twins*, как основа их подхода к записи. А на фото 14 показана студия на чердаке здания около города *Seixal* в Португалии. В этом случае владельцы предпочли использовать тщательно подобранное оборудование в рамках ограниченного бюджета, но установленное в помещении, оборудованном с учётом акустики, с отличными возможностями мониторинга, что обеспечивало немедленное распознавание любых звуковых дефектов и реагирование на них до того, как они станут серьёзной проблемой.

Контрольные комнаты, показанные на фото 10 и 14, предназначались для использования независимыми инженерами звукозаписи и собственным персоналом студии. С другой стороны контрольная комната на фото 13 в основном была предназначена для использования своими владельцами, у которых было достаточно времени для того, чтобы привыкнуть к неточностям, создаваемым помещением с недостаточно хорошей акустикой. Во всех трёх комнатах были сделаны отличные записи. Однако, если оборудование, показанное на фото 14, разместить в комнате, изображенной на фото 13, то это решение не будет давать требуемого неизменного результата при его эксплуатации посторонним персоналом, потому что помещение не сможет обеспечить требуемую адекватность прослушивания, необходимую для оптимального использования менее дорогого оборудования, характеристики которого "не прощают" ошибок записи. К несчастью подобная комбинация встречается в большей части project-студий, и именно поэтому нам потребуются следующие 15 глав этой книги.



**Фото 10.** Project-студия для небольшой компании грамзаписи *Revolver Records*, Уолвергемптон (*Wolverhampton*), Великобритания. Контрольная комната была оборудована в бывшей комнате отдыха. Стеклопакетные раздвижные двери ведут в машинную комнату с кондиционерами воздуха, переделанную из оконной ниши. Пульт - *Amek Mozart*, мониторы - *Tannoy*; плюс, конечно, *Yamaha NS10*.



**Фото 11 и 12.** Та же студия. Студия построена в бывшей комнате отдыха в задней части дома. Фотографии сделаны со стороны жилой части комнаты. На них можно увидеть установленные на шарнирах панели, которые по желанию могут быть развёрнутыми жёсткой или мягкой стороной вовнутрь. В треугольном выступе стены в месте установки панелей помещены шторы.



**Фото 13.** Студия *September Sound*, Лондон, Великобритания. Студия, в которой на протяжении многих лет *Cocteau Twins* записали многие из своих альбомов. Хотя студия и не была идеальной в акустическом отношении, группа предпочитала её из-за открывающегося вида на реку Темзу. Студия была первоначально построена на верхнем этаже *Eel Pie Studios*, владельцем которых был Питер Таунсенд (*Peter Townsend*) из группы *The Who*, но на сегодня *September Sound* эксплуатирует уже всё сооружение. Эта фотография снята в 1989 году, но с тех пор деятельность студии значительно расширилась.



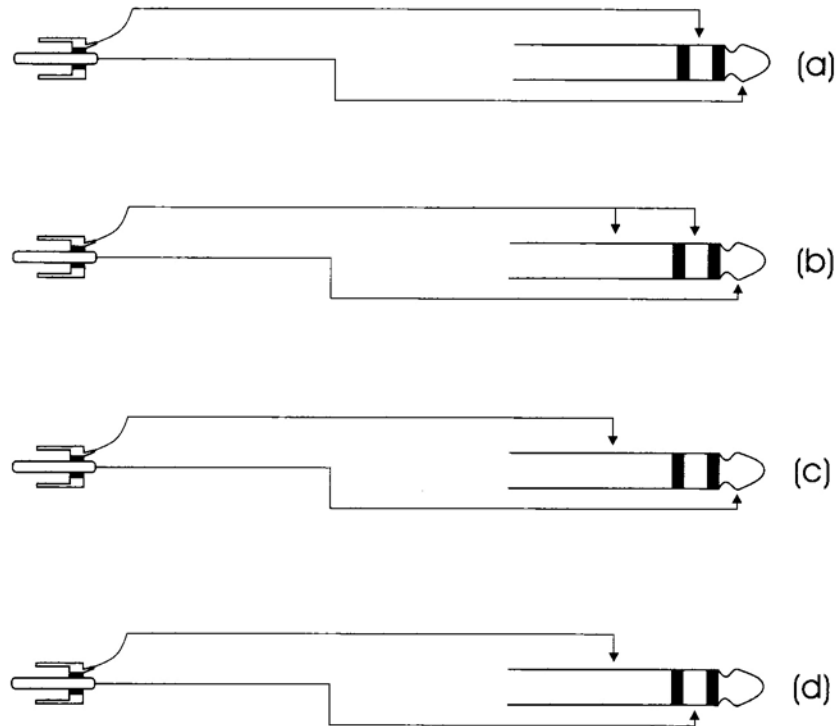
**Фото 14.** Крохотная контрольная комната с отличной акустикой, построенная в чердачном помещении с общей площадью менее 14 м<sup>2</sup>. Студия *Noites Longas* около Сейксаля (*Seixal*), Португалия, была построена в качестве частной студии для личного использования, но она оказалась настолько успешным предприятием, что сейчас она эксплуатируется как полностью коммерческая. Микшерный пульт - фирмы *Mackie*, мониторы - фирмы *Reflexion Arts*, плюс мониторы *NS10*.



## Глава 3 Согласование.

Эта история повторяется из раза в раз, от студии к студии, когда люди составляют её бюджет. Им кажется, что они учли всё. Особенно тщательно прорабатывается список оборудования. И практически всегда и везде на коммутацию не хватает денег. Люди часто даже не представляют, в какую сумму им выльется правильная коммутация оборудования. Вот и применяются бывшие в употреблении кабели и коннекторы, часто без должного учёта того множества возможных комбинаций, в которых они могут использоваться.

Например, простой кабель "RCA – стерео джек" может показаться подходящим для подключения двух приборов, хотя на самом деле даже такой простой кабель может иметь несколько вариантов распайки. И даже если в большинстве случаев при любой распайке сигнал по такому кабелю всё равно будет передаваться между приборами, многие только потом с удивлением узнают, в какой степени неподходящая распайка может ухудшить звук.



**Рисунок 1.** Возможные варианты распайки кабеля с коннектором RCA (phono) и трёхконтактным джеком. Четыре варианта распайки кабелей, которые часто встречаются в project-студиях; (d) - при такой распайке некоторые инертные гнезда микшерного пульта используются как "выходы прямого сигнала" ("direct sends") или, в некоторых случаях, как возвраты сигнала ("returns"). Все вышеуказанные конфигурации имеют конкретное применение.

На рис.1 показано несколько возможных вариантов распайки двух вышеупомянутых коннекторов. В студиях, как правило, такие кабели делают для каких-то конкретных целей. Но потом их применяют и для других задач, для которых они кажутся "правильными", хотя они и распаяны не так, как нужно. В качестве примера можно взять кабель для подключения несимметричного выхода CD-плеера на симметричный вход *tape return* микшера (см. рис.1 (b)). Но если необходим кабель (с теми же коннекторами!) для подключения симметричного трансформаторного выхода с компрессора на несимметричный вход магнитофона, то в этом случае его нужно распаявать так, как показано на рис.1(a). Будет или не будет "работать" в первом случае второй кабель - целиком зависит от типа балансировки, использующейся во входной цепи *tape return* микшера. Результатом использования кабеля с произвольной распайкой могут быть помехи и слабый сигнал; звук при этом может быть превосходным, а может быть и неважным. Зачастую результат неправильной коммутации совершенно невозможно предсказать, не зная точно типа разводки электрической цепи, к которой подключается кабель, и которая не расписана в большинстве руководств по эксплуатации полупрофессионального оборудования.

### 3.1 Происхождение профессиональной коммутации

В настоящее время фирмы-производители недостаточно уделяют внимание тому, насколько их

оборудование будет совместимым при коммутации с другим оборудованием. Это является неизбежным следствием эволюции, которую прошла большая часть полупрофессионального оборудования, пришедшего с рынка бытовой техники, где стандарты коммутации никогда не разрабатывались. Там, где применяется подлинно профессиональное оборудование, проблем намного меньше, поскольку развитие профессионального оборудования было более управляемым.

В самом начале эры звукозаписи ламповое оборудование *требовало* соблюдения чётких правил коммутации. Лампы не справлялись с передачей сигнала по длинным проводам, поэтому сигналы уравнивались с помощью трансформаторов. По проводам подавался сигнал на уровне +4 dBm (OVU), что составляло 1,223 вольта, который шёл на нагрузку 600 Ом - стандарт, принятый телефонными компаниями как наилучший компромисс между помехами и перекрёстными искажениями. Коммутационные панели также были позаимствованы из телефонной технологии, где они использовались как коммутаторы на телефонных станциях.

Чтобы не нарушить амплитудно-частотных характеристик на выходных трансформаторах, требовалась точная оконечная нагрузка, поэтому на входах обеспечивалось стандартное полное сопротивление 600 Ом. А поскольку при подключении выхода одного прибора на вход сразу нескольких приборов (что характерно для студийной практики) могла возникнуть несогласованность нагрузок, то в студийных аппаратах начали обеспечивать оконечную нагрузку непосредственно на выходах, не полагаясь на 600-омную нагрузку на входе следующего устройства. Это дало возможность использовать на входе (см.гlossарий) "согласующее" сопротивление в 10 кОм, и к середине 60-х годов почти всё профессиональное студийное оборудование имело номинальное сопротивление: на выходах - 600 Ом; по входу - 10 кОм. Естественно, они были симметричными.

Спустя тридцать лет в профессиональном оборудовании широкое распространение получила электронная балансировка входов. Из-за этого наметилась тенденция делать выходы несбалансированными (хотя почти повсеместно они имеют очень низкое полное сопротивление - менее 50 Ом).

Обычно при коммутации профессионального оборудования, выпущенного за последние 40 лет, не возникает никаких проблем. Выходы приборов старой конструкции подают сигнал на вход приборов как старой, так и новой конструкции; в худшем случае может понадобиться простой резистор. Входные каскады старых приборов принимают сигналы как с выходов новых, так и старых приборов. Единственная сложность - это нерешённость вопроса, какой контакт должен быть "плюсом" ("горячим") на XLR-коннекторе.

Коннектор "*Cannon XL*" широко использовался в 50-х годах как профессиональный аудио разъём. Но спустя время оказалось, что после многократного использования он теряет надёжность. Проблема была в контактах, изготовленных из упругой резины с напылением. При каждом включении-выключении напыление постепенно вытиралось. Эту проблему потом решили. Коннектор из упругого материала ("*R*) *XL*" стали называть "*XLR*", и вскоре он был принят промышленностью, выпускающей профессиональное записывающее оборудование, в качестве стандарта коннектора.

В США в 50-60-х годах контакты распределялись так: 1 - "земля"; 2 - "холодный"; 3 - "горячий". А в Европе контакты 2 и 3 часто использовались наоборот. Коннектор *male* ("папа"), как правило, устанавливали на выходах. Однако в конце 60-х годов появились некоторые магнитофоны фирмы *Studer* с коннекторами *male* на входе и *female* - на выходе. Возможно, так решили сделать из соображений безопасности (особенно при высоком напряжении), чтобы на выходных разъёмах не было выступающих контактов. По счастливой случайности от этого - уже третьего стандарта - вскоре отказались; очевидно, из-за низкого уровня сигналов. В микрофонах же выдержана одна стандартная конфигурация, в которой контакт 2 выдаёт положительное напряжение в ответ на положительное давление на диафрагму.

Рекомендуемый стандарт общества AES в настоящее время - это "плюс" на контакте 2 ("горячий" контакт). Но этот стандарт не является общепринятым. Для некоторых больших производителей с многолетним опытом производства и с большим количеством оборудования, выпущенного на рынок, такое переконфигурирование их внутреннего стандарта может привести к большой путанице в плане совместимости старого и нового оборудования. Например, схожая проблема касается фирмы *JBL*, диффузоры громкоговорителей которой при подаче на красную клемму положительного напряжения перемещаются не вперёд, а назад. Стандарт AES призывает, чтобы положительное напряжение на красной клемме передвигало диффузор вперёд. Всё время до этого фирма *JBL* придерживалась очень старого стандарта, который соблюдали лишь несколько других компаний, но они произвели уже такое большое количество изделий, что менять что-либо уже поздно. Если бы они вместо старых головок начали бы поставлять новые, несовместимые с ними, возник бы страшный хаос, в результате чего изделия *JBL* получили бы дурную славу. Достаточно было бы даже просто неинформированности людей, занимающихся их ремонтом.

Фирма *JBL* нашла компромисс, сделав так, что её новые корпуса акустических систем соответствовали стандарту, и положительное напряжение на красной клемме колонки создавало положительное давление перед громкоговорителями, хотя расположение контактов на самих громкоговорителях оставалась прежним.

Несколько смешно наблюдать, как молодые производители, воспринимающие *JBL* как богов в данной отрасли промышленности, начинали производство, слепо следуя стандартам *JBL*. Ход их мыслей



был следующий: если так делает сама *JBL*, то это - правильно. Это лишний раз показывает силу лидеров рынка. Так было и в случае со старыми "джи-би-элевскими" "наклонными рупорами", которые фирма использовала для акустического обрамления некоторых своих твиттеров. Их применение теоретически было оправдано, однако они создавали неприятные побочные звуковые эффекты. Тем не менее, *JBL* продала так много таких изделий до того, как пятнадцать лет назад полностью сняла их с производства, что они стали восприниматься как своего рода "торговая марка" фирмы. И хотя *JBL*, поняв ошибку, отказалась уже от этих разработок, другие производители только начинают запускать их в производство. Они уверены в их "профессиональном" виде, поскольку так делала сама *JBL*.

Но вернёмся к проблеме профессиональной коммутации. На практике проблема с контактами 2 и 3 не такая уж большая. Поскольку у большинства микрофонов контакт 2 используется как "плюс" ("горячий"), в этой области у нас проблем с полярностью нет. Даже если у нас есть какой-то прибор с симметричными входами и выходами, который может подключаться в то или иное время на разных участках цепи прохождения сигнала (например, магнитофон или эквалайзер), то нет совершенно никакой разницы, какой из контактов является "горячим". До тех пор, пока входы и выходы являются синфазными или, точнее выражаясь, имеют одинаковую полярность, поддерживается и относительная полярность сигнала. Проблема возникает тогда, когда прибор на входах и выходах кроме *XLR*-ов имеет гнезда-джеки (например, *insert points* или "боковые цепи" компрессора). В таких случаях полярность входов или выходов на джеках будет зависеть от того, какой контакт - 2 или 3 - на *XLR*-ах является "горячим". Звукоинженерам необходимо знать отношение по фазе между внешними входами и выходами, с одной стороны, и коммутационной панелью, с другой. А для этого требуется, чтобы кабельные соединения носили постоянный характер и имели правильную полярность, а не представляли собой просто пучок проводов, который вроде бы должен "работать".

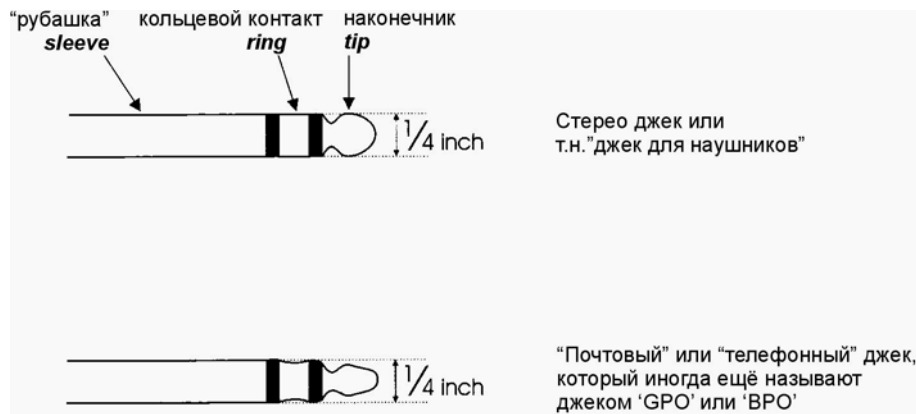
Если высказываться более точно, то во время обсуждения всей этой темы мне следовало бы применять термин "полярность", а не "фаза", потому что смена полярности означает смещение по фазе на  $180^\circ$  по всем частотам. Однако переключатели полярности почти на всех микшерах именуются "фазой", и эта терминологическая подмена уже как-то успела прижиться, по крайней мере, среди производителей, занимающих среднюю нишу рынка. Тем не менее, два сигнала с относительным смещением фазы в пределах  $15^\circ$  могут в принципе считаться синфазными, но не полярными. Полярность относится к соотношению по фазе от  $0^\circ$  до  $180^\circ$  и может соответственно "совпадать" или "не совпадать".

### 3.2 Коммутационные поля (патч-беи)

Основопологающее требование любой коммерческой студии – коммутация всего оборудования на центральное коммутационное поле, которое должно состоять из трёхконтактных гнезд с такими контактами: "наконечник" (*tip*), "кольцо" (*ring*) и "рубашка" (*sleeve*). В первоклассных студиях - это безусловная аксиома. Но домашние студии оказали негативное влияние на project-студии и на тех, кто не должен был поддаваться их влиянию. Домашние и многие project-студии пользуются оборудованием из различных источников, включая домашнее hi-fi записывающее оборудование, концертное оборудование и оборудование, использующееся в профессиональном мире. Это может привести к очень сильной мешанине симметричных и несимметричных входных и выходных сигналов с номинальным уровнем от -20 dB до +4 dBm, а также двух- и трёхконтактных соединений. В подобных студиях используется много приборов как имеющих двойную изоляцию (и поэтому не имеющих контакта "земля"), так и приборов со стандартными трёхжильными сетевыми кабелями.

Единственный эффективный способ надёжной и гибкой коммутации такого разношёрстного набора аппаратуры возможен только с помощью высококачественной коммутационной панели, имеющей трёхконтактные гнезда типа "джек".

Существуют три основных типа трёхконтактных джеков (см.рис.2).



**Рисунок 2.** Два типа четвертьдюймового трёхконтактного джека (примечание: джек “бантам” или “ТТ” - это 3/16-дюймовая версия джека “GPO/BPO”)

Во-первых, стерео джек, который по виду очень похож на обычный монофонический четвертьдюймовый джек, но который имеет ещё дополнительный кольцевой контакт. Этот тип коннектора используется в большинстве стереотелефонов. До тех пор, пока контакты коннекторов (гнезд и штекеров) чистые, они работают хорошо, а стоимость их значительно ниже, чем у джеков более профессиональных типов (между прочим, во всех случаях слово “джек” означает соединитель типа “мама”, а “джек-штекер” (*jack plug*) - типа “папа”).

Предпочтительнее пользоваться четвертьдюймовыми джеками типа “BPO”, диаметр которых тоже составляет 1/4 дюйма, но кольцевой контакт (“ring”) и контакт наконечника (“tip”) у них уже. Раньше их часто называли джеками “GPO” (от названия Главной Почтовой Службы Великобритании - *General Post Office*), а затем “BPO” (Британская Почтовая Служба - *British Post Office*). Они дороже стерео джеков, но имеют очень твёрдые самоочищающиеся контакты с низким сопротивлением. Причём замыкающие контакты обычно сделаны из твёрдых неокисляющихся металлов: золото, платина, палладий, родий, иридий, осмий или рутений. Такие джеки устанавливаются на профессиональных коммутационных панелях, которые служат 20 лет при ежедневной эксплуатации. И в project-студиях их использование принесёт огромную пользу, поскольку их надёжность и отсутствие ухудшения сигнала могут сэкономить массу времени и нервов.

Американская фирма *Switchcraft* разработала миниатюрный вариант таких джеков, которые называют “бантам-” или “ТТ-джеку”. Название “ТТ” - сокращение от “*tiny telephone*” (“крошечный телефонный”), а слово “бантам” (*bantam*), согласно “*Краткому оксфордскому словарю*”, означает “*маленький да удаленький*”; например, боксёры веса “бантам”. Благодаря своей компактности и хорошим характеристикам “бантам” джеки постепенно вытесняют джеки типов “GPO/BPO”, хотя они требуют специальных кабелей и инструмента для монтажа. Разобрать или использовать их повторно практически невозможно. “Бантам” джеки, конечно, уступают в прочности четвертьдюймовым аналогам. Наверное, всё-таки джеки GPO/BPO в итоге являются наилучшим вариантом для использования в project-студиях, поскольку распайка их проще, их можно повторно использовать, и в большинстве случаев они стоят дешевле.

Хотя это и звучит неожиданно, но при коммутации бытового и полупрофессионального оборудования гораздо больше проблем, чем при коммутации профессионального оборудования. В большинстве случаев даже инженер-новичок может успешно скоммутировать оборудование профессиональной студии. Но чтобы скоммутировать project-студию, потребуется настоящий профессионал. Здесь нет единых стандартов, поэтому правильно распаянная коммутационная панель становится поистине бесценной. Однако будьте осторожны! Остерегайтесь несимметричных патч-беев с двухконтактными джеками! За исключением наиболее простых случаев коммутации использование таких патч-беев является табу. Они создают кошмарные проблемы с заземлением, которые при всех комбинациях кроссировки решить обычно невозможно. Кстати, термины “заземление” (*earthing*) и “зануление” (*grounding*) в основном взаимозаменяемы. Причём первый из них является более употребительным в Великобритании, а второй - в США. Но в наши дни, когда космические вояжи становятся реальностью, можно взять с собой на Марс какой-нибудь прибор и там его занулить; но чтобы его надлежащим образом заземлить, потребовался бы чертовски длинный кабель. Можно занулить системы на самолёте, но опять-таки, едва ли их в полёте можно заземлить. Термин “зануление” относится скорее к общей пластине заземления, по отношению к которой рассматриваются все напряжения в системе. Но обычно такая пластина замыкается на “землю”. Отсюда и возникает некоторая терминологическая путаница. В разделе 3.7 и в 4-й главе эта ситуация будет рассмотрена более подробно.

### 3.2.1 Проблемы симметричных и несимметричных сигналов

Трёхконтактные коммутационные поля должны распаиваться так, чтобы "горячий" провод (+, фаза) симметричной пары или сигнальный провод несимметричного входа или выхода подключались к наконечнику джека (*tip*). "Холодный" провод (-, ноль) «витой пары» или экран несимметричного кабеля подключается к кольцевому контакту (*ring*). Оплётка (земля) симметричного кабеля, в отличие от несимметричного, используется только как экран и *никогда* не подключается ни к какой части аудио цепи. Ошибочно считается, что различие между симметричной и несимметричной системами состоит лишь в отсутствии в несимметричной системе "нейтрального" ("холодного") контакта. На самом же деле у них обеих есть "горячий" контакт, обе они имеют экраны. Но в несимметричной системе экран работает как "холодный" провод и как "экран" одновременно. Один из основных недостатков несимметричной системы в том, что любая помеха, от которой "горячий" провод защищается экраном, вызывает протекание тока в экране, являющемся одновременно и "холодным" проводником. А это влияет в определённой степени на аудио сигнал. Это показано на рис.3.

В трёхконтактной системе связь через патч-бей между симметричными линиями осуществляется так, будто она протекает по одному непрерывному кабелю. Связь между несимметричными контактами осуществляется так же, но при этом к экранирующему контакту джека (*sleeve*) ничего не припаивается.

Таким образом, симметричный выходной сигнал с трансформатора, передающийся через наконечники и кольцевые контакты обоих джеков, автоматически правильно приходит на "горячий" и "холодный" контакты несимметричного входа без каких-либо изменений в конфигурации "земли". А вот когда сигнал подаётся с несимметричного выхода на симметричный вход, ситуация целиком зависит от типа балансировки этого входа. Здесь есть три варианта, которые показаны на рис.4.

Первый - это старый надёжный сбалансированный вход *трансформатора*. Это настоящая балансировка с закорачиванием многих мегаОм сопротивления на землю. Недостаток трансформаторов лишь в том, что они очень дороги (если даже и должны служить оправданием высококачественного звукового оборудования), и они обычно не могут передавать очень низкие частоты (хотя самые высококачественные в состоянии передавать 5 Гц и ниже). Однако в проект-студиях ограничения по низким частотам более дешёвых трансформаторов не имеют такого значения, поскольку тип оборудования и систем таких студий, как правило, и так имеет ограничения по нижним частотам.

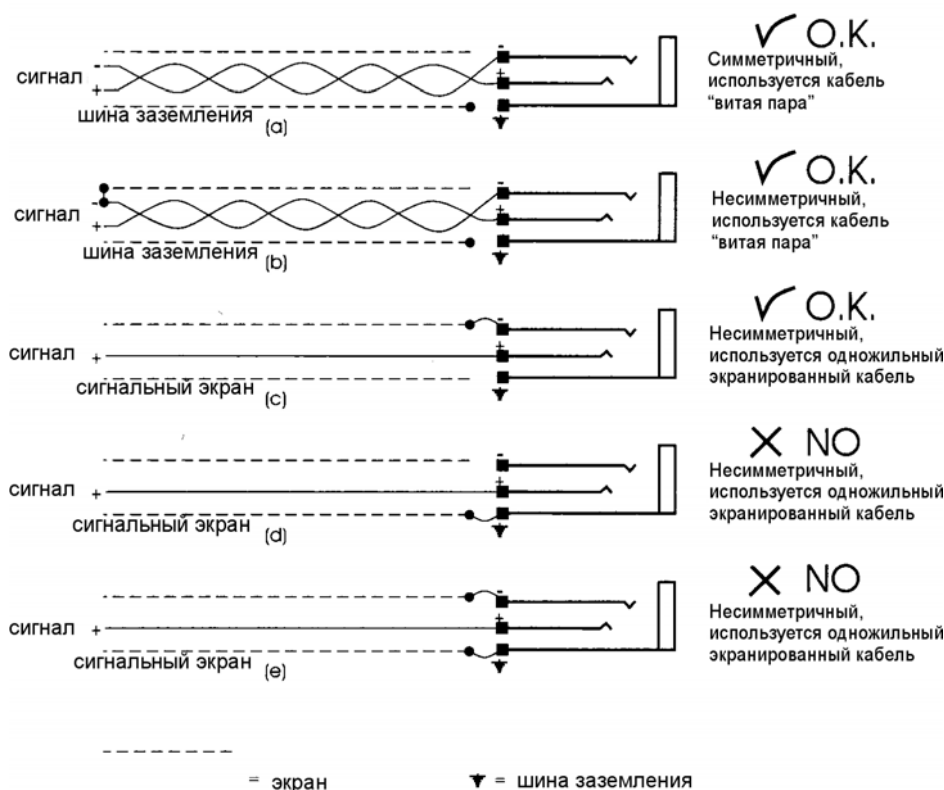


Рисунок 3. Двух- и трёхпроводное подключение к коммутационному полю.

Во-вторых и в-третьих, существует два типа *электронно-сбалансированных* входов, один из которых *может* принимать "холодный" контакт, закороченный на "землю", а другой - *не может*. Во втором случае нужно быть очень осторожным, а при подключении такого входа к коммутационной панели следовать рекомендациям производителя.

Это наглядно демонстрирует полезность коммутационной панели для стандартизации всех входов и выходов, когда, за небольшим исключением, любые входы можно подключить к любым выходам

и наоборот в любом порядке. Конфигурация заземления тоже может быть оптимизирована, что снизит гул и другие помехи.

Давайте рассмотрим подключения с помощью отдельных кабелей, без коммутационной панели, в системе, состоящей из микшерного пульта *Soundtracs Topaz*, вспомогательного микшера *Mackie 1604*, эквалайзера *UREI* и процессора эффектов с симметричным входом типа "джек" и несимметричным выходом типа "джек". Инсертные гнезда в обоих пультах – и *Soundtracs*, и *Mackie* - типа "стерео джек". В микшере *Mackie* кольцевой контакт (*ring*) джека используется для посылы прямого сигнала (*send*), а контакт наконечника (*tip*) используется для получения возвращаемого сигнала (*return*). А вот в пульте *Soundtracs* - наоборот. Эквалайзер *UREI* имеет входы и выходы на *XLR*-ах. Вот и получается, что кабель для подключения эквалайзера к инсертным гнездам микшера *Soundtracs* нельзя будет использовать для подключения к инсертным гнездам пульта *Mackie*. Эквалайзер *UREI* не позволит сделать простой переброс *XLR*-ов. А вот при подключении процессора эффектов с стерео джеками на входе и на выходе ситуация другая. Джеки, в отличие от *XLR*-ов, можно менять местами, а один и тот же кабель можно применить для подключения обеих микшеров. Но - не всегда!

Здесь есть множество ловушек, в которые можно угодить. Для некоторых приборов, особенно если они заземлены (как и должно быть) через сетевой шнур, существует дополнительное требование усиления экранирования путём припаивания экрана кабеля либо на входе, либо на выходе с тем, чтобы достичь наилучшего шумоподавления. Ясно, что в таком случае о взаимозаменяемости коннекторов на концах кабеля не может быть и речи. Однако, ещё большую проблему представляют собой подключаемые в разрыв цепи (к инсертным разъёмам микшера) приборы, имеющие электронно-сбалансированные входы и несимметричные выходы. Неопытным инженерам не понятно, почему эти кабеля не всегда могут быть взаимозаменяемыми. Мало того, во многих случаях при такой взаимозаменяемости всё работает довольно-таки сносно. Однако это ложное чувство безопасности может привести к большой потере времени, когда такие "проверенные" кабели, применяясь в других целях, где их конфигурация заземления "не проходит", становятся источником проблем. К сожалению, подозрение на кабели падает в последнюю очередь, а отсюда и потери времени.

### 3.3 Джеки – двух- или трёхконтактные?

Постоянная путаница в использовании двух- и трёхконтактных джеков начинает уже раздражать. Часто в руководствах по эксплуатации оборудования, использующего четвертьдюймовые джеки, отсутствует всякая информация о том, симметричные или несимметричные здесь входы и выходы, и какие гнезда используются – двух- или трёхконтактные. Что же делать в такой ситуации? Самый простой способ – заглянуть внутрь гнезда-джека с помощью фонарика-карандаша. Если видно только два контакта, то гнездо-джек несимметрично, а значит несимметричными являются вход или выход, выведенные на это гнездо. Однако в большинстве приборов по умолчанию используются трёхконтактные гнезда, поэтому даже симметричное гнездо может иметь несимметричную распайку. Даже удаление с прибора верхней и нижней крышек не всегда помогает ответить на этот вопрос, поскольку платы приборов часто бывают двухсторонними, а дорожки на них могут быть закрытыми. Трудности в распознавании точной распайки джеков неизбежно приводят к тому, что многие прибегают к "методу тыка".

Мне не понятно, зачем в студийной аппаратуре вообще использовать двухконтактные джеки? Не принимать же всерьёз "неприличное" оправдание, что они, мол, дешевле трёхконтактных! Я думаю, что корни этого уходят к времени появления электрогитары и усилителя с исторически-стандартным использованием монофонических двухконтактных джеков и кабелей с высоким полным импедансом. Электронные клавишные инструменты тоже поначалу следовали этой схеме, но развитие устройств, которые используются в комбинации с ними, привело к сильному конфликту со схемами распайки, используемыми в профессиональных студиях. Если бы всё новое оборудование использовало трёхконтактные джеки с распайкой, которая была ранее предложена для патч-беев, то оно было бы вполне совместимым с моно джеками, поскольку в них всегда закорачивается кольцевой контакт с "рубашкой"-экраном, благодаря чему автоматически переустанавливаются любые отдельные контакты, которые необходимы для образования связи при работе несимметричной системы. Это делает ненужным применение определённых типов балансировки выходов с электронных устройств, (разве что за исключением тех, которые не позволяют соединять "холодный" контакт с "землей"), но поскольку они часто создают больше проблем, чем решают, их отмирание не было бы большой потерей.

Однако давайте вернёмся к нашим попыткам скоммутировать процессор эффектов внутри системы, о которой мы говорили несколько абзацев раньше.

### 3.4 Скрытые проблемы

Если бы нам потребовалось сделать кабель (использовать нужно микрофонный кабель - "витая пара") для подключения процессора к микшеру *Mackie* (у нас в обиходе такой кабель называют "штаны" – А.К.), то:

- наконечник стерео джека на входе процессора соединяется с кольцевым контактом (в данном

случае - выходом) инсертного стерео джека на микшере;

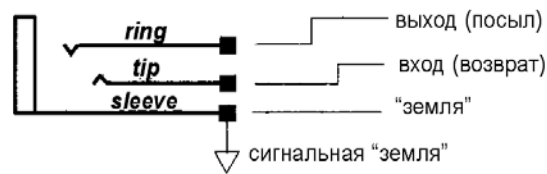
- "холодный" контакт (*ring*) стерео джека на входе процессора соединяется с "рубашкой" инсертного джека микшера;
- экранирующая оплётка кабеля подпаивается только к "рубашке" стерео джека на входе процессора, а на другом конце не соединяется ни с чем.

Так как обычно на выходе процессора используется моно джек, то его наконечник соединяется с наконечником инсертного джека микшера (в данном случае – входом). Если принять за правило, что экранирующая оплётка подпаивается к "рубашке" джека (заземляется) только по входу в прибор, то "холодный" провод подпаивается к "рубашке" моно джека процессора, а на входе в пульт "холодный" провод и экранирующая оплётка скручиваются вместе и подпаиваются к "рубашке" инсертного джека микшера. Это показано на рис.5.

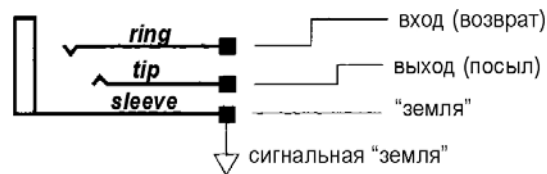
Если же в дальнейшем нужно будет использовать этот кабель для подключения к пульту *Soundtracs*, то на процессоре придётся перекидывать джеки между выходом и входом. Но тогда заземление "по входу в прибор" превратится в заземление "по выходу с прибора", что может быть приемлемым или нет в зависимости от характеристик используемого оборудования. В этом случае получается, что на входе в процессор моно джек замыкает кольцевой контакт с "рубашкой", что приводит к разбалансировке входа. Поэтому работоспособность системы в данном случае будет зависеть только от типа электронной балансировки входа процессора, и в зависимости от этого такая система либо будет работать нормально, либо приведёт к ухудшению сигнала. На выходе из процессора наконечник джека подключается к микшеру правильно. А вот "холодный" провод остаётся незадействованным, поскольку на выходе двухконтактное гнездо не имеет кольцевого контакта. Заземляющий контакт гнезда на выходе процессора контактирует с "рубашкой" включаемого в него стерео джека и передаёт сигнал по экранирующей оплётке дальше, но на другом конце кабеля экранирующая оплётка остаётся оторванной от инсертного джека микшера во избежание образования "земляных петель". Поэтому единственный способ добиться того, чтобы заземление с выхода процессора могло достичь разъёма *"insert"* пульта, это его связь через корпус с заземляющим контактом гнезда на входе процессора; а далее, при включении во входное гнездо процессора моно джека, тот замыкает своей "рубашкой" заземляющий контакт с "холодным", и уже далее по "холодному" проводу кабеля, подключаемого к входу процессора, идёт соединение с "землёй" инсертного гнезда микшера. В этом случае "холодный" провод кабеля, подключаемого к входу процессора, будет передавать и сигнал *"send"*, и сигнал *"return"*, оба из которых будут несимметричными. Это может привести к неустойчивости сигналов, помехам на радиочастотах и к жёсткости звучания, не говоря уже об ухудшении сигнала, которое может возникнуть от замыкания "холодного" провода на входе в процессор на "землю". Однако, хотя это и выглядит совершенно неразумно, такая несуразица повторяется ежедневно по всему миру.

Даже если вышеизложенные вопросы не уложились в головах некоторых (многих?) читателей, они всё равно сослужили определённую службу. Они дали кристально чёткое представление о том, что даже, казалось бы, самые простые операции по коммутации аппаратуры могут быть "головной болью" даже для специалистов. Сверхирония же заключается в том, что все эти коммутационные проблемы есть только с оборудованием, которое *специально* предназначено для использования непрофессионалами. В то же время приборы для профессионалов практически свободны от таких головоломок.

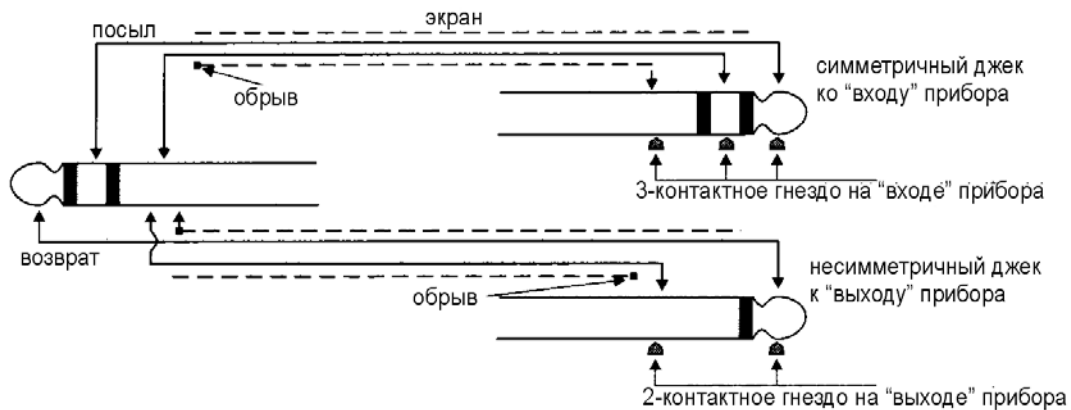
КОНФИГУРАЦИЯ ГНЕЗДА "INSERT" МИКШЕРА MACKIE



КОНФИГУРАЦИЯ ГНЕЗДА "INSERT" МИКШЕРА SOUNDTRACS



(a) Кабель подключения процессора эффектов, имеющего симметричный вход и несимметричный выход, к insertному гнезду пульта *Mackie*.



(b) Тот же кабель, используемый наоборот с пультом *Soundtracs*.

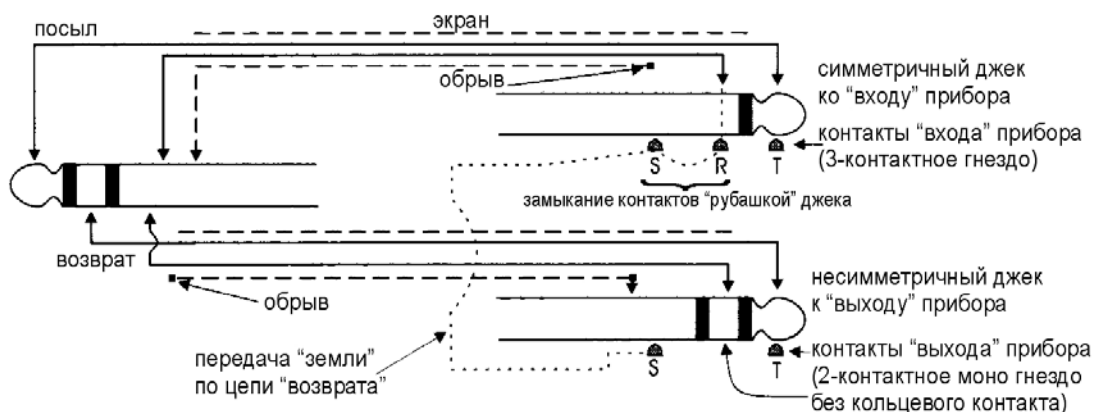


Рисунок 5. Путаница с кабелями

Несоблюдение стандартов коммутации часто создаёт неприятные ситуации, когда в пылу работы перекоммутация делается первым же попавшимся под руку кабелем, который покажется подходящим. Коварство этой проблемы в том, что ошибки коммутации, опускающие высококлассное оборудование *hi-fi* до уровня низкокачественного оборудования *low-fi*, малозаметны и не так очевидны, как при работе с профессиональным оборудованием, неправильное подключение которого приводит к явно "хромому" звучанию со значительной потерей уровня и к явно слышимым искажениям. При ошибках коммутации полупрофессионального оборудования не слышно явных частотных завалов, очевидных искажений, избыточного шума. Звук может просто незаметно потерять "блеск", "прозрачность", естественность, стереобразность. И когда такая аппаратура используется в сочетании с другими незнакомыми

приборами или в необычной комбинации, вряд ли можно знать, насколько хорошим могло бы быть звучание. Поэтому обычно ухудшенное неправильной коммутацией звучание или принимается таким как есть, или забраковывается аппаратура.

Если бы нам потребовалось использовать микшеры *Soundtracs* и *Mackie* совместно с дорогим профессиональным ревербератором *Lexicon*, могли бы возникнуть другие проблемы. Некоторые из более дорогих моделей *Lexicon* обладают прекрасными входными и выходными контурами, допускающими практически любые схемы соединений, кроме замыкания контактов 2 и 3. Поэтому фирма *Lexicon* не декларирует предпочтений по отношению к контактам 2 или 3 в качестве "горячего" или "холодного" контакта. Во многих случаях микшерные пульта в нижнем и среднем ценовом диапазоне могут вполне использовать различные типы коннекторов на гнездах "send" (посыл) и "return" (возврат). Сигнал с микшера на процессор может быть послан и со вспомогательных выходов (*auxiliary outputs*) с гнездами "джек", а возвращаться после обработки может на симметричный вход с гнездом "XLR". Если для подключения такой аппаратуры использовать любые незадействованные кабели, то практически любая распайка моно или стерео джеков, соединённых на другом конце кабеля с XLR-ами (у которых "горячим" контактом может выступать как контакт 2, так и контакт 3, и даже контакт 2 или 3 может оставаться незадействованным), позволит системе работать. Если очень тщательно не проверить распайку каждого кабеля, возникает большая вероятность, что *Lexicon* будет использоваться "вслепую", и Вы сразу даже не услышите, что что-то "не так". Вполне возможно, что несоответствие поляриности между входом и выходом или между левым и правым каналами не позволит услышать оптимальное звучание композиций или их предполагавшееся звучание. На самом деле в самом звучании может и не быть ничего "плохого", но оно будет не таким, как предполагалось производителем оборудования.

### 3.5 Хаос дискретных проводников

Для оперативности и надёжности в работе нет никакой альтернативы использованию патч-беев с трёхконтактными разъёмами, к которым подсоединяется каждый прибор после того, как Вы тщательно проверили распайку каждого коннектора, будь то физическим путём, электрическим или вручную. Это поможет также добиться согласованности в заземлении, поскольку варианты заземления могут сильно отличаться в зависимости от того, имеет ли конкретный прибор 2-жильный или 3-жильный сетевой кабель. Всё это нужно учитывать при стационарном монтаже оборудования. А возможности для подключения дополнительного оборудования можно достаточно легко отыскать. Это можно сделать с помощью кабелей с разными соединителями и распайкой на одном конце, но имеющими соответствующие стандартные коннекторы того типа, который используется патч-бее, - на другом. Естественно, необходимо, чтобы кабели имели чёткую маркировку с указанием их конфигурации.

Да, патч-беи плюс 40-50 патч-перемычек стоят недёшево. Но покупка всех необходимых переходников, коннекторов и кабелей для обеспечения оптимальной коммутации во всех возможных комбинациях несимметричного оборудования тоже будет стоить недёшево. В этом случае во избежание ошибок, особенно при высокой концентрации оборудования, каждый прибор должен быть чётко промаркирован в отношении того, какие кабели ему подходят. Более того, на конце каждого кабеля должна быть маркировка, объясняющая его распайку. А чтобы предусмотреть все возможные варианты подключений, потребуется большой запас кабелей. Но и в этом случае Вам нужно будет помнить, какую систему заземления использовать для получения оптимального результата по каждому варианту компоновки приборов и, соответственно, должны ли кабели иметь экранирующую оплётку, подпаянную к обоим концам, только на входе или на выходе. Во всех случаях использовать следует только кабели "витая пара", и никогда – гитарный кабель, имеющий только одну жилу и экран, ибо тогда не будет никакой возможности отделить канал прохождения "холодного" сигнала от экранирующей оплётки.

Даже опытный специалист не запомнит всё необходимое, особенно если работа срочная и насыщенная. Поэтому, если речь идет об обслуживании на профессиональном уровне и если хорошее качество звука считается нормой, нет никакой реальной альтернативы использованию хорошей симметричной коммутационной панели.

Продуктивно и хорошо работать с приборами, скоммутированными отдельными кабелями - дело благодарное. Но многие неопытные инженеры именно так и работают. Возмущает то, что большинство производителей микшерных пультов выпускают 30- или 40-канальные пульта, имеющие только индивидуальные разъёмы на задней панели и не имеющие встроенного коммутационного поля. Это - бесстыдная рыночная уловка, т.к. они производят пульта, которые практически всегда требуют приобретения и подключения соответствующей коммутационной панели. Аргумент производителей часто сводится к тому, что, мол, большинство покупателей микшеров настолько невежественны, что не понимают предназначения встроенной коммутационной панели; а в то же время другие производители продают "облегченные" версии микшеров, поэтому производство более дорогих пультов может не выдержать конкуренции. Их точка зрения не лишена основания. Но весь фарс в том, что потребителям придётся потом платить за внешнюю коммутационную панель минимум вдвое больше, чем если бы она была изначально встроенной.

Читая недавно книгу Бена Дункана (*Ben Duncan*) "*Усилители мощности с высокими характеристиками*", я встретил фразу, которая очень подходит к данной ситуации. Это цитата из Джона

Раскина (*John Ruskin*) (1819-1900): *"Едва ли в мире существует что-либо, что кто-либо не смог бы чуть-чуть испортить и продать чуть-чуть дешевле; а люди, которые это покупают, ориентируясь только на цену, становятся законной добычей этого человека"*.

### 3.6 Соображения по поводу многоканальной передачи сигналов

Следует всегда помнить, что студийная система - это не просто большая *hi-fi* система. Система *hi-fi* обычно состоит из двух каналов передачи сигналов с последовательным подключением не более трёх активных устройств. Как правило, это источник (CD-плеер, магнитофон, радиоприёмник и т.п.), предварительный усилитель и усилитель мощности. Обычно нет никаких дополнительных каналов *"send"* и *"return"*, которые используются одновременно с основными каналами передачи сигналов. Поэтому нет никаких параллельных каналов передачи сигналов. Только два канала – левый и правый.

Несмотря на такую очевидную простоту, многие энтузиасты техники *hi-fi* тратят большие деньги на высококачественные соединительные кабели и коннекторы. Их внимание к этому аспекту проблемы часто намного больше того внимания, которое ей уделяется в большинстве студий. Я понимаю, что есть немало чудачков от *hi-fi*, которые лезут из кожи вон, чтобы "переплюнуть" других. Я не сторонник того, чтобы платить 2000 долларов за метр кабеля к наушникам, однако применение заведомого барахла в профессиональных студиях не имеет оправдания.

Энтузиасты *hi-fi* вынуждены платить огромные деньги за кабели потому, что большая часть оборудования *hi-fi* не имеет выходных каскадов, которые могут адекватно работать с соединительными кабелями низкого качества. Студийное оборудование высшего качества имеет выходные каскады с намного меньшим импедансом и намного большей выходной мощностью, которое намного меньше подвержено ограничениям по скорости нарастания выходного напряжения. Оно *рассчитано* на то, чтобы работать с длинными соединительными кабелями стандартного качества. Поэтому выгода от использования соединителей "экстра класса" может быть не соответствующей цене. Обычно вполне достаточно стандартных соединительных кабелей высокого качества.

Как только мы покидаем мир "простых" каналов последовательной передачи сигналов и входим в мир многоканальности и параллельной передачи сигналов, необходим совершенно другой подход к согласованию системы. Студийный набор аппаратуры намного сложнее бытовой системы *hi-fi*, и возможность возникновения помех по сети, частотных радиопомех и помех от цифрового оборудования возрастает неимоверно. Если Вы хотите оградить свою систему от шумов и помех, используйте кабели "витая пара". Помните, что в любом студийном кабеле прохождение сигнала по экрану не допускается. Экранирующая оплётка в идеале подключается к "земле" *только* на одном конце. Единственным исключением являются микрофонные кабели, ибо микрофон сам, как правило, не подключается к заземлению. Таким образом, способы подключения систем *hi-fi* и студийных систем совсем не являются взаимозаменяемыми.

### 3.7 Заземление сигнальных экранов

Как это ни стыдно, но производители оборудования сами допускают уйму глупостей, большинство которых возникает от невежества самих разработчиков аппаратуры. Мы уже знаем, для хорошего согласования на всём оборудовании должны применяться трёхконтактные коннекторы, причем экран должен "заводиться" не куда-нибудь, а на шасси. Фирма *Neve* делала это на своих пультах в 60-х годах, и уже тогда этот вариант технического решения основывался на литературе 20-летней давности. Поэтому складывается впечатление, что вокруг нас - сплошные неучи. Нил Манси (*Neil Muncy*) очертил то, что он называл "проблемой контакта номер 1" в классической работе в *"Journal of the Audio Engineering Society"*, в которой он недвусмысленно бросил перчатку фирмам-производителям. В другой работе в том же журнале Стивен Макати (*Stephen Macatee*) очень кратко заострил внимание на этом же вопросе, а в рассмотрении аспектов плохого согласования пошёл даже дальше. Приведу из этой работы следующую цитату:

#### "Проблема контакта №1"

*Многие производители аудиоаппаратуры осознанно или нет "заводят" экранирующую оплётку симметричных кабелей на контакт заземления аудио сигнала – на контакт №1 трёхконтактных XLR-ов или на "рубашку" четвертьдюймовых джеков. Любые токи, индуцируемые на экране, изменяют величину сигнала по отношению к земле. Обычно схемотехники делают всё для того, чтобы обеспечить "чистое и тихое" заземление сигналов. Поэтому удивительно, что практика отвода "шумящих" токов с экрана на "землю" аудио сигналов получила такое широкое распространение. Удивительно и то, что в некоторых системах достигаются вполне приемлемые рабочие характеристики, что ещё больше придаёт производителям уверенности и впредь практиковать такие несуразные вещи, которые, к сожалению, неведомы неискушённому пользователю. Проблемы фоновых помех и гудения, присущие симметричной системе, у которой экран заземлен на сигнальный провод, создают симметричному оборудованию дурную репутацию. А это породило замешательство и предубеждения у пользователей, проектировщиков систем, а также у конструкторов оборудования.*

*Подобно тому, как была создана проблема с контактом №2 в качестве "горячего" контакта, производители сделали всё, чтобы у пользователей появилась нужда самим исправлять эти*



конструкторские недоработки. До тех пор, пока производители не обеспечат единообразия подключений в надлежащей форме, пользователи будут продолжать борьбу за создание нешумящих систем, прибегая к ранее "немыслимым" вариантам.

"Немыслимые" варианты, на которые указывает Стивен Макасти, включают в себя "отключение" или отказ от защитного заземления на оборудовании, в котором оно является существенной частью конструкции. Опыт показывает, что количество студий, нарушающих это законное и разумное требование, несравнимо больше тех, которые полностью его соблюдают. Проблема в том, что во многих случаях при подключении даже хорошо известных приборов просто может не быть другого способа добиться создания нешумящей системы. Конечно, это можно сделать, приспособив правильно сконфигурированные входные и выходные каскады или добавив оконечные усилители по отдельной линии, но это бы удвоило стоимость всего комплекса. А опыт показывает, что угроза возрастания стоимости скорее заставит человека отключить заземление, как бы опасно или противозаконно это не было. Нет никакого сомнения в том, что вина за создание такой ситуации коренится в невежестве и жадности производителей оборудования и в извечном желании пользователей купить оборудование подешевле.

### 3.8 Симметричность против несимметричности - очевидного выбора нет

Симметричные системы имеют два присущих им преимущества над несимметричными системами: способность в большей степени подавлять шумы и помехи, а также способность совершенно очистить сигнал от "шумящей земли". К сожалению, хорошие симметричные приборы зачастую весьма дороги и не укладываются в "бюджет" большинства студий звукозаписи, желающих поддерживать наиболее конкурентные цены. Бывают и случаи, когда номинально симметричные входы оказываются вовсе не так уж хорошо сбалансированными, а их функциональные возможности находятся под вопросом. Есть и другие случаи, когда несимметричные входы оказываются предпочтительнее на приборе, у которого всего-то два входа, только потому, что легче сделать хороший несимметричный вход, чем хороший симметричный. Часто возникает впечатление, что симметричные входы сомнительного качества устанавливаются только для того, чтобы придать оборудованию профессиональный вид, и поэтому они - не более чем уловка для реализации на рынке. В очень многих случаях, если нет больших проблем с индуцированными помехами, использование хорошего несимметричного входа предпочтительнее использования плохого, но симметричного.

Правильная симметрия требует использования множества микросхем, дискретных компонентов или высококачественных трансформаторов. Если недорогое устройство имеет симметричный вход, использующий одну микросхему, то его функциональные качества можно ставить под вопрос, и не следует автоматически отдавать ему предпочтение. Бен Данкен (*Ben Duncan*) много написал по этому вопросу, и многому из этой работы следует уделить внимание. Более того, сочетание симметричных и несимметричных переходов почти во всех случаях, за исключением высококачественных, дорогостоящих, сбалансированных с помощью трансформатора входов или выходов, не даёт хорошего результата. Учтывая всё это, действительно трудно выработать обобщённый подход в отношении того, какой тип входов для прибора с двумя входами будет наилучшим. Может случиться, что симметричный вход в плане звучания будет лучше всего работать с симметричными выходами, а несимметричный вход - с несимметричными выходами. Трудно здесь дать какой-либо категоричный совет, тем более что он может зависеть от длины кабеля и от других факторов.

Самая сложная проблема здесь - это увязка определённых типов электронно-сбалансированных выходов с несимметричными входами. Для того, чтобы избежать ошибок коммутации некоторых выходов с различными по типу входами, наиболее разумное решение может заключаться в разбалансировке выходов. Чтобы это сделать, у выходов, электронным образом связанных с "землёй", должен оставаться незадействованным "холодный" контакт. У электронным образом псевдо-заземлённых выходов "холодный" контакт должен быть закорочен на "землю". Важно, чтобы он был заземлён именно на выходе, потому что если он заземляется на расстоянии от прибора, низкий уровень импеданса на его выходе может иногда возбуждать блуждающие токи по любым контурам проводки и может вызывать искажения на противоположной стороне системы.

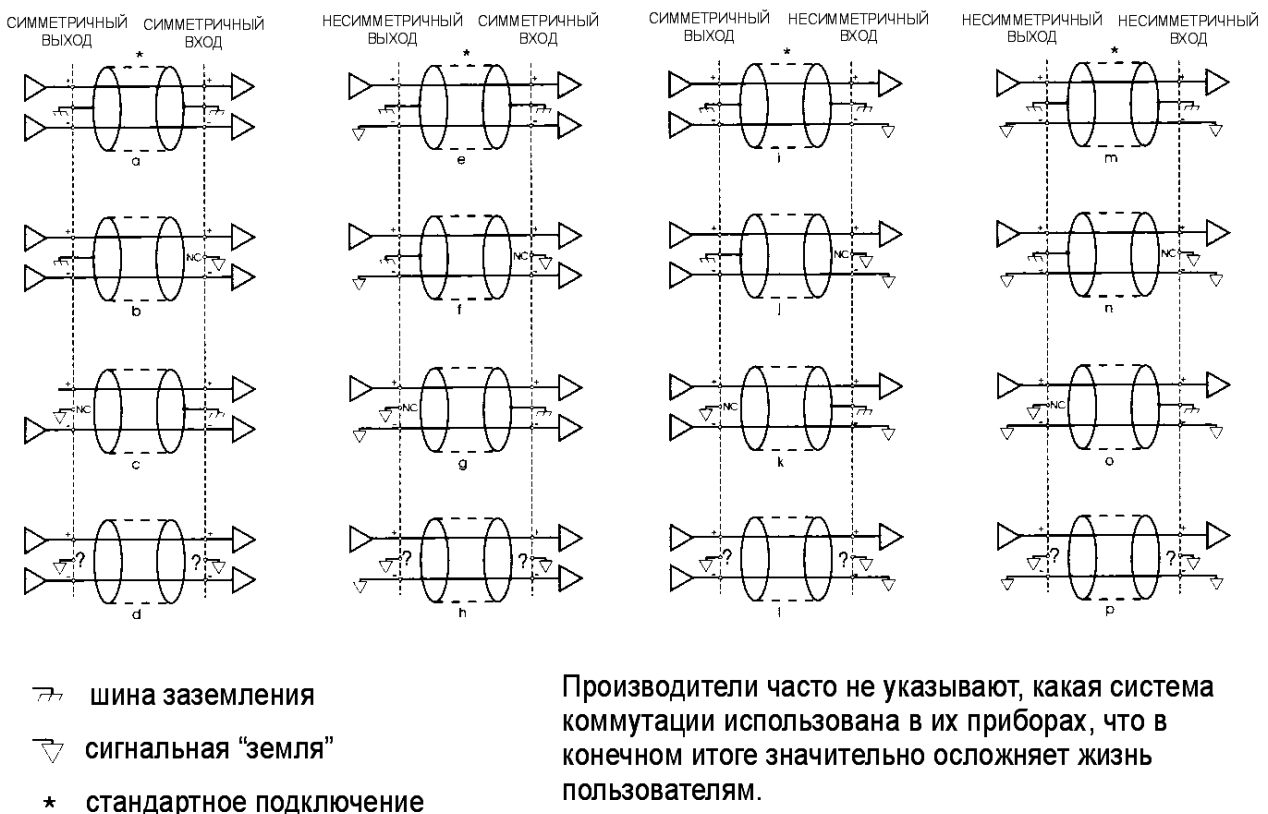
Таким образом, как уже упоминалось в разделе 3.4, неправильно скоммутированное оборудование да ещё и с использованием нестандартных проводников часто работает в неправильном режиме. Но проблема обычно остаётся незамеченной, поскольку из-за невозможности сравнения с настоящим чистым звучанием получаемое ухудшенное звучание может вполне восприниматься как "чистое звучание", а оборудование может заработать плохую репутацию только из-за неправильной коммутации. С другой стороны, именно такая репутация вполне оправдывается тем, что производители избрали такую выходную топологию, которая даёт почву для возникновения таких проблем в наиболее вероятных местах применения их приборов. Наличие согласующих трансформаторов на коммутационных панелях, использующихся для согласования несовместимых входов и выходов при наложении эффектов - очень полезное подспорье. Но здесь важно, чтобы трансформаторы были хорошими. Подчас это единственный практический ответ на проблему.

### 3.8.1 Извращённая логика?

Ещё одна многократно встречаемая глупость – это оснащение относительно недорогого оборудования изощёрнёнными к подключению выходами, хотя производители наверняка знают, что это приведёт к путанице с подключением их приборов и несовпадением контактов при подключении. Получается, что оборудование топ-класса, предназначенное профессионалам, оснащается простыми по коммутации выходами. А вот оборудование, рассчитанное для непрофессионального использования, оборудуется такими выходами, что могут поставить в тупик даже профессионалов. Я знаю, так как сам лично "попался" на этом. Отрасль, производящая звукозаписывающую аппаратуру, *крайне* нуждается в объединении усилий и в коллективном подходе к таким вопросам, ибо нет никакой надежды на быстрое просвещение потребителей в отношении правильных протоколов коммутации.

### 3.8.2 Шестнадцать вариантов одного кабеля

В своей работе в журнале "AES" Стивен Макати перечислил шестнадцать возможных комбинаций подключения симметричных и несимметричных входов и выходов. Причём это число - результат комбинирования различных соединений оплётки экрана с занулением сигнала или с заземлением на массу. Из шестнадцати вариантов только четыре могут быть оптимальными, выполненными с использованием готовых кабелей; и то один из этих способов возможен с оговорками. В остальных случаях соединение один к одному трёх контактов коннекторов на каждом конце кабеля было невозможно. Это ещё раз напоминает о значимости постоянной коммутационной панели, поскольку потребность в кабелях со специальной распайкой приведёт в конечном итоге к катастрофе при использовании этих кабелей со стандартными кабелями или даже с набором нестандартных кабелей. Всё это не имеет отношения к аномалиям с контактами 2 или 3, выступающими в качестве "горячего" контакта. В этих шестнадцати вариантах предполагается, что горячим контактом является контакт 2. На рис.6 показаны различные варианты зануления сигнала и заземления на массу.



**Рисунок 6.** Шестнадцать различных вариантов подключения с использованием коннекторов XLR. Каждое из этих подключений приспособлено для своей конкретной ситуации. Но заметьте, что только максимум четыре из них являются стандартными (по Маккати).

И ещё одна проблема. Если система настроена на бесшумную работу путем "снятия земли" с сетевых проводов или с сигнальных кабелей, замена даже одного прибора в любом месте системы может расстроить её. В таком случае придётся начать всё с самого начала. Даже оптимальность

применения концепций заземления экрана "по входу" или "по выходу", каждая из которых имеет своих собственных приверженцев, может сильно зависеть от данной конкретной системы.

Самое неприятное в том, что из-за отсутствия желания производителей оборудования соблюдать унифицированные стандарты распайки решение этих проблем возлагается на владельцев и операторов оборудования. В этом - позорность и постыдность поведения тех производителей, которое продолжают и дальше запутывать создавшееся положение вещей.

### 3.9 Некоторые комментарии.

Количество возможных или даже *вероятных* вариантов компоновки оборудования в project-студиях почти безгранично. Каждый вариант представляет свой конкретный набор проблем, которые нужно решать, чтобы добиться работы системы с низким уровнем шума. Поэтому нельзя предложить каких-то универсальных правил в каждом конкретном случае. Осознание глупостей, которые привели к существующему положению, может уменьшить разочарование, наступающее при нежелании некоторых систем работать без шумов и помех. Понимание этого также поможет сделать так, чтобы время, потраченное на устранение неполадок, было потрачено с пользой, а не было бы просто хождением по кругу.

Ещё один аспект хорошо скоммутированной системы заключается в том, насколько нечувствительна она к схеме заземления, используемого на силовом контуре. Хорошее заземление является обязательным условием для безопасной работы системы, а "чистая" сеть всегда предпочтительнее "грязной". Однако специальные схемы заземления, такие как заземление в виде "звезды", не являются таким уж важным условием бесшумной работы, если аудио взаимосвязи находятся в соответствии с предпочтительными вариантами установки системы. Тема эта поистине огромна, и она подробно освещена в книге Филипа Гиддингса (*Philip Giddings*), указанной в библиографии в конце главы. Пятьсот пятьдесят одна страница – о распайке кабелей в аудио системах! Любой специалист, серьёзно изучающий проблемы развязки аудиосистем, должен непременно прочесть эту книгу. Но Гиддингс также призывает к более ответственному отношению к этой проблеме со стороны фирм-производителей, чтобы они изготавливали оборудование по согласованным стандартам и сняли ношу с плеч покупателей, которые обеспечивают им доход. Поэтому производители часто и вполне заслуженно критикуются в прессе.

Надлежащая настройка звукозаписывающей системы во многих project-студиях находится за пределами возможностей большинства владельцев, операторов и монтажников этих объектов. Такова реальность. Надеюсь, что хоть эта глава и не даёт рекомендаций, как обойти часто встречающиеся проблемы, она уменьшит разочарование людей в тех случаях, когда относительно простая система отказывается работать, как положено. В плане коммутации многие project-студии представляют собою намного больший клубок сложных проблем, чем ультра-дорогие студии, использующие самое совершенное оборудование. Когда меньшая по сложности система отказывается работать самым наилучшим образом, попытайтесь не взваливать всю вину за это на технический персонал, который её устанавливал, потому что эти люди могут просто оказаться заложниками неизвестных им проблем, которые возникают по причине недобросовестности многих производителей оборудования. Более того, если Вы – владелец или оператор полупрофессиональной студии, сталкивающийся каждый день с такими проблемами, не чувствуйте себя профнепригодным, если Вы не можете сразу их решить. Эти проблемы на Вас взвалили производители.

Получается, что самое дешёвое оборудование требует самой дорогостоящей установки. Вот к чему привели силы, господствующие на рынке. Действует принцип: дай побольше блестящей рекламы, наобещай с три короба, установи низкую цену, продай товар неспециалистам, а затем – немедленно смывайся ещё до того, как выяснится, что оборудование плохо согласуется из-за урезания всех «излишеств», чтобы обеспечить низкую цену и заплатить за дорогостоящую рекламу. Это просто отвратительно.

Тот факт, что данная глава так долго рассматривает проблемы и лишь бегло даёт ответы – показателен для нынешних реалий. Всеобщая анархия – не самый благоприятный климат для выработки хороших инженерных решений. Но в настоящий момент нам приходится мириться с этой не очень приятной реальностью.

#### Ссылки

1 Muncy, Neil A., 'Noise Susceptibility in Analog and Digital Signal Processing Systems', *Journal of the Audio Engineering Society*, Vol. 43, No. 6, pp. 435-53 (June 1995)

2 Macatee, Stephen R., 'Considerations in Grounding and Shielding Audio Devices', *Journal of the Audio Engineering Society*, Vol. 43, No. 6, pp. 472-83 (June 1995)

3 Duncan, Ben, 'The New Age of Radio Defence', *Studio Sound*, Vol. 38, No. 10, pp. 85-8 (October 1996)

#### Библиография

Davis, D. and Davis, C., *Sound System Engineering*, Focal Press, Boston, USA (1997) Giddings, P., *Audio System Design and Installation*, Focal Press Boston, USA and Oxford, UK (1995)

Giddings, P., *Audio System Design and Installation*, Howard W. Sams, Indianapolis, USA (1990)

*Journal of the Audio Engineering Society*, Vol. 43, No. 6 (June 1995) issue dedicated to papers on audio system grounding and interconnecting.

## Глава 4 Источники питания и заземление.

Крупные профессиональные студии обычно имеют т.н. систему "технического заземления", которая предусматривает наличие специального отдельного штыря, вбитого в землю. Сюда подключается только аудио оборудование. Иногда эта система изолирована от других систем заземления, а иногда соединена с заземлением электросети. Нормативные документы по этому в разных странах значительно отличаются, поэтому в этой книге, предназначенной для международного читателя, на эту тему можно говорить только обобщённо. Однако каковым бы ни было Ваше мнение в этом вопросе, его обязательно необходимо обсудить с местным лицензированным электриком, который в совершенстве знает местные нормативные документы. Основная проблема заключается в том, что многие квалифицированные электрики абсолютно не знакомы с концепцией "технического заземления". Даже профессиональные студии иногда испытывают трудности, пытаясь объяснить им свои потребности.

Задача в том, чтобы обеспечить нулевой уровень напряжения с низким сопротивлением по отношению к земле. Эта система выступает в роли большой "сливной раковины" для электрической "грязи". Так как полное сопротивление поверхности планеты очень мало, а масса её огромна, то если Вам удастся обеспечить как можно меньшее полное сопротивление заземления, то уже будет практически не важно, подключено ли техническое заземление к нулевой шине системы электроснабжения или нет. Смысл в том, чтобы заземление аудиосистемы было подключено к другим системам заземления так, чтобы общее полное сопротивление было минимальным. На рис.7 и 8 показаны правильный и неправильный варианты, которые не нуждаются в пояснениях. Любой читатель, незнакомый с концепцией полного сопротивления или с преимуществами источников с низким полным сопротивлением, может обратиться к словарю в конце книги.

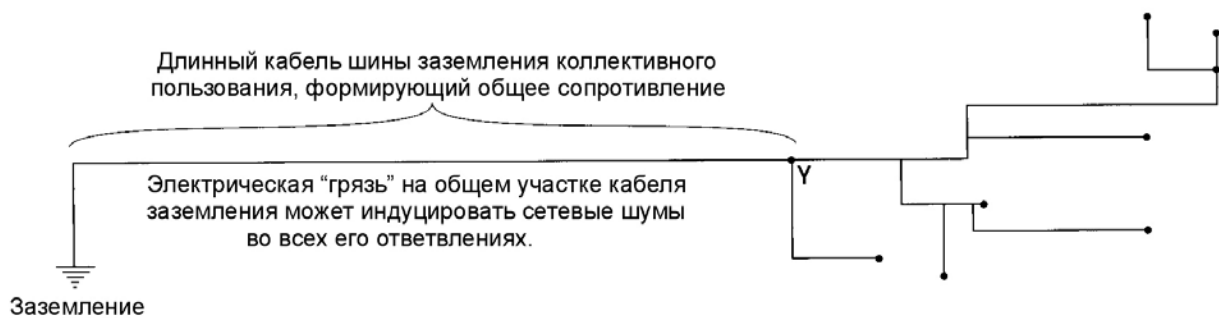
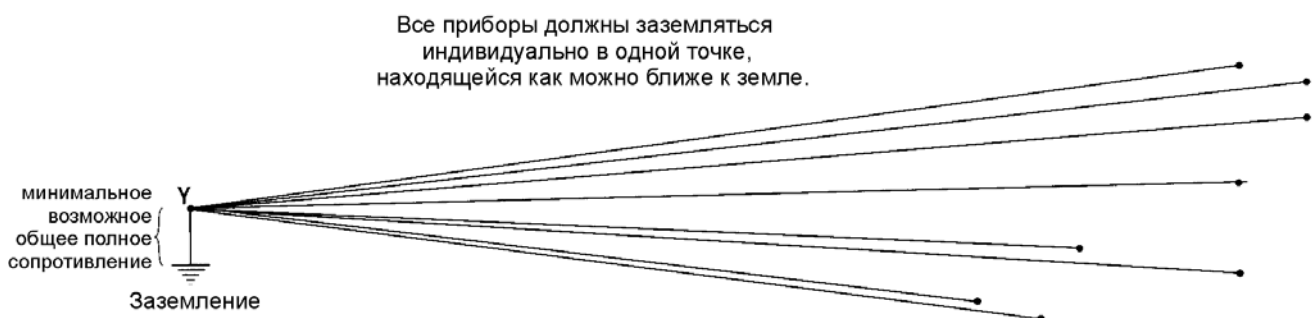


Рисунок 7. Неправильное заземление

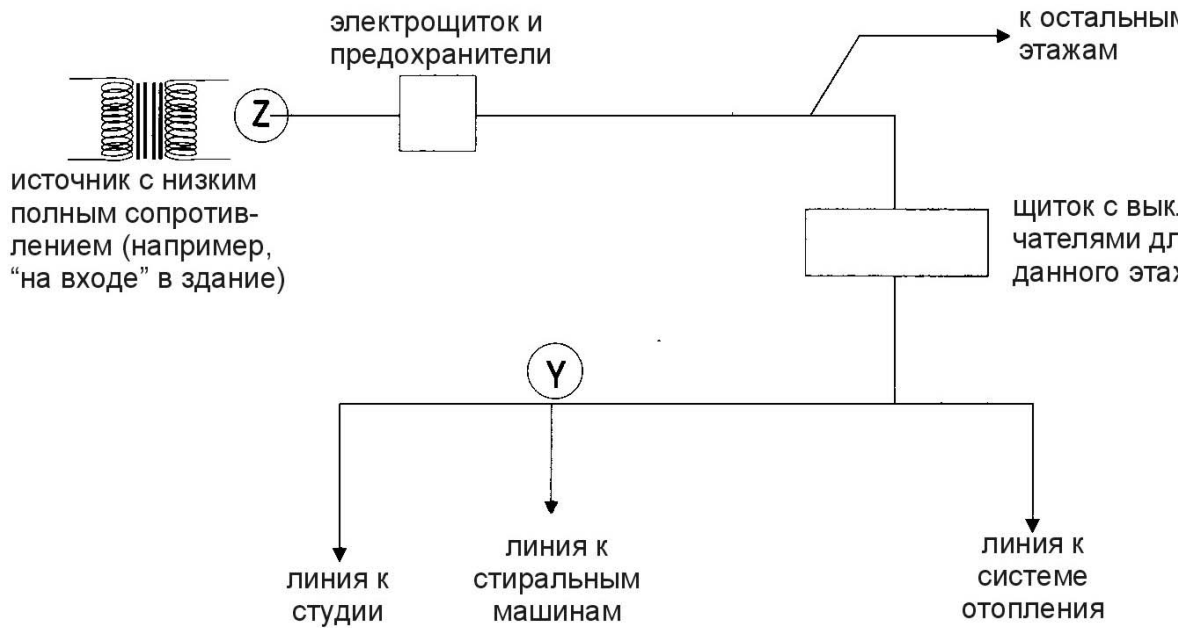


Отрезок между точкой Y и землёй образует меньшую по сопротивлению часть по отношению к полному сопротивлению на пути между индивидуальными точками заземления приборов и землёй. Сопротивление на этом участке должно быть минимальным. Если укладка силовых кабелей рядом друг с другом способствует подавлению токов индуктивности в отдельных жилах, то с одиночными кабелями заземления этот вариант "не проходит". Единственное, что нам остаётся, - это добиваться минимальной длины шины заземления.

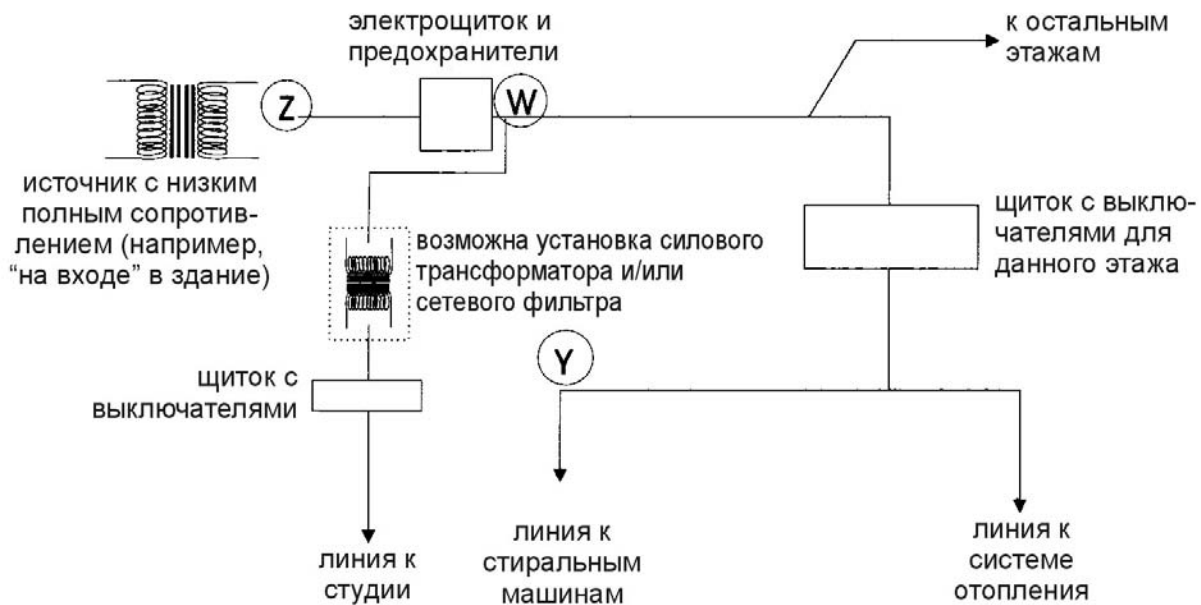
Рисунок 8. Правильно выполненное заземление

География, или скорее местная геология, играют большую роль в эффективности системы заземления. Если студия находится в районе с плохой проводимостью почвы, то тут ничего не поделаешь. Однако, как указывалось в предыдущей главе, если аудиосистема тщательно и правильно согласована, то значительно снижается необходимость в хорошем заземлении. С другой стороны, при отличной системе заземления аудиосистема может работать не совсем в режиме и не создавать при этом слишком много проблем. Но необходимо стремиться к наилучшей реализации обоих аспектов.

Общий уровень электромагнитных помех за последнее время постоянно увеличивается, и сейчас мы уже тонем в них.



На этой схеме общая цепь питания между точками Y и Z увеличивает полное сопротивление питания студии. Электрические нагрузки на других этажах, а также электропотребление режиссерских и других приборов будут вызывать колебания напряжения в точке Y. Больше помехи, создаваемые стиральной машиной, будут накладываться на питающее напряжение студии. В результате при работе других электроприборов в этом здании, питающее напряжение студии будет нестабильным и "грязным".



В данном случае студия запитывается непосредственно от входного электрощитка кабелем большого сечения. В то время как напряжение в точке **Y** по-прежнему может колебаться при включении и выключении различного оборудования, расположенного в здании, питание студии от точки **W** будет оставаться относительно стабильным и будет пользоваться преимуществами низкого полного сопротивления цепи питания. Участок **Z - W** имеет минимальную длину, его полное сопротивление будет составлять незначительную часть полного сопротивления всего участка **Y-W-Z**, и большая часть помех по напряжению от стиральных машин и тому подобного оборудования будет приходиться на участок **Y-W**. Исходя из обычной практики подводки электроэнергии, электрик может посчитать этот вариант "неудобным" и необоснованно дорогим, но это единственный способ обеспечить адекватное питание для чувствительного звукозаписывающего оборудования.

### Рисунок 10. Правильная разводка силовых кабелей

Объёмы радиообмена сегодня огромны. Эфир засоряется электромагнитными сигналами всевозможных видов. Даже в земле, как это ни удивительно, могут наблюдаться значительные шумовые токи около железнодорожных линий, где используется цифровое оборудование сигнализации и управления. В промышленных районах есть сильное электромагнитное загрязнение в воздухе, земле и в линиях электроснабжения. Но, уделяя должное внимание каждому потенциальному источнику шумов, мы можем сократить его воздействие до незначительного уровня. К несчастью оборудование, наиболее часто встречающееся в проект-студиях, более подвержено внешним помехам, чем оборудование высшего класса. Эта проблема осложнена ещё и тем, что в таких студиях не всегда знают, как нужно бороться с этими шумами. Я попытаюсь упростить эту главу насколько это возможно, но на сложные проблемы не бывает простых ответов.

Правильное согласование и заземление аудиоаппаратуры помогает попутно решить проблему взаимных помех, но это мало поможет в борьбе с помехами, идущими по сети. Европейский Союз и другие мировые организации уже ввели в действие законодательство, ограничивающее как величину шумов, которые может генерировать оборудование, так и чувствительность оборудования к ним. Но пройдут годы, прежде чем это даст реальный эффект. В самом же деле при бесконечном росте использования электрического и электронного оборудования принятые законодательные акты в этой сфере могут *только замедлить* темпы роста электромагнитного загрязнения, а не сократить его нынешний уровень.

Необходимо соблюдать два основных правила: 1) студийное оборудование должно запитываться от источника электроснабжения с наименьшим полным сопротивлением; 2) подключайте все приборы только к одной фазе.

На рис.9 и 10 показаны правильный и неправильный способы подключения питания.

### 4.1 Источники питания с малым полным сопротивлением

Большое количество используемых в студии приборов (например, усилители мощности) потребляют электрический ток неравномерно. На рис.11 и 12 показан типичный график пикового

увеличения силы тока, потребляемого усилителем от сети (кроме неэффективных усилителей класса А с постоянным током на выходном контуре), в ответ на резкий звук бас-бочки. Сначала усилитель потребляет ток от резервных конденсаторов. Но как только напряжение на входном выпрямителе падает ниже граничного уровня, потребление тока от внешнего источника резко увеличивается для восстановления потенциала конденсаторов. Таким образом, электроэнергия потребляется не равномерно, а в виде серии импульсов. Так как полное сопротивление сети подключено к усилителю последовательно, то возникнет разница потенциалов, где усилитель будет последним элементом. При резком увеличении потребления тока полное сопротивление усилителя в точке подключения к сети будет падать. И если полное сопротивление блока питания не значительно ниже, то напряжение, например, в розетке, с каждым таким импульсом будет падать. Это приводит к тому, что изменения напряжения будут иметь волнообразный характер (рис.12), что чревато значительными гармоническими искажениями.

Это очень плохо, так как эти гармоники могут достигать довольно высоких частот, и генерируются они непосредственно в студии. Поэтому их воздействие, независимо от того, имеется ли стабилизатор напряжения на входе питающей сети в студию или нет, будет таким же, как и воздействие внешнегенерируемых гармоник при отсутствии стабилизатора на входе.

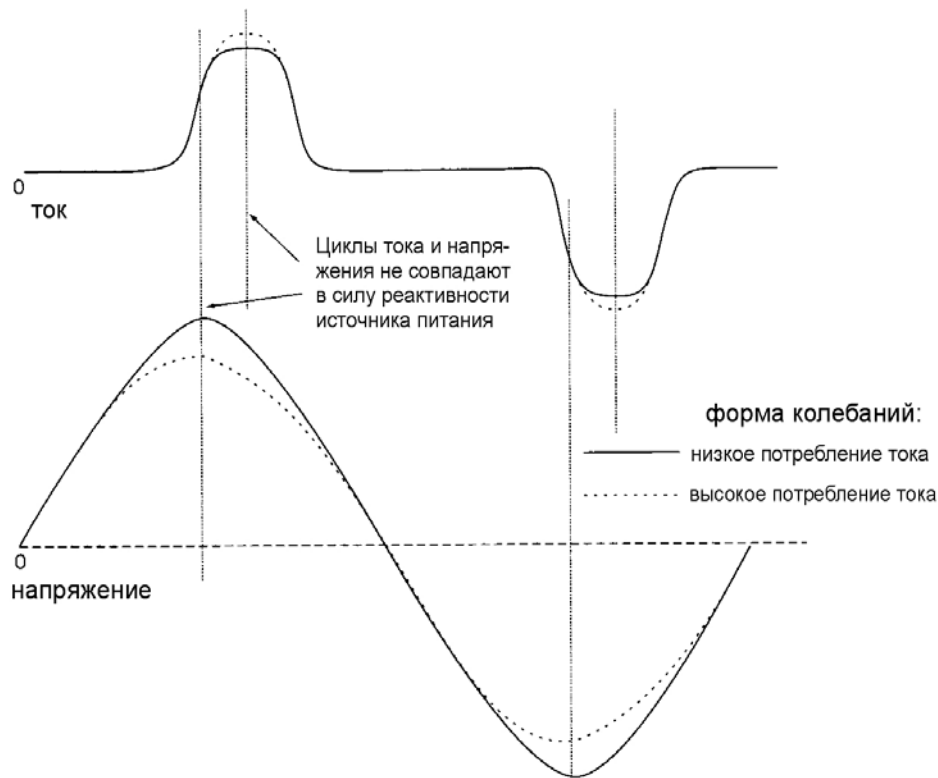
Гармоники в сети могут привести к целому ряду проблем, которые будут обсуждаться в этой главе. Однако если полное сопротивление сети питания достаточно малое, то оно будет играть роль своеобразного стабилизатора, и в определённых пределах будет по-прежнему обеспечивать подачу плавно изменяемого напряжения даже при скачкообразном потреблении тока. Это напоминает работу усилителя с высоким демпинг-фактором, действующим в качестве источника постоянного напряжения для переменной нагрузки, которой являются большинство звуковых колонок. В звуковом плане это будет означать резкую атаку при воспроизведении басовых частот, но если усилитель не запитан от источника с низким полным сопротивлением, то эта атака может быть «размазана», особенно при работе на пределе его выходной мощности.

Блоки питания многих приборов не слишком хороши для фильтрации гармоник, идущих по сети. Во всех трансформаторах существует ёмкостная утечка между обмотками, способствующая удобному пути проникновения в цепи прохождения сигнала гармоник с более высокой частотой. В аналоговых приборах это может вызывать жёсткость звука. Но, к удивлению многих, и в работе цифрового оборудования это может стать причиной шумовых выбросов, отказов, может вносить ошибки в цепи управления и вызывать "дрожание" цифровых аудио сигналов. Удивительно, сколько подобных проблем решаются только лишь с помощью сети питания с низким полным сопротивлением.

Студия по возможности всегда должна подключаться напрямую к электрическому щиту у входа в здание, а не к какой-либо вторичной цепи. Не должно быть общих участков силового кабеля с другими частями здания. К сети питания аудио оборудования не должны подключаться кондиционеры или холодильники. Очень желательно использовать как можно более толстые в сечении провода, даже если используемые предохранители рассчитаны на значительно меньший ток.

Данное требование очень трудно объяснить электрикам, так как для многих из них мощность есть мощность, а кабель и предохранители должны соответствовать друг другу. Электрики недоумевают, когда их просят протянуть кабель, рассчитанный на 100 и более Ампер, хотя предохранитель рассчитан лишь на 50 Ампер. Но стоит объяснить им причины, и они с готовностью выполняют это требование. Эта похоже на ситуацию с нагрузочными кабелями к звуковым колонкам, рассчитанными на значительно больший ток, чем это необходимо при постоянной нагрузке на колонки. Правило, фактически, то же: и нагрузочные кабеля колонок, и кабеля питания студии должны быть минимально короткими и с минимальным полным сопротивлением, насколько это практически возможно.





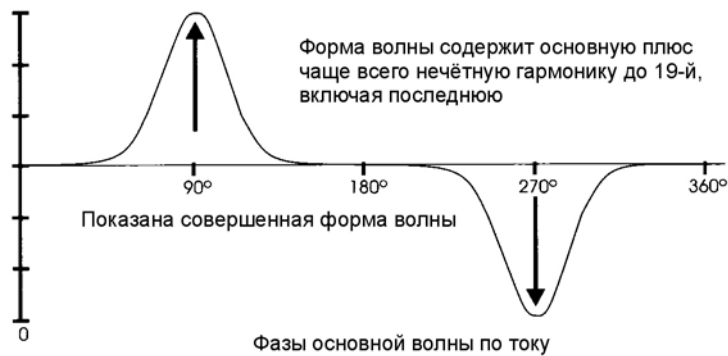
При стабильной нагрузке (например, электронагревателях) потребляемый ток будет соответствовать синусоидальному изменению напряжения, и оба будут в одной фазе. Но усилитель мощности представляет собой совершенно другой тип нагрузки для сети. В связи с наличием индуктивности и ёмкости в его контуре питания, он является частично реактивной нагрузкой для источника питания, при которой пики тока и напряжения не будут совпадать по фазе. Более того, потребление тока будет иметь не синусоидальную форму, а скорее форму волны, приведенную выше.

Так как скачки мощности на выходе усилителя подаются на мониторы, они будут забирать заряд с резервного конденсатора. При обычной подаче напряжения зарядка конденсаторов будет обновляться через трансформатор и выпрямительный мост, но мост не будет проводить ток, пока напряжение переменного тока не будет превосходить напряжение постоянного тока на конденсаторах. Это означает, что так как напряжение постоянного тока поднимается с нуля, то не будет протекания тока, пока напряжение на вторичной обмотке трансформатора не превысит остаточного напряжения на конденсаторах. На вышеприведенном рисунке показано, что вначале нет никакого тока; затем, как только напряжение постоянного тока сравнивается с переменным, наблюдается внезапный всплеск потребления тока. Затем потребление тока прекращается довольно резко, как только напряжение переменного тока на входе выпрямителя становится ниже напряжения заряда на конденсаторах. Обратите внимание, что при возрастании потребности в токе напряжение падает, как показано прерывистой линией. Величина падения напряжения зависит от полного сопротивления питающей сети. При источнике питания с полным нулевым сопротивлением не было бы никакого падения напряжения, поэтому источники питания с очень низким полным сопротивлением справедливо считаются источниками со стабильным напряжением.

Прерывистые линии на графике показывают вероятное потребление тока от источника с полным нулевым сопротивлением, но полное сопротивление слабого источника ограничило бы возможность потребления тока. Это привело бы к некоторому уменьшению напряжения, и напряжение на входе питания студии выглядело бы примерно так, как показывают прерывистые линии на графике напряжения. Это, в свою очередь, будет генерировать гармоники по входному напряжению, которые могут достигать частоты в сотни килогерц. Такие искажения могут легко попасть на записывающее оборудование, делая звук "жестким" и сбивая работу компьютерных систем.

Другой аспект, который необходимо иметь в виду, состоит в том, что при таком потреблении тока мощность не рассчитывается простым умножением  $V \times I$  (напряжения на силу тока). Например если калорифер потребляет 1 кВт от источника напряжения в 230 В, то сила тока составит 4,35 А. Однако, если ток будет потребляться только 25% времени, что может быть в случае с усилителем, тогда 1 кВт (или скорее 1 кВА) будет соответствовать току в 17,4 Ампер. С точки зрения электрика, кабель на пять ампер будет достаточным, так как усредненный по времени эффект нагрева кабеля будет одинаковым в обоих случаях. Таким образом, необходимость применения более мощного кабеля для студии обусловлена не нагреванием кабеля или потребляемой мощностью, а требованием избежать падения напряжения, связанного с сильными импульсами тока, так как это может вызвать искажения напряжения и, следовательно, гармонические помехи.

**Рисунок 11.** Взаимодействие напряжения и тока. Цикл потребления тока обычным усилителем мощности при больших нагрузках



**Рисунок 12.** Взаимодействие напряжения и тока. Типичная форма пикового тока на входе сети при потреблении мощности в режиме вкл/выкл (по W.H. Lewis)

Полное сопротивление, для незнакомых с этим термином, состоит из активного и реактивного сопротивлений. Последнее действует только при переменном токе. Оно является комбинацией сопротивления по постоянному току, измеряемому Омметром, и реактивных сопротивлений ёмкостей и индуктивностей. Это может ввести в заблуждение многих людей. Короткая, тонкая, переплетённая пара проводов может иметь то же сопротивление, что и два отдельных длинных и толстых провода. Но первая будет иметь меньшее полное сопротивление, чем последняя. Индуктивность — это электромагнитный феномен, который стремится к нулю, если пара проводов, формирующая цепь, сдвигается ближе друг к другу, так как равные и противоположные по знаку магнитные поля компенсируют друг друга. Ёмкость при сближении проводов будет увеличиваться, но её сопротивление будет параллельным обычному сопротивлению, в то время как индуктивное реактивное сопротивление действует последовательно. На практике, при подаче питания на аудио частотах и при обычной для студий длине кабелей, воздействие ёмкостного реактивного сопротивления ничтожно малое.

С точки зрения как подключения питания, так и подключения громкоговорителей, кабели, подключаемые к одному и тому же внешнему разъёму, и, тем самым, спаренные физически, имеют наименьшее полное сопротивление, а поэтому наилучшим образом подходят для использования в студии. Во многих странах также требуют, чтобы шина заземления прокладывалась около нейтрального и фазового проводов. Трудно найти специальные данные на этот счёт, но считается, что полное сопротивление заземления также уменьшается в этом случае, хотя конкретные условия могут быть самыми разнообразными. Одним словом, необходимо стремиться к получению наименьшего полного сопротивления между землей и каждым прибором. Система заземления должна основываться на тех же правилах, что и система питания, а именно: провод заземления не должен иметь общих отрезков с любыми другими проводами заземления здания, как показано на рис.8.

## 4.2 Количество фаз

Многие рассмеялись, прочитав последнее заявление. И тем более все рассмеются, услышав заявление, что все скоммутированные между собой приборы должны запитываться от одной и той же фазы. Только причины смеха будут разными. В таких странах, как Великобритания, действующими нормами разрешено только однофазное подключение. Причём на расстоянии вытянутых рук может размещаться только электрооборудование, подключённое к одной фазе. Это делается для того, чтобы нельзя было коснуться одновременно двух элементов оборудования с разными фазами. С другой стороны, в Южной Европе я встречал щиты питания на 12 розеток, установленные в рэковых стойках, и при этом каждые четыре розетки были подключены к каждой из трёх фаз. Эти щиты монтировались квалифицированными электриками, которые не могли понять, чего я от них хочу, когда я спрашивал их об этом. Для них это было абсолютно нормальным явлением. Я припоминаю одну свою работу на студии дублирования фильмов во Франции, где многодорожечный магнитофон был запитан от одной фазы, микшерный пульт - от другой, а усилители мощности и блоки эффектов – от третьей. Для того чтобы запитать всю студию от одной фазы, которая должна быть достаточно мощной для питания всей аппаратуры, необходимо было бы переключить всю систему питания здания, к чему владелец был не готов.

Электрические компании предоставляют трёхфазное питание, потому что это наиболее эффективный способ как производства, так и распределения электроэнергии в больших объёмах. Точно так же, как многоцилиндровый поршневой двигатель лучше и эффективнее одноцилиндрового собрата, так и трёхфазный генератор лучше и эффективнее однофазного, в котором электромагнитное воздействие каждого оборота менее сбалансировано. Если все три фазы сбалансированы по мощности, то для передачи электроэнергии требуется кабель потоньше, так как по нейтральному проводу идут

составляющие различных фаз, что меньше нагревает кабель, в отличие от суммарного тока, идущего в одной фазе при нейтральной "обратке". Более эффективные генераторы и система распределения означают меньшие расходы для электрических компаний, и тем самым более дешёвое электричество для потребителей.

Великобритания - богатая индустриально-развитая страна с большим количеством производимой электроэнергии и серьёзным отношением к технике безопасности. Потребление одним домом или квартирой тока в 100 А (по одной фазе) считается вполне нормальным явлением. А вот в Испании, где ощущается нехватка электроэнергии, потребление тока одним домом может быть ограничено 15 А однофазного питания, а многие коммерческие предприятия могут потреблять только 20 А трёхфазного тока. Увеличение потребляемой мощности приведёт к значительным расходам и к крупным наценкам за каждый киловатт-час сверх нормы. Британское требование обеспечить питание от одной фазы для всех взаимосвязанных единиц аудио и/или видео оборудования основывается на том, что из-за разницы потенциалов между фазами в почти 400 В вероятность пробоя изоляции оборудования более высока, чем при использовании одной фазы номинальным напряжением 230 В. Более того, в первом случае последствия нарушения целостности изоляции будут более тяжёлыми. Испанская философия в этом отношении по-моему следует принципу: "Это всё, что мы можем сделать; соглашайтесь или отказывайтесь". Французы объясняют это пресловутой "галльской беззаботностью". В США существует двухфазное питание, получаемое от двух полуобмоток трансформатора, которое даёт по 120 В от каждой половины; каждая такая фаза идёт на один из пары рядом стоящих домов. В международной практике эти вопросы далеки от стандартизации.

#### 4.2.1 Почему только одна фаза?

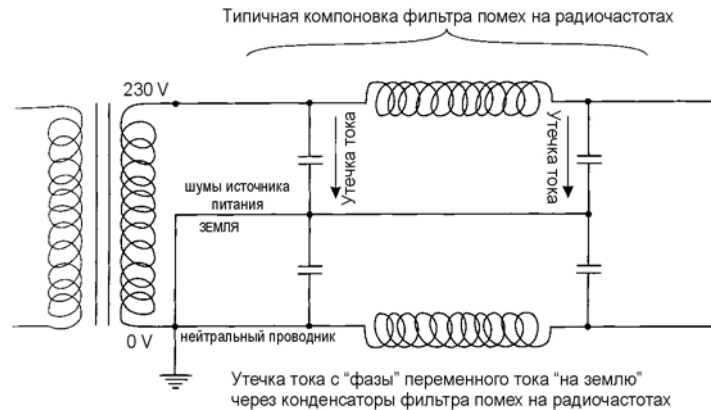
Научный подход подсказывает необходимость использования однофазного питания. Если бы питание всего студийного оборудования распределялось по трём фазам, то всё было бы нормально, пока все три фазы имели бы чёткую синусоидальную форму при одинаковой силе потребляемого тока. Однако совершенная синусоидальная форма - довольно редкое явление в электрической сети, а студийное оборудование совсем не схоже с тремя сбалансированными обмотками трёхфазного электромотора. Оно не потребляет ток постоянной величины, так как различные приборы постоянно включаются и выключаются (например, двигатели магнитофонов), или изменяется потребляемая мощность (как у большинства усилителей при работе с музыкальным сигналом). Несбалансированность потребляемого тока создаёт гармонические помехи, при этом в общей нейтральной жиле могут генерироваться "блуждающие" токи. Этот вопрос очень подробно освещён в двух книгах, приводимых в библиографии в конце предыдущей главы. Так в книге Дэвиса (1997, стр. 394) говорится: *"Таким образом можно сказать... что помехи, создаваемые системой питания, возможно свести к минимуму при использовании только одной питающей фазы для всего электронного оборудования"*. В книге Гиддингса (1995, стр. 54-56) также сказано: *"Другим вопросом в отношении переменного тока является вопрос о количестве фаз, используемых для запитки аудиосистемы. Идеальный ответ - одна, из-за ёмкостной связи между корпусами электронного оборудования и питающей сети. Эта связь вызывает флуктуации на корпусе на частоте сети, которая служит в качестве тактовой частоты для электронного оборудования внутри корпуса ... Различное оборудование, подключенное к одной фазе, будет иметь схожую осциллограмму этой тактовой частоты, и флуктуации будут скомпенсированы. Если же различные приборы, запитанные от разных фаз, будут подключены друг к другу, то будет появляться небольшая разница напряжений тактовых частот в связи со сдвигом фаз, которая будет проявляться как обычный шумовой фон и затем усиливаться ... Чем чаще сигнал проходит через различные элементы оборудования, запитанные от разных фаз, и чем больше величина усиления, обеспечиваемая этим оборудованием, тем больше проблем возникает"*.

На протяжении многих лет, я использовал следующий метод распределения фаз для небольших студий: запитывал всю аудиотехнику от одной фазы, все кондиционеры воздуха или электрокалориферы - от другой, а освещение, вентиляцию и т.п. - от третьей фазы. Если одна фаза является более "чистой" или более стабильной, чем другие, она должна быть выбрана для аудиооборудования. Но за этим нужно постоянно следить, так как условия могут изменяться даже в результате каких-либо модификаций в соседнем здании.

#### 4.3 Линейные фильтры и стабилизаторы напряжения

Как уже упоминалось в этой главе, стабилизация напряжения питания по входу не даст существенного результата, если внутри системы имеется оборудование, генерирующее электромагнитные помехи. Тем не менее, дополнительная фильтрация питающего напряжения не мешает. Однако проблема в том, что очень большое количество электромагнитных и радиочастотных помех фильтры не в состоянии подавить. В результате они всего лишь сбрасывают даже большее количество жёстких шумов на систему заземления. На рис.13 показано, как это обычно происходит. Мнение о том, что источники бесперебойного питания обеспечивают абсолютно "чистое" напряжение, очень часто ошибочно. Только внутренние блоки выходного напряжения с обратной связью обеспечивают чистую синусоидальную форму напряжения. Но такие блоки часто должны иметь

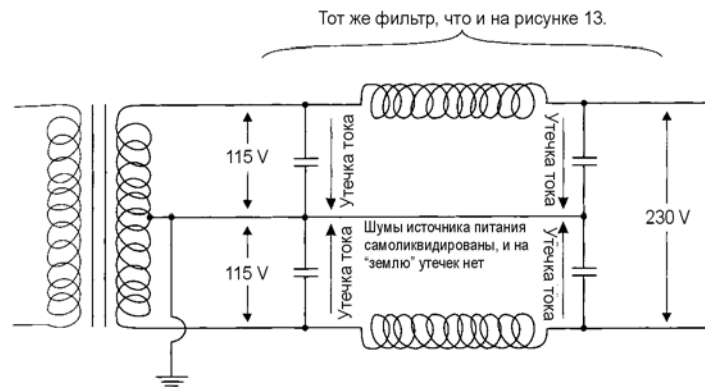
значительно большую мощность, чем предполагается вначале, иначе даже они могут создать больше проблем, чем разрешить. Они редко имеют достаточно низкое полное сопротивление на выходе, что способствует генерированию шумовых гармоник в результате действия таких явлений, как переходное потребление тока усилителями мощности. Некоторые из этих аппаратов могут вызвать отказ компьютера, если только они не подключены к отдельным компьютерам без какого либо другого запитанного от них оборудования (читателям, незнакомых с этим вопросом, полезно внимательно изучить рис.11 и 12).



**Рисунок13.** Фильтры помех на радиочастотах в несбалансированных цепях. Фильтры помех на радиочастотах могут удалить большую часть шумов от источника переменного тока, сбрасывая большую их часть на «землю», которая может быть также чувствительной к шумам: в общем, "из огня да в полымя".

#### 4.4 Сбалансированное питание

На рис. 14 показано сбалансированное устройство, эквивалентное показанному на рис.13.



**Рисунок 14.** Фильтры помех на радиочастотах в сбалансированных цепях. Заземлённый центральный отвод трансформатора переменного тока обеспечивает заземление системы переменного тока и компенсацию токов утечки на землю, тем самым, уничтожая ёмкостную утечку с фильтра помех на радиочастотах, как источника шума.

Рисунок взят из статьи Мартина Гласбанда (*Martin Glassband*), автора поправки от 1996 года в Национальный электрический кодекс США (разделы с 530-70 по 530-73). Давно известно, что подача питания на чувствительную аудиоаппаратуру от сбалансированного источника питания может разрешить много проблем, связанных с шумами и отказами техники. Его суть заключается в использовании трансформатора с центральным отводом, который служит в качестве двух источников питания с противоположной полярностью, каждый с напряжением, составляющим половину от общего. Например, питание напряжением 230 В заменяется на питание от трансформатора с центральным заземлённым отводом, с двух половин которого снимается сбалансированное напряжение в 115В. На рис.15 показано, как трудно устранить проблему реактивных токов за счет сбалансирования источников питания.

В некоторых странах питание настенных розеток подобным образом может быть запрещено



высокочастотные шумы, что практически недостижимо в обычных системах, сокращается дрожание в цифровых цепях, что позволяет получать значительно более "чистые" аудио сигналы. Отмеченное снижение уровня дрожания составляло более 30%. Снижается также эффект ёмкостных помех, которые связаны с тем, что действие электрического поля зависит от величины напряжения. Другими словами, при номинальном напряжении на входе сбалансированной сети питания в 230 В, система будет запитана от напряжения в 115 В (по отношению к земле), в сравнении с 230 В в несбалансированных сетях. Уменьшение в два раза уровня напряжения по отношению к земле тем самым сокращает мощность помех в  $2^2$ , или в четыре раза. Сбалансированные источники питания могут быть очень эффективными даже в самых неблагоприятных обстоятельствах.

Одна из причин, почему сбалансированные источники питания так подходят для project-студий, состоит в том, что в них обычно нет того сочетания оборудования, которое позволяет обеспечить простоту оптимального звукового согласования, в отличие от полностью профессиональных студий. Оборудование project-студий, как правило, имеет различные уровни сигналов, различные симметричные и несимметричные соединения, а большое количество такого оборудования имеет значительные конструктивные недоработки. Сбалансированные источники питания также очень желательны в связи с тем, что project-студии зачастую размещаются в зданиях, где трудно на практике получить отдельное заземление и питание с низким входным сопротивлением. К тому же эти студии могут располагаться в отдалённых местах - на конце длинного питающего кабеля или на 21-м этаже здания, - где до "качественной земли" трудно добраться. Но всегда помните: никогда не предпринимайте каких-либо модификаций электропитания без помощи квалифицированного электрика. Не рискуйте!

## 4.5 Итог

Хотя подробное описание вопросов создания специального заземления или источника питания не помещается в объём данной книги, я надеюсь, что она, по крайней мере, даёт общее понимание спектра стоящих проблем и способов их решения. Конечно, с моей стороны было бы совершенно безответственно призывать неспециалистов вносить какие-либо поправки в правила по технике безопасности. Любому практически заинтересованному в этом предмете лицу следует обратиться к книгам, упомянутым в библиографии в конце этой главы, после чего они смогут убедиться, насколько эти вопросы сложны и глубоки.

Основная мысль этой главы в том, что не следует ожидать от простой электросети стабильного источника питания без помех и надёжного заземления с низким полным сопротивлением. Компьютеры сбоят по причине проблем с питанием значительно чаще, чем можно себе представить, и программное обеспечение здесь не виновато (хотя оно часто виновато в других). Плохое заземление зачастую вызывает одни помехи, а плохой источник питания - другие. Многие стабилизаторы напряжения не обеспечивают той степени чистоты питания, которую их пользователи хотели бы получить. А многие источники бесперебойного питания вовсе не настолько свободны от сетевых шумов, как думают их владельцы.

Ещё раз хочется отметить, что бытовое и полупрофессиональное оборудование может быть значительно более чувствительным к помехам по сети или системы заземления, чем их полностью профессиональные аналоги. И при этом вероятно именно полупрофессиональное оборудование будет использоваться в наименее оптимальных условиях. Мне действительно хотелось бы написать главу с инструкциями типа: "Если происходит это, делайте то; если происходит то, делайте это". Но боюсь, что это не такой простой вопрос. На что я действительно надеюсь, так это на то, что эта глава даёт понимание сути проблем и разнообразия их проявлений, а также некоторые рекомендации, которые помогут разрешить эти проблемы. Однако необходимо всегда иметь в виду, что доведение до приемлемых параметров "плохой" питающей сети и "плохого" заземления, чтобы выжать всё возможное из полупрофессионального оборудования, может обойтись дороже, чем просто покупка профессионального оборудования, которое более терпимо к характеристикам электропитания.

### Ссылки

1 Newell, P.R., 'Namouche', *Studio Sound*, Vol. 36, No. 12, p. 48 (December 1994)

2 Glassband, Martin, 'The Origin of Balanced Power', *Sound and Video Contractor*, pp. 54-60 (September 1997)

### Библиография

Davis, D. and Davis, C., *Sound System Engineering*, Focal Press, Boston, USA (1997)

Giddings, P., *Audio System Design and Installation*, Focal Press, Boston, USA and Oxford, UK (1995)

Giddings, P., *Audio System Design and Installation*, Howard W. Sams, Indianapolis, USA (1990)

*Journal of the Audio Engineering Society*, Vol. 43, No. 6, issue dedicated to papers on audio system grounding and interconnecting (June 1995)

*Sound and Video Contractor*, (P.O. Box 12901, Overland Park, KS 66282-2901, USA) (September 1997). Issue dedicated to power quality.

## **Глава 5 Требования к мониторинговому контролю.**

Не все прислушаются к рекомендациям, изложенным в предыдущих двух главах. Некоторые могут даже посчитать их лишними, если их мониторы не позволяют распознать имеющихся проблем, а также результатов их устранения. Поэтому сначала нужно разобраться с требованиями, предъявляемыми к мониторингу. Только качественные мониторы позволяют должным образом оценить ход процесса звукозаписи. А в небольших студиях это, пожалуй, единственная возможность.

Наушники не могут быть заменой хорошей системе мониторов и хорошему в акустическом плане помещению. Человеческая психология и различные аспекты психоакустики говорят об огромных различиях в восприятии прослушивания через мониторы и через наушники. Сведение, выполненное по мониторам в нормальных условиях, будет с гораздо большей вероятностью адекватно передаваться через наушники, чем сведение, выполненное в наушниках - восприниматься через акустические системы. Обеспечение правильных условий мониторинга стоит дорого, но это абсолютно необходимо для достижения хорошего качества записи и сведения. Очень неразумно пренебрегать мониторингом, потому что это тот элемент студии, посредством которого оценивается всё остальное. А потенциал значительно более дорогого оборудования никогда не реализуется, если его нельзя услышать.

### **5.1 Стандарт или рынок?**

На проблему мониторинга можно взглянуть с двух сторон: собираемся ли мы осуществлять прослушивание в соответствии со стандартом; или в соответствии с тем, что нам навязывает рынок? В последнем случае мы рискуем вступить на скользкую дорожку, выбраться с которой будет не так то просто. Тем не менее, эта философия имеет своих последователей. Для контроля в соответствии со стандартом потребуется полный спектр мониторов, которые обеспечивают наиболее нейтральное и точное качество звучания. Получение желаемого "звучания" или баланса звучания на самой нижней границе частотного диапазона всегда было трудной задачей. Но есть мнение, что если музыкальные центры большинства людей не воспроизводят всего диапазона частот, то стоит ли, мол, волноваться об этом?

Коммерческая точка зрения такова: если сведение «подогнано» под усреднённый уровень большинства бытовой звуковоспроизводящей техники, тогда значительное число людей будет удовлетворено результатами. Это мнение представляет собой наиболее дешёвый подход, при котором мало времени будет уделяться исправлению трудноразличимых проблем. Одна из причин применения некачественных мониторов состоит в использовании компьютерных источников звука. Многие ошибочно полагают, что внутренне запрограммированные в них звуки изначально хорошо "сконструированы" и свободны от неожиданных проблем на граничных частотах. Надо, наконец, понять, что записи, не выверенные на высококачественных мониторах, не могут считаться высококачественными (*hi-fi*).

Многие люди, характеризуя полндиапазонные мониторы, ошибочно применяют термин "приукрашивание". Но «приукрашивающие» звук мониторы никогда широко не применялись для контроля, ведь «приукрашивание» предполагает искажение естественности реального звучания. Выполненные на таких мониторах работы при воспроизведении на другой акустике дают разочаровывающие результаты. Оценить систему мониторов в студии всегда можно, сравнив непосредственно звучание «живого» акустического инструмента с воспроизведением его записи через мониторы.

Со мной иногда спорят инженеры, подразумевающие под словом "приукрашивание" то, что я и многие мои коллеги называют «нейтральность». В этом случае термин "приукрашивание" используется для обозначения *"звучания лучшего, чем на моих маленьких колонках дома"*, т.е. полндиапазонный мониторинг при рыночном подходе к сведению автоматически бы считался "приукрашивающим".

Контроль только на мониторах ближнего поля, использование компьютерных источников звука и т.п. уже привели к сходству условий для записи во многих студиях с бытовыми. Это - следствие философии "сведения под рынок". Всё чаще материал записывается и сводится на случайных мониторах, близких по характеристикам к бытовым, после чего о результатах работы судят на схожих по качеству акустических системах дома.

При использовании более качественных мониторинговых систем значительно расширяется частотный диапазон, улучшается прозрачность, детализировка, плотность звучания и общее качество, по крайней мере, при прослушивании качественных записей. Но некоторые неопытные инженеры говорят мне, что этот материал на бытовой аппаратуре звучит по-другому. Т.е. они заявляют, что не хотят слышать реальное звучание, потому что дома оно звучит не так.

Конечно, когда мониторы позволяют слышать все недостатки, делать сведение труднее. Но это - профессиональное отношение.

Если и дальше всё будет катиться по этой дорожке, то у меня останется мало надежд на поддержание стандартов в сфере звукозаписи, а дни аудиофилов будут сочтены. Помните: мы все в долгу перед аудиофилами за их постоянное требование качества. Они поддерживают нас. Кто знает, насколько упали бы стандарты звукозаписи без них. С моей точки зрения, мы обязаны удовлетворить их требования. Они заслужили право слушать на своей супер-качественной аппаратуре что-нибудь лучше

записей для "среднестатистического" потребителя. Стыдно, когда их оборудование позволяет им слышать только недоработки, которые должны были быть устранены ещё в студии.

Визитная карточка опытного звукоинженера - это соответствие уровня записи уровню качества мониторинговой системы: чем лучше система, тем лучше должна звучать запись.

## 5.2 Минимальные стандарты

Лично я против использования одного комплекта небольших мониторов, таких как *Yamaha NS-10M*, как единственного средства мониторингового контроля в студии. Они физически не в состоянии воспроизвести и вскрыть все возможные дефекты записи. При многоканальном сведении с использованием процессоров эффектов могут возникать некоторые нежелательные явления, которые на мониторах "среднего" качества не распознать. Я понимаю, что хорошие мониторы относительно дороги, но, в конечном счете, именно они являются единственным средством оценки тонального баланса, нелинейных искажений, фазовых аномалий, детализации, точности передачи, пространственности и т.п., если в результате должны появиться высококачественные записи.

В ценах 1999 года разумно подобранный комплект мониторов стоил бы примерно 1500-2000 долларов. Например, *Genelec 1030A* и *Quested F11s*, хотя и у них недостаточное воспроизведение низких частот для полнодиапазонного мониторинга. Это активные системы со встроенными кроссоверами и отдельными усилителями для каждого громкоговорителя. Почти за ту же цену можно купить *ATC SCM10*, но они потребуют таких же затрат на высококачественный усилитель мощности. Другого способа получить небольшие мониторы с громким звучанием и расширенным диапазоном частот без использования низкочувствительных головок и мощных усилителей просто не существует. Законы электроакустики не дают такой возможности. Рамки этой книги не позволяют объяснить, почему. Но те, кто интересуется этим вопросом, могут обратиться к книгам, упомянутым в библиографии.

Помните: нет смысла использовать термин "мониторинг контрольной комнаты", не уделяя должного внимания первому и второму слову. Они предполагают качественный контроль и прослушивание. Это можно обеспечить только при использовании громкоговорителей и усилителей, которые, по крайней мере, не хуже лучших образцов бытового оборудования. Студийные мониторы также должны брать на себя большую часть нагрузки при прослушивании инструментов и случайных перегрузках. Сделать такую систему совсем не просто, и это является одной из причин относительно высокой стоимости студийных мониторов приемлемого качества.

## 5.3 Что лучше?

Итак, после обсуждения недостатков часто используемых систем мониторинга вернёмся к вопросу: какие же системы следует применять? Во введении к своей первой книге<sup>1</sup> я цитировал интервью Джорджа Массенбурга (*George Massenburg*) из июньского номера журнала "EQ" за 1993 г. Он говорил: *"Я считаю, что не существует идеальных мониторов для прослушивания, или таких "золотых ушей", которые назвали бы Вам их. Стандарты могут зависеть от обстоятельств. Для конкретного человека монитор либо работает, либо не работает... Не надо полагаться на мнения и рекомендации посторонних"*. Для тех, кому незнакомо это имя, сообщаю: Джордж - один из наиболее уважаемых в мире инженеров и продюсеров звукозаписи, изобретатель параметрического эквалайзера. Он также является основателем фирмы *GML*, которая производит самое современное студийное оборудование.

У всех нас различные мониторы, у всех нас свои факторы оценки музыкальных произведений. Более того, различные виды музыки и различная техника записи требуют различных технических характеристик от мониторов. Возможно, нам следует сделать небольшое отступление и посмотреть, какая взаимосвязь между техническими характеристиками мониторов и субъективным восприятием.

## 5.4 Оценка громкоговорителей

Проблема состоит в том, как провести действенные и объективные испытания с повторяемостью результатов, чтобы дать объяснение какому-либо распространенному субъективному мнению. Что мы можем измерить в *NS-10*, чтобы объяснить его популярность на протяжении двух десятков лет?

Даже если бы было возможно провести такие испытания, мы бы вряд ли определили победителя, так как для различных обстоятельств лучше подходят различные характеристики. Субъективные предпочтения пользователей также изменяются в соответствии с требованиями, предъявляемыми различными жанрами музыки или техники записи. Некоторые из этих требований являются даже взаимоисключающими, и вероятно останутся таковыми до тех пор, пока не появятся совершенные системы мониторинга. Что мы точно имеем, так это некоторые "истины", выраженные в технических характеристиках. Если мы сумеем показать связь каких-либо особенностей субъективного восприятия с какими-то объективными характеристиками, это поможет нам более трезво взглянуть на реалии. Но сначала мы должны уяснить некоторые правила, несмотря на то, что маркетологи многих производителей мониторов предпочли бы, чтобы мы их забыли. В подвижном рыночными силами мире очень полезно время от времени напоминать самим себе о некоторых истинно профессиональных точках



зрения.

### 5.4.1 Базовые реальности

- Не существует мониторов, оптимальных для любых помещений.
  - Не существует мониторов, оптимальных для любой музыки.
  - Не существует мониторов, которые могли бы оптимально звучать в акустически плохом помещении.
    - Полнодиапазонные мониторные системы с высоким разрешением, низким уровнем искажений, хорошими фазовыми и временными характеристиками не могут быть дешёвыми. 5000 долларов за пару - это где-то минимум.
    - Музыка, созданная с помощью компьютера, не обязательно качественнее музыки, созданной без помощи таких технологий.
    - Материалы для мониторов, созданные по новым технологиям, не всегда субъективно превосходят старые материалы.
    - Слишком много мониторов сегодня рекламируется для ориентированного на компьютеры рынка. Я видел, как люди покупают мониторы только по спецификации, даже не прослушав их, что совершенно нелепо.
    - Мониторы *Quad Electrostatic* 1957 года всё ещё могут постоять за себя. За последние 40 лет не было создано ничего существенно лучшего. (Отметим здесь же, что мало найдётся микрофонов, способных посрамить *Neumann M49*(~12000\$), созданный почти 50 лет назад)
- Проектировщики студий должны всегда помнить об этом, чтобы добиться наилучших результатов в конкретных обстоятельствах. А сейчас давайте разберём отдельные элементы технических характеристик.

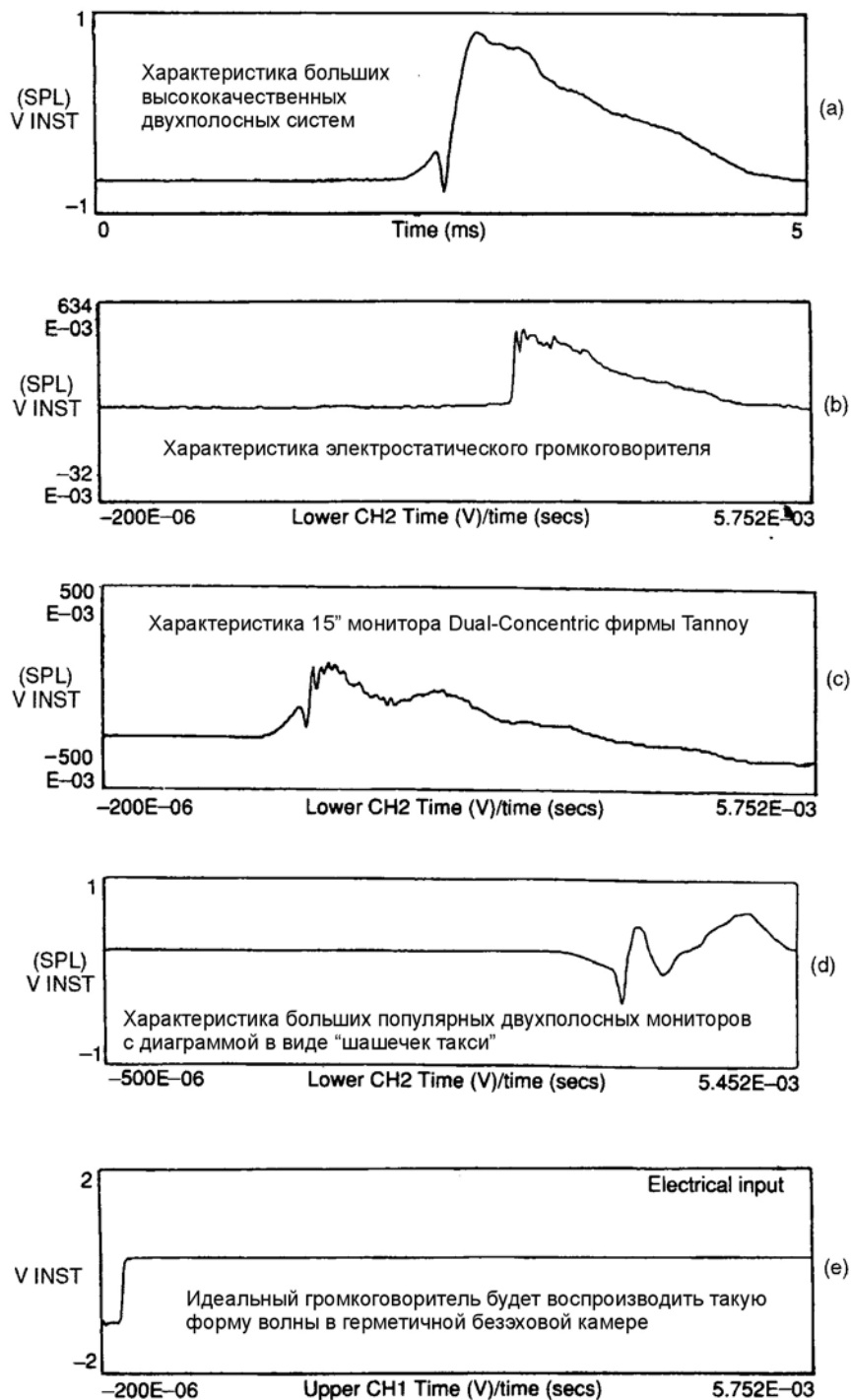


Рисунок 16. Переходные (импульсные) характеристики некоторых полнодиапазонных мониторов.

### 5.4.2 Субъективные и объективные истины

#### Амплитудная характеристика

Считается, что наиболее важным фактором воспринимаемой "точности" монитора или всей мониторной системы является обеспечение точного соответствия в точке прослушивания между амплитудой сигнала и создаваемым акустическим давлением по всему частотному диапазону.

#### Фазовые характеристики

В девятнадцатом столетии, благодаря работам Ома (*Ohm*) и Гельмгольца (*Helmholtz*), широко распространилось мнение, что единообразие фазовых характеристик является чем-то особенно важным. Но эти исследования проводились на синусоидальных волнах, которые имеют мало общего с музыкальными сигналами. Этому вопросу я касался более подробно в другой книге<sup>1</sup>. Если вкратце, то фазовая характеристика в комбинации с амплитудной определяют временные характеристики, и все они неразрывно связаны преобразованием Фурье (*Fourier Transform*). Во времена господства аналога фазовые неточности процесса звукозаписи при высокой степени фазовой точности в мониторных системах считались чем-то не очень важным, но цифровая запись придала новое значение фазовой

точности. Для восприятия даже очень слабых сигналов при цифровой записи современные контрольные комнаты стараются делать акустически более глухими, а как раз в этих условиях фазовые неточности становятся более заметными.<sup>2</sup>

#### *Временные характеристики.*

В 1989 году Кейт Холланд (*Keith Holland*) и я написали статью, которая была представлена в Институте Акустики (*Institute of Acoustics*) в Великобритании<sup>3</sup>. В этой статье мы призывали всех производителей публиковать импульсные характеристики своих систем. Их можно выразить с помощью переходных характеристик, которые возможно являются наиболее наглядным и реалистичным тестовым показателем (см. рис.16). Некоторые делегаты спрашивали, не будет ли это "изобретением велосипеда", ибо технология анализа формы волны была отвергнута как устаревшая и имеющая мало общего с воспринимаемыми на слух эксплуатационными показателями аппаратуры. Аргумент "против" в 1989 году заключался в том, что в прошлом временные характеристики всех мониторов (кроме очень немногих, таких как *Quad Electrostatic*, бравшихся в качестве примера в обоснование концепции статьи) при сравнении очень сильно отличались временной точностью. Но в 1999 году временные характеристики уже начали публиковаться, так как сейчас в ответ на потребности цифровой записи их улучшению уделяется больше внимания. Во многом естественность звучания инструмента зависит от целостности передней кромки сигнала, а это может быть достигнуто только при сохранении системой мониторов временной целостности сигнала. Прозрачность и открытость звука также сильно зависят от временных характеристик мониторов.

#### *Нелинейные искажения*

Гармонические и интермодуляционные искажения генерируют звуки, которые не были частью входного сигнала. Более высокие гармоники приводят к жёсткости и агрессивности звучания, делая громкие звуки субъективно ещё громче и ослабляя более слабые детали и нюансы. При значительном уровне нелинейных искажений трудно получить открытое, широкое и прозрачное звучание. Гармонические искажения второго порядка делают звук богатым и тёплым, но такой звук будет существовать только на мониторах, а не в записи. Если Вы стремитесь к такому звучанию, используйте ламповые микрофоны или ламповые процессоры, чтобы *записать* звуки этих гармоник. Если кому-то нравится именно такое звучание, то он может купить себе домой акустические системы с искажениями в виде "приятной теплоты" и приукрашивания звука. Но не нужно забывать, что это приемлемо только для собственного удовольствия, а не для качественного мониторинга.

#### *Неопределённости.*

Годы эксплуатации показали нехватку в звучании современных мониторов общей открытости и способности воспроизводить слабые детали музыкального сигнала, хотя в других аспектах их звучание кажется почти исключительным. После знакомства со статьёй в *AES* Дэвида Кларка (*David Clark*<sup>4</sup>), в которой обсуждаются эффекты залипания, я подумал: не лежит ли проблема в подвижных системах низкочастотных громкоговорителей, чьи внутренние присущие им потери требуют поступления на головки громкоговорителей определённого минимального уровня сигнала, чтобы заставить их двигаться. Но Дэвид убедил меня, что это исключительно проблема низких частот, а частоты, определяющие прозрачность и открытость звучания, лежат значительно выше данного диапазона. Я был частично сбит с толку, связывая эти проблемы с некоторыми новыми системами подвески. Но Мартин Колломс (*Martin Colloms*) указал в своей книге *High Performance Loudspeakers*<sup>5</sup>, что, по его мнению, проблема состоит в использовании некоторых новых материалов для диффузоров, которые вводились по случайному совпадению вместе с некоторыми новыми системами подвески. Он считает, что некоторые новые, очень жёсткие, с высокими внутренними потерями диффузоры имеют гистерезисные потери, величину которых очень трудно определить, но которые могут существенно повлиять на воспринимаемую естественность звучания. Некоторые из этих проблем могут являться следствием чрезмерного использования компьютеров, когда решение одной инженерной проблемы (такой как создание ультра-демпфирующего диффузора) создало другие проблемы, о которых компьютерщики не имеют понятия. При тестах на прослушивание конструкторы слишком часто уделяют внимание только одному какому-либо параметру, не замечая негативных побочных эффектов, которые являются следствием какого-либо "усовершенствования". Технические "преимущества" должны очень тщательно оцениваться. Они не всегда дают *общее* улучшение звучания, которое ожидается исходя из улучшений каких-либо *отдельных* параметров.

## **5.5 В каком направлении двигаться?**

Результаты тестов и измерений также порождают много неясностей. Возможно, что добиться понимания проблемы можно путём сопоставления схожих звуковых характеристик, с одной стороны, с группированием схожих материалов или схожих конструкторских решений, с другой стороны. Тщательное прослушивание в акустически правильных помещениях пожалуй является единственным правильным способом получения достоверной информации. И хотя данный способ требует много времени и средств, тем не менее только благодаря ему мы можем обнаружить источники некоторых аномалий при сравнении объективных и субъективных фактов. Но чтобы делать эти сравнения, мы должны иметь результаты объективных измерений.

Одна из больших проблем, с которой сталкиваются конструкторы громкоговорителей, это фактор человеческого восприятия. На протяжении многих лет усовершенствования конструкции громкоговорителей происходили рывками, и эти рывки были связаны не с применением новых "революционных" материалов, а с получением новой аудиологической и психоакустической информации. После проведения тестовых прослушиваний новые материалы часто не оправдывали возлагаемых на них надежд. Мы всё ещё очень далеки от способности чётко указать или измерить многие из параметров, которые отличают одни громкоговорители от других и дают им преимущество в признании пользователей.

Это положение осложняется даже многими опытными профессионалами, у которых имеются различные взгляды в вопросе иерархии звуковых характеристик громкоговорителей. Впрочем, такая же ситуация и в других областях субъективного восприятия, даже не связанных с воспроизведением звука. *Kodak, Fuji, Konica* и другие производители фотоплёнок имеют своих приверженцев. Лично я пользуюсь плёнками *Kodak*, потому что они позволяют получить фотографии, которые мне представляются наилучшим отражением того, что я видел в момент фотографирования. И никто из фанатиков *Fuji* не сможет убедить меня в обратном. Да и мне спорить с ними тоже бесполезно, ибо это – их выбор.

Разные взгляды на разное качество фотоснимков разных фирм сохраняются даже несмотря на то, что фотографии можно сравнить с оригинальным объектом при том же освещении, что и в момент фотографирования; несмотря на то, что зрительные нервные клетки переносят относительно законченный сигнал к мозгу, что эти сигналы могут быть измерены у разных людей, а различия – сравнены. С другой стороны, ни одну систему воспроизведения звука нельзя сравнить непосредственно с оригиналом (разве что в безэховых камерах, но и это сопряжено с большими проблемами). Ни один громкоговоритель не может излучать звук так же, как и акустический инструмент, даже такой простой как флейта или даже треугольник, ибо ни один инструмент не излучает звук из одной точки, как это происходит в большинстве громкоговорителей. Возникающие в результате этого искажения звукового поля будут означать, что каждый из нас по-своему будет слышать отличия между живым звуком и записанным. Да и ушные раковины человека также индивидуальны, как и отпечатки пальцев. И то, как они собирают звук, – это уникальное свойство каждого из нас. Поэтому различия в звуковых полях разными людьми воспринимаются по-разному.

## 5.6 Без окончательного решения?

В отличие от зрительных нервов, передающих в мозг целостный электрический аналог объекта, на который смотрит глаз, слуховой аппарат работает по-другому. Нервные каналы от внутреннего уха уходят примерно в полудюжину различных частей головного мозга. Мозг не имеет конкретной точки, в которой можно было бы измерить полный электрический сигнал, соответствующий тому, что мы слышим. Но даже это ещё не всё. Наше восприятие музыки значительно зависит ещё и от нашего настроения!

Эти проблемы привели к возникновению такого научного направления, как психоакустика. Она изучает крайне сложный комплекс взаимосвязей между ухом и мозгом и пытается помочь конструкторам оборудования добиться максимума возможного от осознания того, что необходимо дать мозгу для максимального ощущения реальности при минимуме осложнений. Это единственный путь, по которому мы должны следовать в настоящее время, если мы хотим добиться наилучшей достоверности, потому что стоимость истинного воспроизведения оригинального звукового поля будет огромной.

Покойный Майкл Герзон (*Michael Gerzon*) около 10 лет назад предположил, что если мы хотим точно воспроизвести звуковое поле музыкального инструмента, то нам придется окружить его миллионом микрофонов, подключённых к записывающему устройству с миллионом дорожек, а затем воспроизвести запись через миллионы усилителей и громкоговорителей. И даже если мы предположим, что микрофоны будут совершенными, то и миллион совершенных микрофонов не воспроизведёт звучание инструмента. Другими словами, мы не можем сделать этого.

Предыдущие разделы показывают, что воспроизведение звука громкоговорителями даже близко не похоже на воспроизведение реального звучания, за исключением случаев, когда оригинальный звук сам по себе был создан при помощи громкоговорителя. Зная об этих ограничениях, необходимо понимать, что объективная оценка громкоговорителей может только частично помочь описанию субъективно воспринимаемых аспектов их звучания. Этот факт был подчеркнут свыше 20 лет назад другим давно ушедшим корифеем аудиозаписи, Ричардом Хайзером (*Richard Heyser*). Он сказал, что для того, чтобы полностью получить удовольствие от предлагаемой иллюзии записи, необходимо сознательно подавить свою веру в реальность, и продолжил: *"Все записи и воспроизведение через два громкоговорителя являются иллюзией: нам необходимо получить мощные системы обработки сигнала и технологию применения большого количества громкоговорителей до того, как мы когда-либо сможем добиться абсолютного согласования трёх основных типов звукозаписи: классической музыки, рока и кинематографа"*.

Когда такие авторитеты, как Майкл Герзон и Ричард Хайзер полностью согласны в этом вопросе, то нужно быть либо большим гением, либо полным дураком, чтобы спорить с ними.

При проведении измерений различных параметров нужно стремиться сгруппировать их так, чтобы их можно было связать с субъективным мнением пользователей громкоговорителей. Таким образом,

можно выделить определённые технические параметры, дающие определённые звуковые достоинства и недостатки, а течением времени больше узнать об этих взаимозависимостях. Всё, что мы можем в настоящее время - это добиваться максимального результата исходя из тех знаний и технологий, которые нам доступны. Самое важное - знать о существующих ограничениях и учитывать это в работе.

Из всего вышесказанного мы можем сделать вывод, что для студийного мониторинга нам требуются: низкий уровень искажений и окраски, высокие переходные характеристики динамиков с минимальными фазовыми искажениями, чёткое воспроизведение во всём диапазоне частот и выходная мощность, адекватная применяемым целям.

Заметьте, что я не говорю сейчас о потребляемой мощности, потому что взятая сама по себе эта характеристика ничего не даёт. В чём мы действительно заинтересованы, так это в максимальной акустической мощности, т.е. в том, "насколько громко они могут звучать". Для прояснения этого вопроса давайте возьмем два студийных монитора, таких как *ATC SCM10* и *UREI 815*. Оба были специально разработаны в качестве студийных мониторов, но они в огромной степени различаются по чувствительности. Один Ватт на входе *SCM10* выдаёт на выходе 81 dB на расстоянии одного метра, а один Ватт на входе 815-го выдаёт 103 dB на том же расстоянии. Для увеличения уровня сигнала на каждые 3 dB необходимо удваивать мощность усилителя. А при разнице по чувствительности в 22 dB для получения одинакового выходного сигнала от каждого монитора для *ATC SCM10* потребуется гораздо более мощный усилитель, что продемонстрировано в следующей таблице:

Таблица 5.1

Уровень звукового сигнала, dB	Требуемое увеличение мощности
3 dB	x 2
6 dB	x 4
9 dB	x 8
12 dB	x 16
15 dB	x 32
18 dB	x 64
21 dB	x 128
24 dB	x 256

Таким образом, для компенсации 22-х децибельной разницы потребуется увеличение мощности усилителя примерно в 150 раз. Другими словами, один Ватт на входе *UREI 815* даст то же звуковое давление на расстоянии в 1 метр, что и 150-200 Ватт на входе *ATC SCM10*.

815-й - это большой монитор с двумя 15-дюймовыми низкочастотными динамиками, а *SCM10* - маленький монитор, близкий по характеристикам к бытовым. Как уже упоминалось в разделе 5.2, согласно законам физики небольшие мониторы не могут быть столь же эффективными, как и большие, по крайней мере, в том же частотном диапазоне. Исходя из вышесказанного, становится понятным, почему характеристика подаваемой на монитор мощности ничего нам не говорит, если мы не знаем его чувствительности. А это значит, что маленькие, высококачественные, широкополосные мониторы могут потребовать мощнейших усилителей для своего питания. Но если эти усилители не столь же высококачественны или не выдают адекватный по величине выходной ток, то потенциал мониторов может никогда не быть реализован. То есть, если Вы платите 1500 долларов за хороший комплект пассивных мониторов, то будьте готовы заплатить ещё примерно ту же сумму за подходящий усилитель. Отсюда ясно, почему небольшие, высококачественные, широкополосные, с независимым питанием мониторы могут стоить около 3000 долларов. Хорошие небольшие пассивные мониторы обычно нуждаются в усилителях мощностью около 300 Ватт на канал с соответствующим полным сопротивлением, если требуются хорошие переходные характеристики и прозрачное звучание, а для целей мониторинга они требуются.

## 5.7 Активные или пассивные?

Сейчас появилось большое количество небольших мониторов со встроенными усилителями, т.н. активных мониторов. Одно из их преимуществ состоит в использовании усилителей с мощностью и частотным диапазоном, соответствующим отдельным громкоговорителям, а общая длина нагрузочных кабелей сокращена до минимума. Использование маломощных электронных кроссоверов перед усилителями имеет ряд преимуществ по сравнению с использованием пассивных кроссоверов, рассчитанных на мощный сигнал, поступающий с усилителей. Это и возможность значительно более точного управления движением диффузора громкоговорителя, и более точное соответствие характеристик электронного фильтра фактическим характеристикам громкоговорителя, и меньшая вероятность повреждения высокочастотных динамиков вследствие перегрузки, и отсутствие снижения качества из-за длинных нагрузочных кабелей, и низкий уровень искажений (в особенности на пиковых нагрузках), и большая гибкость в обеспечении точного соответствия чувствительности головок громкоговорителей. Фактор цены тоже работает на активные мониторы. Единственный их недостаток заключается в том, что они могут работать только со своими встроенными усилителями. Так как рынок диктует производителям и конструкторам свои условия, то в большинстве случаев конструкция усилителей активных мониторов представляет из себя компромисс между стоимостью и качеством. Т.е.,

если бы не конкуренция, то в этих мониторах могли бы использоваться более качественные (хотя и более дорогие) усилители. Но здесь тоже надо иметь чувство меры. Потребитель, конечно, может выбрать вариант с использованием усилителей *Krell* за 12 тысяч долларов для мониторов *NS-10M*, но мало кому это приходится в голову. Всем приходится считать деньги.

## 5.8 Усилители

Разница в звучании между различными усилителями может быть довольно значительной. Мониторы с мощными кроссоверами представляют собой сложную нагрузку, а усилители как правило испытываются на простых, резисторных нагрузках. Стабильная выходная мощность и очень высокие значения демпинг-фактора хорошо выглядят на бумаге, как и множество нулей после запятой, характеризующих искажения. В действительности же сверхмалые искажения и очень высокий демпинг-фактор иногда достигаются с помощью средств, которые не всегда способствуют улучшению общего звучания.<sup>6</sup> Для мониторинга низкий уровень искажений имеет существенное значение. Но является ли усилитель с общей величиной гармонических искажений в 0.001 % лучше в плане звучания, чем усилитель с 0.07 % искажений, что в семьдесят раз больше? Это зависит от многих других характеристик. Один из важнейших аспектов работы усилителя для мониторов состоит в его способности выдавать очень большие импульсные токи. Несмотря на все достижения современной технологии, для выполнения этого требования по-прежнему необходимы большие тяжёлые блоки питания обычного типа или блоки питания, работающие в режиме переключения, с более высокой ёмкостью, чем это кажется необходимым; потому что Вы не можете подать большой ток на вход колонок, чем может выдать блок питания. В связи с реактивным сопротивлением мониторов, это означает, что напряжение и ток могут отличаться по фазе, а потребность в токе может быть значительно больше, чем даёт простая формула  $W = I^2R$ , что уже демонстрировалось на рис.11 и 12.

## 5.9 Достижение цели

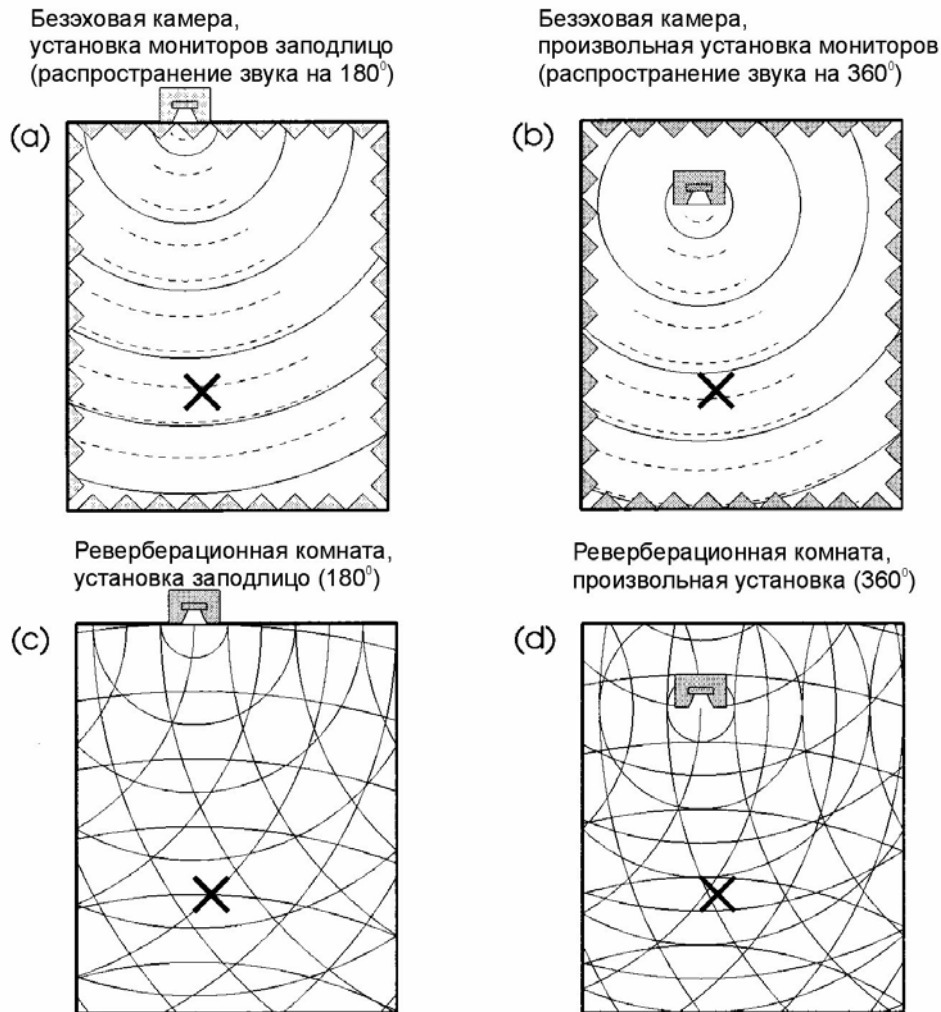
Студийные мониторы имеют три основных функции: они должны работать в качестве мониторов записи, что требуется для вдохновения музыкантов во время их музыкального творчества; они должны выполнять функцию контроля качества, чтобы возможные проблемы были распознаны уже в студии; они требуются для достижения музыкального баланса при сведении. Для одной пары мониторов это может оказаться слишком сложной задачей, хотя в project-студиях нередко можно найти только один комплект мониторов, что является рабочим компромиссом. Однако по своему определению компромисс не может считаться оптимальным решением при всех обстоятельствах.

Наиболее однообразное звучание для всего частотного диапазона может быть обеспечено только в безэховой камере (именно поэтому они используются для проведения измерений), или на открытом воздухе. Хорошие результаты могут быть получены за счёт установки мониторов заподлицо с передней стенкой помещения с хорошим демпфированием, что обычно делается при установке главных мониторов в большинстве профессиональных студий. Звуковые волны распространяются подобно зыби от камня, кинутого в пруд. На рис.17 показано, как происходит это распространение в безэховой камере и в помещениях с большим отражением, как для мониторов, установленных заподлицо, так и для установленных произвольно, что соответствует излучению на 180° и 360°. В безэховых камерах распространение звуковых волн к точке прослушивания одинаково в обоих случаях. Но в комнатах с отражающими стенами произвольно установленные мониторы будут производить больше отражённых звуков, чем установленные заподлицо. Это происходит из-за того, что при излучении в секторе 360° производится в два раза больше отражённых звуков, чем при излучении звуковых волн только в одну сторону (на 180°). Тем самым звучание в точке прослушивания искажается на порядок больше.

Чем больше соотношение между прямым и отражённым звуком, тем меньше будут искажения, вызванные условиями помещения. Это и предопределило популярность мониторов "ближнего поля" (*near-field*). Кстати, более правильно было бы говорить «близкого действия» (*close-field*). Термин "ближнее поле" имеет специфическое акустическое значение, которое не обязательно применимо к тому, как небольшие мониторы используются в контрольных комнатах. Конечно, количество отражённой энергии будет зависеть от акустики комнаты, которая, в свою очередь, определяется проектировщиками студий и инженерами-акустиком. Вкратце можно сказать, что энергия отражений должна сводиться к минимуму; особенно энергия тех отражений, которые достигают ушей в течение 30-40 миллисекунд вслед за прямым сигналом. Что будет дальше, зависит от тех принципов, которыми Вы руководствуетесь при создании контрольной комнаты. Но какими бы принципами Вы не руководствовались, основным останется требование достижения наиболее чистого и чёткого звучания, чтобы звукоинженеры имели возможность правильно оценивать, какой звук записывается на ленту.

В точке "X" в безэховой комнате низкие и высокие частоты воспринимаются одинаково как от мониторов, установленных заподлицо, так и от мониторов, установленных произвольно. Однако в комнате с более отражающими поверхностями стен звуки на низких частотах начинают накладываться друг на друга. Эти искажения при установленных произвольно мониторах будут проявляться в большей степени, чем при мониторах, вмонтированных в стену заподлицо, что видно из большей плотности отраженных волн на рисунке (d). Так как высокие частоты распространяются более направленно, то для

них расположение мониторов не будет иметь такого существенного значения.



В безэховой камере в точке X низкие и высокие частоты воспринимаются одинаково в обоих случаях установки мониторов: и при установке заподлицо, и при произвольной установке. Однако в более реверберантных помещениях низкие частоты начинают быстро создавать акустические помехи. При произвольной установке мониторов помехи выражаются намного ярче, чем при установке мониторов заподлицо, что на рисунке отображено в виде уплотнения линий по фронту (схема d). Поскольку высокие частоты распространяются более направленно, то их поведение в помещении не особо зависит от способа установки мониторов, хотя в реверберационной камере в точке X они будут в целом создавать немного больше помех, чем в безэховой камере.

————— всенаправленное распространение низких частот  
----- направление распространения высоких частот

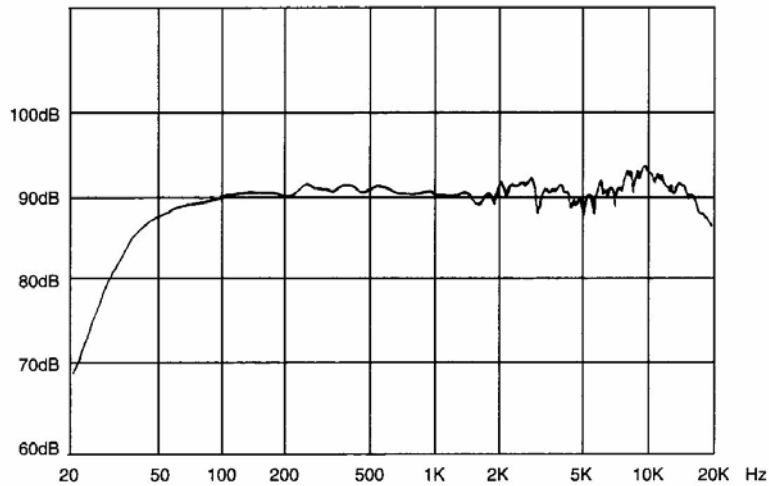
**Рисунок 17.** Сравнение поведения мониторов в безэховом помещении и в помещении с отражающими стенами.

### 5.9.1 Сбалансированное звучание.

В отношении воспроизведения высоких частот, особенно в самом верхнем диапазоне 8-20 кГц, бок о бок существуют несколько подходов к их воспроизведению. Значительная часть специализированных студийных мониторов после небольшого спада своих характеристик воспроизведения начиная с 6 или 8 кГц имеют на 20 кГц сознательно спроектированный завал, обычно в пределах 4-10 dB. На рис.18-21 показаны характеристики трёх мониторов, которые очевидно были спроектированы в соответствии с этим подходом. Акустические системы, предназначенные для домашнего высококачественного прослушивания, обычно имеют более ровные характеристики воспроизведения до 20 кГц.

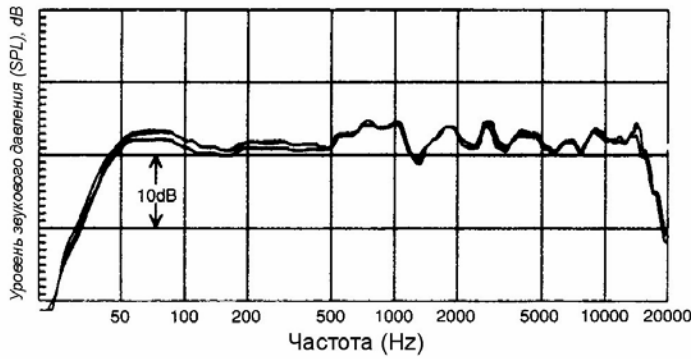
Существует несколько причин, почему во многих студийных мониторах имеется этот спад на высоких частотах. При увеличении громкости люди, как правило, более субъективно воспринимают низкие и высокие частоты в сравнении со средними. Этот факт чётко проиллюстрирован на рис.22. Студийное прослушивание обычно происходит на несколько более высоком уровне звукового давления

(SPL), чем в быту. А при использовании больших мониторов с гладкой АЧХ, звучание субъективно становится неестественно "высоким" по тональному балансу. Более того, большая громкость на высоких частотах очень утомительна для человека, которому приходится слушать их в течение длительного времени.



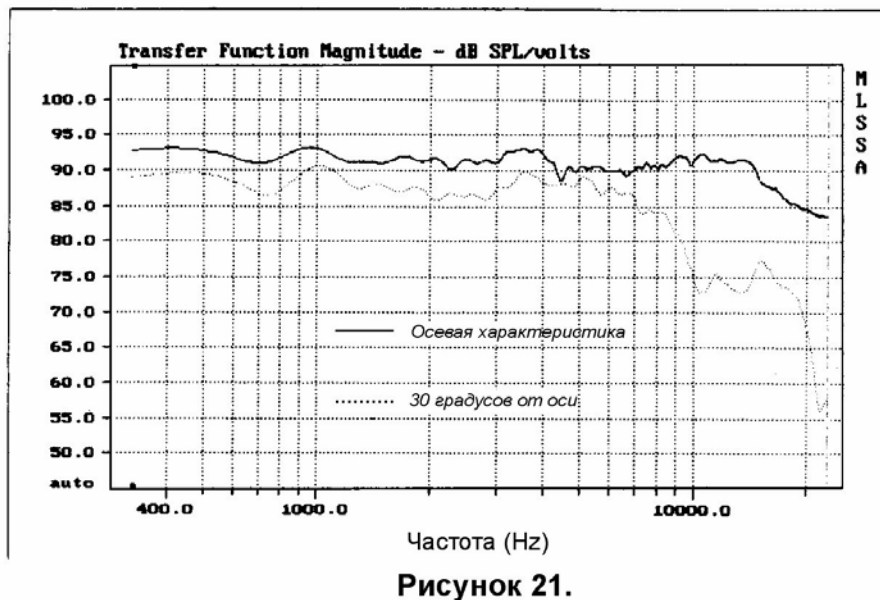
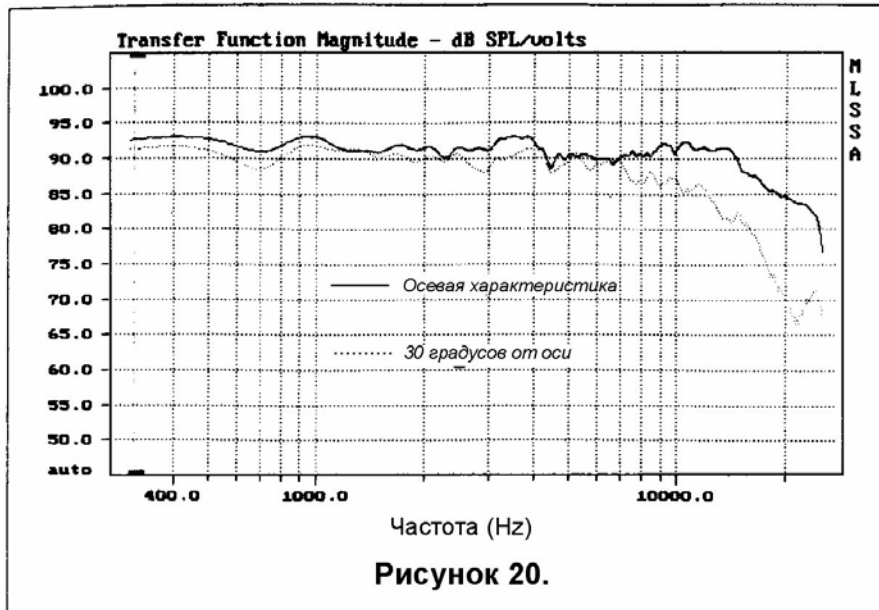
**Рисунок 18.** Спад на высоких частотах и общие характеристики.  
На диаграмме показано, что уровень звукового давления на частоте 20 кГц примерно на 7 dB ниже, чем на частоте 10 кГц. Следует отметить, что плавное изменение диаграммы на более низких частотах, вероятно, не является следствием действительной плавности изменения характеристик воспроизведения на низких частотах, а скорее является результатом снижения разрешающей способности проводимых измерений при снижении частоты. Многие нынешние системы измерений используют фиксированные частоты, обычно с шагом в 20 Гц. В диапазоне от 1 до 2 кГц будет при этом проведено 51 измерение, а в диапазоне от 20 до 40 Гц - только два! Так что публикуемые характеристики иногда очень обманчивы.



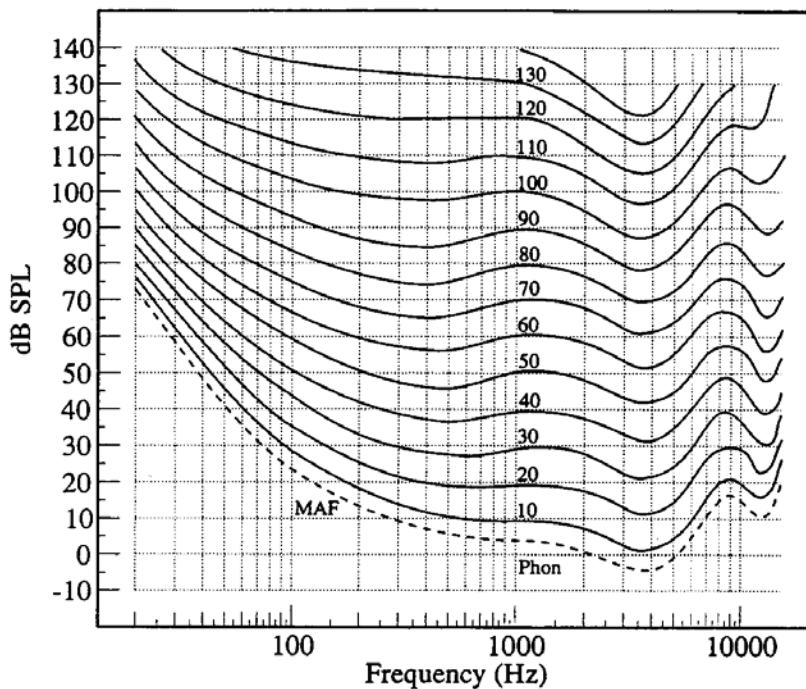


**Рисунок 19.** На диаграмме спад на высоких частотах также очевиден, но в данном случае уровень на частоте 20 кГц примерно на 15 dB ниже, чем на частоте 10 кГц. И это несмотря на то, что уровень, характерный для 10 кГц, поддерживается неизменным до более высокой частоты, чем на диаграмме рисунка 18. В этом случае изготовитель наложил друг на друга три диаграммы с шагом в 10dB на выходе. Они демонстрируют потерю мощности на более высоком уровне, когда нагревание звуковой катушки громкоговорителя увеличивает её сопротивление, из-за чего она пропускает через себя меньший ток. Так как подвижные системы громкоговорителей приводятся в действие током, его уменьшение вызывает соответствующее уменьшение выходной мощности.

Диаграммы на рисунках 18 и 19 интересно сравнить и с других точек зрения. На рисунке 18 показано значительно более плавное снижение характеристик на высоких частотах, чем на рисунке 19. В целом, резкий спад не способствует звуковой нейтральности. Однако на рисунке 18 показан значительный подъём в области 10 кГц, который может говорить о неестественной "яркости" звука. В часть диаграммы до 1 кГц верится с трудом, уж очень она гладкая. Но как заставить изготовителей не использовать неподходящие методы измерения? Нет международных соглашений по публикации характеристик. Первый из вышеприведённых мониторов был изготовлен в Европе, а другой - в США.



На **рисунках 20 и 21** показаны характеристики давления в осевой направленности, а также характеристики под углами в 30 и 60 градусов от оси очень высококачественного громкоговорителя в акустически подготовленном помещении. Опять-таки, уровень звукового давления на частоте 20 кГц примерно на 7 dB ниже, чем в области 10 кГц. В целом кривая в осевой направленности исключительно гладкая, впрочем как и кривые внеосевых направлений, что является достаточно редким явлением. Спад на высоких частотах также очень плавный, ему не предшествует какое-либо пиковое увеличение громкости, что имело место на рисунке 18. Обратите внимание, что использовались измерения типа *MLSSA*, с дискретным шагом изменения частоты. Однако в этом случае график прерывается на частоте в 400 Гц, так как нет смысла демонстрировать неверные данные, как было на участке частот ниже 400 Гц на рисунке 18. Этим диаграммам можно полностью доверять. Монитор, описываемый данными диаграммами, - *ATC SCM 100*.



**Рисунок 22.** Кривые соответствия уровня. Эти линии являются кривыми Робинсона-Дэдсона (*Robinson-Dadson curves*), которые были развитием более ранних работ Флэтчера и Мунсона (*Fletcher, Munson*). Хорошо видно, как на разных частотах изменяется уровень звукового давления (SPL), требуемый для создания ощущения одинаковой громкости. На кривой, соответствующей 100 фонам (*phon*) на частотах в 100 Гц и 10 кГц уровень звукового давления примерно на 4 dB выше, чем для 1 кГц; только при этом условии все три частоты воспринимаются одинаково громко. Однако на кривой в 40 фон (*phon*) для субъективно равного восприятия уровень звукового давления для частоты в 10 кГц на 7 dB выше, чем для 1 кГц, а для 100 Гц - примерно на 11 dB выше. Кривая *MAF* представляет минимально слышимое поле, которое статистически определяется как "чуть выше нуля". Фактический ноль, по определению, является невоспринимаемым, изменяется в зависимости от источника прямого моноурального или бинаурального прослушивания, и т.д.

Существуют ещё две важные причины более яркого воспроизведения высоких частот на бытовых колонках в сравнении со студийными мониторами. Во-первых, во многих бытовых помещениях, где установлены высококачественные системы hi-fi, поглощение высоких частот (относительно средних и нижних) более высокое, чем в большинстве студий, в связи с более "мягкой" обстановкой и меньшим количеством предметов с жёсткими поверхностями. Во-вторых, бытовые колонки обычно прослушиваются с большего удаления, чем "критическая дистанция", (дистанция в которой величина прямого и отраженного полей равна), и именно в отражённом поле наиболее заметно высокочастотное поглощение помещения. Таким образом, в бытовых помещениях высокие частоты субъективно менее слышны, чем в специализированных студиях.

Многолетний опыт привел многих инженеров звукозаписи к выводу, что небольшой провал характеристик воспроизведения на высоких частотах для больших студийных мониторов даёт возможность достичь наиболее естественного звучания записей, создаваемых в студии. Вопросы акустики помещений будут обсуждаться далее в главах 10 и 11.

## 5.10 Обратная зависимость

Во многих случаях мониторы в частных project- или полупрофессиональных коммерческих студиях рассматриваются как оборудование, не имеющие отношения к цепи прохождения записываемого сигнала. Поэтому на них тратится как можно меньше денег. Но без мониторов, способных вскрыть все дефекты записи, достижение неизменных требуемых результатов становится абсолютно безнадёжным

делом. Это особенно верно в отношении оборудования с ограниченными характеристиками. Полупрофессиональное оборудование, в отличие от профессионального, проектируется для удовлетворения лишь нескольких заданных параметров. Поэтому приемлемые характеристики по шуму, искажениям и т.д. зачастую обеспечиваются в очень узком диапазоне. Только постоянный, качественный мониторинг позволит добиться постоянных, качественных результатов при записи. Каждому этапу процесса звукозаписи должно уделяться большое внимание, и хороший мониторинг является единственным способом поддержания высокого качества. Ирония состоит в том, что если есть неуверенность в отношении звукового согласования цепи записи, то тем с большей требовательностью необходимо оценивать качество мониторинга. Высококачественный мониторинг нельзя обеспечить при том же соотношении цена/качество, которое, благодаря развитию технологии, можно применять для основной записывающей цепи. К сожалению, стоимость подходящих мониторов и микрофонов не отвечает соотношению цена/качество большей части электронного оборудования. Другими словами, стоимость подходящих мониторов для полупрофессионального использования (в сравнении с профессиональным) снижается медленнее, чем стоимость магнитофонов и микшерных пультов.

Чтобы быть уверенным в качестве записи при использовании полупрофессиональных записывающих цепей, Вам потребуются лучшие мониторинговые системы, чем это было бы необходимо при использовании записывающих цепей, составленных из наилучшего оборудования и компонентов. Недавно я прочёл статью об одном знаменитом инженере и продюсере звукозаписи, который заявил, что сейчас он использует при сведении только мониторы *NS-10*. Возможно это и так. Но было бы величайшей глупостью попытаться следовать этому принципу. В отличие от него, Вы не можете позволить себе использовать лучшие в мире микрофоны и другое звукозаписывающее оборудование в лучших в мире студиях, работая с лучшими в мире музыкантами, и не имеете 45 летний опыт работы в сфере звукозаписи за плечами. Все что остаётся нашему вышеупомянутому продюсеру - это сбалансировать звучание музыкальных инструментов. Всё остальное принимается им как должное благодаря супер-качеству всего, что его окружает, и уверенности в том, что многодорожечная запись будет выполнена хорошо. Читая подобные статьи, не вообразите, что подражание такой чепухе сойдет с рук простым смертным. Особенно в project-студиях.

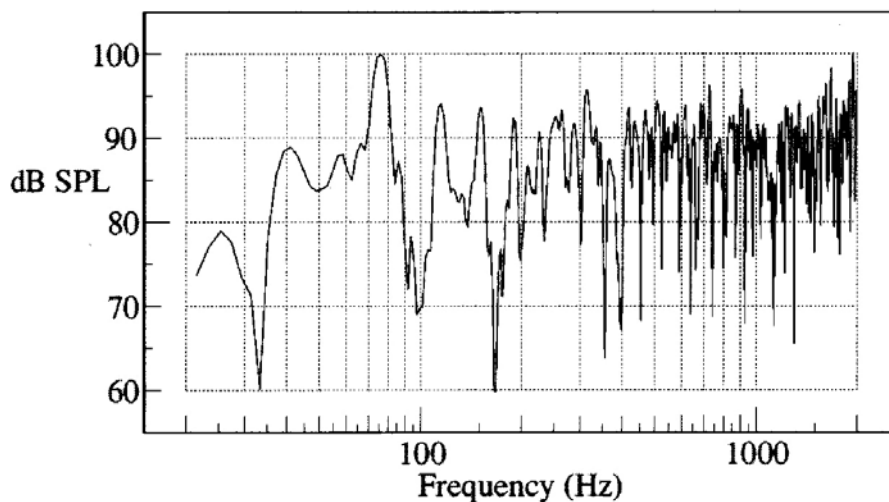
## 5.11 Правильный выбор

Помните, что мониторы - это не высококачественные бытовые *hi-fi* акустические системы; они предназначены специалистам для распознавания дефектов звука, их изучения и принятия адекватных мер, чтобы эти дефекты никогда не попали в тираж. Если в качестве мониторов используются наиболее совершенные *super-hi-fi* акустические системы, то большинство из них будут иметь достаточный запас по своим характеристикам для воспроизведения бас-бочки в сопровождении, например, соло-гитары на уровне мастер-соло на 20 dB выше. Если же используются *hi-fi* акустические системы и усилители среднего качества, тогда просто нет возможности познакомиться с тонкостями записи, которые доступны более дорогим системам. В конце концов, владельцы дорогого *hi-fi* оборудования вправе ожидать, что солидные звукозаписывающие компании выпускают высококачественные записи. Ситуация, когда энтузиасты наилучшего *hi-fi* оборудования узнают о дефектах записи первыми, является оскорбительной для всей звукозаписывающей отрасли. Конечно, можно возразить, что законченная запись является сама по себе художественным произведением, и в этом качестве может включать в себя некоторые ошибки исполнения и т.д. Но если эти ошибки вызваны плохой записью, то это оскорбительно для покупателей записей, которые обеспечивают нам наш хлеб. Более того, многие из низкокачественных записей продаются ничуть не дешевле, чем наилучшие, и всучивание низкокачественной продукции за полную цену является оскорбительным для тех музыкантов и специалистов звукозаписи, которые действительно делают всё возможное для максимального улучшения качества записи.

При хорошем мониторинговом контроле ухудшение качества сразу же становится очевидным, и звукоинженер сразу же обратит на это внимание. А звуковые проблемы, которые не нравятся покупателям, точно так же не нравятся и звукоинженерам. И они автоматически, возможно даже не осознавая этого, устранят причину ухудшения качества и сделают все необходимые настройки. При хорошем качественном мониторинговом контроле процесс звукозаписи просто становится намного легче. В определённом смысле, когда оператору становятся очевидны все детали звукозаписи, требующие внимания, работы ему прибавляется. Но в этом процессе отсутствуют неясности и сомнения. Зато есть удовлетворение и появляется уверенность в том, что то, что Вы слышите, является честным адекватным воспроизведением, что ничего не вылезет потом, при прослушивании на первоклассной системе. Более того, при контроле всего процесса записи по хорошим мониторам можно ясно слышать последствия любых настроек, сделанных в записывающей цепи, что способствует накоплению знаний о достоинствах и недостатках каждого прибора. Вы слышите шумы, вы слышите искажения, легче судить о процессе эквализации и реверберации, рабочие диапазоны каждого прибора чётко видны. Для каждого нормального человека со способностями в музыке и звукозаписи хорошие мониторы могут быть такими же хорошими учителями, как и любой человек-наставник.

## 5.12 Воздействие акустики помещения

Большинство project-студий размещаются в маленьких помещениях, и лишь иногда такие помещения сколько-нибудь серьёзно оборудуются в акустическом плане. Размещение мониторной системы в облицованной кафелем ванной или в пустой панельной комнате резко снизит её возможности по воспроизведению тонких музыкальных деталей; звуки будут искажаться и накладываться друг на друга. Любое необорудованное акустически помещение при прослушивании будет вводить в заблуждение. Заглушить помещение на средних и высоких частотах просто. Основная проблема здесь - это низкие частоты. Если нет разумного поглощения средних и высоких частот, то это будет приводить к размыванию стереозвучания, окрашиванию звука и затушёвыванию многих деталей за счет наполнения пространства звуками реверберации и отражённых сигналов, зависающих в помещении. Если же они поглощаются, а низкие частоты по-прежнему продолжают «гулять», то ухо будет слышать суммарное воздействие прямых и отражённых басов, что будет создавать впечатление их преобладания (бубнения). Но грязный ухающий бас – не единственная проблема таких помещений. Сведениям, сделанным в них, будет не хватать нижних частот, так как человек, осуществляющий сведение, думал, что басовых частот было больше, чем на самом деле. На рис.23 показано воздействие плохой акустики помещения и создаваемые ею проблемы при восприятии музыки.



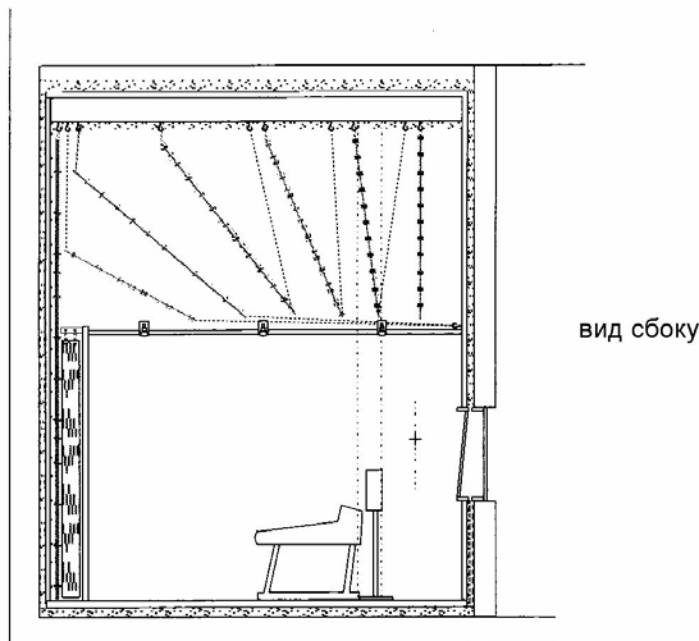
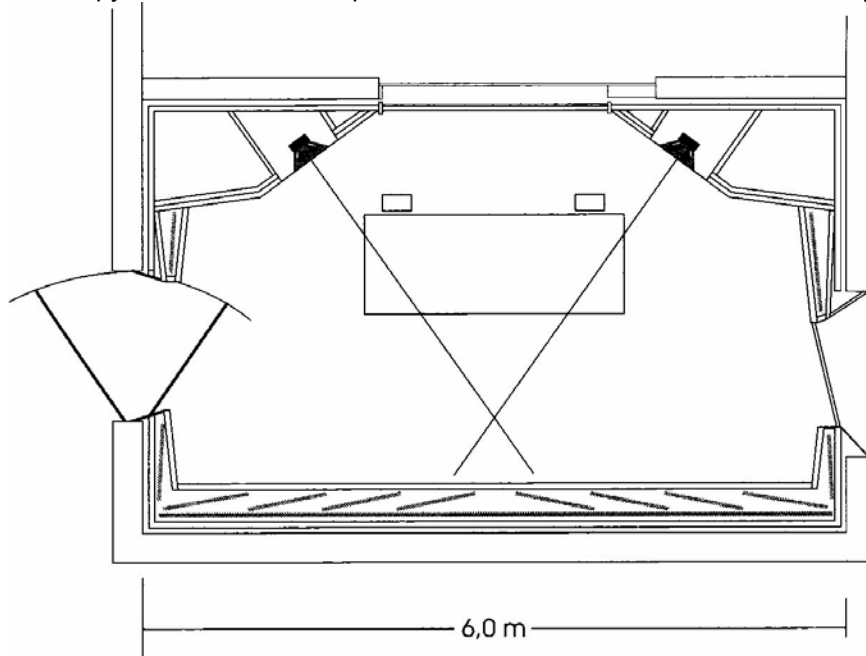
**Рисунок 23.** Характеристики помещения с плохой акустикой. К сожалению, эти характеристики типичны для многих контрольных комнат project-студий. Данная диаграмма демонстрирует воздействие, оказываемое помещением на уровень звукового давления, создаваемого мониторами, которые в без-эховой камере давали очень ровное звучание.

За последнее время достигнут определённый прогресс в способах контроля низких частот в небольших помещениях. С их помощью помещения делаются акустически "больше", чем они есть в действительности. Некоторые из этих усовершенствований были выполнены на основании исследований, проведенных совместно с Томом Хидли (*Tom Hidley*). Том построил много контрольных комнат, из которых можно отметить телевизионную студию *ВОР* в Ботсване в Южной Африке. Она имела очень малое время реверберации даже на частотах ниже 10 Гц. Это огромная контрольная комната, с расстоянием свыше 16 метров от передней до задней стены. Но применяемые им методы работали настолько хорошо, что контроль нижних частот до 50 Гц стал выглядеть достижимым даже для помещений в три метра длиной.

Учитывая, что в мониторах многих полупрофессиональных project-студий, обсуждаемых в этой книге, нижняя частотная граница редко опускается ниже 40-50 Гц, становится понятным, что внезапно открывшаяся возможность получить контрольную комнату с очень хорошими полнодиапазонными мониторами и акустикой стала ценным достижением. Я построил много помещений для звукозаписи с применением технологии, описанной более подробно в 11-й главе, и результаты были просто великолепными. Эта технология позволяет значительно улучшить условия прослушивания в небольших помещениях. Причём добиться замечательных условий мониторинга удавалось при затратах около 5000 долларов в ценах 1999 года.

Хотя эта цифра и не выглядит дешево для бытовой студии, но при этом очень скоро становится очевидным, что, потратив 8000 долларов на первоклассную мониторную систему и хорошую акустику, многие старые проблемы выявляются с большой степенью детализации. А если проблему можно легко определить, её обычно можно легко устранить. Из процесса звукозаписи устраняется большая часть гаданий и предположений, работа выполняется быстрее и эффективнее. Более того, подобные

"прозрачные" системы, способные проявлять любые дефекты и помогать в их устранении, могут начать выдавать результаты, достичь которых их владелец надеялся только с помощью существенных усовершенствований и замены оборудования. Когда Вы имеете возможность в деталях слышать, как функционирует каждый прибор, тогда его возможности становятся очевидными. Становится намного проще добиться оптимальных настроек. И 8000 долларов уже не выглядят такой большой суммой, когда студия начинает производить записи, которые её владелец думал получить, потратив 30 тыс. долларов на новое оборудование. Этот вопрос стоит того, чтобы его тщательно обдумать.



**Рисунок 24.** Студия "Добролёт", Санкт-Петербург, Россия.

**Общий план конструкции.**

Сущность метода состоит в оснащении комнаты свободновисящими, высоко-поглощающими панелями, т.н. "ловушками", размещёнными так, чтобы разрушить резонансы помещения. Воздушная прослойка за "ловушками" заполняется войлоком или минералватой для обеспечения хороших поглощающих свойств панелей. Сами "ловушки" также покрываются волоконным абсорбентом для устранения каких-либо высокочастотных отражений. По возможности перед панелями устанавливается ряд расположенных под углом экранов для разрушения низкочастотного фронта волны. На рис.24 показаны общие планы такой конструкции. Потолок оснащается рядом наклонных "ловушек" по всей

ширине помещения, выполненных из звукопоглощающего материала, поверх которых, если возможно, в качестве мембраны накладывается слой материала наподобие "Acoustica Integral", "PKB2". Во всех случаях полы делаются жёсткими - для обеспечения естественности звуков при разговоре внутри помещения. На фото 15 показана контрольная комната, общие принципы конструкции которой были проиллюстрированы на рис.24. Это контрольная комната студии "Добролёт" в Санкт-Петербурге в России, оснащённая магнитофонами Alesis ADAT, микшерным пультом AMEK "Big" и мониторами Reflexion Arts.

Звукопоглощающие "ловушки" обычно выполняются из пластифицированных листов, несколько схожих с битумным кровельным рубероидом, которые действуют как полужёсткие мембраны. Они широко доступны при плотности от 3 до 15 kg/m<sup>2</sup> и используются для акустического контроля. Более тяжёлые сорта применяются для обеспечения звукоизоляции, а более лёгкие - для изменения акустики внутри помещений (например, отражающих свойств и подавления резонансов). Вот некоторые их виды. Revac - это сорт, широко используемый в Великобритании. Его разновидность, известную как S.L.A.M. (Semi-Limp Acoustic Membrane - полужёсткая акустическая мембрана) - можно получить из Дании. Продукция от фирмы Acoustica Integral SA, (Барселона, Испания) - является ещё одним вариантом.

Все вышеназванные материалы различаются по своему составу и структуре, но при этом все выполняют достаточно схожие функции. В прошлом использовались некоторые разновидности кровельного рубероида, в том числе и на БиБиСи, но кровельный рубероид является легковоспламеняющимся материалом, а его свойства изменяются в зависимости от партии. Все специальные изделия для контроля акустики изготавливаются из негорючих материалов. Но звукопоглощающие ловушки подробнее будут обсуждаться в главе 11.

Оборудование в вышеописанных помещениях располагается таким образом, чтобы твёрдые поверхности не «гасили» голоса работающих внутри них людей, но при этом не вызывали отражённых сигналов, способных исказить звук от мониторов. Если мониторы устанавливаются заподлицо с передней стеной, то она делается жёсткой и служит в качестве фактического продолжения передней панели мониторов. Но при использовании произвольно установленных мониторов передняя стена должна поглощать звук, чтобы предотвратить отражения сигнала на низких частотах, которые могут вернуться к слушателю в противофазе с прямым сигналом, как уже ранее показывалось на рис.17.

Эти методы контроля акустики, которые будут описаны далее в 11-й главе, являются относительно новыми при их применении в небольших пространствах. Это действительно значительный шаг в создании условий для производства конечной продукции в помещениях, которые ранее считались пригодными только для предварительной записи. Однако даже предварительная запись и программирование становятся намного проще и приносят больше удовлетворения, если они выполняются в акустически обработанных помещениях, как было описано ранее. Последующее производство окончательной записи также упрощается. Когда условия мониторинга хорошие, многие люди удивляются, насколько проще становится выполнение самых различных задач. И наоборот, при плохих условиях мониторинга весь процесс звукозаписи становится похожим на лотерею.

#### Ссылки:

- 1 Newell, Philip R., *Studio Monitoring Design*, Focal Press, Oxford, UK, p. xvii (1995)
- 2 Newell, Philip R., Holland, K.R. and Hidley, T., 'Control Room Reverberation is Unwanted Noise', *Proceedings of the Institute of Acoustics, Reproduced Sound 10*, Vol. 16, Part 4, pp. 365-73(1994)
- 3 Newell, Philip R. and Holland, K.R., 'Impulse Testing of Monitor Loudspeakers', *Proceedings of the Institute of Acoustics, Reproduced Sound 5*, Vol. 11, Part 7, pp. 269-75 (1989)
- 4 dark, David, 'Precision Measurement of Loudspeaker Parameters', *Journal of the Audio Engineering Society*, Vol. 45, No. 3, pp. 129-41 (1997)
- 5 Colloms, Martin, *High Performance Loudspeakers*, 5th edn, Chichester, UK, John Wiley & Sons(1997)
- 6 Duncan, Ben, *High Performance Audio Power Amplifiers*, Newnes, Oxford, UK (1996)

#### Библиография

- Berwick, John, *Loudspeaker and Headphone Handbook*, 2nd edn, Focal Press, Oxford, UK, (1994)  
Colloms, Martin, *High Performance Loudspeakers*, 5th edn, John Wiley & Sons, Chichester, UK, (1997)  
Howard, David M. and Angus, James, *Acoustics and Psycho-acoustics*, Focal Press, Oxford, UK (1996)

## **Глава 6 Модульные цифровые многодорожечные магнитофоны**

Одной из причин, вызвавших быструю эволюцию project-студий, стало изобретение модульных цифровых многодорожечных магнитофонов, таких как *Alesis ADAT* и *Tascam DA88*. Это был огромный шаг вперёд в обеспечении качества записи в этом ценовом диапазоне, но и у них были свои проблемы. При решении простых задач они были очень удобны, но в условиях сложных коммутационных соединений и в напряжённой рабочей обстановке студий они не всегда соответствовали этикетке "*professional*", которую ставили на них некоторые производители.

Надо отметить, что техника, использующая стандарт *VHS* и созданная под очень конкурентоспособную цену, с трудом может рассматриваться в качестве истинно профессиональной. Но реклама кричала об ином! Поэтому многие люди воспринимали эти аппараты как профессиональные, хотя "профессиональность" включает в себя намного больше, чем просто отменные характеристики.

Моё первое знакомство с магнитофонами *ADAT* в апреле 1993 года закончилось полным провалом. К тому времени я только закончил строительство звукозаписывающей студии в Португалии из семи помещений для *Regiespectaculo* в *Amadora*. Первая работа заключалась в сведении живого концерта одной самых популярных португальских групп для телевидения. В первый день меня просто попросили посмотреть, как идут дела и помочь с разрешением каких-либо неясностей. Несколько часов инженеры звукозаписи, нанятые для выполнения этой работы, изучали автоматическую систему *Amek Supertrue* и пульт дистанционного контроля *Alesis BRC 'Big Remote Control'* для трёх магнитофонов *ADAT*. То ли от скуки, то ли из-за инстинктов, а частично и из-за понравившейся мне музыки я сам начал хвататься за фейдеры микшера. Распределение обязанностей среди персонала сохранялось до тех пор, пока некоторые члены группы не узнали о моём "послужном списке" проведения записей с живых концертов и не услышали мой стиль сведения.

На моё первое восприятие магнитофонов *ADAT* оказал тот факт, что я не услышал заметного шума, искажений или взаимных помех. Очень скоро я оценил гибкость работы с тремя магнитофонами в 24-дорожечном формате. К примеру, когда все 24 дорожки были задействованы и обсуждалась возможность замены плохо звучащей соло гитары, это выполнялось довольно просто без риска для мастер-копий. Метод был прост: два *ADAT*-а использовались для копирования восьмидорожечной ленты с "плохой" гитарой, затем мастер-копия откладывалась в сторону, на магнитофоны ставились две другие мастер-копии плюс "клонированная" цифровая копия, после чего перезаписывалась гитара. Если всё получалось, можно было продолжать работать с этим новым комплектом лент, так как цифровые копии ничем в плане звучания не отличаются от мастер-копий. Если же перезапись не удавалась, то можно было просто вернуться к первоначальной мастер-копии, а запасные копии использовать для других целей. К концу этой работы я был под большим впечатлением от концепции *ADAT*.

### **6.1 Свидетельство очевидца**

В июне 1993 года меня попросили организовать запись большого концерта под открытым небом в Лиссабоне на стадионе футбольного клуба "Спортинг" *Alvalade*. В течение восьми часов должно было выступить шесть коллективов. Коммутация инструментов была сложной. Перерывы между выступлениями планировались не более 10 минут и мотивировались они в основном необходимостью избежать перевозбуждения сорокатысячной толпы на страшной жаре. Для охлаждения людей при тридцатиградусной жаре часто использовались пожарные гидранты. Две группы записывались национальным телевидением, а остальные четыре - коммерческими компаниями. Мы решили использовать шесть *ADAT*-ов, пять из которых были синхронизированы в 40-дорожечное записывающее устройство, имеющее тайм-коды для простоты монтажа. Шестой магнитофон был в запасе. На него записывались аплодисменты во время перерывов, пока на других менялись кассеты, т.е. примерно каждые 40 минут. При необходимости этот магнитофон мог быть синхронизирован с использованием его собственного таймера и тайм-кода, установленного на *BRC*. И снова система подтверждала свою сверхгибкость. Единственным недостатком была необходимость предварительного форматирования для такого большого концерта кассет в количестве 120 штук.

#### **6.1.1 Проблемы форматирования**

Так как до самого дня концерта не было возможности арендовать дополнительные магнитофоны, можно было использовать только три аппарата из студии. Форматирование 120 лент означало 40 прогонов по 40 минут при форматировании трёх лент одновременно на каждом магнитофоне. С учётом времени на перемотку и смену кассет этот процесс должен был занять свыше 30 часов. Когда кассеты наконец прибыли от поставщиков, оставалось только два дня до начала. Мой опыт и опыт других людей подсказывали, что кассеты могут отказать при первом прогоне, просто остановившись без всякой видимой причины. Однако после форматирования это случилось очень редко. Более того, на магнитофонах со старым программным обеспечением 3.01, которые мы использовали, ленты иногда упрямо не хотели форматироваться. При этом требовалось от 10 до 15 попыток включения их в режим форматирования с перемоткой после каждого фальстарта. Выяснилось, что проблему можно решить, установив ранее отформатированную ленту на мастер магнитофон и подавая затем сигнал включения



другим магнитофонам на форматирование, что они сразу же делали. После десяти секунд форматирования машины выключались, мастер-копия снималась и заменялась на одну из десятисекундно отформатированных лент, а на её место ставилась чистая лента. После этого форматирование шло без проблем. Это было одно из многих странных качеств магнитофона, проявившееся со временем.

Форматирование можно провести и в процессе записи, если лента будет записываться непрерывно от начала до конца, что и происходит при живой записи концерта. Но, учитывая проблемы, возникшие при пробном форматировании, было решено провести предварительное форматирование всех лент перед концертом. По крайней мере, тогда мы могли иметь некоторую уверенность, что все ленты будут работать от начала до конца, и запись будет протекать без проблем.

Я решил взять все три магнитофона в отель, где я мог, загорая на балконе, уходить в тень каждые 40 минут для смены отформатированных лент. Все шло очень хорошо до вечера первого дня, как вдруг один из магнитофонов внезапно высветил сообщение "protect" на кассете с неснятой планкой защиты от перезаписи. Не реагируя на самые разные кассеты, магнитофон упрямо высвечивал сообщение "protect". Учитывая позднее время, 21 час по местному времени, я вскоре вычислил, что на оставшихся двух магнитофонах отформатировать ленты в срок я не успею. Поэтому я решил позвонить в Лос-Анджелес. Сначала проблема была в том, что в инструкции по эксплуатации имелся только один из тех американских "бесплатных" номеров, которые совершенно бесполезны при звонках из-за пределов США. Благодаря счастливой случайности я нашел журнал с обзором, посвящённым магнитофону ADAT, в котором был нужный телефонный номер.

### 6.1.2 Непрофессиональное техническое обеспечение.

Обычно американские компании с готовностью оказывают любую помощь. Поэтому я был просто шокирован, когда на мою просьбу объяснить, что могло вызвать мою проблему с защитой от перезаписи, мне как испорченная пластинка начали отвечать: "Сожалею, но политика нашей компании запрещает разглашение подобной информации непосредственно пользователям". Отчаявшись, я сделал то, что искренне ненавижу: я сказал, что если они не пошевелятся, то прочтут об этом случае в международной прессе. После этого меня трижды попросили подождать, а потом снова сказали, что политика компании неизменна. Я объяснил, что в обеспечении этого концерта задействовано свыше 100 технических специалистов из разных стран, и т.п. В конце концов, меня соединили с кем-то, кто связан непосредственно с производством. Тот в частном порядке указал мне решение моей проблемы. В течение 10-ти минут все три магнитофона работали опять. Я узнал также, что эта проблема состояла в хорошо известной ошибке изготовителя. По ходу я получил и другую информацию, которая была чрезвычайно важна для моего комплекта из пяти синхронизированных магнитофонов, но которая нигде не была упомянута в руководстве. Например, что при использовании магнитофонов с различным программным обеспечением в качестве ведущего необходимо всегда использовать аппарат с самым старым программным обеспечением, так как более старые версии программного обеспечения могут не понимать команды от магнитофона с более новым программным обеспечением. Сейчас это уже известно многим, но тогда эти магнитофоны ещё были новинкой, и мы все были в совершенном неведении.

Ответ из отдела реализации производителя на мои вопросы был официальным: "Свяжитесь со своим местным дилером". Но в 9 часов вечера его офис был закрыт. Мы не могли терять 12 часов, иначе бы потом не успели отформатировать ленты даже на трёх магнитофонах. И вообще, в некоторых отдалённых местах от консультаций с Вашим местным дилером пользы столько же, как и при обсуждении этой проблемы с местным астрологом.

А как же быть тогда со словом «*professional*», гордо напечатанным на передней панели каждого магнитофона? Обычно это слово не обязательно предполагает супер-качество характеристик и больше относится к тому, что аппарат предназначен для многолетней надёжной работы при неблагоприятных обстоятельствах. Ещё более важно, что оно предполагает предоставление отменного технического обеспечения, когда доброжелательные, знающие люди готовы оказать Вам любую помощь, какую только в силах либо лично, либо по телефону.

Раздражённый всем этим, я написал письмо в журнал *Studio Sound*, где оно было опубликовано в октябре 1993г. Даже не пытаясь получить конструктивный ответ от производителя, один из главных импортёров этой техники позвонил в редакцию, угрожая убрать всю рекламу за то, что журнал осмелился напечатать такое критическое письмо. Другой импортер (по крайней мере, один из тех, кто вырабатывает политику компании) заявил, что я не должен такое говорить, потому что это может повлиять на объёмы их продаж.

Таким образом, существенное значение приобретал вопрос: "Уместно ли рисковать, используя это оборудование во время записей дорогостоящих и уникальных музыкальных событий, если оно не обеспечено необходимым техническим обслуживанием?" Вопрос касался не столько того, является ли ADAT профессиональным, а того, примут ли его производители профессиональное отношение и подходы. Должен заметить, что я знаю много владельцев модульных цифровых многодорожечных магнитофонов других производителей, которые тоже были оставлены в столь беспомощном положении при возникновении проблем.

Тем не менее, несмотря ни на что запись концерта на стадионе *Alvalade* состоялась, как и было

запланировано. Записанный материал был использован в трёх телевизионных шоу, трёх коммерческих программах и, по крайней мере, на одном компакт-диске.

Запись прошла успешно. Было только две незначительных проблемки. Первая состояла в том, что для запуска пяти магнитофонов могло потребоваться где-то от 4 до 17 секунд. Однако мы потеряли только вокальное вступление одной из песен за весь день записи, и в случае необходимости не составило бы проблем переписать его. Вторая проблема, когда две кассеты *Maxell* не включились на запись, не может быть отнесена на счёт производителя. В инструкции чётко были указаны рекомендованные для применения ленты. Но в то время за четыре дня найти в Португалии 120 рекомендуемых кассет было нереально. Поэтому покупались все подходящие кассеты, в т.ч. и других производителей. Интересно, что эти две отказавшие кассеты работали прекрасно после переформатирования и неоднократных проверок в течение следующей недели. Из-за чего это произошло, мы так и не узнали. Вероятно, что-то случилось при первоначальном форматировании: процесс форматирования прекратился, а магнитофоны почему-то продолжали работать и перемотали ленту до конца.

Сами записи были очень хорошими. Отличное соотношение сигнал/шум магнитофонов *ADAT* позволило обеспечить хороший динамический диапазон, что очень важно при записи лишь частично отрепетированного концерта. Даже когда уровень сигнала опускался ниже запланированного, уровень шума оставался по-прежнему достаточно малым для вполне нормальной работы всей аппаратуры. В течение следующих шести месяцев я использовал магнитофоны *ADAT* для записи различных музыкальных коллективов - от рок-групп до вокальных ансамблей и струнных групп оркестров. И у меня не было претензий по качеству какой-либо из этих записей.

## 6.2 Проверка качества и выставление уровней

Вскоре после Рождественских праздников 1993 года меня попросили записать три концерта в культурном центре *de Belem* в Лиссабоне. Кроме нескольких приглашённых участников концерт в основном проводился двумя известными пианистами, исполнявшими разнообразный репертуар классической и джазовой музыки. Играли они на паре огромных концертных роялей *Steinway*, чудесно настроенных, с проникновенным звучанием. В основном использовались микрофоны *Schoeps CMC56* серии "*Colette*", по стереопаре над каждым роялем, и отдельная пара для аудитории. Также использовались микрофоны *AKG C451* под крышкой рояля и над центром аудитории для "заполнений", когда это потребуется. Мы располагали специальной телевизионной контрольной комнатой для установки звукозаписывающей аппаратуры и старой парой мониторов *KLH Model 5* с очень чистым звучанием, в комплекте с усилителем *Crown PSA2*.

В качестве микшеров использовались *Mackie 1604*, и в них заключена была первая дилемма. Микшерные пульта *Mackie* имеют очень чистый канал прохождения сигнала и выходы, оптимизированные под *0VU* (1,23 В), т.е. уровень, который при его подключении к входам *EDAC* на магнитофонах *ADAT* даст уровень сигнала на ленте на 18 dB ниже пикового уровня записи. Известно, что для того, чтобы добиться наилучшего цифрового представления сигнала, повысив тем самым и максимальное разрешение низкоуровневого сигнала, пиковый уровень записи должен быть на пол-децибела ниже максимального уровня записи магнитофона. Для этого пульты *Mackie* должны выдавать уровень на 18 dB больше своего номинального уровня выхода +4 dBm (1.23 В), т.е. +22 dBm. Такой высокий уровень является критическим для микшеров *Mackie*, он очень близок к перегрузке. Где в таком случае гарантия, что линейный усилитель микшера, работая на пределе, будет выдавать звук чистым и без искажений? Было решено установить уровень -10 dBV на входе в *ADAT*, продолжая подавать сигнал с выходов '+4' *Mackie*; сигнал, усиленный выходной линейкой микшера до «красного сектора» индикаторов был близким предельному входному уровню *ADAT*-а. Надежда была на то, что включение во входную цепь "-10" *ADAT*-а менее неблагоприятно скажется на звуке, чем усиление сигнала внутри микшера на 18 dB выше номинального уровня.

Я не знаю, почему производители большей части цифровых магнитофонов не предусматривают регуляторов уровня входного и выходного сигнала, как это делается на большинстве аналоговых машин. Из приведённого примера видно, что при стандартном входе не так то просто установить оптимальный уровень записи.

Я понимаю эту проблему так. При работе на микшерах с *VU*-индикаторами, обладающими инерцией, пиковые уровни сигнала могут значительно превосходить усреднённые уровни. Поэтому работа на уровне "до 0" такого индикатора вероятно потребует определённого запаса по уровню при записи на ленту. Если при аналоговой записи при кратковременных перегрузках сигнал мягко и еле заметно лимитируется и компрессируется, то при цифровой записи последствия таких перегрузок приводят к сильным искажениям. Возможно, поэтому производители *ADAT*-ов обеспечили для них определённый запас по перегрузке. С другой стороны, если микшер оснащён пиковым индикатором, то отслеживать эти перегрузки и вносить коррективы можно прямо с микшера. Но и тут есть проблема. Большинство индикаторов в микшерах на уровне +22 dBm давно находятся в зашкаленном состоянии. Поэтому сигнал в основном будет находиться за пределами измерения индикаторов микшера, что делает бесполезным отслеживание пиковых нагрузок. Более подробно об этом будет в следующей главе. А

здесь достаточно сказать, что отсутствие возможности контролировать уровень записи создаёт большие неудобства.

Тем не менее, в *Belem* уровни записи были выставлены, а сигнал контролировался по индикаторам *ADAT*-ов. Один пульт *Mackie* использовался для записи, а другой был подключен к выходам магнитофонов в качестве пульта контроля. При таком подключении, когда магнитофоны находятся в режиме «*standby*» и наличии линии контроля, вся цепь прохождения сигнала могла быть отслежена без риска сделать неправильное или плохое соединение. А по окончании записи и включении магнитофонов на воспроизведение можно было тут же проверить качество записи. Во время последней репетиции мы сделали несколько пробных записей для проверки работоспособности системы. Всё выглядело замечательно.

После первого двухчасового вечернего концерта я быстро перемотал ленту на одну из наиболее волнующих частей концерта и включил магнитофон на воспроизведение. Во время записи я был под большим впечатлением от динамики, чистоты и полноты звучания. И сейчас, за кулисами сцены, у меня было полное впечатление, что я слушаю те же самые рояли, что и записывал. Звучание мониторов в контрольной комнате было вполне естественным, хорошо передавалось настроение музыки. При первом прослушивании замечалась небольшая потеря прозрачности и глубины звука в записи, но величина этой потери была очень незначительной. Где-то после 10-ти секунд воспроизведения я перестал замечать какие-либо различия.

В записях классической фортепианной музыки я участвовал с 1970 года, когда работал в компании *Pye Records*, и по сравнению с обычным качеством воспроизведения с аналоговых магнитофонов потери при воспроизведении с магнитофонов *ADAT* были минимальными. Принимая во внимание стоимость магнитофонов *ADAT* и то, что каждый из них включал в себя 8 DA и 8 AD конверторов (и это притом, что одна пара таких конверторов могла стоить столько же, сколько и весь *ADAT!*), получалось, что соотношение цена/характеристики магнитофона *ADAT* было очень впечатляющим.

Настоящее испытание состоялось несколькими неделями позже, когда мы прослушивали записи для сведения и редактирования. Инженером сведения был югослав Бранко Несков, проработавший долгое время в киноиндустрии. Вместе с нами были два пианиста (один из которых отыграл солистом два концерта в Лиссабоне с Лондонским филармоническим оркестром с сэром Джорджем Соити (*George Soiti*)). После того, как я и Бранко обсудили и установили базовый баланс прослушивания, пианисты Педро Бурместер (*Pedro Burmester*) и Марио Лагина (*Mario Laginha*) уселись за микшерный пульт. Во время записи эквалаизация не использовалась. А небольшое количество её при сведении было обусловлено тем, чтобы устранить присутствующий на записи незначительный шум вентиляторов, которые кто-то додумался включить в зале во время концерта.

Никто не комментировал качество записи, все находились в очень дружеской и взволнованной атмосфере, и очень скоро пианисты начали "играть" с микшерным пультом. Мы с Бранко поняли, что они слышат что-то очень близкое к тому, что они слышали во время концерта на сцене. К апрелю у нас имелся альбом, составленный из трёх концертов и четырёх репетиций. Позднее было выполнено примерно 300 редакторских правок для компакт-диска. Ни разу мы не слышали критики от музыкантов в отношении записанного звука их любимых роялей. Принимая во внимание предшествующие успешные записи рок-групп, струнных и вокальных ансамблей, электронной музыки, которые я сделал с помощью *ADAT*-ов, эти записи фортепианной музыки окончательно подтвердили высокое качество записи этих магнитофонов.

### 6.3 Чистка головки и другие проблемы.

На следующий день после фортепианной записи мы должны были начать запись одной поп-рок группы, концерты которой должны были проходить в течение трёх вечеров. Как и в *Alvalade* в прошлый июнь, предполагалось использование пяти магнитофонов на 40 дорожек. Мы высчитали, что для работы пяти магнитофонов в течение трёх двухчасовых концертов (плюс запасной комплект кассет) нам потребуется 65 кассет *S-VHS*. Не было уверенности, что форматирование кассет удастся выполнять в каждый день записи. Поэтому ещё в дни подготовки к фортепианным записям, перед тем как идти на обед, мы решили устанавливать по три кассеты на форматирование, чтобы загодя отформатировать как можно больше кассет. По возвращении с обеда к нашему ужасу на магнитофонах мигали индикаторы отказа, а на одном из аппаратов он горел почти постоянно. Так как рекомендованных кассет в требуемых количествах достать в Португалии было невозможно, импортёры порекомендовали нам кассеты *TDK*. Но они создавали очень много шума, и примерно 10% из них забивали головки.

В подобных случаях указания типа "не чистите головки самостоятельно" или "никогда не применяйте какие-либо жидкости" в руководстве по техническому обслуживанию модульно-цифровых многорожечных магнитофонов совершенно не подходят. Телевизионные машины стояли на улице, а концерт должен был начаться через час. В результате оперативного визита в аптеку появилась бутылка спирта, и с помощью мягкой материи, относительно свободной от пуха, головки были очищены. Этот эпизод снова возвращает нас к проблеме, когда изготовители называют свою технику профессиональной, но инструктируют нас возвращать её дистрибьютору при любой проблеме. Очевидно, в этом случае невозможно было отправлять магнитофоны для чистки головок за 300 км из Лиссабона в

Порто. Ведь мы должны были записывать концерт!

Вторая проблема, с которой мы столкнулись в *Belem*, - это отказ во включении на запись. Для основной записи использовались два магнитофона (третий записывал шум зала и тайм-код). И вот в начале второго отделения одного из концертов мастер магнитофон был включен на запись. Управляемый с него магнитофон начал работать. И хотя индикация на мастер магнитофоне показывала, что он записывает, таймер расхода ленты оставался на отметке "0000". Магнитофоны были дважды перемотаны и снова запущены с тем же результатом. Мы сняли и заново установили кассеты ... тот же результат. И только после установки других кассет магнитофоны начали работать. Впоследствии отказавшие кассеты использовались для записи репетиции, и с ними не было абсолютно никаких проблем. Я больше никогда не сталкивался с этим. Этот случай не дал нам записать музыкальную пьесу "*Scaramouche*", но к счастью она не потребовалась ни для телевизионной программы, ни для компакт-диска. Но даже если бы она потребовалась, запасной магнитофон в это время уже записывал сигнал с наиболее важных микрофонов.

### 6.3.1 Индикация дефектов и профессиональные нужды

Возвращаясь к вопросу "профессиональности", приведу пару примеров для прояснения моей точки зрения.

При сведении записи мы использовали пару магнитофонов, наработка которых приближалась к 1000 часам. Временами на индикаторах высвечивались нервующие сообщения о дефектах: *Er2*, *Er5*, *Er7*. Хотя к тому времени из слухов я уже узнал, что означают эти символы, для большинства пользователей их значение совершенно неизвестно. А контракты дистрибьюторов с некоторыми изготовителями запрещают разглашать их значение третьим лицам. Это – типичный образец рыночной стратегии для бытовой техники. Я знаю одного очень уважаемого инженера, который говорил: "Как я могу сохранять уверенность при пользовании магнитофоном, если я не знаю серьезности дефекта? Что делать в таких случаях: быстро прекратить запись или рискнуть и продолжить? Не уничтожится ли моя запись на ленте, если я продолжу? Будет ли запись долговременной?". Однажды в моей практике во время проведения записи в пятницу вечером начала появляться индикация о дефекте. Более того, дисплей BRC показывал "Дефект на магнитофоне 2", и все наши попытки удалить это сообщение ни к чему не приводили. Мы пытались синхронизировать работу магнитофонов, но снова и снова, за десять секунд до вхождения в режим синхронизации индикация "Дефект на магнитофоне 2" подменяла индикацию тайм-кода. Мы думали: "Ну ладно, мы знаем о дефекте на магнитофоне 2, нам об этом было сказано уже 20 раз. А что дальше? Что мы можем сделать?" Это сообщение сделало невозможным отслеживание тайм-кода в критический момент синхронизации!

На следующий день один из музыкантов должен был уехать на гастроли в Германию, и это был последний шанс сделать запись. Отправить магнитофон обратно импортеру можно было только в понедельник, когда откроется его офис. А учитывая расстояние в 600 км, мы, вероятно, получили бы свой аппарат не раньше среды. Пять дней без магнитофонов могут быстро превратить любую профессиональную студию в непрофессиональную. Наши опытные техники тоже мало чем могли помочь из-за недостатка информации о значении этих сообщений о дефектах.

### 6.3.2 Философия

Эпизод с "защитой от перезаписи", о котором мы упомянули в начале этого раздела, является типичным случаем защиты от неопытного пользователя. Из-за несрабатывания каких-то микропереключателей магнитофон «решил», что планка защиты от перезаписи снята с кассеты, хотя этого фактически не было. Какие-то микропереключатели полностью блокировали функции записи и форматирования магнитофонов! На профессиональных аппаратах нажатие на кнопку "запись" включает магнитофон на запись, если только не был выключен переключатель "канала записи". На бобинах нет никаких планок "защиты от перезаписи". Это - очевидная предохранительная мера бытового оборудования. И использование её на магнитофонах *ADAT* является ещё одним источником профессиональных проблем, не давая при этом никаких преимуществ профессиональному пользователю.

Пользователи модульных цифровых многодорожечных магнитофонов должны понять, что за ту цену, за которую продаются эти магнитофоны, вряд ли стоит рассчитывать на профессиональную технику с профессиональным обеспечением. Но зачем же тогда рекламировать эти магнитофоны как профессиональные, если это не так? За такую цену эта техника действительно великолепна!

Однажды в ноябре 1993 года я видел, как лента, зажёванная магнитофоном (я должен добавить - не рекомендованного изготовителем типа), после этого скопировалась наилучшим образом. Затем она была полностью восстановлена с помощью другого магнитофона и *BRC*. Случайно на той же неделе я видел ленту, зажёванную профессиональным 24-дорожечным магнитофоном стоимостью в сто тысяч долларов. Запись на ней была полностью утрачена, хотя я должен сказать, что с этими магнитофонами такое случается крайне редко. Возможно, профессиональные пользователи платили бы значительно больше, если бы производители изготовили действительно профессиональный магнитофон: с органами управления сигналом на входе и выходе, с отсутствием защиты от неопытного пользователя, с полностью профессиональным обслуживанием клиентов, включая подробное описание значения любого сигнала о дефекте. Даже если стоимость этого магнитофона повысится в два-три раза, он со своими

возможностями по-прежнему будет достаточно дешёвой машиной (*примечание: как раз в тот момент, когда эта книга отправляется в печать, такие магнитофоны начинают появляться; но ещё слишком рано судить о реакции рынка на них*).

В конечном итоге, мои "фактические" потери от записи пяти живых концертов магнитофонами ADAT были минимальными. Я помню как в конце семидесятых, когда я в составе группы инженеров записывал (или, скорее, пытался это сделать) четыре концерта группы "Little Feat" на фестивале "Rainbow" в Лондоне для альбома "Waiting for Columbus", пара 2-дюймовых 24-дорожечных магнитофонов Ampex практически не работала три из четырёх концертов. Мне пришлось проиграться с магнитофонами в течении всего четвёртого дня, который к счастью был единственным, когда группа играла хорошо. Но если бы я тогда имел ADAT-ы, какое это было бы удовольствие! Разница в том, что тогда телефонный звонок позволил нам тут же заполучить инженеров непосредственно фирмы Ampex, чтобы помочь нам разобраться с возникшими проблемами. Если бы отказал ADAT, мы могли бы рассчитывать только на себя.

#### **6.4 104 дорожки**

В 1995 году был достигнут определённый предел. На фото 17 показана конфигурация оборудования, снова использованная в Алваладе, с 13-ю синхронизированными ADAT-ами в 104-дорожечной конфигурации. В течение пяти часов нужно было записать 19 групп при минимуме времени на перекоммутацию. Без серьёзных репетиций с концерта мы записали 37 песен из 43. Проблемы с синхронизацией привели к потере по крайней мере части из оставшихся 6 песен, но тем не менее, организаторы концерта посчитали это успехом. Если бы потребовалось, то четыре из шести "потерянных" песен могли бы быть восстановлены. Этот концерт записывался без подготовки и ADAT-ы были собраны из самых разных мест с самым разным программным обеспечением.

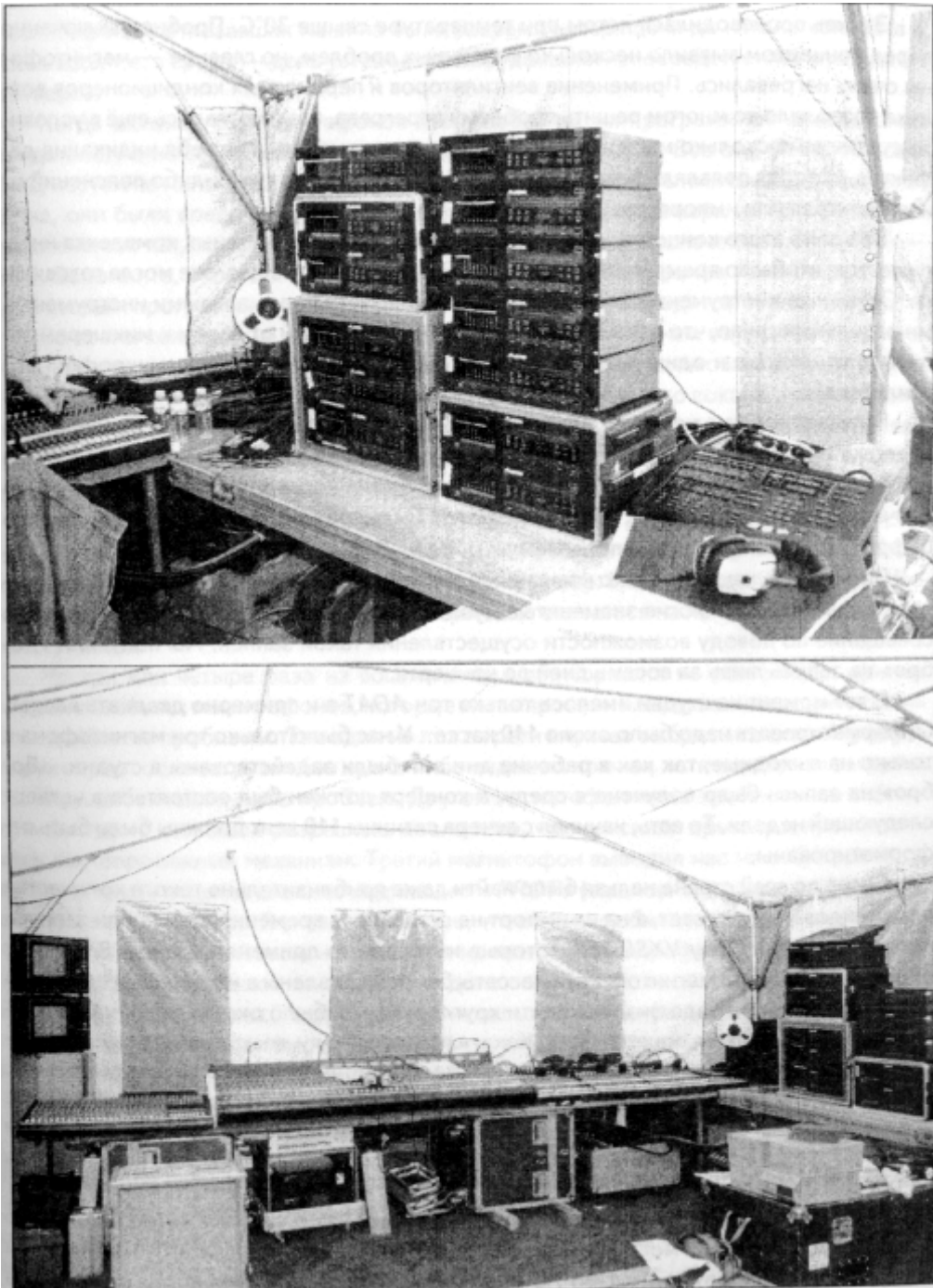


Фото 17. 104-дорожечная комбинация магнитофонов ADAT. Временная инсталляция для записи девятнадцати групп на футбольном стадионе лиссабонского "Спортинга" в Португалии в 1995 году. Три оператора работали на четырёх пультах Mackie и одном Yamaha.

Запись производилась летом при температуре свыше 30°C. Пробное включение перед концертом выявило несколько различных проблем, но главное - магнитофоны очень нагревались. Применение вентиляторов и переносных кондиционеров воздуха позволило во многом решить проблему перегрева, что замечалось ещё в условиях студии за несколько месяцев до этого. Опять нас выводила из себя индикация дефектов, которая появлялась на дисплеях магнитофонов без каких-либо пояснений от изготовителя или импортёра.

Во время этого концерта, на сцене было установлено два полных комплекта инструментов, чтобы во время выступления одной группы следующая уже могла готовиться. Основные инструменты дополнялись специальными музыкальными инструментами отдельных групп, что означало в целом девяносто линий от сцены к микшерам записи (пять Mackie и один Yamaha, используемый только в качестве микрофонного усилителя).

Кроме этого имелись микрофоны для записи аудитории, звуковые дорожки для видеозаписи, тайм-код и т.д. За два или три дня до записи был разослан запрос на магнитофоны ADAT. В конце концов, после прибытия последних двух из них лишь за полчаса до начала концерта, 13 магнитофонов

были собраны в одну 104-дорожечную цифровую систему записи, управляемую с *Alesis BRC*.

После того, как несколько компаний отвергли идею записи этого концерта, в котором участвовали многие знаменитые музыканты, *Regiestudios* пригласила меня на совещание по поводу возможности осуществления такой записи. Мы получили "добро" на запись лишь за восемь дней до концерта.

В тот момент на студии имелось только три *ADAT*-а и примерно двадцать кассет. Отформатировать надо было около 110 кассет. У нас было только три магнитофона и только на выходные, так как в рабочие дни они были задействованы в студии. "Добро" на запись было получено в среду, а концерт должен был состояться в четверг следующей недели. То есть, начиная с вечера пятницы 110 лент должны были быть отформатированы.

Снова по всей стране нельзя было найти даже приблизительно такого количества рекомендованных кассет, а на их импорт не оставалось времени. Мы решили записывать на кассетах *Sony VXSE 180*, которые мы успешно применяли ранее. В пятницу около полуночи три магнитофона и кассеты были доставлены в мой отель и форматирование, которое продолжалось почти круглосуточно, было окончательно завершено примерно в 9 утра в понедельник. Как и в прошлом году, мы столкнулись с проблемой, когда некоторые магнитофоны отказывались форматировать некоторые ленты. Из прошлого опыта, эта проблема была решена размещением на мастер магнитофоне предварительно отформатированной ленты. С новым программным обеспечением 3.04 этот дефект не причинял столько проблем как раньше, но, тем не менее, он по-прежнему имел место.

После 36 часов почти непрерывного использования один из магнитофонов начал зажёвывать ленту. Это могло быть вызвано перегревом, так как этот магнитофон находился между двумя другими, а дневная температура в Лиссабоне превышала 30°C в тени. Из-за проблем с лентопротяжным механизмом магнитофон на следующий день пришлось отправить дистрибьютору. Оказалось, проблема была в приводном ремне. Для записи в студии на следующие два дня был одолжен другой магнитофон. А отказавшая машина была вовремя возвращена до начала концерта в Алваладе, т.е. в среду - день установки оборудования непосредственно перед днём концерта.

Когда наконец 13 магнитофонов были собраны, их программное обеспечение представляло из себя смесь модификаций 3.03, 3.04 и 3.06. Все они управлялись с *BRC*, но, тем не менее, если бы вдруг потребовалось управлять ими с мастер магнитофона, они были соединены в цепь в порядке возрастания номера их программного обеспечения: так, первый магнитофон имел программное обеспечение 3.03, а 13-й - 3.06. Запомните, в схемах с большим количеством магнитофонов магнитофон с самым старым программным обеспечением всегда должен находиться в начале цепи.

Во время концерта не предполагалось никаких специальных пауз для смены кассет, поэтому для «прикрытия» времени смены кассет использовался магнитофон *Fostex E16*, подключенный к микрофонам аудитории, главного вокала и к основному микшеру. Каждый раз он переключался на запись того инструмента, который должен был играть первым: плюс, конечно, тайм-код. *DAT*-магнитофон также использовался для записи с микшерного пульта.

На практике, имея четырёх человек на смене кассет - два на снятии и два на установке - мы успевали сменить кассеты на всех 13 магнитофонах примерно за 30 секунд, включая время выброса и вход в синхронизацию. Мы боялись, что в напряжённых условиях концерта стопка из 26 кассет может оказаться на полу. К счастью, этого не случилось.

Но три или четыре раза из восьми смена лент прошла не так гладко, как мы надеялись. Из тех магнитофонов, которые мы выпросили или одолжили, с тремя были определённые проблемы. Так один из них в трети случаев выбрасывал кассету через пару секунд после загрузки без каких-либо видимых причин, хотя повторная загрузка проходила без каких-либо проблем. Другой магнитофон имел проблемы со счётчиком ленты, но они были разрешены после того, как мы сняли крышку и прочистили весь лентопротяжный механизм. Третий магнитофон выводил нас из себя, время от времени высвечивая на дисплее индикацию "*PROT*" (защищено), когда мы пытались включить его на запись. Я снова повторяюсь, что все эти любительские системы предохранения от случайной записи не должны применяться на профессиональных магнитофонах, где они не дают ничего, кроме дополнительной головной боли. Я бы порекомендовал всем, кто всё ещё серьёзно использует более ранние модели *ADAT*-ов, обрезать розовый проводок, идущий к вертикально установленному сенсору «противозаписывающей» пластинки.

### 6.4.1 Концерт

При выбранном способе распределения записывающих дорожек некоторые из магнитофонов оставались незагруженными во время выступления отдельных групп, что оказалось весьма кстати позже, когда некоторые из аппаратов начали демонстрировать неустойчивую работу. С самого начала концерта два магнитофона не удалось включить на запись: один из них высвечивал сигнал "*PROT*" (защита от перезаписи), а причина отказа другого осталась неизвестной. Все попытки включить "саботажников" на запись закончились неудачей, поэтому нам пришлось перемотать на "ноль" кассеты на всех магнитофонах с помощью кнопки "*locate zero*". После перезагрузки кассет и повторного включения всё заработало. К счастью, мы не потеряли ничего важного. Во время третьей смены лент у нас было очень мало времени, при этом ударные работали почти без перерыва в течение всей смены. К этому времени освободился один магнитофон, так как инструменты, для записи которых он предназначался,

использовались только группами, выступавшими в течение первого часа. И я решил, возможно, поспешно, отсоединить последний магнитофон в цепочке для того, чтобы использовать его для записи отдельно, без синхронизации с основным комплектом; при этом ударные записывались бы на него параллельно во время смены лент. Позже магнитофоны могли бы быть синхронизированы по их внутренним таймерам.

При смене кассет магнитофоны не включились в запись. Возможно из-за того, что *BRC* всё ещё "искал" магнитофон номер 13, не в состоянии "сообразить", что он был отключён. Единственным выходом в данном случае было отключить *BRC* и включить его снова после достаточной паузы. После повторного переключения магнитофонов у нас заработало только три аппарата 20-й модификации и два 7-й. Поэтому у нас не было другого выбора, как выключить все магнитофоны, выдержать паузу, а затем последовательно включить их всех снова, причём последним - *BRC*. На этот раз всё было хорошо, но одну песню мы потеряли.

При двух последующих сменах два магнитофона "отказались" включаться на запись, но к этому времени у нас было больше свободных от записи аппаратов, и входные кабеля от неработающих магнитофонов мы перекинули на запасные магнитофоны. Не включённые на запись магнитофоны мы включали на воспроизведение, чтобы "отсутствующие" фрагменты не создавали неразберихи при окончательной сортировке. Находясь в постоянной борьбе за «живучесть» системы мы не имели времени делать подробные записи, поэтому при смене входного кабеля просто менялись бирки на магнитофонах и кассетах. Другими словами, если входной сигнал с магнитофона 7 перекидывался на магнитофон 3, то менялись также и клейкие ярлыки на них, а предварительно пронумерованная кассета устанавливалась на соответствующе пронумерованный магнитофон независимо от его нового положения в комплекте. На двух последних сменах кассет все 12 синхронизированных и 3 "свободных" магнитофона работали отлично, хотя к тому времени только семь из них были включены на запись.

Перед концертом я сказал организаторам, что без пауз и взаимодействия со сценой мы можем потерять до десяти песен из сорока трёх исполняемых. Главной целью записи была подготовка специальной телепрограммы длительностью максимум два часа. Организаторы заявили, что главное событие - это живой концерт, и если мы потеряем десять песен, то у них всё ещё будет свыше 30, что вполне достаточно для телевизионного шоу. На самом деле мы не сумели записать шесть песен, и только две из них не могли быть восстановлены. Так что нареканий никаких не было.

На следующий день я был физически и умственно истощённым. И когда кто-то меня на следующий день спросил о том, как прошёл концерт, моей первой реакцией было "Какой концерт?" ... я всё ещё ждал его. Позже, когда я начал мысленно восстанавливать картину происшедших на сцене событий (нас окружало семь видеомониторов), то отметил, что хотя я хорошо запомнил процесс записи, о самом концерте у меня мало что отложилось в памяти. Это был действительно стрессовый день.

## 6.4.2 Послесловие

Принимая во внимание то, что некоторые магнитофоны были доставлены только в одиннадцать часов, и у нас не было возможности проверить всю систему перед концертом, потеря лишь шести песен была неплохим результатом. По окончании вечера мы возвратили тринадцать работающих *ADAT*-ов владельцам, и у нас было свыше 100 записанных кассет. Плюс три полудюймовые ленты от *Fostex E16* и 3 *DAT*-кассеты. Концепция "строительных блоков" *ADAT* является очень гибкой системой с большими возможностями. Я думаю, что мы могли бы использовать пару синхронизированных 48-дорожечных цифровых магнитофонов *Sony 3348* плюс модификации 3324A или S, но где бы мы смогли их найти в такое короткое время? Стоимость и трудность транспортировки также могли оказаться очень значительными. Поэтому именно *ADAT*-ы сделали возможным проведение этой записи. Наиболее реальной альтернативой было бы использование 24-дорожечных аналоговых магнитофонов, но 46 имеющихся дорожек потребовали бы слишком много работы по предварительному сведению довольно непредсказуемого концерта. Да и выполнение какого-либо ремонта или коррекции записи было бы гораздо более трудным и потребовало бы гораздо больше времени.

Сведение было в конечном итоге выполнено не с тринадцати магнитофонов, а только с трёх. Те же самые три магнитофона были использованы для цифровой корректировки "живых" лент в более плотную форму, после чего промежуточное микширование отдельных частей или ударных групп можно было выполнить в студии при хороших условиях микширования и мониторинга и при наличии достаточного времени для принятия соответствующих решений о звуке и балансе. Если бы мы решили, что какая-либо из промежуточных копий не подходит для окончательного сведения, она могла быть легко переделана с оригинальной мастер-ленты. По-моему, для этой работы блочный цифровой 8-дорожечный формат подходит наилучшим образом. Промежуточное и окончательное сведение заняло около трёх недель студийного времени, и в конечном счёте было использовано для двух 75-минутных телевизионных программ. Поступали предложения по использованию некоторых записей для выпуска на компакт-диске. Одним словом, было очевидно, что результаты были очень хорошими.

Во время этой записи импортёры оборудования охотно предлагали свою помощь, их владельцы приходили к нам и предлагали запасные магнитофоны, программное обеспечение, соединительные кабели и всё остальное, что только могло потребоваться. Хотя они были несколько расстроены моей



предыдущей критикой в прессе, но думаю, что после того как они стали свидетелями того, насколько тяжело давалась такая запись, они осознали справедливость моих предыдущих заявлений. Эти заявления были результатом раздражения, вызванного тем фактом, что потенциально фантастическая концепция была испорчена недостатком профессионального обеспечения по всей дистрибьюторской цепочке вплоть до самих производителей. Но я снова должен подчеркнуть со всей ясностью, что модульный цифровой 8-дорожечный формат сделал эту запись практически реализуемой.

## 6.5 Сравнение качества звука и типового применения

С того времени я построил в Лиссабоне много студий, использующих модульные цифровые многорожечные магнитофоны для некоторых очень профессиональных операций. В частности, использовалось следующее оборудование: *Alesis ADAT*, *Fostex ADAT*, *Tascam DA88*, и их аналоги фирмы *Sony*. Я также построил несколько студий, использующих магнитофоны *Sony DASH*. Должен честно признаться, что я не мог определить каких-либо существенных различий в качестве звука техники различных изготовителей и форматов. И действительно, в апрельском номере журнала "*Studio Sound*" за 1997 год был опубликован пространный отчет о серии тестовых прослушиваний, показавших, что опытные эксперты испытывали значительные трудности в поисках отличий звучания широкого спектра цифровой техники, особенно при использовании цифровых сигналов на входе и выходе. (На фото 18 показан 24-дорожечный магнитофон *Sony 3324A DASH* в аппаратной комнате, расположенной рядом с контрольной комнатой, показанной на фото 10-12.)

Во время этих прослушиваний было отмечено некоторое ухудшение качества сигнала при использовании цифро-аналоговых конверторов отдельных магнитофонов, когда они сравнивались с очень дорогими цифро-аналоговыми конверторами *Arogee*, но никогда эти различия не были очень существенными. Такие результаты этих испытаний для меня не были неожиданными. Но меня до сих пор удивляет, как в условиях крайней дороговизны первоклассных цифро-аналоговых преобразователей в недорогих модульных 8-дорожечных магнитофонах обеспечивается 8 таких встроенных устройств столь же высокого качества. Общее качество звучания различной техники для меня всегда было критичным, поэтому я временами удивлялся людям, особенно в средних по цене студиях, которые критически относились к качеству звука в этих магнитофонах.

В звукозаписи, где факты и реальность имеют расплывчатые границы, тщательно проведенное исследование, подобное описанному в журнале "*Studio Sound*", дает надёжную привязку к реальности. Но почему же тогда так много людей вокруг говорит, что определенные цифровые системы не совсем хорошие? Этот тип комментариев преобладает во многих project-студиях. По-моему, почти все подобные комментарии связаны с тем, что люди перекалывают на магнитофоны вину за качество звука всей записывающей цепи. И правда, очень немногие делают записи на этих магнитофонах, используя в комплекте с ними микрофоны за 3000 долларов и предварительные микрофонные усилители типа *FM Acoustics "ClassAmp"* за 5000

долларов. Они также редко прослушивают запись с помощью первоклассных мониторов систем. Суть в том, что более профессионально ориентированные магнитофоны, такие как *Sony 3324S*, как правило, используются очень дорогими микрофонами и микшерными пультами. Очень немногие студии покупают микшерные пульты *Focusrite* или *Neve* при записи на магнитофоны *ADAT*. В большинстве случаев записывающие системы должны сочетаться с другим оборудованием соответствующего ценового уровня. Как говаривали старые компьютерщики: "Мусор на входе - мусор на выходе". Так что если исходный сигнал уже искажён, не следует винить магнитофоны за то, что они честно его воспроизводят.

Менее дорогим магнитофонам создают негативный имидж и два других аспекта деятельности project-студий. Во-первых, люди с меньшим уровнем опыта и подготовки делают свои записи скорее на менее дорогой технике, чем на наиболее совершенном оборудовании. Эти люди вероятнее всего будут использовать сбалансированные входы на +4 dBV, полагая, что они "более профессиональные" даже в тех случаях, когда входы на -10 dBV будут более приемлемыми для оптимального согласования с другим оборудованием. Во-вторых, уровень исполнительского мастерства музыкантов и продюсеров, связанных



Фото 18. Цифровой магнитофон *Sony 3324A* в комнате с кондиционированием воздуха. Это помещение является «машинным залом» контрольной комнаты, показанной на рис.10-12.

с большей частью этой техники, может быть ниже, чем для записей, сделанных на Sony 3348 и тому подобной технике. Таким образом, более дорогая техника, как правило, имеет преимущество в работе с более качественным материалом. А поэтому нет ничего удивительного в том, что материал, который такая техника воспроизводит, может быть более привлекательным чем то, что мы слышим от среднего модульного 8-дорожечного магнитофона. Но по-моему, с точки зрения качества звука модульный 8-дорожечный цифровой магнитофон удовлетворяет почти всем запросам, особенно при использовании цифровых входов и выходов.

Но если бы это были все проблемы! В большинстве построенных мной студий, где использовалось такое оборудование, люди не были удовлетворены его повседневной работой. Когда студии располагаются в тех же городах, что и головные фирмы-агенты по продаже этой техники, её обслуживание не слишком проблематично. Но когда студия расположена в 500 километрах от ближайшего сервисного центра, то становится очень трудно обеспечить профессиональное обслуживание. В некоторых странах я знаю многие фирмы-агенты, чьи возможности по обслуживанию техники настолько плохи, что магнитофоны возвращаются от них с одним исправленным дефектом и двумя вновь созданными. Совсем не редкость, когда магнитофоны возвращают с обслуживания с неправильно настроенной головкой, и магнитофон больше не согласуется с другими магнитофонами в студии. Всё это - издевательство над самим понятием «профессионализм».

Не везде можно достать нужные кассеты. Если студия имеет доступ к специальным типам лент, поставляемыми определёнными поставщиками специализированных материалов для звукозаписи, то она может и не испытывать проблем, например, с индикацией дефектов. Но есть определённые свидетельства того, что даже DAT-кассеты в некоторые регионы мира поставляются не лучшего качества, что ставит под угрозу надёжность.

Проблемой является и вопрос текущего обслуживания. Джон Уоткинсон (*John Watkinson*), один из ведущих специалистов по цифровым системам записи, наиболее решительно указал на тот факт, что ленточный магнитофон - это ленточный магнитофон. Он требует регулярной чистки и подстройки независимо от того, цифровой он или аналоговый, бытовой или профессиональный, очевидно это или нет, совпадает ли это с временем стандартного обслуживания или нет. Если осыпалась какая-то часть покрытия, то головки могут требовать чистки. И если эту работу не может выполнить персонал студии на технике, которая считается профессиональной, то ситуация становится похожей на фарс. Хотя я должен отметить, что недавно фирма *Studer* начала производство серьёзных 8-дорожечных модульных магнитофонов с необходимым руководством по обслуживанию. Тогда, возможно, менее профессиональная техника в большинстве случаев будет отправлена для домашнего пользования. Суть же состоит в том, что если вскрытие магнитофона для срочного обслуживания нарушает гарантию, а «невскрытие» приводит к убыткам из-за потерянного студийного времени в обстоятельствах различной степени серьёзности, то такая техника не может называться "профессиональной". Серьёзные проблемы при осуществлении уже описанных концертных записей могут привести к куда более серьёзным финансовым потерям, чем стоимость покупки нового магнитофона, не считая ущерба для репутации.

Поэтому, если ущерб от потери гарантии незначителен в сравнении со многими другими рабочими обстоятельствами, самым разумным будет просто проигнорировать все "нельзя" изготовителя и обращаться с техникой так, как и нужно обращаться с профессиональной техникой - включая проведение регулярного (если требуется, то ежедневного) обслуживания. А если отказ магнитофона причинил значительные убытки, то есть ли возможность взыскать их? В большинстве стран есть законы, относящиеся к рекламе торговой марки и ложному представлению товара покупателю. Если оборудование продается на рынке как профессиональное, а его реальные характеристики в течение определённого промежутка времени не отвечают профессиональным стандартам, тогда вполне возможно подать иск в суд. Я упоминал ранее, что совершенно случайно в тот же день, когда я был свидетелем того, как магнитофон *ADAT* "зажевал" ленту, мой коллега потерял ленту на *Sony 3324A*. Этот случай действительно имел место. Однако отмечу, что магнитофон *3324A* к тому моменту проработал более семи лет с очень высокой рабочей нагрузкой в студии с относительно невысоким уровнем текущего обслуживания. На практике же магнитофоны *DASH* фирмы *Sony* заслуженно имеют репутацию замечательно надёжной техники.

### 6.5.1 Финансовые реальности.

Примерно два года тому назад я перестроил студию, которую её владельцы решили оснастить магнитофонами *ADAT* японской сборки. С тех пор количество отказов при ежедневном интенсивном использовании достигло разочаровывающего уровня, что осложнялось проблемой технического обслуживания в неудобное время. Студия зачастую работала по 24 часа в сутки. Главный инженер студии недавно подсчитал, что за десятилетний период эксплуатации может возникнуть необходимость пять раз заменить три магнитофона, т.е. каждые два года интенсивного использования. Удвойте это на стоимость технического обслуживания, перевозки техники в ремонтные мастерские и обратно, убытков от простоев, а так же на стоимость всех других текущих эксплуатационных расходов, и тогда использование трёх магнитофонов *ADAT* в течение десяти лет, возможно, будет на 50% дороже, чем использование *Sony 3324S*. Более того, остаточная стоимость магнитофона *Sony 3324S* даже после десяти лет эксплуатации будет значительно выше, чем пятого комплекта магнитофонов *ADAT*. Эти расчёты учли

продажу других четырёх комплектов по окончании каждого двухлетнего периода, плюс разницу, получаемую за счёт банковских процентов при применении двух способов закупки: магнитофон *Sony* - однократный платёж, магнитофоны *ADAT* - каждые два года.

## 6.6 Подведём итоги

На фото 19 показана студия с четырьмя магнитофонами *Fostex ADAT*. Владельцем студии является Руи Велосо (*Rui Veloso*), португальский певец и гитарист. Студия была построена в пристройке, показанной на фото 20, справа от его дома. Магнитофоны используются главным образом для его собственных записей, кроме того у него есть ещё один магнитофон в его доме, предназначенный для сочинения песен. При использовании модульного 8-дорожечного магнитофона отдельно (не в комплекте с другими аппаратами) его надёжность значительно выше. Большая часть затрачиваемого впустую времени и многие из общих проблем, связанных с модульными цифровыми многодорожечными магнитофонами, относятся к синхронизации нескольких магнитофонов и взаимозаменяемости кассет между ними. К настоящему времени я построил около 20 студий, использующих три или больше модульных восьмидорожечников. Хотя трудно увидеть определённую тенденцию, когда один модный магнитофон сменяет другой, но прошло уже достаточное время для формирования общей картины. Никто из моих клиентов не был полностью удовлетворён надёжностью этих магнитофонов. Всех выводила из себя необходимость отправлять их в ремонтные центры при любых проблемах. За тот же период времени владельцы построенных мною студий, в которых использовались магнитофоны *DASH*, не имели никаких претензий к ним. Модульные восьмидорожечники являются отличным приобретением с учётом их стоимости для не слишком интенсивного использования. Они обеспечивают отличное качество записи. Однако я не стал бы использовать их в ситуациях, требующих напряжённой работы, а также при проведении дорогостоящих записей, в которых участвует большое количество музыкантов.



Фото 19. *Fostex ADAT*. Контрольная комната частной студии Руи Велосо (*Rui Veloso*): видна 32-дорожечная система магнитофонов *Fostex ADAT* вместе с микшерным пультом ранних выпусков *Soundcraft DC2000* и мониторами *KRK*.



Фото 20. Пристройка к зданию справа имеет внутри контрольную комнату, показанную на фото 19.

Я надеюсь, что данная глава поможет дать объективное обоснование опыта, которым обладают многие пользователи 8-дорожечных магнитофонов, и предположений тех, кто собирается ими стать. Нет реальных свидетельств того, что последние модификации в значительной мере свободны от недостатков их предшественников, описанных в этой главе. Временами у многих людей появляется ощущение, что они брошены один на один со своими проблемами. Возможно, факты, приведённые выше, дадут им некоторое чувство комфорта и намного больше уверенности, если они пожелают контролировать ситуацию. Для использования в не слишком напряжённых условиях я без колебания порекомендую любой из таких магнитофонов. Качество они обеспечивают отличное! Некоторые люди критикуют этот тип магнитофонов. Но проблема может быть на самом деле в неоптимальном согласовании или плохой цепи прохождения сигнала.

Я бы воздержался от использования модульной 8-дорожечной системы, если бы она требовалась для ежедневного интенсивного использования или для записи, которую нельзя продублировать, т.е. когда надёжность имеет первостепенное значение. Только время покажет, будут ли значительно более дорогие (7000 долларов) магнитофоны последнего поколения, предназначенные для более интенсивного использования, демонстрировать лучшую долговременную надёжность. Выглядят они прочнее, чем их предшественники. Хотя нужно помнить, что производство этих магнитофонов принесёт действительно большие доходы только от массовых продаж. А массовая продажа очень чувствительна к цене. Так что вряд ли стоит ожидать, что компании, производящие технику для массового спроса, будут слишком заинтересованы тратить достаточно много времени на решение проблем нескольких серьёзных пользователей. Они будут стремиться к достижению компромисса между ценой и качеством, который принесет наибольшую прибыль.

## 6.7 Географические различия

В конце 1997 года были опубликованы отчёты о зонах совместимости в США. Магнитофоны с восточного побережья оставались совместимыми с другими магнитофонами в этом регионе, но зачастую создавали проблемы, когда записанные кассеты отправлялись в студии на юге или на западном побережье. Обмены между студиями превращались в проблему. Становилось очевидным, что региональные дистрибьюторы использовали свои собственные процедуры настройки головок, которые приводили к тому, что взаимная совместимость магнитофонов была ограничена конкретными географическими регионами.

Мы всё ещё очень далеки от реализации всего потенциала модульных цифровых многодорожечных систем. Но кто знает, не сделает ли внедрение новых звукозаписывающих систем морально устаревшей эту концепцию ещё до того, как она достигнет желаемого уровня развития.

Шестилетний опыт работы с модульными цифровыми многодорожечными магнитофонами оставил стойкое впечатление бесконечного потока раздражающих и разочаровывающих проблем, ограничивающих применение исключительно гибкой и потенциально замечательной концепции. Сейчас, в середине 1999 года, многие студии переходят к системам записи на жёсткий диск. Только время покажет, правы они или нет. Но одной из причин перехода их на новую концепцию являются проблемы надёжности модульно-цифровых многодорожечных магнитофонов, а не на качество записи или функциональная гибкость.

Традиционные системы звукозаписи требуют индивидуального внимания, когда что-нибудь идёт не так. Компьютеризированные же системы могут быть усовершенствованы через Интернет, т.е. могут подвергаться "массовой починке". Так как стоимость физического обслуживания не слишком отличается для магнитофонов *ADAT* или *3348*, то с экономической точки зрения полупрофессиональные традиционные системы проигрывают, так как они требуют большего внимания. Из-за того, что рынок в наши дни требует производить такие несовершенные (полупрофессиональные) системы, возможно, компьютеризированные системы будут более выгодными с финансовой точки зрения для более дешёвого сегмента рынка, так как «ремонт» программного обеспечения стоит относительно недорого. Там не менее в 14-й главе мы поговорим и об их недостатках.

## Глава 7 Что происходит? Уровни записи и их индикация.

### 7.1 Переход от аналога к цифре

Существующие в сфере звукозаписи методы и традиции чаще всего исторически диктовались здравым техническим смыслом и имеющимися технологиями. Однако с появлением совершенно других технологий часто бывает трудно отказаться от многих старых привычек и традиций. К сожалению, во многих случаях, точно так же, как это бывает с религиями, с течением времени часто истинное понимание вещей уступает место "слепой" вере, и фраза "это делается так" становится шаблонным ответом вместо "вот почему это нужно делать так". Что-то похожее можно наблюдать и сейчас, при переходе от аналоговых к цифровым системам записи, когда наработанные приёмы для измерения уровней аналоговых сигналов со всей полнотой применяются по отношению ко многим цифровым системам записи, для которых они могут и не подходить. Отсутствие понимания недостатков, присущих измерению уровней сигналов в аналоговом мире, зачастую приводит к точке зрения на индикаторы уровня как на нечто "универсальное", а это как бы даёт право применять их совершенно произвольно, не задаваясь вопросом, правильно ли это или нет. На самом же деле, существует множество методов измерения уровней музыкальных сигналов, используемых для разных целей, поэтому остановимся лишь на некоторых из них.

#### 7.1.1 Традиционный подход

В мире профессионалов ленточные магнитофоны традиционно считаются устройствами с единичным усилением сигнала (*unity gain*), сигнал с выхода которых максимально идентичен сигналу, подаваемому на их вход (по абсолютному уровню, частотному балансу и т.д.). Так же традиционно эти аппараты имеют регуляторы на входе и выходе, позволяющие при записи изменять уровень намагничивания ленты для подстройки под динамический диапазон музыкального сигнала, а также для получения оптимальных характеристик при смене марки или типа ленты. Допустим, производитель выпустил более чувствительную улучшенную ленту, которая воспринимает дополнительно ещё 4 dB, хотя все остальные её параметры остаются более или менее типичными. При обычном подходе следовало бы убрать регулятор уровня воспроизведения назад на 4 dB, чтобы снизить уровень воспроизводимого сигнала на ту же величину (а заодно - и шумы ленты). Регулятор же уровня записи следовало бы поднять на 4 dB для того, чтобы сохранить соответствие сигнала на входе и выходе магнитофона. В результате уровень записанного сигнала будет на 4 dB выше, а при воспроизведении будет на 4 dB улучшенное соотношение сигнал/шум, хотя сам магнитофон по-прежнему будет оставаться *unity gain* устройством, т.е. устройством, у которого при "нуле" на входе будет и "0" на выходе.

При такой настройке, при номинальном уровне сигнала 1,23 В и индикаторы выходов микшерного пульта, и индикаторы по входам в магнитофон будут показывать одинаково - 0 VU. Если подключить выходы с магнитофона к мониторным входам микшера, то при воспроизведении записи индикаторы выходов на магнитофоне покажут 0 VU, и этот же уровень - 0 VU - будет возвращаться в пульт; и это будет независимо от реального уровня записи на ленте. В обоих случаях не будет никакой разницы между уровнями сигналов на входе и на выходе магнитофона, равно как и между показаниями индикаторов. Только при сравнении со стандартной тестовой лентой настройки воспроизведения можно судить о действительных уровнях записи на ленте. Имея такой ориентир, можно легко выполнить A/B-мониторинг между выходами шины микшера и выходом с воспроизводящей головки магнитофона (хотя он будет с задержкой на несколько миллисекунд из-за расстояния между пишущей и воспроизводящей головками), а также сделать вывод о какой-либо потере качества или искажениях, возникающих по вине магнитофона или ленты. Например, если после A/B-мониторинга обнаружилось, что рояль записан с насыщением ленты, то можно либо снизить уровень на выходе микшера, либо снизить уровень записи магнитофона на ленту. Альтернативный вариант заключается в том, чтобы оставить магнитофон по-прежнему в роли устройства с единичным усилением (*unity gain*), и точно так же оставить настройки пульта в самом оптимальном положении, добившись наилучшего компромисса между шумом и искажениями.

Из-за "мягкости" ограничительных особенностей аналоговой ленты на хороших пультах предусмотрен запас по перегрузке до 20 dB, чтобы обеспечить чистую передачу пиков сигнала на магнитофон, где, в зависимости от природы сигнала, они будут сглажены лентой без слишком заметного на слух эффекта. Если бы точка перегрузки в микшере совпадала с номинальным уровнем перегрузки ленты, происходило бы более резкое электронное лимитирование всплесков сигнала на выходах из пульта, что было бы крайне нежелательно. Поскольку ни пиковые программные индикаторы, ни VU-индикаторы никогда по-настоящему не давали универсального представления о том, каким может быть максимальный уровень сигнала для «переноса на ленту», то решающим фактором всегда был личный опыт инженера, с высоты которого он рассматривал показания индикаторов и решал, можно или нет записывать сигнал на ленту с таким уровнем (кстати, "VU" означает "*Volume Units*" (единицы громкости), старую единицу измерения из области телекоммуникаций, относящуюся скорее к субъективному

восприятию громкости, чем к абсолютному уровню сигнала). Не существовало никаких абсолютных правил и догм, поскольку каждая модель магнитофона, каждый микшерный пульт и каждый тип ленты отличались своими собственными характеристиками по перегрузке. Более того, создание запаса по перегрузке было довольно дорогим удовольствием, поэтому недорогое полупрофессиональное оборудование намного хуже переносило перегрузки и требовало намного большей осторожности при настройке уровня записи. Мало того, именно это оборудование обычно имело более дешёвую и менее точную индикацию.

Когда в 70-х годах дебютировали вполне приемлемые цифровые магнитофоны, они походили внешне и по органам управления на своих аналоговых "родственников", отчасти для того, чтобы облегчить их вхождение в мир звукозаписи с его устоявшимися традициями. Главное отличие цифровых магнитофонов заключалось в том, что у них был гораздо больший динамический диапазон, т.е. "рабочий зазор" между уровнем шумов (снизу) и уровнем искажений (сверху), а также тот факт, что возникновение искажений делает звук абсолютно неприемлемым; здесь уже не было мягкого лимитирования, как у аналоговых магнитофонов. Увеличившийся динамический диапазон начал выпячивать проблемы шумов по всей цепочке оборудования. Если раньше это явление маскировалось "капризами" аналоговой записи, то теперь оно уже требовало к себе внимания.

Впрочем, переход от аналоговой к цифровой звукозаписи произошёл относительно безболезненно.

### 7.1.2 Влияние "цифры"

К середине 80-х из-за глубокого проникновения цифровых технологий на рынок домашних и project-студий границы между профессиональным и бытовым оборудованием начали размываться. Ведь в информационном смысле бит остаётся битом, и нет никакой разницы, в каком формате он записан - в профессиональном или в бытовом. Другими словами, с наступлением "цифровой" эры, когда всю работу можно было выполнить не выходя из "цифры" (цифрового представления данных), не стало никакой существенной разницы между качеством сигнала, записанным на бытовом, полупрофессиональном и профессиональном магнитофонах (за исключением аналогово-цифрового и цифро-аналогового преобразований). Поэтому хотя фирма *Sony* и настаивала на том, что формат *R-DAT* предназначен только для бытового применения, он был «уворован» полупрофессиональной и профессиональной средой в качестве весьма недорогого средства для цифрового мастеринга. Именно здесь и произошло то, что можно назвать большим недоразумением.

Ясно, что в цифровой записи максимальный пиковый уровень перед клиппированием является самым оптимальным уровнем записи, т.к. он с наибольшей подробностью сохраняет низкоуровневые сигналы. И если на цифровой ленте, диске или каком угодно другом носителе музыкальный сигнал записан с уровнем ниже максимального, сделать что-либо уже нельзя. Но, и в этом как раз и есть большое «НО» - большинство *DAT*-магнитофонов не имеют регуляторов уровня выходного сигнала, а большинство модульных цифровых 8-дорожечных магнитофонов вообще не имеют органов управления как на входе, так и на выходе.

В качестве первого примера давайте возьмем *DAT*-магнитофон *SV3700 «Professional»* фирмы *Panasonic* (я взял слово «*Professional*» в кавычки, потому что всё, что касается *DAT*-формата, покамест не предназначено для профессионального применения. Тем не менее, этот аппарат делает много, чтобы оправдать свою маркировку). Так вот, если мы подключим его к выходу стерео шины профессионального микшерного пульта и выдадим на ней максимальный сигнал на уровне 0 VU, (1.23 V/+4dBv), то здравый опыт работы с "цифрой" подскажет нам, что регулятор уровня записи на входе *DAT*-магнитофона нужно установить так, чтобы его индикатор показывал уровень, который на одно световое деление (подразумевается один светодиод, сегмент индикатора - А.К.) был бы ниже уровня клиппирования, указанного на его индикаторах. Руководства по эксплуатации большинства *DAT*-магнитофонов грешат слабым освещением вопроса об уровнях записи. Но если мы сделаем запись на грани искажения, мы только добьёмся оптимального уровня записи. Помните о том, что в цифровом смысле звук, записанный на грани искажения, остаётся «чистым как снег».

Но как же быть с аналоговым оборудованием, к которому всё это подключается? Если мы с микшерного пульта выведем звук на уровне 0 VU, затем настроим входной регулятор записи на *DAT*-магнитофоне так, чтобы на выходе с магнитофона было 0 VU (что является обычной настройкой для аналоговых аппаратов), то индикатор по входу в магнитофон в это время будет показывать уровень где-то на 15 dB ниже уровня клиппирования. Это меня наводит на мысль, что при отсутствии регуляторов воспроизведения фирма-производитель рассчитывала на то, что -15dB будет оптимальным уровнем записи. На самом деле причина в том, что такие магнитофоны всё ещё следуют старой концепции аналоговой записи даже сейчас, когда цифровая запись полностью завоевала свое право на существование. Они всё ещё пытаются быть удобными для тех, у кого весь предыдущий опыт связан с аналоговыми системами. Но добиться большего эффекта при работе с цифровыми системами такая практика вряд ли позволит. Мы «выбрасываем» 15 dB динамического диапазона насмарку лишь для того, чтобы согласовать работу магнитофона с микшерным пультом, имеющим только VU-индикаторы.

Если сведение выполняется на аналоговом микшерном пульте со стандартными VU-индикаторами, то малый барабан или рояль, которые на индикаторах показывают уровень около 0 VU, на

самом деле в момент атаки могут выдавать пик примерно на 10-12 dB выше. Как уже ранее говорилось, при записи на аналоговую ленту такие пики мягко лимитируются, и уже только инженер решает, приемлема ли величина сжатия динамического диапазона лентой или нет. Это соотносится с "запасом прочности" в 15 dB, который образуется при стандартной настройке DAT-магнитофонов. Это также показывает, насколько VU-индикаторы соответствуют своему назначению, если с аналоговой лентой работают опытные инженеры звукозаписи, а также объясняет, почему такой грубый прибор как VU-индикатор используется профессионалами на протяжении уже более 50 лет.

Но дело в том, что VU-индикаторы чрезвычайно малопримлемы для цифровой записи. Я думаю, вопрос должен стоять так: «Нужно ли производителям DAT-магнитофонов жертвовать возможностями своих аппаратов, приспособиваясь под эксплуатационные потребности того индикационного стандарта, который не приемлем для цифровой записи?». Если же мы не будем обращать на это внимания и будем по-прежнему искать свой «оптимум» в выборе уровня, который на один светодиод (на индикаторе DAT-магнитофона) ниже пикового, то сигнал с уровнем 0 VU на входе в магнитофон даст на выходе из магнитофона сигнал, который будет выше на 15 dB или на +19 dBv. Кроме создаваемых неудобств, возникает вопрос: выдержат ли такие уровни выходные усилители самого магнитофона? Очевидно, что для мониторинговых входов большинства микшеров средней ценовой категории входной уровень +19 dBv не является приемлемым. Более того, от такого выходного сигнала с магнитофона индикаторы любого микшерного пульта будут зашкаливать; а неосторожное нажатие клавиши воспроизведения для прослушивания записанной после сведения ленты может привести к риску выхода из строя мониторов, так как поступающий на мониторы сигнал будет на 15 dB выше того уровня, какой у них был на выходе стерео группы в момент сведения. Лишь немногие цифровые магнитофоны способны воспроизводить во время записи, а работа в режиме «сквозного канала» практически невозможна, да и вряд ли можно было бы этим воспользоваться из-за 15-децибельной разницы в уровнях на входах и на выходах магнитофонов.

### 7.1.3 Интерфейс уровня модульных многоканальных цифровых магнитофонов

Сигнал на уровне 0VU (+4 dBv), поданный на симметричные входы магнитофонов ADAT, покажет на их индикаторах (по входу) уровень на 18 dB ниже пика. В свою очередь, на симметричных выходах магнитофона уровень сигнала будет 0VU, что соответствует общим рабочим параметрам обычных аналоговых магнитофонов. Опять-таки, если придерживаться принципа использования в цифровой записи максимального уровня, то на выходе с микшерного пульта потребуются уровни сигнала +22 dBv (+4+18). Практически нет микшерных пультов, индикаторы которых могли бы показывать такие уровни, поэтому положиться можно лишь на индикаторы ADAT-ов.

Когда я впервые работал с ADAT-ами на записи, я был испуган одним моментом, когда в одном неповторимо красивом месте исполнения из-за пикового уровня сигнала на индикаторе ADAT-а мигнул красный светодиод (перегрузка). Во время воспроизведения этого записанного фрагмента индикатор перегрузки по-прежнему вспыхивал, но на слух никаких искажений не было. Наверное, уровень этого пика превышал уровень 0 VU где-то на +21 dB, т.е. составлял +25 dBv. Очевидно, этот уровень и будет тем пиковым уровнем, который в состоянии без искажений записать ADAT, и который будет возвращаться на линейные или мониторинговые входы микшера. Хотя можно снимать сигнал на симметричных, а с несимметричных выходов магнитофонов -10 dBv; однако, даже таким выходам «придётся несладко», так как превышение уровня всё ещё будет составлять +11 dBv или больше: ведь это на 21 dB выше их номинальных рабочих уровней.

## 7.2 Различие в принципах индикации

Похоже мы входим в область, где оптимизация цифровых уровней выполняется за счёт маргинализации возможностей аналоговой аудио схмотехники, что само по себе является нонсенсом, если мы хотим достигнуть повышения общей оптимизации цепи записи-воспроизведения. Похоже, что интерфейс становится вещью более или менее произвольной. Я вспоминаю странный случай, когда мой коллега должен был перенести данные с Panasonic SV3700 на Fostex D20. Когда Panasonic показывал пики на уровне одного светодиода ниже перегрузки, Fostex уже показывал перегрузку. Тем не менее (снова!) при воспроизведении копии искажений не наблюдалось.

По практическим причинам привод индикаторов цифровых записывающих устройств осуществляется от цифрового сигнала. Это необходимо для контроля цифрового сигнала непосредственно на входе. Величина внутреннего запаса магнитофона (по динамическому диапазону) может быть разной у разных производителей, а поэтому при копировании показания индикаторов будут разными. Мне также приходилось слышать о том, что многие инженеры пытались добиться максимального уровня записи на DAT-кассете, полагая, что многие заводы по производству CD не в состоянии усилить уровень цифрового сигнала; поэтому из DAT-мастера с низким уровнем сигнала получится такой же CD. Что ж, они использовали ленту оптимальным образом, но причина уже была другой.

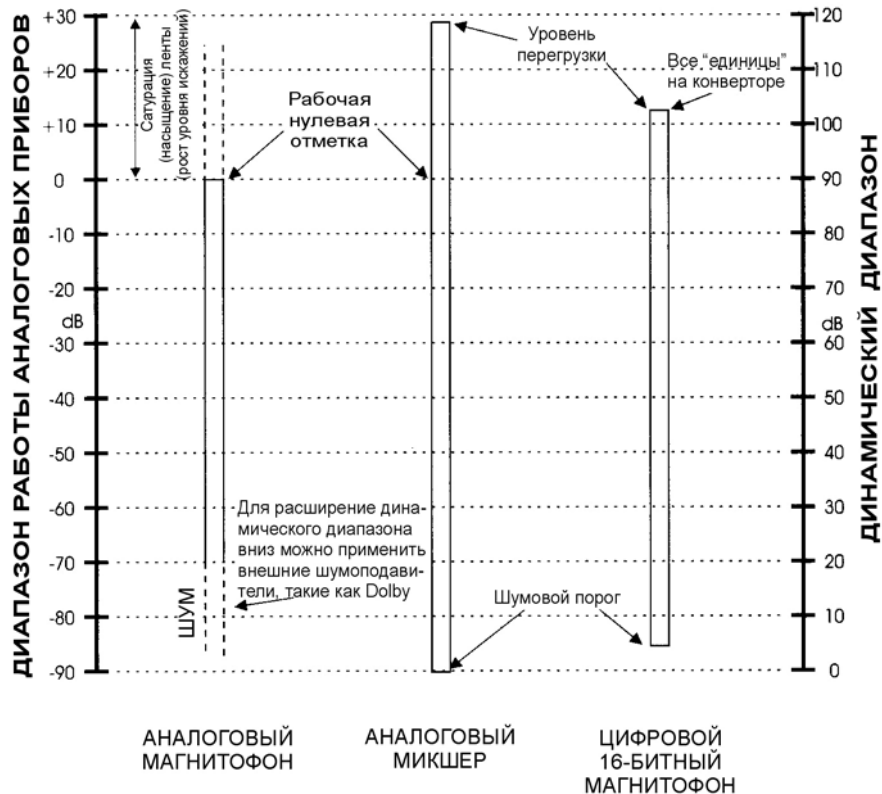
В звукозаписывающей индустрии существует большая неопределённость, вызванная невнятными инструкциями со стороны производителей по поводу эксплуатации их оборудования и несоблюдением соответствующих стандартов и принципов. Такая ситуация вряд ли может быть полезной.



Интересно также, насколько быстродействующими являются индикаторы. Понятно, что некоторые индикаторы на DAT-магнитофонах показывают перегрузку на абсолютно разных уровнях. Иногда разница между перегрузкой по индикатору и реальной перегрузкой при переходе от аппарата к аппарату достигает 6dB и более. Дело в том, что по маркетинговым причинам производители оборудования пытаются найти возможность взаимозаменяемости цифровых и аналоговых аппаратов. Конечно, это облегчит переходный процесс. Но эти две системы сильно отличаются друг от друга, и цифровые записывающие устройства часто не могут работать в аналогово-ориентированных схемах без серьёзной потери своих потенциальных возможностей.

### 7.2.1 Динамический диапазон

Давайте, сравним всё более подробно. На рис.25 сравниваются динамические диапазоны высококачественного микшерного пульта, аналогового и цифрового магнитофона. Микшерный пульт и аналоговый магнитофон имеют чётко отмеченный «нулевой уровень».



**Рисунок 25.** Сравнение динамических диапазонов. Динамические диапазоны устройств размещены несколько произвольно, как подсказывает практика их профессионального использования. В каждом случае верхний порог ограничен уровнем начала недопустимых искажений, а нижний порог - уровнем шумов.

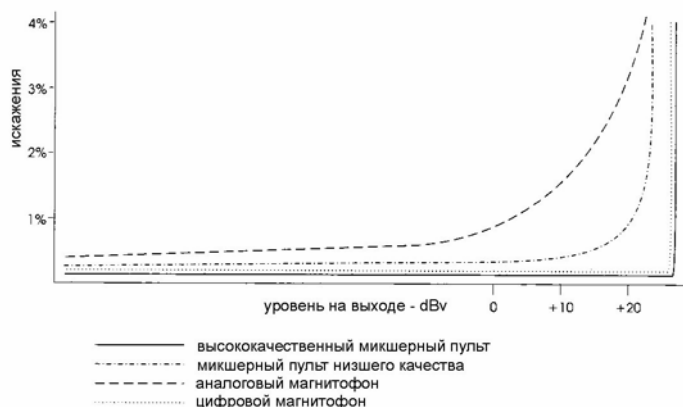
Отметим, что диапазон между уровнем шумов и уровнем перегрузки микшера гораздо больше диапазона между уровнем шумов ленты и контрольным уровнем аналогового магнитофона (уровнем, на котором сжатие динамического диапазона на ленте даёт гармонические искажения более 1%). Он также больше диапазона между уровнем шумов ленты и уровнем сатурации (насыщения) того же аналогового магнитофона (уровнем, с которого начинаются сильные искажения). Это означает, что контрольный уровень пульта можно задавать сравнительно произвольно ввиду того, что его уровень перегрузки превышает даже уровень сатурации аналогового магнитофона, да и минимальный уровень шумов микшера ниже. Добиться этого на практике не трудно, поскольку гораздо легче сделать электронную начинку пульта, обеспечивающую динамический диапазон 120dB, чем выжать из аналогового магнитофона более 90 dB (даже при помощи устройств шумоподавления).

У микшеров средней ценовой группы верхняя половина диапазона (между номинальным уровнем выхода «0» и уровнем перегрузки) может оказаться худшей по качеству, чем их функциональные характеристики до этого уровня. Но поскольку в этом же диапазоне увеличивается насыщение аналоговой ленты, то искажения от её насыщения будут зачастую превышать искажения немного ухушенного выходного сигнала с пульта, что будет маскировать любые недостатки сигналов с выхода пульта на уровне, скажем, +10 или +14 dB относительно номинального «0». Самые дорогие пульты, рассчитанные на работу с номинальным уровнем на выходе +4 dBv (0 VU), имеют способность по перегрузке порядка +24 dBv или даже выше без каких-либо признаков ухудшения звука, чего не скажешь

о многих пультах средней ценовой группы, предназначенных использования в project-студиях. Тем не менее, с аналоговыми магнитофонами они работают довольно хорошо, не создавая проблем по ограничениям благодаря вышеупомянутому маскирующему эффекту.

На рис.25, справа от динамического диапазона микшера, показан динамический диапазон обычного цифрового магнитофона. Снизу он ограничен минимальным уровнем шума, который обеспечивается цифроаналоговыми преобразователями, а по верхнему краю - внезапным началом сильных искажений от перегрузки. Во всех точках этого диапазона качество звука одинаково, хотя на самых низких уровнях могут проявляться шумы квантования. На рис.26 показаны характеристики нарастания искажений в зависимости от уровня для цифровых, аналоговых магнитофонов и микшерных пультов, хотя здесь мы видим два разных пульта: один - из числа самых совершенных, а второй - с более умеренными характеристиками. Здесь продемонстрировано отличное соответствие между аналоговым магнитофоном и обоими микшерными пультами. И это совсем не удивительно. Ведь они разрабатывались бок о бок на протяжении последних 50 лет.

Поскольку в любой точке динамического диапазона качество записи звука на цифровом магнитофоне будет примерно одинаковым, мы будем отталкиваться от уровня шумов, что и будет определять границу динамического диапазона любого записанного сигнала. Поэтому, записывая музыкальные сигналы с пиками чуть-чуть ниже уровня клиппирования, мы сделаем динамический диапазон максимальным и, тем самым, до максимума повысим разрешающую способность низкоуровневых сигналов. Чем дальше мы сможем «увести» низкоуровневые от минимального уровня шума, тем большим будет ощущение открытости, чистоты и динамики музыки. Существуют философские школы, которые определяют неразличимое искажение на пиковых сигналах как максимальный уровень записи. Восприятие уровней клиппирования - очень сложный вопрос. Но если на каких-то уровнях клиппирования мы не слышим искажений, то независимо от того, что это за уровни, они не будут вредно сказываться на музыке. Так могло быть и в описанном мною случае, когда во время записи загорелся индикатор перегрузки, но при воспроизведении никаких искажений слышно не было.



**Рисунок 26.** Сравнение уровней искажений. Из этого графика можно увидеть, что существуют различные характерные формы «колена» при наступлении искажений. Поскольку диапазон от 0 до +20 dB все ещё практикуется на аналоговых магнитофонах (например, при записи гитары с дисторшн-эффектом или некоторых видов перкуссии), использование этого участка в качестве запаса (по динамическому диапазону) в аналоговых пультах имеет смысл. Однако при цифровой записи характеристики начала искажений системы почти идентичны характеристикам хорошего микшерного пульта, поэтому понятие запаса едва ли уместно, если применяется подходящая пиковая индикация.

### 7.3 Коренные причины искажений

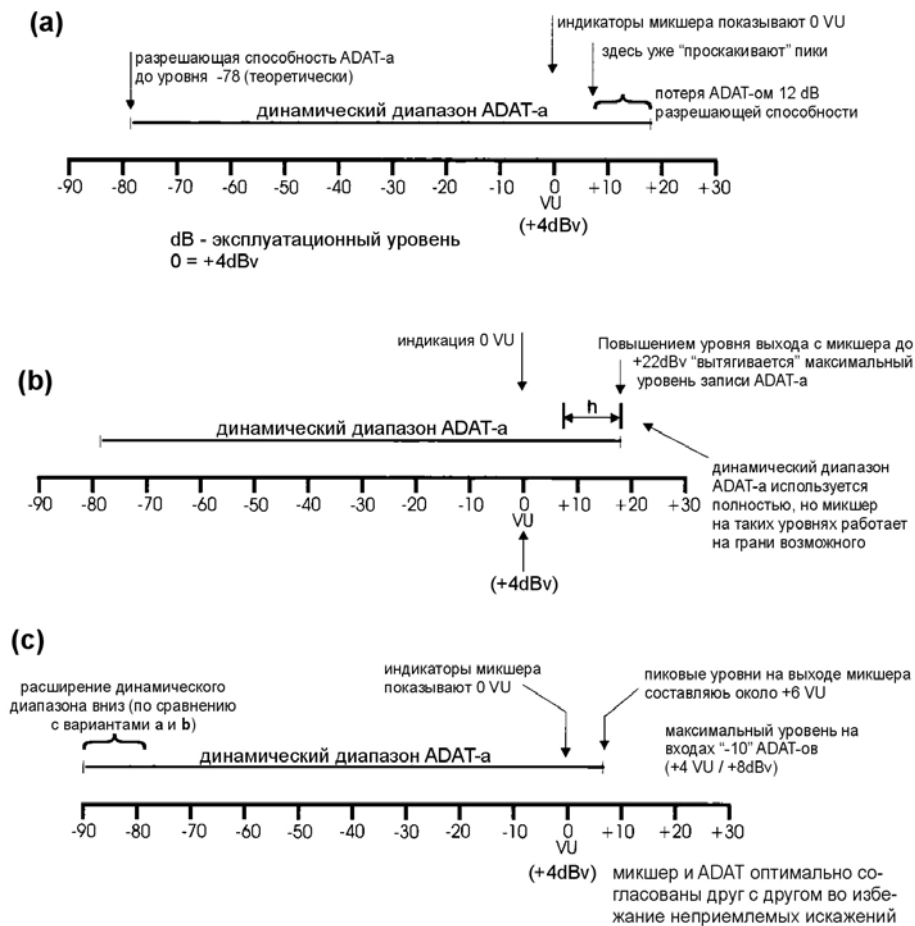
Теперь нам следует рассмотреть, каковы же механизмы искажений в каждой из трёх рассматриваемых нами систем. Микшерный пульт проявит перегрузку довольно быстро тогда, когда величина пика сигнала в любой части системы достигнет величины напряжения на шине источника питания. Система, работающая на  $\pm 5$  вольт постоянного тока, не может выдать на выходе более чем 10 вольт между пиками музыкального сигнала. На практике же сигнал начинает ухудшаться ещё до того, как достигнет этих пределов.

Аналоговый магнитофон записывает как изменяющийся ток сигнала, так и фиксированный ток подмагничивания по верхним частотам, что помогает уйти от гистерезисных проблем на ленте (которая не намагничивается и не размагничивается симметрично). Лента начинает постепенно сжимать динамический диапазон сигнала, когда диапазон относительно линейной записи, обеспечивающейся током подмагничивания, достигнет своих пределов. Если музыкальный сигнал превышает ток

подмагничивания, то эффект смещения теряется, а лента быстро и нелинейно насыщается. Однако постепенно нарастающие искажения на ленте не являются настолько жёсткими, как при неприятном клиппировании большинства электронных систем, потому что значительная часть таких искажений состоит из гармоник чётного порядка, которые могут звучать достаточно музыкально. Этот эффект более похож на эффект компрессии, которая постепенно становится всё жёстче по мере повышения уровня.

В цифровых магнитофонах перегрузку испытывает не лента, а аналогово-цифровые преобразователи. Лента только записывает кодированные числа, причём количество цифр не зависит от уровня музыкального сигнала. Однако, как только преобразователь доходит до «всех единиц», возникает агрессивный звук жёсткого клиппирования. Таким образом, цифровая перегрузка не имеет никакого отношения к уровням сигналов на ленте, а только к проходу чисел через аналогово-цифровые преобразователи. Три вышеописанные механизма перегрузки очень сильно отличаются друг от друга, поэтому не вызывает удивления возникновение проблем при их согласовании.

На рис.27 показано, как происходит согласование микшера средней ценовой группы с цифровым магнитофоном. На графике (а) это показано на примере пульта с VU-индикаторами и сигнала, имеющего пики на 6 dB выше уровня 0 VU. Если с симметричного выхода пульта +4 dBv сигнал поступает на симметричные входы ADAT-а +4 dBv, то пиковые уровни сигнала на ADAT-е будут доходить только до уровня, который на 12 dB ниже уровня клиппирования. Тем самым остаются целых два бита неиспользованного динамического диапазона (уровень клиппирования ADAT-ов соответствует уровню +18VU на выходе микшера; шесть децибел динамического диапазона приравниваются к одному биту разрешающей способности).



**Рисунок 27 (а-с).** Размышления о вариантах согласований.

(а) ADAT с обычным средним по цене микшерным пультом (компромисс по низкоуровневым сигналам).

Такой вариант предполагает использование входов и выходов +4 dBv как на пульте, так и на магнитофоне. При пиках на 6 dB выше 0 VU индикаторы магнитофона будут находиться в 8-10 dB от точки клиппирования. Но нейтральность звука может начать ухудшаться при уровнях, превышающих +6 VU. Поэтому этот пример является оптимальным для микшера, а вот магнитофон теряет 12 dB разрешающей способности.

(б) Такой же, как вариант (а), но заставляющий работать пульт на пределе своих возможностей (компромисс по высокоуровневым сигналам). При таком рабочем режиме динамический диапазон системы ADAT задействован полностью, но уровни сигналов в области 'h' будут находиться за пределами шкалы индикаторов большинства микшерных пультов, делая их ненужными. На многих пультах средней ценовой группы встанет и вопрос звуковой нейтральности, т.к. их электронная схема подвергается «стрессу».

(с) Задействованы входы и выходы пульта '+4' в паре с входами и выходами '-10' ADAT-а - этим достигается максимальное использование динамического диапазона записывающей системы и вполне приличная индикация.

Из графика (b) видно, что случится, если повысит уровни выходных сигналов с пульта так, чтобы ADAT получал пиковый сигнал на уровне своего клиппирования. Пульт тоже очень близок к своей точке перегрузки, и его искажения на этом уровне могут возрасти. Цифровой магнитофон в отличие от аналогового не имеет постепенно нарастающих искажений с приближением уровня клиппирования, поэтому эффект маскировки нарастающих искажений пульта в этом случае не сработает. Если искажения пульта в этом диапазоне существуют, они будут слышимыми. Более того, при таком типе подключения индикаторы микшера будут «в постоянном зашкале», и толку с них не будет никакого. Точно так же, когда записанный сигнал с выхода магнитофона будет возвращаться в пульт, его индикаторы опять будут «завалены до упора», а входные цепи микшера при получении сигнала на уровне +22 dBv могут, в зависимости от конструкции, испытывать такой же стресс, как и выходные каскады.

### 7.3.1 Как обойти искажения, создаваемые пультом

Есть два простых решения этой проблемы. Первое состоит в использовании на *ADAT*-е входов и выходов -10 dBv совместно с входами и выходами микшерного пульта +4 dBv. На графике (с) рисунка 27 показано, что при таком решении сигнал 0 VU с выхода микшера +4 dBv подаётся на вход магнитофона, превышая на 14 dB его номинальный уровень (разница значениями -10 и +4). А поскольку номинальный уровень магнитофона на 18 dB ниже уровня клиппирования, то при подаче с микшера сигнала на 14 dB выше номинального (как в нашем случае) уровень по входу в *ADAT* будет по-прежнему ниже на 4 dB уровня клиппирования *ADAT*-а. Это почти идеально, так как создаёт реалистичный 4-6 dB-ый запас для музыкальных пиков, проскакивающих выше уровня 0 VU на индикаторах микшерного пульта. Большую осторожность нужно проявлять, если микшер имеет только традиционные VU-индикаторы. В этом случае лучше полагаться на индикаторы магнитофона.

Единственный недостаток такого решения в том, что оно означает использование низкоуровневых несимметричных входов и выходов магнитофонов. Если магнитофоны располагаются на удалении (например, в аппаратной комнате), то эта система будет более подверженной влиянию коммутационных шумов. Но если явной проблемы с шумами не существует или магнитофоны установлены возле микшера, проблем с использованием несимметричных входов быть не должно.

Вообще-то для некоторых магнитофонов остаётся спорным вопрос, какие входы и выходы - несимметричные или симметричные - являются наиболее нейтральными по звуку. Помните, что многие модульные 8-дорожечные аппараты созданы в расчёте на низкую цену, а настоящие высокоуровневые сбалансированные входы, обеспечивающие большую чистоту звука – удовольствие не из дешёвых. Поэтому, если Вас не беспокоят шумы коммутации, несимметричные подключения могут оказаться предпочтительнее компромиссных (именно компромиссных – А.К.) симметричных подключений. Хотя этот вопрос может быть целиком решен и с помощью правильного выбора длины кабеля. В каждом отдельном случае решение по этой проблеме будет индивидуальным.

## 7.4 Оптимальное решение

Конечно, всего этого можно избежать с помощью второго варианта. Если попросту снабдить цифровые магнитофоны регуляторами уровня на входе и выходе, их можно сделать оптимально совместимыми с их аналоговыми собратьями и с микшерными пультами. В самом деле, это настолько фундаментальное требование, что без его решения никак нельзя найти оптимальный способ согласования всех этих устройств. Поэтому я опять должен подвергнуть сомнению заявления о каком-либо профессиональном статусе цифровых магнитофонов. Конечно, отчасти эта проблема по-прежнему коренится в дилемме, связанной с индикацией. Поэтому давайте посмотрим на те индикаторы, которые употребляются в настоящее время, а также на то, как они появились.

## 7.5 Индикация

Появление стандартного VU-индикатора относится к 1939 году, а «VU» означает «*Volume Units*» (единицы уровня). Действительно, это устройство является прибором индикации уровня, но в наши дни его так называют редко. Он предназначался для слежения за уровнем сигналов в телекоммуникационных линиях. VU-индикаторы специально рассчитаны на то, чтобы реагировать на средний уровень звука теле-радио передачи. Баллистически они «амортизируются» так, что перегрузочные уровни на пиках сигналов достаточно хорошо соотносятся с тем, что мы слышим. VU-индикаторы не могут правильно реагировать на быстрые пиковые уровни, поэтому они нечасто используются там, где важно отслеживать абсолютные пиковые уровни, например, на радиопередатчиках или на оборудовании для изготовления виниловых дисков. В обоих этих случаях прохождение незамеченных пиков может привести к очень дорогостоящему ремонту оборудования. Тем не менее, VU-индикаторы достаточно хорошо показывают характеристики насыщения аналоговой ленты, а инженеры звукозаписи вскоре научились соотносить показания этих индикаторов с типом записываемой музыки и использовать их показания так, как подсказывает им опыт.

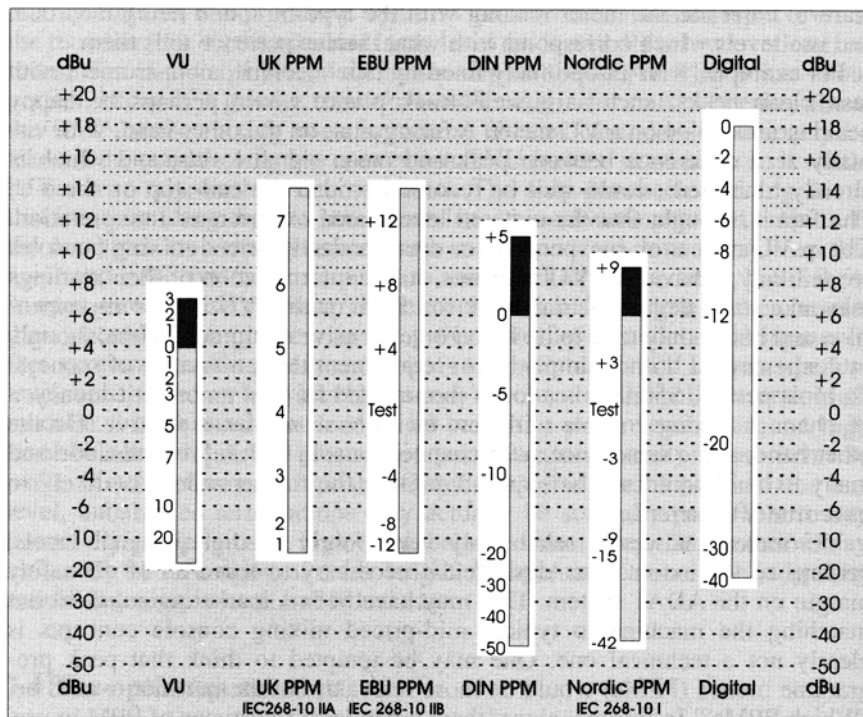
Например, при оптимально отстроенном магнитофоне для чистой записи инструмента с частыми пиками (например, громкое фортепиано) возможно хватит показаний VU-индикатора в пределах -4. С другой стороны, звук гитары с дисторшн-эффектом практически не имеет разницы между пиковым уровнем и средним уровнем сигнала, а сами «искажения» вполне могли бы записываться и при зашкаленных VU-индикаторах.

Показываемые VU-индикатором значения требуют истолкования со стороны специалиста. Дешёвые VU-индикаторы на недорогих микшерных пультах едва ли обладают правдоподобной VU-баллистикой, поэтому для толкования их показаний может понадобиться кое-какой опыт проб и ошибок. Высококачественные VU-индикаторы весьма дороги и поэтому, как правило, устанавливаются только на дорогом оборудовании. Кстати, под словом «дорогое» я не просто подразумеваю «оборудование, которое стоит много денег». Для большинства людей \$50.000 – это большие деньги, и 16-канальный микшерный пульт с несколькими функциями за эту сумму является действительно дорогим. С другой стороны, 96-канальный пульт с полным эквалайзером и многими наворотами за ту же сумму – дорогим не будет. Однако именно у первого пульта скорее всего будут правдоподобные VU-индикаторы.

VU-индикаторы очень плохо показывают уровни цифровых сигналов. «Неправдоподобность»

бывает настолько большой, что фирма *Alesis* посчитала необходимым оставить на системе *ADAT* 18-децибелный «запас прочности». Возможно, это решение было продиктовано рынком. Но проблема согласования такого аппарата с обычным средним по цене микшером уж точно не является технической.

Может быть, кто-то считает, что более подходящими для этого являются пиковые программные индикаторы? Тогда вопрос ставится так: «А какие именно?» Только в Европе используются по меньшей мере четыре типа пиковых программных индикаторов (далее - ППИ): Европейский Радиовещательный Союз, Германский Институт Стандартов *DIN*, Нордическая Радиовещательные Организация и Великобритания (*BBC*) – все они имеют собственное мнение о том, каким должен быть ППИ. Более того, в США даже некоторые отдельные радиовещательные компании имеют свои собственные стандарты ППИ, действующие в рамках предприятия. Кроме различных стандартов ППИ, есть ещё и различия по шкале, как показано на рис.28.



**Рисунок 28.** Некоторые общепотребительные, но сильно отличающиеся друг от друга шкалы индикаторов. Та нижняя часть шкалы, которая отображает низкоуровневые сигналы, является нелинейной, поэтому деление на шкалах может быть не таким, как показано. Числовые значения на этих шкалах показывают общие интервалы, а не точную индикацию, определяемую соответствующими стандартами (по Питеру М. Харрисону)

В ответ на эту путаницу и только для того, чтобы подлить масла в огонь, многие производители цифрового аудио оборудования ввели свои собственные стандарты индикации. На этот счёт в настоящее время нет никакого общепринятого консенсуса. Проблема отягощается ещё и тем, что между уровнями аудио сигналов и уровнями цифровых сигналов не существует простого соотношения. Для "уровней" цифровых сигналов главным образом важно только то, сколько бит остаётся исключительно для динамического диапазона музыкального сигнала. Несколько организаций посчитали необходимым так откалибровать аналогово-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи, чтобы 0 dBFS (0 dB, «полная» шкала и т.д., т.е. когда в цифровом коде остаются только единицы) соответствовал уровню +18 dBv. Но всё это – только ради совместимости с аналоговыми системами. Это снова очевидный компромисс, поскольку он не учитывает весь потенциал цифровых магнитофонов. Это ещё одна нелепость.

Похоже, что единственное реальное решение проблемы индикации заключается в использовании для микшерного пульта отдельного индикационного устройства, выполненного специально для цифровых магнитофонов (это в том случае, если нет возможности сидя у пульта свободно наблюдать индикаторы магнитофонов). Для работы с этим индикатором тоже потребуется опыт проб и ошибок, чтобы приобрести понимание хотя бы того, как себя могут вести разные по типу сигналы. Например, не рекомендуется записывать скрипку на уровнях, при которых загорается индикация клиппирования, хотя при записи перкуссии это может и не быть проблемой, так как ухо не успевает распознать кратковременные искажения.

Индикация - это всего лишь справочная информация о том, что происходит в сигнальной цепи. На сегодняшний день нет никакой альтернативы опыту интерпретирования показаний приборов, если поставлена цель постоянно добиваться оптимальных уровней записи, и об этом нужно помнить независимо от того, какого типа системой записи Вы пользуетесь.

## 7.6 Цифровая индикация как она есть

Многие из рассмотренных нами проблем индикации касались аспектов согласования различных систем. При этом создаётся впечатление, что если пользоваться одинаковыми системами индикации либо на полностью аналоговых, либо на полностью цифровых системах записи, то и показания индикаторов будут совершенно одинаковыми. Другими словами, если мы проследим уровень сигнала на цифровом микшерном пульте, а затем подключим его «по цифре» к цифровому записывающему устройству, будь то жёсткий диск, CD-рекордер, магнитофон или что угодно, у нас не будет разночтений. Действительно, можно утверждать, что между такими устройствами существует достаточно хорошая корреляция, но всё-таки время от времени мы можем наблюдать некоторые разночтения.

Очевидно, что для прохождения сигнала между цифровыми устройствами нет никакой нужды учитывать запас по динамическому диапазону, который должен обеспечиваться при сопряжении с аналоговыми системами записи. Нет никакого риска постепенного ухудшения сигнала по мере нарастания уровней; нет никаких проблем с насыщением, которые требуют внимания. Ввиду всего этого, поскольку бит есть бит в любой цифровой системе, не должно бы быть никаких проблем, чтобы сделать индикаторы, которые бы читались в любом заданном стандарте.

Однако в разделе 7.2 уже говорилось, что на индикаторах двух DAT-магнитофонов разных производителей один и тот же сигнал показывал разные уровни. Следует помнить, что цифровые индикаторы "уровня" не измеряют на самом деле уровень звука, а показывают частоту и уровни выборки сигналов «в цифре». На частотах ниже примерно 1 kHz существует достаточное соответствие действительному уровню музыкального сигнала, но на высоких частотах, особенно при наличии синусоид, могут возникать самые разные нонсенсы. Хотя не так уж часто в музыке используются синусоиды 12kHz по всему диапазону, такие сигналы могут спровоцировать очень странные показания у некоторых цифровых систем индикации. Иногда случаются странные ситуации, когда некоторые сигналы вне зависимости от уровня записи никогда не вызывают клиппирования. Это - результат разных мнений производителей в вопросах рассмотрения большинства музыкальных сигналов. Их различные мнения, в плане того, откуда в точности начинается субъективное восприятие перегрузок, приводят к различным подходам к индикации.

Разница во мнениях существует не только в вопросах инерционности человеческого глаза, но и в отношении того, до какой степени следует соблюдать индикационную совместимость в пределах ассортиментного ряда оборудования, выпускаемого одним и тем же производителем. Например, одна очень известная фирма-производитель разработала систему индикации для одного из своих микшерных пультов, которая показывала отличное соответствие между реальными цифровыми "уровнями", музыкой и человеческим восприятием такой индикации. Однако показания этих индикаторов заметным образом отличались от показаний индикаторов, установленных на магнитофонах той же фирмы. И хотя эти новые индикаторы и были почти во всех отношениях более точными, их выбросили в утиль, а пульты снова стали оборудовать худшими индикаторами, соответствующими индикаторам на магнитофонах. Это было чисто маркетинговое решение во избежание неудобных вопросов со стороны пользователей. В силу того, что это были абсолютно профессиональные и очень дорогие элементы оборудования, я думаю, что такое решение не делает чести этой фирме, но, увы, на сегодняшний день сложился именно такой климат.

При такой ситуации даже на самом профессиональном уровне едва ли можно кого-нибудь удивить тем, что неопределённости на полупрофессиональном уровне ещё больше. Ирония в том, что именно полупрофессиональное оборудование оказывается в руках менее опытных операторов, которые действительно нуждаются в наиболее точной индикации, поскольку возможностей у них для наиболее удачной интерпретации показаний приборов, как правило, намного меньше. Поэтому даже в полностью цифровых системах нет никакой гарантии того, что достаточно будет лишь сверяться с показаниями индикаторов только на одном устройстве. Различные устройства могут показывать точку перегрузки с разницей до 4 dB, а такие точки перегрузки могут также зависть и от уровня сигнала. С опытом пользователи могут наловчиться пользоваться индикацией, узнать, какой индикатор является наиболее чувствительным или наиболее хорошо показывает начало воспринимаемых искажений. С приобретением такого опыта, возможно, станет ясно, что нужно обращать внимание лишь на один блок индикаторов по всей цепи.

Цифровая индикация ни в коей мере не является настолько абсолютной, насколько ей следовало бы быть в идеальном мире... или по-настоящему профессиональном мире, если уж на то пошло.

## **Глава 8 Мастеринг.**

Как правило, project-студии размещаются в плохо приспособленных помещениях и используют широкую гамму мониторов. Из-за того, что при проектировании таких студий акустические принципы обычно не соблюдаются, а специалисты – не привлекаются, условия мониторинга между разными контрольными комнатами очень отличаются. Такая изменчивость, но в несколько меньшей степени, существует и при переходе между элитными студиями.

Поэтому на каком-то этапе возникает потребность пропустить записи через руки людей, которые достаточно объективны в отношении того, что они слышат. Эти люди – мастеринг-инженеры. Они полезны не только как последнее звено контроля качества перед тиражированием записи, но и тем, что являются носителями ценного опыта, позволяющего «подогнать» записи из самых разных источников к неким стандартам тонального баланса.

Многое из вошедшего в эту главу было просто попыткой выяснить, существует ли какой-то общий консенсус среди мастеринг-инженеров в отношении предпочтений мониторинговых систем. Хотелось узнать, какую всё-таки модель мониторов предпочитают наилучшие мастеринговые студии для производства весьма достойных продуктов. На этом сделан особый упор в заявлении Джорджа Массенбурга, которое процитировано в 5-й главе, в том смысле, что мониторы или работают на конкретного человека или не работают вообще.

Я полагаю, что нечто подобное можно сказать и о теннисных ракетках. Не все чемпионы-теннисисты играют "наилучшей" ракеткой. Каждый из них пользуется той, которая помогает ему добиться наилучших результатов. Хотя в итоге всё сводится к навыкам и опыту игроков, а выбор ракетки состоит в том, чтобы выбрать ту, которая в наибольшей степени подходит под стиль игры конкретного спортсмена. Но на чемпионском уровне самой собой разумеется, что все ракетки должны быть высокого качества. В этом примере приводятся очень близкие параллели с мастеринг-инженерами и их выбором мониторинговых систем, хотя, как и в случае с теннисистами, именно мастерство пользующегося оборудованием человека является определяющим фактором для достижения хороших результатов.

Может показаться: а почему бы не сделать мастеринг на той же студии, где и производилась запись, особенно если там есть хорошие условия мониторинга и необходимое оборудование? Эта глава прояснит, почему даже самые опытные инженеры и продюсеры предпочитают передавать свои записи в руки надёжных и опытных мастеринг-инженеров, даже если впоследствии в их записях никаких изменений не произошло. На то есть психологические, технические и творческие причины. Поэтому давайте сначала рассмотрим, как шло профессиональное развитие мастеринга и послушаем мудрые мысли знающих людей.

### **8.1 Развитие профессии**

Мастеринг является последним звеном в цепи оценки качества записанной музыки перед отправкой в тираж. Раньше такая окончательная оценка давалась инженерами грамзаписи (*disc-cutting engineers*), часто совместно с инженерами звукозаписи и/или продюсерами, выполнявшими сведение. Нарезка диска имела больше ограничений, чем запись на ленту, причём самым важным ограничительным фактором было то, что можно «снять с диска». Именно поэтому было совершенно бессмысленно сводить запись, не представляя её звучания на "среднем проигрывателе", когда она в виде конечного продукта попадёт в магазины. Пластинки, на которых игла "прыгает", могли привести фирмы звукозаписи к громадным издержкам из-за возврата дисков и из-за негативного влияния на репутацию исполнителя. Инженеры грамзаписи знали, насколько далеко мог «уходить» продюсер в плане общего уровня, стерео эффектов, подъёма низких и высоких частот и ряда других ограничительных факторов до того, когда могут появиться проблемы. Инженеры звукозаписи, продюсеры и инженеры грамзаписи часто образовывали очень тесные рабочие сообщества, а из коллективов, которым удавалось добиться наилучших обоюдосогласованных компромиссов, обычно возникали компании.

С появлением кассет добавился ещё один ряд ограничений из-за ограничительных факторов процесса ускоренного копирования. Но обычно то, что хорошо воспроизводилось на проигрывателе среднего качества, так же хорошо записывалось и на кассету.

Однако с недавних пор преобладающим носителем стал компакт-диск, возможности воспроизведения которого по качеству почти не уступают студийным. Тем самым бремя ограничений по чувствительности переместилось на бытовую акустику и усилители.

#### **8.1.1 Недостатки винила**

При нарезке грампластинок основными проблемами всегда были высокие уровни низких частот и несовпадающие по фазе сигналы. Если низкочастотный сигнал (например, бас-бочку и бас-гитару) спанорамировать в центр микса, это приведёт к поперечному перемещению режущей головки рекордера. Чем больше низких частот, тем дальше должны быть разнесены соседние канавки записи, т.к. большое количество низких частот приводит к повышенному «вилянию» дорожек. Если их не разнести на достаточное расстояние друг от друга, появится риск «столкновения» соседних канавок. А так как



суммарное время звучания диска зависит от количества «канавок на дюйм», то высокие уровни низких частот и определяют общее время звучания диска. Чтобы получить около 20 минут звучания на одной стороне 12-дюймового диска, приходилось снижать общий уровень, чтобы в каждый дюйм поместилось большее число дорожек. С другой стороны, уровень сигнала был ограничен поверхностным шумом, который мог погубить слабые сигналы.

Так как диск вращается с постоянной скоростью (33 1/3 оборотов в минуту), линейная скорость иглы по отношению к поверхности диска постепенно снижается по мере приближения к центру диска. На каком-то расстоянии от лейбла пластинки (а если точнее, перед точкой срабатывания системы автостопа большинства проигрывателей) канавки с музыкальным сигналом уже не нарезаются. Но иногда, в зависимости от требуемой точности музыкального сигнала в конце пластинки, необходимо остановиться достаточно далеко от лейбла или точки срабатывания автостопа, так как из-за постепенного снижения линейной скорости иглы нельзя обеспечить воспроизведение какой-то особенности звукового сигнала.

Я часто сожалею, что виниловый диск не был стандартизован для нарезки канавки от центра наружу (т.е. наоборот), т.к. это лучше бы подходило для многих музыкальных произведений с тихим началом и грохотом в конце. Вообще-то диски с началом от центра всё-таки применялись для записи радиопередач вплоть до послевоенных лет, но возобладала всё же другая система. После нефтяного кризиса 1973 года первичный винил сильно подорожал, поэтому в больших объёмах начали использовать вторичное виниловое сырьё. Примерно в то же время прессы с ручной загрузкой начали заменять более быстрой технологией литья под давлением. Вместо равномерно распределяемой на матрицах крошки из первичного винила и нагреваемых паром прессов, на которых диск получался однородным, начали закачивать вторичное виниловое сырьё через центр уже закрытых прессов. Шлак и окалина скапливались впереди растекающегося винила, поэтому по краю диска (в районе входной канавки) винил получался наиболее загрязнённым. Из-за этого в канавках, которые находятся у края диска, и в которых более высокая линейная скорость иглы позволяет более эффективно обеспечивать высокоуровневые импульсы, сигналы, записанные с высоким уровнем, могут подавить поверхностный шум, возникающий из-за низкого качества винила, т.е. внешние дорожки намного лучше воспроизводят громкие сигналы. Запись более тихого начала музыкальных композиций или менее критичного музыкального сигнала лучше бы получилась поближе к центру пластинки, где отношение сигнал/шум намного лучше, учитывая пониженную скорость движения иглы по звуковой дорожке. Как бы то ни было, но запись на дисках идет снаружи вовнутрь, поэтому инженерам грамзаписи пришлось очень скрупулёзно разбираться в возможных ограничениях и выполнять нарезку дисков с большой долей осторожности и компромисса.

Высокий уровень не совпадающих по фазе сигналов, особенно низкочастотных и резко спанорамированных в одну сторону микса, приводит к большой амплитуде вертикального хода режущей головки рекордера. Максимальная глубина прорезания должна быть настроена так, чтобы, с одной стороны, записывающий резец не сломался, ударившись об алюминиевую основу матрицы пластинки, а с другой стороны, чтобы верхний предел не приходился на уровень, на котором звуковая дорожка уже перестаёт существовать (когда резец уже не соприкасается с ацетатной поверхностью). Но и это не всё. Так как головки звукоснимателей имеют иглу (со своей массой и инерционностью), нельзя позволить резкого вертикального подъёма в дорожке, т.к. игла может взлететь в воздух и продолжать двигаться по своей собственной траектории, выйдя из-под контроля дорожки. Снимать переходные импульсные сигналы очень высокого уровня могут только самые совершенные головки звукоснимателей. Из-за этих ограничений компромисс с бытовой техникой означал, что меломанам, слушающим хорошо продаваемый диск, придётся смириться с утраченным в некоторой степени потенциальным качеством.

В вышеизложенных абзацах я только коснулся некоторых проблем, с которыми приходилось сталкиваться инженерам грамзаписи. Чтобы добиться наилучшего общего компромиссного варианта для идущего в продажу диска, нужно было учитывать огромное количество факторов. Да, инженеры механической записи были в значительной степени формалистами. Но им приходилось ими быть! Они были настолько зажаты физическими ограничениями, что у них не оставалось места для творческих изысков, так часто обнаруживаемых в работах инженеров звукозаписи и продюсеров. Работа инженеров грамзаписи всегда проходила на грани риска, что магазины и заводы грамзаписи вернут назад им их работу. Поэтому они никогда не допускали таких «творческих» выходов, как персонал студий звукозаписи. Более того, резцы всегда были настолько же тонкими, насколько и дорогими. В те дни «вылетевший» резец по стоимости равнялся трём-четырёх месячным зарплатам инженера грамзаписи. Поэтому к работе на станках допускались только хорошо обученные профессионалы. А это автоматически гарантировало контроль качества на последнем этапе «парочкой весьма опытных ушей».

При работе с компакт-дисками подобных ограничений не существует, поэтому мастер-лента может записываться без каких-либо компромиссов перед конечным носителем. Однако исчезновение диктуемых винилом ограничений привело к некоей вседозволенности. Появилась возможность отправлять студийные ленты напрямую на заводы грамзаписи, что, в свою очередь, привело к всеобщему невежеству в отношении многих потенциальных проблем. Помните, что когда винил выступал с качестве ограничительного фактора, он тем самым защищал слабость бытовой аппаратуры. А исчезновение ограничений привело к выплескиванию на прилавки некачественной продукции. Дисциплина, навязываемая винилом, стала хорошим учителем для специалистов звукозаписи предыдущих поколений.

### 8.1.2 Жизнь после винила

Во времена винила взаимопроникновение каналов было около 30dBs, поэтому звук круто отпанорамированной влево на мастер-ленте гитары «просачивался» в правый канал где-то при 30 dB. У аналоговой магнитной ленты разделение каналов находится на уровне порядка 60-80 dBs, поэтому при таком панорамировании «просачивание» в правый канал будет на уровне не выше шума ленты. У цифровых носителей разделение между каналами абсолютно полное.

При прослушивании через громкоговорители Вы возможно и не заметите радикальных изменений в звуке, но в наушниках жёстко спанорамированные сигналы звучат бедно, звук теряет «мясо». Просачивание звука в грампластинках обеспечивало достаточный перекрёстный сигнал, который делал звучание (например, той же гитары) полновесным. Следовательно, жёсткое панорамирование инструментов, которое возможно в наши дни, выглядит неразумным, поскольку такой баланс окажется неприемлемым для наушников. Перекрёстный сигнал в небольшом количестве не повлияет на восприятие через громкоговорители, но обеспечит полновесность правого и левого каналов при прослушивании через наушники. Это понятно опытным мастеринг-инженерам, но в студиях сейчас об этом редко задумываются.

Одновременно с уходом винила в небытие возникла масса процессоров эффектов. Многие из них используют фазовые эффекты и разнообразные задержки, которые могут создавать противофазный элемент в общем миксе, особенно если это стереоэффекты. Я считаю, что всё вышеизложенное объясняет, почему многие современные записи звучат неестественно жёстко. Во времена винила это исправлялось ещё до стадии механической записи, но сейчас такие ограничения редко «срабатывают». Во избежание всеобщего хаоса должен хоть кто-то следить за такими вещами, и в наши дни - это работа мастеринг-инженеров.

### 8.1.3 Пришествие мастеринг-инженеров

Многие из нынешних мастеринг-инженеров ранее были или являются сейчас (при необходимости) инженерами грамзаписи. Они обучались тем дисциплинам, которые позволяют добиться наилучших характеристик от любого носителя, для которого они выполняют мастеринг, или же наилучшего компромисса, если речь идет о многоформатных выпусках. В годы винила продукция пропусклась через уши этих людей в обязательном порядке, поскольку немногие инженеры звукозаписи за последние 25 лет были способны "нарезать" диски самостоятельно. Более "отстранённая" и возможно более объективная оценка со стороны этих людей была ещё одной вполне обоснованной проверкой, гарантирующей качество. Они слушали как бы ушами покупателей пластинок, не зная об экспериментаторских находках в процессе записи; в то же время они могли предложить дельный совет как специалисты.

Я хорошо помню, как мне приходилось делать по пять-шесть сведений, каждый раз внося всё более тонкие коррективы, пока не получался окончательно приемлемый микс. На коробке из-под плёнок я отмечал моменты, которые делали предыдущие миксы непригодными: "Пиано приглушено на 1 dB сильнее, чем следует", "Гитара затухает слишком медленно" и т.д. Спустя полгода я слушал все миксы, не отдавая предпочтения ни одному из них. Но тогда, находясь в напряжении процесса сведения, будучи заикленным на мелочах, я был убеждён, что первые миксы были непригодными. Как видите, более нейтральное мнение о своей работе у меня сложилось только спустя полгода. То же самое пользующийся Вашим доверием мастеринг-инженер может сделать немедленно.

С точки зрения техники, в настоящее время, когда многие студии звукозаписи имеют всё необходимое редактирующее оборудование для того, чтобы выпустить законченную цифровую (или аналоговую) мастер-запись, нет абсолютной нужды в услугах мастеринг-инженера. Однако существует сильная диспропорция мониторных условий, изменяющихся от студии к студии. Ещё хуже – засилье самоучек в индустрии звукозаписи. Поэтому мне удивительно, что, ставя один за другим компакт-диски на своей hi-fi системе, приходится бесконечно подстраивать регуляторы тембра, чтобы добиться относительного баланса между нижними и верхними частотами. Конечно, тональный баланс, который слышен на многих CD – это совсем не то, чего добивались сводившие их люди, т.к. отклонения на них настолько велики, что в это просто трудно поверить.

## 8.2 Разные пути к одинаковому результату

Мастеринг-инженеры изо дня в день прослушивают очень широкий ассортимент продукции, поэтому у них есть чутьё на «нормальный» баланс. Они могут быстро предупредить продюсеров, музыкантов и инженеров звукозаписи о любой «ненормальности» в выполняемых записях. Рассматриваться может спектральный баланс, непривычная жёсткость, проблемы совместимости наушников, уровни компрессии и ещё что угодно. Необходимо попытаться исправить все проблемы до того, как они перекочат на заводы грамзаписи или в магазины. Мастеринг-инженеры могут быть неким островком надёжности в океане хаоса. Однако так же, как нельзя слушать чужими ушами, так и нельзя диктовать, какие мониторные системы лучше всего подходят. Их опыт в принятии решений по оборудованию, которое хорошо работает *для них* – вот та комбинация, на которую будут полагаться их клиенты. Они могут использовать мониторы, которые для некоторых людей могут звучать чересчур ярко или наоборот, могут использовать и системы с более мягким звучанием. Здесь важна не абсолютная работа мониторов, а то, насколько они информативны для каждого мастеринг-инженера. Уместно

заметить, что мониторы, которые они используют в работе, звучат, как правило, совсем по-другому, чем колонки, которые они же используют для собственного удовольствия дома.

По ходу работы с записью требования к мониторным системам в плане потенциальной нагрузочной способности постепенно снижаются: сначала запись с использованием больших мониторов, затем сведение, мастеринг и, наконец, до бытового уровня. Это не абсолютное правило, поскольку иногда относительно небольшие мониторы или даже большие системы мониторов используются на протяжении всего процесса. Но общая тенденция именно такова.

Мастеринг - это последний шанс «выловить» какие-либо проблемы до того, как запись уйдет в продажу. Это как бы связующее звено между процессом записи, со всеми его художественными находками, с одной стороны, и покупателями пластинок, с другой. Покупатели просто хотят наслаждаться музыкой, ничего не зная обо всех "важных" вопросах или вопросах "жизни и смерти", которые иногда в студиях звукозаписи выходят за рамки всякого смысла.

Лично я люблю делать мастеринг на двух мониторных системах, одна из которых отличается очень высокой степенью нейтральности звука, а другая по своим характеристикам приближается к обычной бытовой аппаратуре. Первой системой я пользуюсь, чтобы "выслушать" дефекты. Прозрачность, открытость, передача нюансов для меня важнее, нежели абсолютное единообразие амплитудно-частотных характеристик. Переключение на бытовую систему помогает мне судить об общем балансе инструментов. Из-за разницы в диапазонах амплитудно-частотных характеристик бытовых систем вместе с широкими различиями в мнениях продюсеров, инженеров и музыкантов в отношении того, какой баланс частот является оптимальным, точный баланс, которому я отдаю предпочтение, чаще всего основывается на его соответствии для данного типа музыки.

Если бы я слушал миксы, сведённые для подготовленных слушателей, или классическую музыку, то доверял бы своим ушам лишь в случае использования «правильной» мониторной системы. При записи музыки для более широкой публики свои условия уже диктуют коммерческие реалии. Попытки скомпенсировать тональный баланс в музыке такого типа могут оказаться неразумными, даже если уровень низких частот кажется неестественно завышенным, как например, в танцевальной музыке.

Однако, довольно уже о моих личных взглядах. Я ведь не мастеринг-инженер. Тем не менее, всё сказанное основывается на моём более чем 30-летнем опыте работы в сфере звукозаписи и работе с самыми лучшими мастеринг-инженерами Великобритании, Европы и США. Но даже сейчас у меня есть золотое правило: никогда ничего не делать одному. Перед отправкой материала в тираж я всегда пропускаю его через ещё одну "пару ушей", которым я доверяю. Давайте рассмотрим мнения двух ведущих мастеринг-инженеров.

После окончания сведения записанного мной живого классического фортепианного концерта, я передал мастер-ленты в руки Майка Брауна на студии "CTS" в Лондоне, что дало мне прекрасную возможность обсудить с ним его взгляды, поэтому давайте послушаем его.

*МБ: Механическая запись диска всегда считалась архиважным этапом; так было в ту эпоху, когда механическим носителем был винил, имеющий свои особые свойства. Мастеринг дисков оставался привилегией немногочисленных инженеров-специалистов и студий. Даже с приходом «цифры» такая ситуация должна бы сохраняться - ан нет! Любой может скопировать ленту, отредактировать её в окончательном варианте и отправить на завод грамзаписи. Завод просто "клонировать" её в нужном формате для гласс-мастеринга, и всё - ваш CD готов!*

*Конечно, кого-то такие компакт-диски вполне устроят, но большое количество слушателей разочаруются, часто даже не зная по какой причине. Я считаю, что нельзя винить заводы за то, что они принимают "сырые" DAT-ы, но думаю, что для индустрии в целом - это плохо. Одно из главных предназначений мастеринг-инженеров – гарантировать производителям CD, что получаемая ими фонограмма обеспечит качество конечного продукта. Производители CD редко проверяют поступающие мастер-ленты на наличие звуковых ошибок, а поэтому и записанная пауза между треками может, например, вполне проявиться при штамповке как часть неточно перенесённого массива цифровых данных. Соблазн обойти мастеринговые студии (обычно возникающий по финансовым причинам - Ф.Н.) оставляет неудовлетворёнными многих покупателей. Это приводит к тому, что действительно "хай-эндовские" мастеринговые студии вынуждены значительно снижать расценки, чтобы сохранить хоть какую-то надежду на получение работы, что в свою очередь, ограничивает их аппаратные возможности. Можно смотреть на "обход" студий мастеринга как на экономию средств, но конечный продукт от этого очень и очень страдает.*

*Итак, что же представляет из себя хорошая мастеринг-студия? В чём её преимущества, и как узнать, что Вы получите за свои деньги? Ответы на эти вопросы очевидны, но не для нового поколения владельцев домашних студий. Возможный ответ на первый вопрос: хорошая мастеринг-студия – та, которая даёт возможность получить на окончательной фонограмме то, что вы хотите, вне зависимости от того, что было на мастер-ленте.*

*При мастеринге для CD возможны два варианта. Первый - это прямая перенос данных с преобразованием формата, хотя такой перенос редко бывает абсолютно прямым. Во втором случае мастеринг-инженер может дать совет пересвести фонограмму, заняться снижением ранее неслышанных шумов или других недостатков. Разумеется, он отвечает за то, как всё это будет звучать, особенно в сравнении с общепринятыми «нормальными» балансами.*

Перед работой мастеринг-инженеры задают себе два важных вопроса: "Есть ли в фонограмме ошибки?" и "Если да, то могу ли я это исправить?" Чтобы ответить на эти вопросы, необходимо иметь максимально "точный" мониторинг. Конечно, в идеале вся эквалазация и компрессия должны выполняться на стадии непосредственно записи или сведения. Но мир не идеален, поэтому существует пять основных причин, вследствие которых может понадобиться изменять звучание на этапе мастеринга.

1. В комнате сведения были "обманчивые" мониторы ("Когда мы свели эту вещь, она звучала превосходно!")

2. Что-то не то с техникой. Тут стоит заметить, что некоторые популярные системы записи и редактирования на жёстком диске вовсе не так точны в передаче звука, как это заявляется, особенно в ранних версиях программного обеспечения. Ещё хуже, когда избегают затрат на мастеринг и используют дешёвые мониторы, которые не позволяют выявить ухудшение сигнала, вызванное такой же дешёвой рабочей станцией!

3. По какой-то причине микс получился «не тем». Причина может быть в том, что изложено в п.1, или в том, что звукоинженеры устали, торопились, применяли случайное оборудование и т.п.

4. Микс не может быть механически записан на виниле в том виде, в каком он есть. Например, хай-хэт звучит слишком звонко на относительно высоком уровне и спанорамирован жёстко вправо (из-за чего может сломаться очень дорогостоящая режущая головка! - Ф.Н.)

5. У инженера и продюсера... как бы это сказать по-дипломатичнее ... возможно, отсутствует необходимый опыт, чтобы записать мастер-ленту профессионального качества. Увы, эта причина сейчас преобладает.

В первых двух случаях иногда можно эквалайзером восстановить звучание без особых компромиссов до того уровня, что будет казаться, что так и надо. Однако часто плохой мониторинг вводит в заблуждение инженеров, из-за чего нарушается баланс бас-бочки с бас-гитарой, и здесь простой эквалазацией проблему уже не исправишь. Во всех других случаях потребуются компромисс (и терпение) уже в гораздо большей степени..

Итак, каковы же атрибуты хорошей мастеринг-студии? Есть два важных момента, которые необходимо знать: когда Ваша лента хороша настолько, что её можно переносить на диск без всяких изменений; когда запись на ленте "запорота" и исправить её нельзя.

Исходя из моего опыта, наиболее важными параметрами системы мониторинга я считаю низкие гармонические искажения и неокрашенность звучания. Расширение низкочастотного диапазона до 20 Hz - это хорошо, но, к сожалению, немногие предназначенные для мастеринга помещения поддерживают такие частоты. Частотная характеристика должна быть гладкой, хотя относительные величины низких, средних и высоких частот не так важны, т.к. грамотный постоянно работающий с этими мониторами звукоинженер легко может их изучить. А вот нелинейные искажения и узкополосное окрашивание ведут к субъективным различиям при прослушивании разной музыки и к трудностям в принятии решений по применению эквалайзеров. Например, Вы заканчиваете делать регулировки, потому что на Ваших мониторах запись зазвучала лучше. Но потом, услышав этот продукт где-нибудь в другом месте, Вы восклицаете: "Зачем же, чёрт возьми, я это делал?".

Это иногда случалось со мной в прошлом, когда я пользовался мониторами **Tannoy**. Не имело значения, как тщательно их устанавливали. В конечном счёте они меня всегда обманывали. Позже, когда я стал пользоваться мониторами **ATC**, я понял, что они намного информативнее. Всякий раз, когда я прикасался к эквалайзеру, они «обращались» ко мне: «Зачем ты это сделал? Да, теперь это звучит по-другому, но это нисколько не лучше, не так ли?» Я стал слышать множество вещей, которые было уже слишком поздно исправлять. Очень важно определиться: «Эквалазировать или не эквалазировать? Вот в чём вопрос».

Мастеринг-инженеры имеют различные предпочтения при выборе мониторов. Конечно, все мы слышим по-разному и по-разному интерпретируем то, что слышим. Будучи мастеринг-инженером Вы можете слушать песню раз эдак десять, вслушиваясь в разные эффекты от эквалайзера, компрессии, в шумы и общие проблемы, и так и не зная ни одной строчки из текста и даже названия песни. От мастеринг-инженеров не нужно ожидать, что им понравится каждая музыкальная композиция, которую их попросили оценить. Первейшая обязанность мастеринг-инженера – быть как можно более объективным. Поэтому меня часто удивляло, что опытные профессионалы придерживаются таких различных мнений по поводу мониторов. Инженеры часто признают только знакомые мониторы, считая незнакомые мониторы «плохими» только потому, что они им незнакомы. По сути же мониторы всегда плохие – совершенство недостижимо, нужно лишь изучить моменты несовершенства.

Я использую мониторы **ATC SCM100** на стойках **Recording Architecture**. Они выстроены «в линейку» и в действительности так звучат. Их частотный диапазон не доходит до 20 Hz, как я бы того желал, но стойки усиливают звучание низких частот, и я чувствую, что с ними я могу составить правильное, последовательное и объективное мнение. Но я не думаю, что традиционные конические громкоговорители – это единственное, что стоит внимания. Мне очень нравятся электростатические громкоговорители **Quad Electrostatics**, но, к сожалению, этой технологии не

уделяется серьёзного внимания. Это наводит меня на мысль, которую Вы [Ф.Н.] высказывали много раз как устно, так и в звукоинженерной прессе: «Действительно ли **Quad Electrostatics** настолько естественны, что они не могут быть на 99,99 процентов представителями класса громкоговорителей в целом? Не то чтобы они слишком хороши, чтобы быть правдой, а то, что они слишком достоверны, чтобы быть представителями громкоговорителей?»

Проблема мониторов – это только одна из причин, по которой я считаю архиважным делом, чтобы даже в чудесной студии **«New Digital Age»** записи проходили через мастеринг опытных мастеринг-инженеров, а не отсылались на завод вроде конструктора «сделай сам». Это слишком трудный и абстрактный вопрос для того, чтобы спорить: люди, которые больше всех нуждаются в совете, часто понимают это меньше всех. Это – результат нынешней «вседозволенности», которая складывается в результате непрекращающегося падения цен на полупрофессиональную аппаратуру. Но я не считаю, что это хорошо сказывается на репутации всей индустрии звукозаписи в целом.

Таковы лишь некоторые взгляды Майка Брауна, которые я хорошо понимаю и уважаю. Однако перед тем как перейти к взглядам еще одного мастеринг-инженера, будет уместно познакомиться с точкой зрения очень уважаемого и опытного инженера звукозаписи. Я решил выбрать первого же, с кем столкнусь, т.к. это уменьшит любую возможность выискивания людей с одинаковыми убеждениями.

Вскоре после моего разговора с Майком Брауном я оказался в Лиссабоне, чтобы побывать на первых пробных записях в студии *Rui Veloso*, которую я только что закончил (см. фото 19, 20). Его последний альбом к тому времени восемь раз стал платиновым в Португалии, побив все предыдущие национальные рекорды продаж. В период окончания студии он играл в казино *Trump* в Атлантик-Сити в США, а незадолго до этого его снова приглашали поиграть с Би-Би Кингом для его нового альбома. Для работы над своим следующим альбомом Руи выбрал ирландского продюсера и инженера Рейфа Мак-Кенну (*Rafe McKenna*), достигшим международного признания в работе с *Bad Company* (платиновый альбом в США), *Richard Marx*, *UB40*, *Six Was Nine*, *Wet Wet Wet*, *Foreigner*, *Paul McCartney*, *Depeche Mode*, *Thomas Dolby*, *Giant* и целым рядом других хорошо известных артистов. Он имеет репутацию "всеядного" специалиста, умеющего одинаково хорошо работать с рок-музыкой, классической, современной музыкой, ритм-энд-блюз, и пр.

Я знал Рейфа с давних пор. Когда я завершил строительство студии *Townhouse* в Лондоне в 1978 году, Барбара Джеффрис (*Barbara Jeffries*) и я пришли к заключению, что единственный способ для нас "запустить в работу" ещё одну супер-студию в условиях тогдашнего экономического климата – это пригласить работать в ней профессионалов высочайшей пробы. Рейф произвел на меня впечатление, когда он был помощником инженера в студии *Music Centre* (теперь *CTS*) в Уэмбли, которой я часто пользовался для сведения и мастеринга записей для фирмы *Virgin*. Мы предложили ему работу помощника инженера в *Townhouse*. Но *Music Centre* уже повысил его до уровня звукоинженера, и он не хотел "опускаться" снова. Он отклонил наше предложение, и работу "схватил" Хью Пэдгам (*Hugh Padgham*), который тоже был в нашем коротком списке потенциальных "супер-помощников". В 1978 году Рейф посчитал фирму *Virgin* слабой компанией и теперь смеётся над своей ошибкой.

Я прибыл на студию *Rui Veloso* в тот же день, когда Рейф прилетел туда из Лондона на пробные записи, поэтому появилась отличнейшая возможность выслушать его взгляды. Конечно, человек с опытом и послужным списком Рейфа Мак-Кенны может самостоятельно решать, звучат ли его мастер-ленты, как ему бы хотелось, или нет. Итак, нужно ли человеку его калибра обращаться в мастеринг-студию перед отправкой ленты на завод?

Р.М.: *Мастеринг является важной частью работы над записью. И хотя есть много инженеров, вроде меня, которые могут сделать такую работу, она обычно отдаётся мастеринг-инженеру, который является экспертом в данной области. В самом деле, я всегда, когда это вообще возможно, пользуюсь услугами мастеринг-студии. Некоторое беспокойство я испытываю только тогда, когда волею случая работа делалась в других странах, а последующий мастеринг делается или без меня, или в мастеринг-студии без достаточной репутации.*

*При сведении и записи я обычно использую собственные мониторы, хотя наличие в студии хорошего мониторинга – дополнительный плюс. Если на этапе записи и сведения я привередлив в выборе мониторов, то на этапе мастеринга я привередлив уже в выборе студий, и выбираю только те, где работают люди, которых я знаю и которым доверяю. Я позволяю им пользоваться теми мониторами, которые они знают, потому что я доверяю их ушам и их компетентности в целом. Тогда я абсолютно уверен, что обработанная эквалайзером и PQ-кодированная мастер-лента была проверена на наличие каких бы то ни было ошибок до отправки на завод для изготовления глас-мастера. Я всегда стараюсь пользоваться услугами известных мастеринг-студий, но конкретный выбор падает на те из них, которые постоянно работают на меня. Когда я работал за рубежом и не участвовал в мастеринге, у меня было несколько сюрпризов, связанных с готовыми компакт-дисками. Иногда мне казалось, что законченные CD звучат более жёстко или с большим металлом чем те, которые я помнил.*

*Что касается общего частотного баланса, то я не иду на компромиссы в угоду моде. Конечный результат, к которому я стремлюсь – это то, что я считаю правильным для данного проекта вместе с продюсером и артистом, с которым я в это время работаю. Такой подход не*

*подводил меня, и я не вижу никаких причин его менять. Зачастую именно в мастеринг-студии приходит удовлетворение от проделанной работы. Иностранские компании, с которыми я работал, пытаются обойти этап мастеринга, мотивируя это желанием сократить бюджет. Но по сравнению с общей стоимостью альбома это такой мизер, что вряд ли экономия на мастеринге является мудрым решением. Для меня же это – очень важный этап в процессе производства записи.*

Надеюсь, что из замечаний Рейфа ясно, что экономить на мастеринге - глупо, а то, что предлагают мастеринг-студии - стоит потраченных денег. Мастеринг-студии обеспечивают на выходе максимальную реализацию потенциала, заложенного в миксах, а также коммерческую пригодность продукта. В своё время технология изготовления грампластинок гарантировала профессиональный мастеринг. Если и выпускались какие-то «глупости», то обычно это делалось намеренно, а не из-за невежества.

Падение стоимости по всей цепи процесса звукозаписи позволило большому числу недостаточно обученных людей отправлять мастер-ленты прямо на фабрики через так называемые рекординговые компании, наименее ответственные из которых только рады снизить производственные расходы. В итоге такой подход напоминает стрельбу наугад, а мы имеем продукт непредсказуемого качества.

Соблазнительно убеждать себя в том, что твоя мастер-версия – это «то, что надо». Но сам факт участия в записи, сопровождаемый заикливанием на чём-либо несущественном, уводит многих в «виртуальную» реальность. Потеря чувства реальности вместе с глубоким убеждением в собственной правоте порождает непреходящее ощущение «правильности» своих мастер-лент. Этим могут страдать даже некоторые опытные профессионалы, но они-то хоть об этом догадываются! Так что пользуйтесь услугами мастеринг-инженеров, которым доверяете, не дайте им уйти в небытие. Один из самых главных уроков профессионализма – знать границы своих способностей. Лучшие специалисты никогда не стесняются просить помощи.

Я не знаю ни одного серьёзного мастеринг-инженера, который бы в работе полагался исключительно на пару мониторов *NS-10* или им подобных, поскольку мастеринг-инженерам от них нужна более высокая линейность и разрешающая способность. Однако выбор из числа мониторов с более высокими характеристиками должен оставаться выбором каждого инженера. С другой стороны, многие из тех, кто избегает посещения мастеринг-студий, оценивают всё-таки свою работу на совершенно непригодных для этого громкоговорителях. И если Вы хотите слышать истинное звучание своего микса, такое положение просто недопустимо. Если Вы хотите услышать нелинейные искажения и жёсткость звучания, накопленные в результате обработки и эффектов, в их истинном объёме, нельзя допустить, чтобы они «скрывались» за недоброкачеством дешёвых громкоговорителей.

Мастеринг-инженерам нужны «чистые» мониторы. Но мастеринг – это не просто мониторинг; мастеринг – это ещё в известной степени и приговор на объективность, приправленную штрихами творчества и субъективизма.

Когда я напишу эту главу, она перед публикацией пройдет через руки литературного редактора. Не говоря о технических проблемах, таких как типографские ошибки, я не припомню случая, чтобы потенциал и дух моей работы снизились из-за того, что она побывала в руках хорошего литредактора. А во многих случаях она и вовсе стала более совершенной в отношении чёткости изложения. Как бы то ни было, хороший литредактор всегда готов обсудить привносимые изменения, и если я действительно в чём-то уверен, то к моему мнению отнесется с уважением.

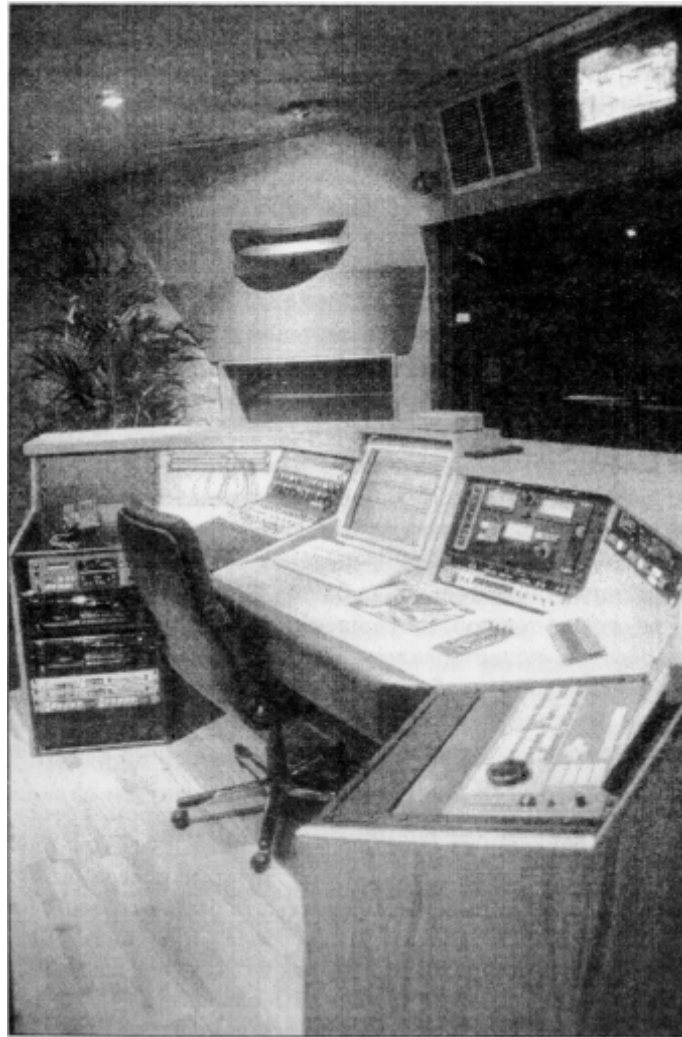


Фото 21. Контрольная комната *Sonic Solutions* на студии *Townhouse* в Лондоне, Великобритания

Хороших мастеринг-инженеров можно сравнить с хорошими литредакторами. Их мастерство и суждения отточены хотя бы уже тем объёмом и разнообразием материала, который проходит через их руки. Они чувствуют стиль изложения и знают, что такое баланс. В обоих случаях, чем выше уровень материала, который проходит через их руки, тем больше они будут знать о том, что же действительно происходит в области их деятельности и чего можно реально добиться. Если Вы отправите им материал только для того, чтобы критически проверить верность их глаз и ушей, можете быть уверены на все сто, что когда конечный продукт будет представлен на суд публики - они себя не подведут. Это критики, которые работают на Вас. Никакой опыт не спасает от случайных ошибок, от которых становится очень неловко. Поэтому лучше, если Вам «на ушко» вовремя и тактично дадут дельный совет, чем выпустить продукт, который Вас публично опозорит.

Из сказанного Рейфом Мак-Кенной следует, что не существует опыта такого уровня, который бы позволил не обращаться за советом в хорошие мастеринг-студии. Поэтому, под занавес, давайте остановимся на взглядах ещё одного очень опытного мастеринг-инженера – Гордона Викари (*Gordon Vicary*). На момент публикации Гордон перешёл работать на фирму *Soundmasters*, но почти 20 лет до этого он работал на фирме *Townhouse* в Лондоне, персонал которой аккумулировал разнообразный опыт в области мастеринга на протяжении почти 100 лет. Студия *Sonic Solutions*, принадлежащая фирме *Townhouse*, показана на фото 21. Гордон начинал работать в монофонической студии грамзаписи на фирме *Pye* в Лондоне в конце 1970 года, когда возможности мастеринг-инженера были так ограничены, что иногда это напоминало работу в смирительной рубашке.

Г.В: *Многое изменилось с тех пор. В отношении большинства записей, которые нам приходилось «нарезать», существовало мнение, что до обеда мы можем управиться с одним альбомом и синглом, а с обеда до 6 часов вечера - ещё с двумя альбомами. В наши дни вполне обычное явление, если на один альбом уходит 15 часов, а то и побольше, если нужно сделать отдельные производственные мастер-версии для винила, кассеты и компакт-диска.*

*Чаще всего я сотрудничаю с инженером или продюсером, которые делали сведение. В начале 80-х я перешёл из **Utopia** в **Townhouse**. Там были одни из лучших в Лондоне помещения по дизайну и оснащению, которые всегда были востребованы для выполнения работ самого высокого уровня. Это была отличная школа, где с известнейшими исполнителями работали выдающиеся инженеры и*

продюсеры, что способствовало выработке хороших эталонных стандартов для моей работы.

Единственный способ оценить то, что Вы слышите – это воспользоваться мониторной системой, способной достоверно воспроизвести микс при абсолютном минимуме окраски, идущей от громкоговорителей или от помещения. Пользуясь роскошным оборудованием и оснасткой в течение 20 прошедших лет, я во многих случаях был способен подметить в миксах что-то такое, чего клиент никогда прежде не слышал. В настоящее время мы пользуемся мониторами **PMC-BB5** с усилителями **Bryston**. Для нас мониторы **PMC** звучат наиболее естественно из всех, которые мы перепробовали, и мы очень довольны качеством их работы на всех уровнях мониторинга. Однако я по-прежнему люблю пользоваться и малыми мониторами. Обычно я делаю эквализацию на больших мониторах, затем проверяю её на малых, затем перепроверяю снова, последовательно переключаясь до тех пор, пока не добьюсь удовлетворительного результата.

Тем не менее, во многих случаях важно не столько то, что ты слышишь, сколько то, что ты хочешь услышать. Опыт, полученный мною в первые годы карьеры, дал мне такое чутьё на звуки, которого многие инженеры, не являющиеся инженерами механической грамзаписи, возможно, никогда так и не смогут испытать. Нарезая диски на старых станках, приходилось не только слушать музыку, но и вслушиваться в неё в попытке обнаружить что-то в общем звучании, что указывало на потенциальные проблемы. Например, избыточный уровень высоких частот мог легко вывести из строя дорогостоящую режущую головку. Особенности звучания, создававшие проблемы при переносе на винил, могут отрицательно сказаться на общем балансе или формировании стерео образов при использовании любого другого носителя. Некоторые характеристики звука порождают как бы предупредительные импульсы в моей голове, что особенно ощущалось, когда я работал на старых системах механической записи на диски. И хотя многие из тех проблем сегодня уже как бы проблемами и не являются, всё-таки иногда оказывается, что с их решением проявляется разница между хорошей и великолепной записью.

Опыт работы с различными звучаниями, накапливаемый практикующим мастеринг-инженером, полезен при составлении альбомов из записей, сделанных в разных студиях разными инженерами и продюсерами. Для меня до сих пор настоящее удовольствие - добиться согласованного и однородного звучания альбома, составленного из "трудного" ассортимента песен. Более того - вволю попользоваться эквалайзером, чтобы достичь наилучшего общего звучания компакт-диска, а не свести всё к наименьшему общему знаменателю с помощью фильтров, как это иногда случалось с винилом.

Сейчас гораздо меньше записывают на винил. Но всё равно к этому нужно серьёзно относиться, поскольку такой носитель всё ещё существует. И клиенты будут жаловаться, если запись при переносе с компакта на винил не будет звучать хорошо, даже если они сами не отнеслись к этому достаточно серьёзно во время мастеринга оригинала. У нас нет постоянных клиентов, которые всё ещё фанатично привязаны к винилу. Но время от времени появляется какой-нибудь клиент, для которого винил является очень важным носителем.

Что же касается людей, которые сами делают себе мастеринг... Мастеринг-инженеры часто работают с музыкальной продукцией высочайшего уровня. У них есть готовый эталон, чувство «планки», поэтому они точно знают, что нужно доработать, чтобы подвести запись к стандарту.

Всегда были и есть по-настоящему хорошие звукоинженеры, производящие великолепно звучащие миксы независимо от того, где или на чём они записывались. С другой стороны, работа на дешёвом оборудовании требует от них максимального напряжения, а записи, сделанные на нём чуть менее профессиональными инженерами, не обладают всем звуковым спектром. Такие люди часто работают с дешёвыми мониторами. Поэтому из-за отсутствия многолетнего опыта они не могут понять, чего же не хватает. Во многих случаях их работы выполнены на отличном музыкальном уровне и хорошо сбалансированы, поэтому очень жаль, когда какие-то мелочи их подводят. Они могут переусердствовать с частотными фильтрами, чтобы "подчистить" запись в надежде, что такие подчистки не повредят ей. На дешёвых мониторах они не слышат последствий этого. А когда мы получаем такие записи, нам становится точно понятно, чего в них не хватает. Частоты, которые можно было бы поднять для того, чтобы привести звучание в соответствие со звуком дорогостоящих проектов, либо попросту отсутствуют на ленте, либо в них есть какие-то ранее не услышанные огрехи, ограничивающие величину подъёма. А это можно было сделать ранее, когда эти проблемы не были столь очевидными.

Как по мне, то получаешь истинное удовольствие, если что-то сберёг или значительно улучшил. Хотя если подойти к этому с другой стороны, не меньшее удовольствие получаешь и тогда, когда к тебе приходят уже превосходно сделанные мастер-ленты, к которым нельзя ничего ни добавить, ни убавить, а тебе остаётся лишь передать их на завод. Полагаю, что Вас может удивить, почему такие высококачественные мастер-ленты проходят через мои руки. Ответ, как я думаю, таков: это делается только для того, чтобы окончательно убедиться в том, что всё сделано хорошо. Это придаёт уверенности людям, делавшим запись, которые к концу долгой и напряжённой работы слишком устают, слишком напряжены, слишком ещё близко к сердцу воспринимают происходящее, чтобы быть абсолютно уверенными, что они в самом деле слышат то, что, как им кажется, они слышат.



Что касается меня, то я получаю удовольствие почти от всей своей работы, будь это восстановление катастрофически плохой записи, которой место в мусорном баке, или же окончательный кивок одобрения в сторону работы, выполненной супер-специалистом. Единственное, от чего я бываю по-настоящему разочарован, это когда я слышу выпущенные на рынок записи, которые хорошие мастеринг-инженеры могли бы значительно улучшить за относительно небольшие деньги, но заинтересованные лица посчитали это излишними расходами. Испытываешь безысходность, когда думаешь: "А я бы мог это спасти, и это стоило бы не более стоимости двух часов студийного времени". Особенно горько, когда мастеринг-студии обходят стороной только из-за невежества.

### 8.3 Заключение.

Майк Браун, Рейф Мак-Кенна и Гордон Викари. У каждого у них за плечами 20-30 летний профессиональный опыт, а количество записей, которыми они занимались, и вовсе не поддаётся исчислению. Все они считают мастеринг-студии важнейшим этапом звукозаписи. Они могут выжать следственную унцию потенциала из записи, которая в чём-то не дотягивает до уровня называться замечательной. Они могут в последнюю минуту проверить безукоризненную запись (чтобы все чувствовали себя спокойно), могут "подчистить" небольшие дефекты, а главное - могут "одолжить" пару сочувствующих, понимающих и объективных ушей, которые слышат всё более отстраненно, чем уши людей, принимавших участие в записи. Они согласны, что наиважнейшая необходимость - это наличие условий мониторинга, при которых окраска и искажение звука невелики. Причём было бы хорошо иметь и плоские амплитудно-частотные характеристики, если это окажется возможным. Хотя в целом их значение не так уж велико, поскольку мастеринг-инженеры не только вслушиваются в нюансы, но и сравнивают тональный баланс с известными стандартами, к которым они обращаются ежедневно. Во многих отношениях хорошие мастеринг-инженеры - это профессионалы из профессионалов, истинная ценность которых часто недооценивается как простыми людьми, так и значительной частью музыкальной индустрии.

Одна из причин, почему я так много написал о мастеринге в книге, посвященной project-студиям - это желание осветить некоторые аспекты мониторинга, которые не всегда можно вполне оценить, работая в узком кругу своего коллектива или просто читая рекламу. Один из моих друзей недавно возвратился с выставки AES несколько смущённый тем, что каждый продавец мониторов заверял его в том, что продукция его фирмы самая лучшая. Действительно, он не знал, кому верить. Я считаю, что самый лучший выход - не слушать представителей компаний, выпускающих мониторы, а больше полагаться на мнение опытных пользователей и, что более важно, - на свои собственные уши. Надеюсь, что взгляды, выраженные в данной главе, дадут какое-то представление не только о степени личных предпочтений, что неизбежно, но и о том, почему некоторые из занятых в данной отрасли людей склоняются к тому или иному направлению. Всё это в конечном итоге зависит от опыта, а не от того, кто что говорит.

Что касается парадокса, связанного с hi-fi акустикой и студийными мониторами, то мастеринг-инженеры - это люди, которые прежде всего должны работать в качестве связующего звена между двумя лагерями. Именно их особые знания служат гарантией, что материал, записанный в студиях, дойдет до жилищ людей в самом наилучшем виде. Я приступил к написанию этой главы без каких-либо предубеждений, но вскоре, к своему полному удивлению, обнаружил, что все люди, имена которых я упоминал в тесте, отдают предпочтение разным мониторам. Я знаю, что Рейф Мак-Кенна на время написания этой главы, выбрал громкоговорители KRK в качестве своих мониторов среднего и ближнего поля.

Когда я строю студии, у меня есть свои предпочтения в отношении того, какие мониторные системы использовать в качестве основных. Ещё бы у меня их не было! Ведь именно я разработал целую серию мониторов для фирмы *Reflexion Arts*, которые отвечали моим представлениям в отношении того, что я и большинство моих клиентов хотели бы слышать в первую очередь. По сути, хороший звук - это звук настолько нейтральный, насколько этого можно добиться в текущих условиях, поскольку термин "мониторинг" предполагает что-то, что может служить более или менее объективным ориентиром. Однако, вот уже несколько лет я не испытываю большого желания вмешиваться во вкусы клиентов касательно покупки мониторов ближнего поля. Ведь в самом деле - это та область, где вкусы разнятся до крайности.

Но я считаю, что в большинстве случаев для общего мониторинга необходимо иметь хорошую мониторную систему с прозрачным звучанием, не скрадывающую недостатки, обладающую широким частотным диапазоном. Но выбор малых мониторов, которые являются "наилучшими" помощниками в достижении желаемого общего звучания музыкального микса, остаётся сугубо личным выбором.

Помните аналогию с теннисными ракетками? Ведь с плохой оснасткой стать чемпионом ни в теннисе, ни в звукозаписи нельзя. Хотя в конечном итоге не ракетки и мониторы сами по себе, а именно опыт их профессиональных пользователей - вот что приводит к чемпионству. В конце концов, ничто не может заменить опыт. А хорошие мастеринг-студии, как бы то ни было, как раз и являются средоточием огромного и столь необходимого опыта.



## **Глава 9 И ещё кое-что, достойное внимания**

В 80-х годах произошли колоссальные изменения в подходах к проектированию студий звукозаписи. Если в середине 70-х студии строились в основном для серьёзных компаний, то со середины и до конца 80-х начался бум строительства студий для любителей-аматоров. И если в 70-х владельцы строящихся студий чётко представляли, что им нужно, то потом стало всё наоборот. Зачастую владелец строящейся студии начинает переговоры, вооружившись списком *названий* оборудования, без которого, по мнению его или её, не обойтись... И на этом - всё. Нехватка опыта на начальном этапе приводит к тому, что многие владельцы уже построенных студий не могут понять, что же нужно для того, чтобы студия работала хотя бы на полукommerческой основе. Вслед за этим они начинают паниковать и, отчаянно пытаясь выжить, выставляют до смешного малую стоимость за студийное время. По-моему, сейчас на этом поприще работает много людей, имеющих гораздо больше денег, чем опыта. Это касается как владельцев студий, так и пользователей. Неопытные клиенты часто выдвигают совершенно необоснованные и абсолютно нелепые требования владельцам студий, которые из-за сильнейшей конкуренции скатываются до уровня работорговли, что ещё больше провоцирует клиентов на предъявление нелепых требований. Это напоминает ситуацию, возникающую при попытках договориться с террористами, т.е. лишь способствует их более наглому поведению.

В XXI веке требуется гораздо большее понимание основополагающих принципов работы современных студий. В целом, они используются сейчас не совсем так, как 10 или 15 лет назад. Проблемы, с которыми они сейчас сталкиваются, редко возникают по вине самих студий. Скорее это либо следствие того, что данные студии не отвечают цели, ради достижения которой они используются, либо же ей не отвечают применяемые методы, несмотря на наличие соответствующего оборудования. Этот вопрос рассматривается далее, в 14-й главе.

### **9.1 Эталонные стандарты**

Когда-то студии были в авангарде борьбы за совершенство записи. А сейчас, похоже, многие гонятся за капиталом и посредственностью. До сих пор удивляюсь: как люди могут потратить на студию 400 000 долларов или больше, а работать на мониторах менее чем за 400 долларов? Другими словами, уровень такой студии определяется каким-то элементом аппаратуры – в данном случае парой мониторов, – на которые может приходиться лишь одна тысячная бюджета студии. Потому-то на рынке иногда успевают продать большие партии некоторых пультов или другого оборудования до того, как станет известно об их недостатках. А без хороших мониторов и контрольных комнат такие их недостатки замечаются не сразу.

Зачастую решения принимаются на базе очень скудной информации. Нужны примеры?

Владелец одной студии как-то спросил моё мнение о двух б/у микшерах (назовём их "А" и "Б"), и какой из них выбрать для своей студии. Спустя пару дней он сообщил мне о беседе с одним музыкантом, заверявшим его, что выбор должен пасть на пульт "А", а затем перечислил все "за" в его пользу. Я засомневался в некоторых моментах. Тогда владелец студии попросил меня поговорить напрямую с "агитатором" за микшер "А", и я охотно согласился. В разговоре выяснилось, что этот музыкант в глаза никогда не видел микшера "Б", не говоря уже о том, чтобы на нём работать. А ведь у него не спрашивали мнение о микшерах марки "А", а спрашивали о том, что выбрать – пульт "А" или "Б". И в отношении заданного вопроса ответ был, конечно же, несостоятельным. Когда студии строятся на основании слухов и по произвольным критериям, они не могут служить прогрессу в сфере звукозаписи. Только постоянное стремление к идеалу может двигать отрасль звукозаписи вперёд, и это стремление зачастую больше вознаграждает тех, кто инвестирует не деньги в чистом виде, а знания. Лоббирование же «рыночных компромиссов» приведёт отрасль к общему упадку.

Кстати, а по каким же мониторам люди обо всём этом судят? Нередко их звук похож на звук «радиоточки» или автомагнитолы. Представьте себе, что Вы решили измерить температуру плавления серебра с помощью термометра, градуированного до 100 °С. Можно сделать только два вывода: 1) температура плавления серебра выше 100 °С; 2) температура плавления выше предела измерения термометра. Но точной температуры плавления мы не узнаем. Примерно то же происходит и с записями: если у нас нет высококачественных широкополосных мониторов в качестве эталона (и в любом случае, если мы не пользуемся менее качественными мониторами ближнего поля для того, чтобы узнать, как *будет звучать запись на аппаратуре низкого качества*), мы не сможем судить о том, насколько хорошей записи можно добиться.

### **9.2 Комплексный подход к проектированию.**

Сейчас самое время взглянуть на те процессы эрозии, которые происходят с практическими методами звукозаписи, и на подспудные тенденции, существующие в этой быстро расширяющейся отрасли. Такое вечно изменчивое состояние очень затрудняет достижение удовлетворительных результатов. Эклектический вариант проектирования по принципу «с бору по сосенке», который сводится к тому, что «я хочу иметь мониторные системы из студии А, заднюю стену из студии В, покрытие

передней стены из студии С, интерьер студии D, и т. п. – не имеет шансов на существование. Если бы с таким подходом создавали, например, скаковых лошадей, то, скорее всего, получился бы верблюд. Поэтому наиболее подходящим нужно считать комплексный подход. Покрытие передней стены из студии С может быть совершенно не совместимым с дизайном задней стенки студии В. Аргумент, выдвигаемый в защиту эклектического подхода, звучит примерно так: «Вот в студии F не было дизайнера-проектировщика, а как она звучит(!); поэтому все эти дизайнеры – просто нахлебники!». Допустим, что студия F звучит действительно здорово, но это может быть просто счастливая случайность. Футбольная команда может выиграть кубок по счастливой случайности, но ведь никто не оспаривает тот факт, что наличие высококлассных игроков и особенно опытного тренера способствуют превращению этой случайности в закономерность. На ум приходит только одна компания, успешно эксплуатирующая принцип конструирования на основании узлов и агрегатов, полученных из разных источников. Автомобили «Роллс-Ройс» - отличные машины, хотя и редко отличаются новизной. Все эти годы фирма отбирала лучшие комплектующие других товаропроизводителей, тщательно их дорабатывала и внедряла в собственные разработки. Думаю, они выплатили авторские гонорары фирме Oldsmobile/Cadillac за конструкцию двигателя, General Motors/Borg-Warner – за конструкцию коробки передач, Hispano-Suiza – за конструкцию тормозной системы и подвески, а также нескольким другим фирмам-производителям. Опыт фирмы Rolls-Royce показывает, что такой подход может дать хорошие результаты. Он также показывает и то, насколько дорого такой подход обходится, чтобы он действительно «работал»! Если попытаться проделать такое же со случайными запчастями со свалки, то, скорее всего, это приведёт к катастрофе. Бюджет строительства project-студий обычно не так уж велик, поэтому подход «собираательства и подгонки компонентов» вряд ли даст те же результаты, что у «Роллс-Ройса».

### 9.3 Ошибочные концепции

Существование студий звукозаписи становится всё более сложным. Число переменных параметров уже сейчас достигает пугающих пропорций. Может быть именно это где-то объясняет, почему люди подчас обращаются к «сверх-упрощенческим» теориям и чаяниям, надеясь отыскать себе безопасное убежище в мире хаоса. Однако, подобно зарыванию страусом головы в песок, такие «сверх-упрощенческие» настроения не устраняют самого источника проблем. *Реальные* проблемы, с которыми мы сталкиваемся, диктуются законами физики. Эти естественные законы всемогущи, и никакие препирательства не заставят их отступить.

### 9.4 Поиск истинного пути.

Вооружившись здравым смыслом, противостоящим псевдонаучным догмам, мы можем попытаться хоть как-то распутать клубок назревших проблем.

Существует чрезвычайное разнообразие студий по форме, размерам и дизайну. Появилась более конкурентно настроенная и требовательная клиентура. Большинство персонала студий не имеют такой подготовки, как профессионалы прошлых лет. Всё чаще мы записываем синтезированные звуки, не имея возможности ориентироваться на естественные образцы, чтобы сравнить записываемый звук с «живым» звуком (оригиналом).

Всё это придаёт малоопытному персоналу чувство неуверенности, и именно она отнимает так много времени при выработке принципов проектирования новых студий. Если развитие отрасли пошло по такому пути, то с этим приходится мириться. Попытки что-либо изменить сейчас можно сравнить с попыткой плыть против течения водопада; слишком уж велико сопротивление! Хотя конечно, понимание этих проблем вреда не принесёт.

Часто применяются ложные силлогизмы. Например: «коты имеют хвосты; собака Шарик имеет хвост; поэтому Шарик – это кот». Аналогичные заявления о мониторах также могут привести к подобным ложным и неразумным заключениям. Однако даже здесь изначальные посылы могут иметь спорное отношение к реальной проблеме. Кто-то, к примеру, говорит: «Мониторы "X" классно звучат в комнате "Y" при прослушивании всей моей коллекции записей, поэтому я всегда пользуюсь ими для оценки правильности сведения микса (подразумевается, что в какой угодно обстановке)». При обсуждении мониторов вопрос должен стоять так: а *точно* ли они воспроизводят звучание? Даже если все записи звучат великолепно, проверялись ли эти записи путём воспроизведения в помещениях, в которых они изначально сводились, чтобы услышать то, как они *должны* звучать? Далее. Проводились ли эти проверки записей в присутствии их продюсеров, которые могут подтвердить совпадение звучания со звучанием сведённого оригинала? То, что для кого-то его записи звучат великолепно на громкоговорителях 'X' в комнате 'Y' – уже само по себе понятие весьма произвольное. Помещения имеют огромное влияние на звучание, очень большое значение имеет расположение мониторов в них. Характеристики помещения и мониторов могут как дополнять друг друга, так и быть несовместимыми. Мы также можем привыкнуть к какому-то определённом профилю звучания, который будет вводить нас в заблуждение, и мы будем путать *точность* со *знакомостью*, поскольку наши мозги обладают потрясающей способностью к «акклиматизации» и «самовыравниванию» постоянно встречающихся недостатков. Если не проявлять осторожность, мы можем скатиться к поискам того звучания, к которому

мы привыкли, будучи уверенными в его «правильности». Эта ситуация противоположна той, которая с годами сложилась в мастеринг-студиях, где сопоставление с изначально задуманными нюансами и звучанием, как правило, вполне возможно благодаря присутствию членов коллектива, производившего запись оригинала.

## 9.5 Что же правильно?

Слово «правильно» само по себе имеет чрезвычайно произвольное значение. Нет ни контрольных комнат, ни мониторов, отличающихся абсолютной точностью как в объективном, так и в субъективном смысле, по крайней мере, в отношении широкого спектра музыки. При современном состоянии технологий маловероятно появление в обозримом будущем абсолютно совершенных мониторинговых систем. Мы должны принять как должное, что в настоящее время мы имеем дело не с абсолютными, а с компромиссными решениями, что, тем не менее, не должно мешать нам стремиться к абсолютному. Громкоговорители, как и микрофоны, являются преобразователями давления. У них только одна плоскость движения диффузора, в то время как натуральный инструмент излучает звук в трёх измерениях. Мы создаём фантомные стерео образы из двух сравнительно небольших по площади источников слева и справа. А группа музыкантов, располагающихся вширь перед слушателем, сама по себе создает индивидуальные комплексные трёхмерные источники звука. Вот почему обычные системы звукозаписи далеки от идеальных. Хотя безэховые камеры создают совершенно непрезентабельную обстановку для прослушивания (по крайней мере, с точки зрения бытовой акустики), они могут быть единственным окончательным решением проблемы *точности*. Мы должны помнить, что все контрольные комнаты являются несовершенными и имеют какие-то акустические характеристики, придающие окраску звукам, которые мы слушаем. Окраска у разных помещений - разная, и общее восприятие звучания тоже будет разным. Эта тема будет затронута в 11-й главе «Проблемы малых помещений», где будет рассказано, как минимизировать такие проявления.

Если в стремлении к совершенству мы не учтём нынешних ограничивающих факторов, то окажемся с совершенно неправильным мериллом в руках, чтобы судить о том уровне эффективности, которого можно добиться. Мониторы, как и помещения, также обладают тембральными особенностями, которые сказываются на общем звучании. Производители громкоговорителей вместо того, чтобы стараться добиться большего сходства своей продукции по характеристикам, как правило, имеют свои «фирменные» эталоны звучания.

Много раз меня вызывали на студии из-за того, что, например, малый барабан или том-том изменял высоту тона при переключении с одной системы мониторов на другую. Все барабаны обладают резонансом; если бы этого не было, их звук совершенно потерял бы свою индивидуальность. Вся музыка в целом – это, в сущности, набор управляемых резонансов. Разве что перкуссия в ненастроенном виде отличается от других групп музыкальных инструментов тем, что резонансы здесь не проявляются в виде управляемых гармонических структур. Перкуссия больше похожа на взрыв шума со случайными резонансными эффектами. Именно на этом была основана работа первых драм-машин. Точно так же, как и в случаях с настраиваемыми инструментами, звучание перкуссии стремится подстроиться под тон самого сильного резонанса. Величины этих случайных резонансов часто очень близки по уровню; разные мониторы имеют разные амплитудно-частотные характеристики и свои собственные резонансы; а в сумме они могут как подчеркивать, так и снижать какие-то определённые резонансы барабанов. Эти относительно небольшие отклонения могут быть достаточными, чтобы при переключении с одной системы мониторов на другую акцент с основного резонанса сместился на вторичный резонанс. Вследствие этого может возникать ощущение изменения высоты тона барабана. Это не так уж страшно, ибо мы уже пришли к выводу о том, что все системы громкоговорителей имеют недостатки. Девяносто девять шансов из ста, что при сведении этого барабана с остальными инструментами проблема будет хорошо «замаскирована».

Зачастую персонал многих студий тратит кучу времени и денег на решение подобной проблемы несоответствия звучания большой и малой мониторинговых систем, особенно если на это жалуется приезжий звукоинженер. Но большую тревогу вызывает фактически безоговорочное доверие некоторых инженеров определённым мониторам ближнего поля и их вера в то, что эти мониторы совершенно точно работают в любой обстановке и для всех видов музыки.

Однажды меня попросили разобраться с проявлением резонанса на одной конкретной ноте синтетического баса. После многих проверок стало ясно, что звук, о котором идёт речь, вызывает резонанс как раз в малом мониторе. Было совершенно очевидно, что проблема этого резонанса существует только у этих конкретных мониторов, в конкретном положении, в том конкретном помещении. Впоследствии оказалось, что при использовании этих мониторов в других помещениях эта проблема проявляется в гораздо меньшей степени. В помещении же, о котором изначально шла речь, после замены мониторов эта проблема больше не проявлялась. Владелец студии логически пришёл к выводу, что нежелательный, хотя и редкий, эффект возник из сочетания этой пары мониторов и характеристик комнаты. Я и сам полагал, что причина в склонности этих мониторов к возбуждению от конкретного резонанса помещения, вызываемого определёнными «трудными» или сольными звуками. К сожалению, менеджеру студии предстояло выполнить неблагодарную задачу – убедить продюсера в своём выводе.

Трудность этой задачи состояла в том, что продюсер никогда не сталкивался с такой проблемой ранее и хорошо знал эти мониторы. Он считал, что коль эта проблема не проявлялась на других мониторах в данной комнате, то это говорило лишь о том, что другие мониторы просто не могли её выявить. Другими словами, в заявлении продюсера прослеживалась вера в «правильность» этих недорогих мониторов в любых обстоятельствах и в то, что все другие мониторы во всём мире работают неправильно.

К сожалению, такие мысли встречаются слишком часто, хотя и являются всецело ошибочными. Как же ведёт себя владелец студии в такой ситуации? Естественно, против этой логики. Если в данной отрасли для измерений применяется мерило, не отличающееся точностью, то это может привести только к путанице и в конечном итоге – к откату назад. Поэтому похоже, что для несчастных владельцев студий простого ответа просто *нет*.

## 9.6 Опыт или неуверенность

Глядя на быстрый рост индустрии звукозаписи и вызывающие тревогу темпы появления нового оборудования на рынке, я убеждён, что сейчас чувство неуверенности играет особую роль при принятии многих решений. Обеспечение атмосферы надёжности в психологическом аспекте для заезжих инженеров и продюсеров становится настолько же важной частью услуг студий, как и предоставление оборудования и других возможностей. У многих продюсеров и инженеров есть свои любимые студии. Их выбор часто основан больше на чувстве уверенности, чем на достоинствах самой студии. Они знают, что поворот ручки в такой-то студии даёт такой-то эффект. Когда эти люди попадают в другую студию, они *невольно* сравнивают здесь каждую деталь со студией, которая им наиболее знакома. «Это звучит не так, как в той студии, в которой я обычно работаю» – вот какого рода сетования можно услышать. «Мы пользуемся другими соединительными шнурами» ... «Рэк с обработкой у нас стоит в другом месте»... «Когда мне нужен такой звук в моей обычной студии, я просто поворачиваю ручку эквалайзера, а на этих эквалайзерах я этого звука найти не могу» ... и так далее и тому подобное. Я часто удивляюсь, почему они не возвратятся на ту студию, откуда пришли, если им так много не нравится на новой студии. Именно из чувства неуверенности, обусловленного отсутствием опыта, они всё подвергают сомнению. Существует категория робких водителей, которые очень боятся сесть за руль любой другой машины, кроме своей собственной. И если бы приборная панель располагалась не там, они растерялись бы окончательно. Опытный водитель воспринимает эти различия как нечто само собой разумеющееся. Если основные системы машины работают нормально, то в опытных руках она без проблем доедет из пункта А в пункт Б со скоростью, зависящей от её технических возможностей, а поездка пройдёт без суеты.

Ах, как было бы хорошо, если бы люди относились к студиям, как к средству для достижения конкретных конечных результатов, а не как к центру всей вселенной! Физиологически эффект «заточения» в студии, часто на протяжении месяцев, может вызвать искажённое ощущение перспективы. Я часто вспоминаю о целом годе, «выпавшем» из моей жизни в середине 70-х. Я, как личинка в коконе, проторчал в студии целый год, работая над одним из альбомов. Альбом имел большой успех, и я до сих пор считаю, что мои труды стоили этого. Однако после моего «возвращения» в общество я обнаружил, что то, что казалось для меня очень важным, на самом деле сыграло чрезвычайно малую роль в том, что творилось в большом мире. После того, как на протяжении одиннадцати месяцев компания звукозаписи «кормила» меня уверениями о важности моей миссии, я к некоторому своему удивлению узнал, что человек, живущий через дом на той же улице, не проявил ни малейшего интереса ко всему, чем я занимался. Пропорции были искажены до абсурда. Более того, это было тогда, когда индустрия звукозаписи была в гораздо большей степени структурированной и упорядоченной, чем сегодня. По крайней мере, тогда нас учили и готовили к напряжённой работе.

Отсутствие опыта и подготовки приводит к тому, что люди не видят различий между тем, что им следует знать, и тем, что они знать не обязаны. Неудивительно, что в мире, в котором люди боятся сделать ошибку из страха показаться некомпетентным (а зачастую и в глазах ещё менее компетентных людей), чувства неуверенности – хоть отбавляй. Всем кажется, что нужно обязательно иметь мнение или практические знания по всему кругу существующих вопросов. При нынешних темпах появления нового оборудования только отслеживание информации по каждому новому изделию уже само по себе могло бы стать работой с полной занятостью. Не стоит стыдиться, если Вы не знакомы с каким-то прибором. Наоборот, это вполне нормально. Но ответ «я этого не видел» многими воспринимается как показатель неинформированности и как намёк на то, что у Вас не хватает знаний для осуществления хорошей записи. Какие глупости! Не стыдно признаться в том, что чего-то не знаешь. Только невеждам это покажется проигрышем в игре на очки. Для знающих людей – это лишь знак честности и желания учиться. Честность – фундаментальная основа настоящего развития. Сказав это, я вполне отдаю отчёт о трудностях, с которыми сталкиваешься, работая в этом бизнесе с чрезвычайно высокой конкуренцией, когда клиенты, показывающие свой недостаток знаний, убеждают остальных в том, что они знают так много.

## 9.7 Эффекты от эффектов.

Некоторые инженеры project-студий очень неохотно признают то, что на рабочие параметры контрольной комнаты оказывает сильное влияние как количество аппаратуры, так и её расположение.

Ранее контрольные комнаты были предназначены для размещения звукозаписывающего оборудования и персонала, а студии – для музыкантов и инструментов. В наши дни в контрольных комнатах размещается всё и вся, за исключением разве что пустых футляров, которые сейчас чаще всего хранятся на студийных площадях. Резонансы от металлических панелей оборудования, часто располагающегося в резонансных местах, и пустот, образующихся при его нагромождении, могут сильно изменить акустику комнаты. Я лично видел, как инженеры обставляли себя оборудованием, создавая тем самым отражающие и резонансные «боксы». Это до абсурда изменяло привычные условия мониторинга, но инженеры, отвечающие за акустику, так и не догадались о своей ошибке.

## 9.8 Дальнейшие компромиссы.

«Щипать травку» по «обочинам» профессиональных стандартов – опасное занятие. При проектировании контрольных комнат мне часто задавали вопросы типа: «А что будет, если в ловушке для баса поставить блок эффектов?», «Что произойдет, если мы оставим эту стену прямой?», «Что случится, если мы увеличим количество стекла сбоку комнаты» и т.п. Если рассматривать эти вопросы обособленно и вне контекста, то ответом будет – «ничего особенного». Однако в совокупности реализация этих изменений может катастрофически сказаться на рабочих параметрах комнаты в целом. Так можно остаться с комнатой без всякого акустического контроля, это будет просто большая декорированная комната с каким-то там оборудованием. Когда что-то звучит не так, то хулят обычно большие мониторы, после чего «мудро» заявляют, что мониторы ближнего поля всё-таки работают более точно. То, что часто от больших мониторов требуют работы в условиях, когда акустика комнаты претерпела серьёзные изменения от компромиссных решений, для таких людей значения не имеет. Мониторы ближнего поля не являются изначально более точными, но к ним относятся с меньшей критикой, ибо стоящие перед ними задачи – более узкие. Они работают на меньшем расстоянии от слушателя в более узком частотном диапазоне.

### 9.8.1 Ограниченный диапазон мониторинга. Насколько это опасно?

Повышение «определённости звучания» микса путём сужения частотного диапазона – не самое мудрое решение. Что касается низких октав и сольных фрагментов, то здесь многие системы ближнего поля, к сожалению, пасуют. Это не вина их производителей, а результат неправильного использования. Когда слишком доверяют звуку мониторов ближнего поля, затухающему на частоте около 70–80 Hz, низкочастотный баланс часто бывает неправильным. При сольном звучании инструментов, особенно полученных из компьютерных источников, отношение пика к среднему уровню сигнала часто бывает очень большим. Хотя короткие пики не представляют опасности для звуковых катушек громкоговорителей в плане превышения их характеристик по тепловой мощности, они могут легко превысить максимально допустимый ход диффузора громкоговорителей. Иными словами, при резкой атаке они мгновенно толкают диффузоры громкоговорителей на большее расстояние, чем они рассчитаны, что приводит к искажению, придающему звуку определённую окраску. Смешно звучит объяснение, что при более низких уровнях сигнала искажения исчезают, потому что становятся неслышными, т.к. инструмент снова «растворяется» в общем звучании микса. В миксе средний уровень резко повышается, а значит и общая громкость по отношению к пикам. На больших полнодиапазонных мониторах эти проблемы не проявляются. Этим объясняется необходимость иметь большие, хорошо спроектированные студийные мониторы с запасом по мощности, позволяющие «переваривать» даже очень высокие переходные импульсы. А мониторы ближнего поля лишь дополняют большие мониторные системы и не могут их заменить.

Современные записи отличаются беспрецедентной несостоятельностью по уровню и по звуковым характеристикам в нижних октавах при их воспроизведении на полнодиапазонных мониторах. Не удивительно, что эти частоты должным образом не отслеживаются в контрольных комнатах. Их пускают «на самотёк», и в результате получается то, что получается. Исчезновение в контрольных комнатах факторов акустического контроля, наплыв негодной и случайной аппаратуры и инструментов, выход за пределы заложенной в проекте зоны прослушивания и, как следствие, утрата доверия к основным мониторам и переключение всего внимания на мониторы ближнего поля – всё это скользкий и опасный путь.

### 9.8.2 Подготовка.

Много раз ко мне обращались с просьбой построить студии, зная сильные стороны и репутацию тех студий, которые я уже ранее построил. Потенциальные владельцы будущих студий считают, что если у них будет студия, похожая на студию с отличной репутацией, то они сами вскоре добьются такого же успеха. Точно так же они могли бы купить гоночный автомобиль, выигравший гран-при в «Формуле-1», но разве бы они рассчитывали выиграть гонки следующего сезона? Они были бы идиотами, если бы считали, что у них есть хоть малейший шанс, ведь профессиональные водители-пилоты отличаются в своей области чрезвычайным уровнем мастерства. Во время своего расцвета большинство студий, обладающих громким именем, имели большой штат, содержащий оборудование по высшему классу. Инженерный персонал имел громкую и неоспоримую репутацию, и помощники инженеров были подшефными этих профессионалов. Но всё это относится скорее к студиям «первого эшелона», чем к

студиям вообще. В таких студиях есть настоящее мастерство и опыт персонала. Чтобы спаять воедино студию и персонал, добившись высочайшей эффективности работы, надо чрезвычайно много времени, терпения, умения и денег. Что же касается студий, инвестирующих деньги в оборудование и предъявляющих заниженные требования к подготовке персонала, то такой подход вряд ли позволит им достичь уровня первоклассных студий. До сего дня я придерживаюсь мнения, что хорошо подготовленный персонал с плохим оборудованием предпочтительнее наилучшему оборудованию в руках неопытного персонала.

## 9.9 Специализация персонала.

Ещё один аспект, касающийся найма персонала, связан с рабочей нагрузкой. При колоссальном росте сложности электронных инструментов и источников звука инженеры призваны работать более тесно с музыкантами на стадии программирования. Но требовать от инженера запрограммировать инструмент столь же нелепо, как и требовать от него настроить гитару или фортепиано. Но на инженеров «валят» и это, что не так уж удивительно. Для того чтобы инженер мог эффективно выполнять свою работу, очень важно, чтобы между ним, музыкантами и продюсерами установились тёплые отношения. За многие годы я повидал немало случаев, когда люди равных способностей обращались за трудоустройством на студии. И то, по какому пути они пошли - по стезе инженеров звукозаписи или технического персонала – диктовалось в основном не их квалификацией, а их личными качествами.

Одна из сфер, в которой такое пересечение навыков имеет колоссальную важность - это настройка и "выравнивание" мониторов. Обслуживающий персонал часто знает, как настроить оборудование, но не всегда может оценить звучание. И наоборот, инженеры звукозаписи часто понимают толк в звуке, но не знают настройки оборудования. Сотрудничество здесь является жизненно важным, если хотите добиться желаемых результатов. Хотя многие технари играют на инструментах и знают музыку, играть на инструменте и быть музыкантом - большая разница. Она зиждется на личности и её отношении к данному делу, а не на её способностях.

По-видимому, именно несоблюдение таких принципов и повлекло в значительной степени появление проблем неточностей по низким частотам, которые характерны для многих, особенно больших, мониторных систем, когда они используются совместно с графическими эквалайзерами. В самых низких двух-трёх октавах все спектроанализаторы практически бесполезны. Отражения и резонансы на низких частотах, присутствующие в разной степени во всех помещениях, как бы "сговариваются" и "расстраивают работу" любой измерительной системы, ориентированной только на какой-то один параметр. Использование систем *dummy head* и усреднение показаний, полученных из многих секторов зоны прослушивания, могут в какой-то степени нивелировать расхождения, но это занимает много времени, дорого стоит и всё-таки не даёт точного результата. Если инженер и продюсер довольны звучанием басового регистра, то независимо от показаний приборов так оно и будет. В очень многих случаях грубая настройка графическими эквалайзерами выполняется до тех пор, пока спектроанализатор не покажет прямую линию. Но пытаться скомпенсировать совокупность ошибочных показаний спектроанализатора, которые никак не сказываются на реальном звучании, опасно. Я считаю, что в 95% случаев показания контрольных приборов, сторонником которых я ни в коей мере не являюсь, толкуются не всегда верно, а иногда и вовсе неверно. Из опыта знаю, что знания акустики у обслуживающего персонала почти отсутствуют. Но винить этих людей за это нельзя, потому что они не учились на акустиков. Похоже, что участь "выравнивания" мониторов взвалили на плечи многих этих людей только потому, что часто лишь они знают, как производить соответствующие регулировки. В конечном же итоге важно лишь то, как звучит система. Это примерно то же, если бы механик уселся за руль гоночного автомобиля на турнире "Grand Prix" лишь потому, что он отлаживает автомобиль лучше, чем просто гонщик. На самом же деле, хоть механик и отлаживает автомобиль, решения по его отладке зависят от оценок гонщиков, испытавших автомобиль на практике. Только в сотрудничестве и можно выиграть Гран-при. Только в сотрудничестве можно добиться, чтобы студии работали «в полный рост». В любом случае, требуется большое мастерство, опыт и знания. Возникли сомнения? Позовите специалиста. Ведь в звукозаписи есть масса аспектов, "незаметных" на первый взгляд. Вам же не придёт в голову звать специалиста-акустика для ремонта микшерного пульта! Так зачем же звать инженера-электронщика для настройки мониторной системы?

## 9.10 Знание - сила.

В большинстве отраслей, сравнимых по масштабам с индустрией звукозаписи, степень истинной специализации членов рабочего коллектива проявляется в сочетании с широким знанием других аспектов, относящихся ко всей отрасли в целом. Так было раньше и в индустрии звукозаписи, когда инженеров учили кое-чему из области механической записи, чтобы они не делали записей, которые нельзя было бы "нарезать" на виниловые диски. Появление термина "инженер звукозаписи" относится к тому времени, когда инженеры звукозаписи были технически подготовленными людьми, хотя это само по себе не всегда приносило пользу с артистической точки зрения. Как бы то ни было, в настоящее время гораздо чаще встречаются люди, обладающие просто мизерными знаниями тех аспектов технологического процесса звукозаписи, которые выходят за рамки их собственного весьма



ограниченного опыта. Это приводит к необоснованным претензиям и требованиям с их стороны к другим членам коллектива, эксплуатирующего или строящего студию. Всё чаще и чаще можно слышать, как люди требуют каких-то вещей, которые абсолютно бессмысленны или невозможны в силу законов природы и текущих возможностей человечества. Если воевать с природой, то ничего стоящего не добьешься; если же работать с ней в гармонии, то это позволит пожинать богатые плоды.

Помните, что звукозапись - это вид искусства, но это также и деятельность, которая зиждется на некоторых очень глубоких реалиях физической природы. Может быть, поэтому она настолько интересна. В 10-й главе мы рассмотрим некоторые из многочисленных физических аспектов работы мониторов в помещениях. Однако перед этим давайте просто рассмотрим несколько различий, часто обнаруживаемых при сравнении профессиональных и менее профессиональных инсталляций.

### 9.11 Ресурс оборудования.

Как уже говорилось, профессиональное оборудование рассчитано на больший срок службы, чем большинство полупрофессионально-бытового оборудования. Однако условия эксплуатации в студиях могут способствовать значительному продлению срока службы оборудования. Естественно, если речь идёт о механических устройствах, то здесь большой прок будет от систем вентиляции с хорошими фильтрами. Пыль и табачный дым являются "убийственными" для многих механических компонентов, будь то потенциометры, двигатели, тонвалы магнитофонов, вращающиеся головки или вентиляторы охлаждения. Простая мера предосторожности - использование системы воздухообмена, оборудованной хорошими фильтрами. Это "и дешево, и сердито". В комнатах должно быть создано избыточное давление путем притока большего объёма воздуха, чем на вытяжке. Если используются вытяжные вентиляторы, то они должны быть меньшей мощности, чем воздухозаборные вентиляторы, чтобы в комнату всегда подавался хорошо профильтрованный воздух, даже когда двери открыты. Такая система, кроме вентиляции, позволяет поддерживать низкую температуру оборудования.

Многие компоненты, особенно электролитические конденсаторы, подвержены ускоренному "старению" при повышенной рабочей температуре. Электролитический конденсатор, работающий при 10°C, "протянет" в два раза дольше того, который постоянно работает при температуре 20°C. В пределах диапазона 10 - 70 °C, каждое повышение температуры на 10 градусов, как правило, вдвое сокращает срок службы этих компонентов. Их старение приводит к постепенному ухудшению качества звучания. Поэтому необходимость обеспечения хорошей вентиляции аппаратуры имеет большое значение, особенно если учесть, что многие микшерные пульта имеют тысячу и более электролитических компонентов. Я говорю не о том, что пятиминутное повышение температуры на 10 °C снизит вдвое срок службы конденсаторов, а о том, что при постоянной температуре в 10 °C конденсатор прослужит вдвое дольше конденсатора, который постоянно работает при температуре в 20 °C. Перепад температур также вреден.

Большинство профессиональных студий держат всю свою аппаратуру постоянно включенной, за исключением магнитофонов, имеющих постоянно вращающиеся детали. Нагрев и охлаждение при включении и выключении вызывает расширение и сокращение в самих компонентах, что приводит к усталости материала и последующему выходу из строя. Отмечено, что при включении студийного оборудования или hi-fi аппаратуры поначалу возникают шумы, которые, как правило, постепенно проходят через столько-то минут или часов. Самый простой способ избежать этого – оставить аппаратуру включенной при стабильной температуре.

Я впервые услышал об этом в 1970 г., узнав, что компания "Thames Television" в Англии сообщила о 90-процентном сокращении числа поломок после того, как приняла на вооружение этот подход. Есть здесь и два минуса. Работа при повышенных температурах в течение продолжительного времени снижает срок службы деталей, но на деталях так же вредно сказываются и циклы нагрева и охлаждения. Гиддингс предлагает следующее, что вполне согласуется и с моим личным опытом:

- Если оборудование, которое при работе нагревается до горячего состояния, простаивает, его следует выключать в том случае, если им не будут пользоваться в течение трёх дней.
- Если оборудование, которое при работе нагревается до тёплого состояния, простаивает, его следует выключать в том случае, если им не будут пользоваться в течение недели.
- Если оборудование нагревается до очень горячего состояния, то оно неправильно установлено, и нужно придумать для него какое-то охлаждение в том или ином виде.

При большой нагрузке усилители мощности, охлаждаемые притоком воздуха, при простое обычно остывают. Поэтому я советую своим клиентам в студиях никогда их не выключать. Исключением является лишь ламповая аппаратура, т.к. обычный срок службы лампы составляет примерно 5000 часов по той причине, что покрытие катодов нагревается до каления и, как правило, со временем теряет свою способность излучать электроны.

Конечно, чтобы оставить неработающую аппаратуру включенной, потребуется хорошая система защиты, состоящая из чувствительных автоматических предохранителей, срабатывающих при превышении допустимой силы тока или при утечке тока в землю. Хорошо смонтированное современное оборудование редко представляет опасность в плане пожара, но для большей безопасности в таких комнатах можно легко установить на потолках температурно-чувствительные огнетушители, которые

заполняют помещения негорючим газом при достижении температуры установленного порога, например, 60 °С. Если принять такие меры предосторожности, можно смело оставлять аппаратуру включенной на ночь, да и в состоянии простоя она будет потреблять меньше тока. Дополнительные расходы на электричество компенсируются снижением расходов на обслуживание и экономией времени на выявление причин шумов и поиск неполадок.

Литература

1 Giddings, Philip, *Audio Systems Design and Installation*, Focal Press, Boston, USA and Oxford, UK (1995).

## Глава 10 Некоторые основные понятия об акустике громкоговорителей и помещений

В ходе подготовки книги издателями сомневались в целесообразности включения этой главы. Она содержит некоторые математические расчёты, посильные даже 12-летним детям, но эти расчёты помогут правильно сориентировать потенциальных покупателей. А коль в нескольких последующих главах будут рассмотрены некоторые аспекты работы громкоговорителей в помещениях, нам необходимо будет определиться с терминологией.

Недопонимание основополагающих принципов рождает много мифов и ложных представлений, которые мы слышим не только в домашних и проект-студиях, но и в гораздо более профессиональных студиях. Из-за них от торговых представителей часто требуют то, что в принципе невыполнимо в силу законов акустики.

Громкоговорители - это простые аналоговые электромеханические/электроакустические устройства, которые усовершенствованы настолько, что могут воспроизводить звук с таким реализмом, который и не снился их изобретателям в начале двадцатого столетия. Однако проявить себя по-настоящему они могут только в определённых условиях, поэтому неправильная их установка в помещениях приводит к потере многих их достоинств. А поскольку в большинстве случаев громкоговорители используются именно в помещениях, давайте рассмотрим связанные с этим проблемы.

Проект-студии обычно размещаются в скромных по размеру помещениях, а контрольные комнаты, как правило, имеют площадь 20 м<sup>2</sup> и меньше. Высота потолка обычно не превышает трёх метров, так что вероятный объём такого помещения - меньше 60 м<sup>3</sup>. Без акустической отделки таких помещений никакие мониторы не помогут добиться ничего даже близко похожего ровные амплитудно-частотные характеристики. Для большей ясности давайте сначала рассмотрим некоторые принципы, определяющие работу громкоговорителей в помещениях. Итак, начинаем. Учитывая возможный страх перед громоздкими формулами, я постараюсь сделать эту главу максимально короткой.

### 10.1 Некоторые основные принципы акустики.

К некоторому сожалению для акустиков, скорость распространения звука в воздухе при комнатной температуре, а, значит, и длины волн для любых частот – величины более или менее постоянные, и никакими «фокусами» их не изменить. Связаны они простой формулой:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

где:

$\lambda$  = длина волны в метрах

$c$  = скорость звука в воздухе при 20 °C - 344 метра за секунду

$f$  = частота в герцах

Поэтому:

При частоте 100 Hz длина волны составляет:

$$\lambda = \frac{344}{100} = 3,4m$$

Для 10 kHz:

$$\lambda = \frac{344}{10000} = 0,0344m = 3,44cm$$

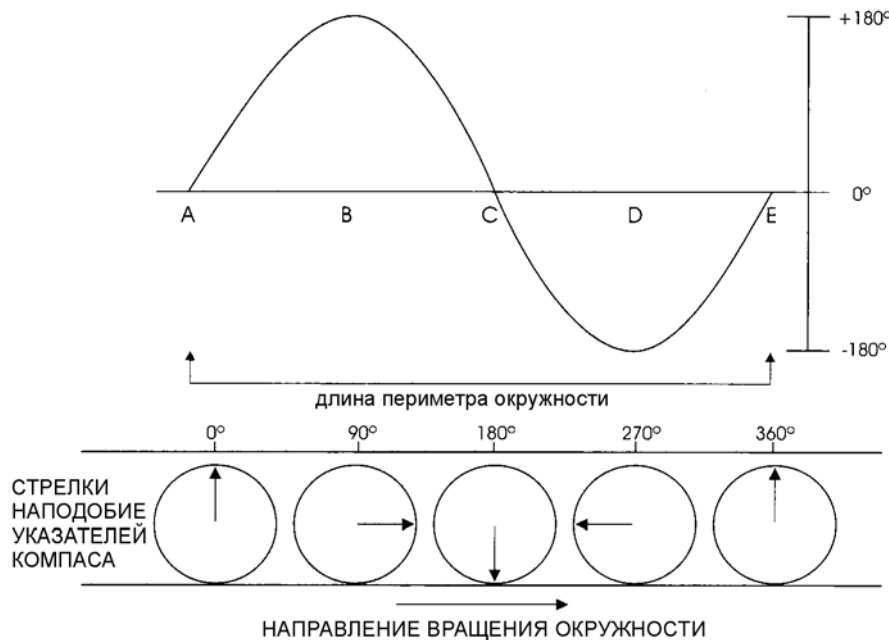
Длина волны – это расстояние, на протяжении которого волна со скоростью звука совершает полный цикл, проходя полцикл давления и полцикл разрежения, как показано на рисунке 29.

Раньше, когда ещё не было понятия "герц", применялся старый термин - циклы за секунду, представлявший частоту, как количество полных циклов в течение каждой секунды. Большинство читателей знают, что изменение фазы на 180° приводит к изменению полярности; а если два сигнала с равной амплитудой, но не совпадающие на 180° по фазе, смешиваются вместе, то они взаимопогашаются. Что ж, название старого термина - «циклы за секунду» - обусловлено циклической природой фазовых изменений, а нынешнее определение частоты – это количество изменений фазы во времени. Поэтому поворот фазы на 360° равен одному циклу, т.е. это возврат к нулевому значению фазы.

Если поставить пару громкоговорителей в маленькой пустой комнате с отражающими поверхностями, то звук, отражаясь от них, будет распространяться внутри помещения по очень сложным траекториям. И вот что мы услышим: сначала прямой звук от громкоговорителей, затем, спустя несколько миллисекунд, пойдут мириады отражений, которые вскоре сольются в то, что мы обычно называем реверберацией. Было бы совершенно невозможно услышать какие-либо нюансы в этой сумятице. Я

называю это эффектом «радио на стройке».

Не единожды мне приходилось наблюдать, как по мере продвижения работ при строительстве контрольных комнат рабочие удивляются тому, как изменяется звучание их радиоприёмников. Я замечал это много раз и в разных странах. И если вначале непривычного для них строительства некоторые становились «в позу» (мол, что это за муру нас просят сделать), то под конец они признавались, что их просто удивило и поразило звучание радиоприёмников в законченной комнате.



**Рисунок 29.** Синусоидальная волна; амплитуда и фаза. Если длина по периметру окружности равна периоду синусоиды (от А до Е), то по мере вращения радиальная линия этой окружности будет показывать угол фазы синусоиды в нужной точке. Вот почему иногда фазу указывают в радианах. Один радиан - это угол фазы, при котором окружность переместилась на длину своего радиуса. Поэтому:

$$360^\circ = 2\pi \text{ радиана}$$

(т.е. длина окружности =  $2\pi \times \text{радиус}$ )

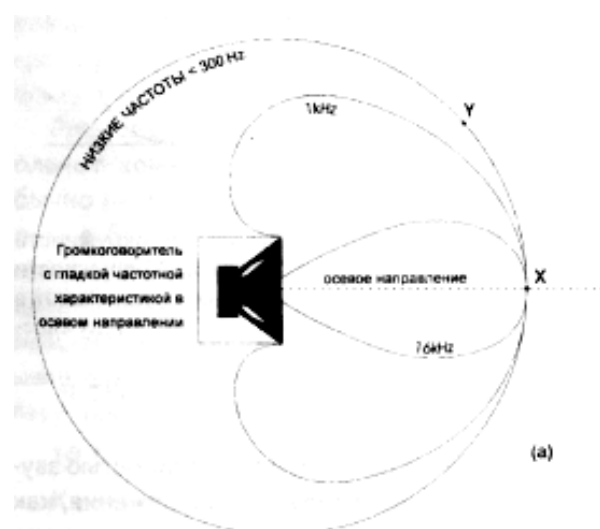
$$1 \text{ радиан} = 360^\circ / 2\pi$$

$$= \text{примерно } 57.3^\circ$$

### 10.1.1 Направленность громкоговорителей

В комнате произвольной формы объёмом  $60 \text{ м}^3$  с умеренно отражающими стенами, звук, который можно услышать в любой точке комнаты на расстоянии от источника, будет представлять собой баланс прямого сигнала от громкоговорителей и реверберации. В силу физических законов распространения звука, частоты примерно ниже 300 Hz излучаются во всех направлениях. С повышением частоты излучение звука представляет собой всё более сужающийся пучок, как показано на рисунках 30-33.

На рисунке 30 показаны линии равновеликого уровня звукового давления (SPL), совпадающие в точке X. Это значит, что в любой точке между громкоговорителем и точкой X на т.н.оси излучения мы услышим звук в равном частотном балансе. В точке Y звук с частотой 100 Hz мы услышим на таком же уровне, а вот более высокие частоты будут уже сильно ослабленными. Амплитудно-частотная характеристика громкоговорителя относится только к тому, что мы слышим перед ним, тогда как реверберация и



**Рисунок 30.** Зависимость направленности от частоты (для типичного студийного монитора). Изолинии равновеликого давления в условиях «свободного поля».

отражения в комнате в основном порождаются звуками, излучаемыми во всех направлениях и не имеющими гладких характеристик. Кстати, а вот с акустическими инструментами дело обстоит совсем не так!

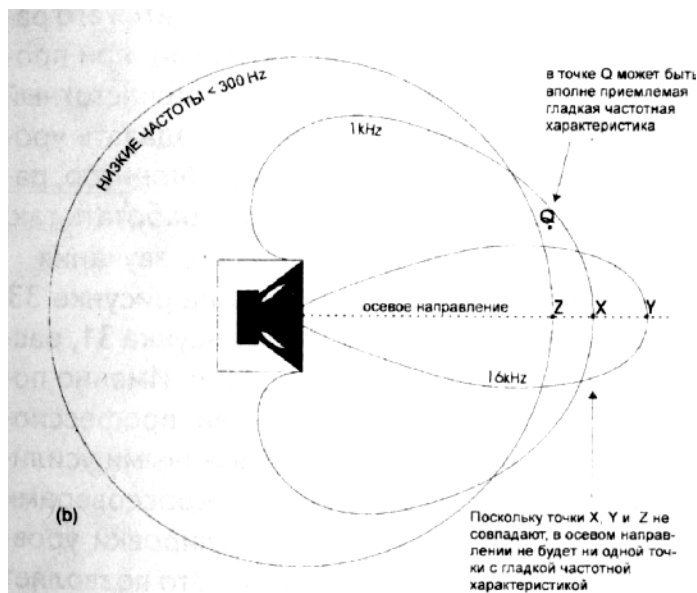
Чтобы слушатель в точке X воспринимал все три частоты на одном уровне, необходимо обеспечить одинаковую интенсивность прохождения сигнала от источника к слушателю по всему пути между ними. Это означает наличие однородных частотных характеристик вдоль всей оси - воображаемой линии между слушателем и громкоговорителем, когда слушатель непосредственно обращён к излучающей поверхности громкоговорителя (см. пунктирную линию на рисунках 30-33). Но для создания гладкой частотной характеристики в осевом направлении громкоговорителю на частоте 1 kHz нужно излучать большую мощность, чем на частоте 16 kHz, поскольку изолиния равновеликого давления в этом случае имеет большую площадь. Аналогично этому на частоте 100 Hz требуется излучение ещё большей мощности, так как изолиния равновеликого давления на этой частоте охватывает ещё большую площадь. Пример из жизни: если нужно размазать порцию масла на большем куске хлеба с той же толщиной, то потребуется либо больше масла, либо придётся размазывать более тонким слоем.

На рис. 32 показана направленность распространения различных частот для мониторов, установленных заподлицо. Отличие этого варианта от вариантов на рисунках 30 и 31 — в нераспространении звука назад. Вся низкочастотная энергия устремляется вперёд, что вынуждает нас уменьшать её уровень, чтобы не было избытка низких частот в точке X. Практическая рекомендация: снизить на 3 dB мощность, подаваемую на низкочастотный громкоговоритель. Он будет работать в щадящем режиме на половину своей мощности, что соответствует вышеуказанной разнице в 3 dB, и заодно увеличится его рабочий ресурс. Другими словами, при произвольной установке низкочастотный громкоговоритель должен создавать уровень звукового давления на 3 dB больше, чем при установке заподлицо. Монитор, работа которого показана на рисунке 30, при установке заподлицо будет работать так, как показано на оисунке 33, если не принять меры для выравнивания его звучания.

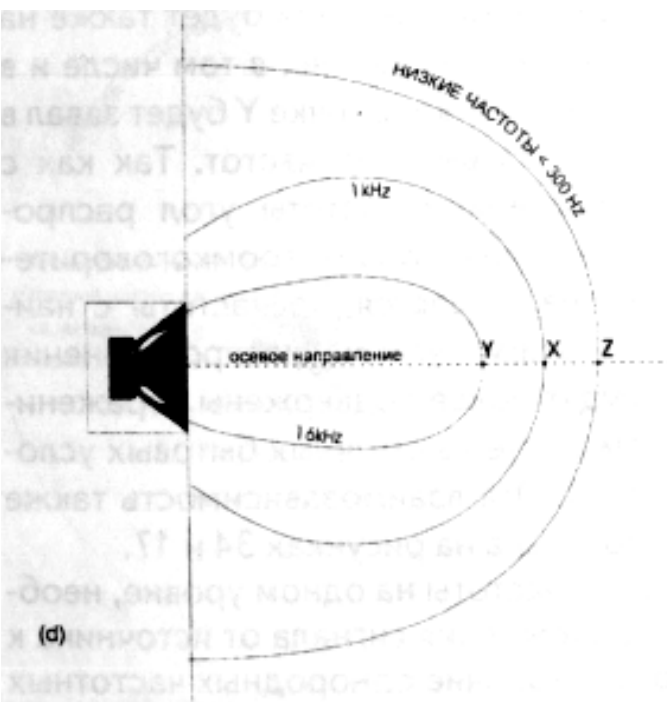
Обратите внимание, что на рисунке 33 точки X, Y и Z, в отличие от рисунка 31, расположены в обратном порядке. Именно поэтому многие производители профессиональных мониторов со встроенными усилителями и электронными кроссоверами предусматривают в них регулировки уровней низких и высоких частот. Это позволяет добиться гладкого звучания в осевом направлении (или в том, которое Вам нужно) в самой различной обстановке.

Из рисунков 30—33 видно, что нельзя сконструировать монитор с заданными характеристиками, если заранее не известны условия его монтажа и акустика помещения.

На рисунке 34(a) показана зависимость звучания громкоговорителя от угла отклонения от оси его



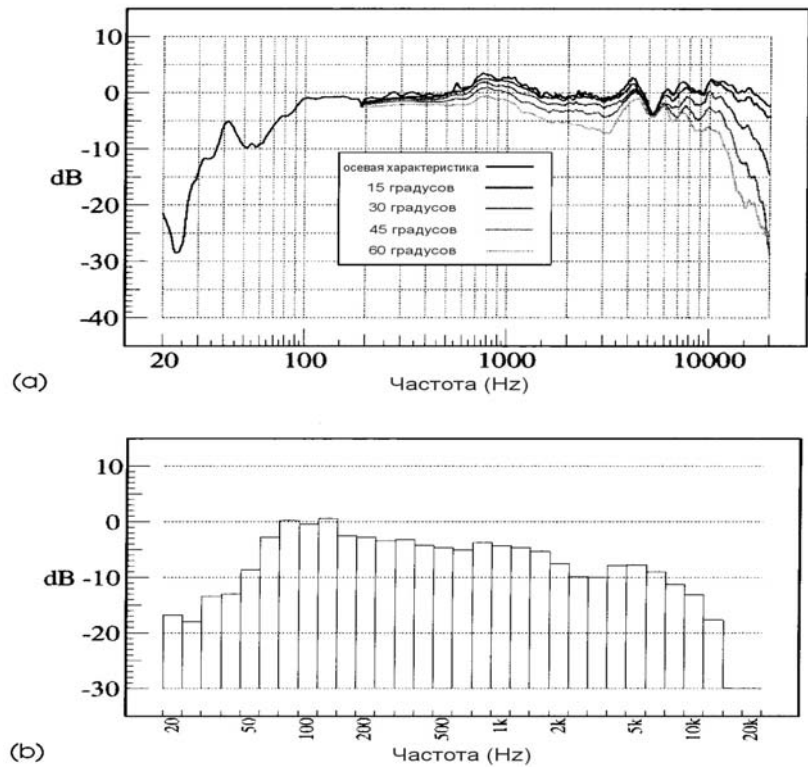
**Рисунок 31.** Зависимость направленности от частоты (для обычной бытовой акустической системы). Изолинии равновеликого давления.



**Рисунок 33.** Зависимость частоты от направленности (для мониторов, установленных заподлицо)

излучения (до 60-ти градусов), а на рисунке 34(b) - общая мощностная характеристика того же громкоговорителя. Обратите внимание на повышение мощности со снижением частоты для поддержания относительно постоянного давления в осевом направлении. Осевые и внеосевые характеристики звучания замерялись в безэховой камере (фото 22), где фактически нет отражений. Номинально она не имеет реверберации до частоты 70 Hz, ниже которой её поглощающих свойств уже недостаточно, чтобы называться безэховой. Общая мощностная характеристика (рисунок 34(b)) измерялась в реверберационной камере, показанной на фото 23. Во избежание влияния на характеристику звучания стоячих волн, порождаемых структурой помещения, расчёт характеристик выполнялся путём сложения измерений, полученных при использовании данного громкоговорителя из двух разных позиций. Во время каждого замера по камере произвольно перемещали микрофон, чтобы добиться усреднённого показателя для всего пространства помещения. В данной камере время реверберации составляло около восьми секунд.

Поскольку в реверберационной камере общие характеристики, как правило, суммируются (громкоговоритель и микрофон перемещались только для того, чтобы сгладить какие-то мелкие неравномерности), то ясно, что замерять осевые и внеосевые частотные характеристики в такой камере было бы невозможно. Все графики были бы похожи на графики мощностной характеристики. И наоборот, в безэховой камере нельзя измерить общую мощность только в одной взятой точке. Для этого нужны были бы замеры в сотнях точек на фиксированном расстоянии от источника, затем обобщение этих замеров, что было бы весьма утомительным занятием. Реверберационная камера отражает излучение практически со всех направлений в сторону микрофона с минимальными потерями, что облегчает эту работу. В камере, показанной на рисунке 23, среднее расстояние прохождения звука до отражающей поверхности - около 6 метров, поэтому при скорости 334 метра в секунду в течение 8 секунд каждый звук отражается примерно 450, прежде чем он ослабнет на 60 dB.



**Рисунок 34.** Различные характеристики одного и того же громкоговорителя. В безэховой камере в осевом направлении звучание громкоговорителя будет характеризоваться графиком (а). Однако, как видно из графиков характеристик звучания во внеосевых направлениях, звучанию, воспринимаемому под другими углами прослушивания, будет недоставать высоких частот. В помещениях с высокой степенью реверберации или отражающими свойствами воспринимаемое звучание будет больше походить на общую мощностную характеристику (график (b)), которая представляет собой тот частотный баланс, который будет слышен почти по всему помещению. Этот график общей мощностной характеристики был составлен по результатам измерений, выполнявшихся в реверберационной камере.

$$\text{Количество отражений} = \frac{C \times t}{Mf} = \frac{334 \times 8}{6} \approx 445$$

Время реверберации,  $RT_{60}$ , – это время, за которое звук затухает на 60 dB от первоначального уровня. Это тот практический уровень, который взяли за основу при выработке данных стандартов. Оркестр в концертном зале выдает пиковый звук на уровне примерно 100 dB при уровне фонового шума где-то около 40 dB, и финальные аккорды оркестра при затухании растворяются в шуме при падении их уровня примерно на 60 dB. 60 dB – это затухание звука до одной миллионной части его первоначальной мощности.

Рисунок 34. Различные характеристики одного и того же громкоговорителя.

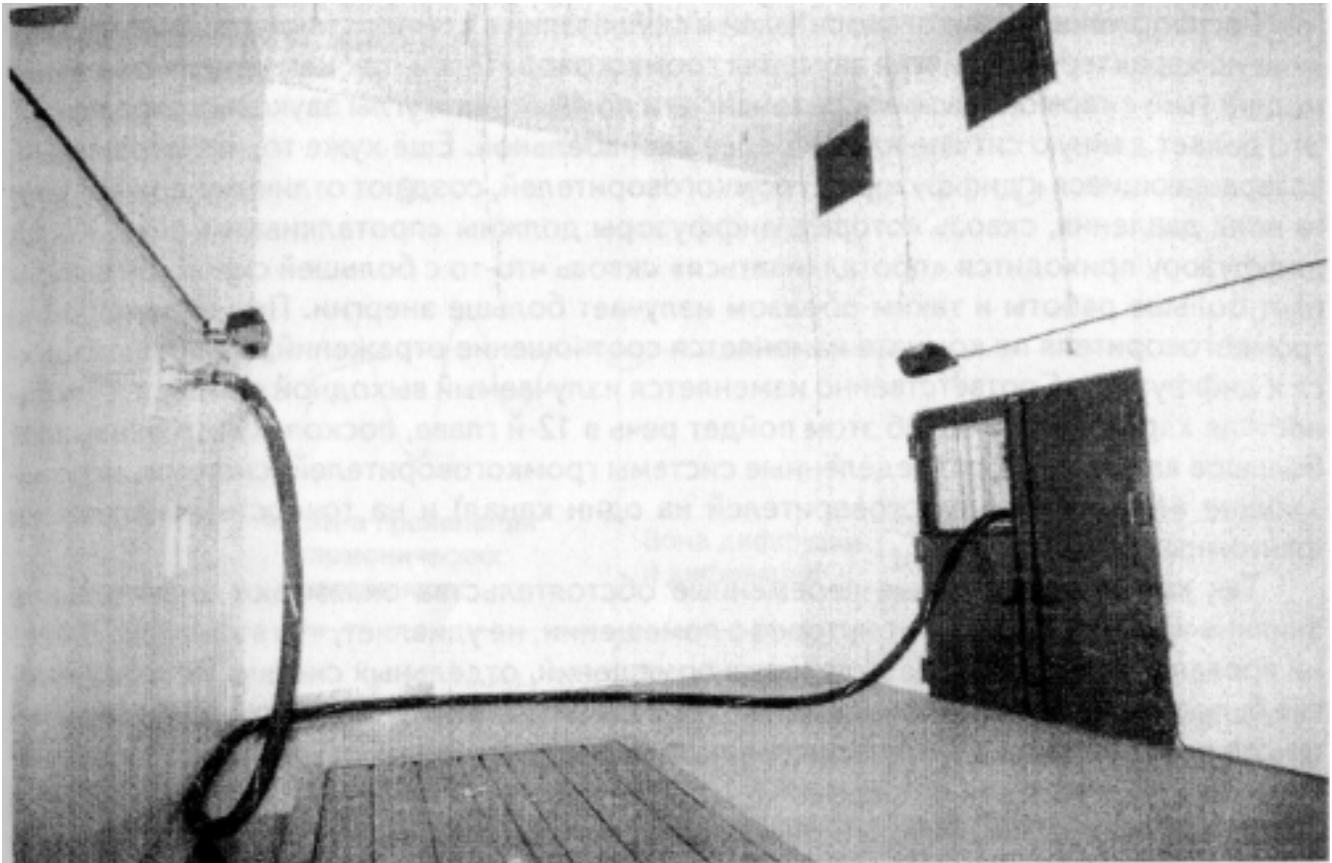
## 10.2. Помещения с реалистичными условиями прослушивания

На практике свойства обычных помещений оказываются где-то в промежутке между безэховой и реверберационной камерой, заимствуя черты каждой из них. При прослушивании на близком расстоянии

громкоговорителя в обычной комнате, его звучание будет в основном определяться его осевой частотной характеристикой. По мере удаления от громкоговорителя вглубь комнаты всё большее влияние на слышимое звучание будет оказывать реверберантная (мощностная) характеристика. Расстояние, на котором характеристика звучания изменяется от преимущественно осевой до преимущественно реверберантной, называется критическим расстоянием. В помещениях одинаковой формы и размеров критическое расстояние будет отличаться в зависимости от величины звукопоглощения. В быту такое поглощение обеспечивают мягкие материалы: ковры, шторы, диваны, стулья; а на более низких частотах – окна, двери, половые доски, оштукатуренные потолки, книжные шкафы и другие нежёсткие предметы. Энергия, которая могла бы вызвать вибрацию объектов, поглощается до того, как она может стать отражённой.



**Фото 22.** Безэховая камера «ISVR». Большая безэховая камера в Институте Исследования Звука и Вибрации Саутгемптонского университета в Великобритании имеет объем  $611 \text{ м}^3$ . Она является безэховой до частоты примерно  $70 \text{ Hz}$ . Ниже этой частоты длина пикансонов составляет менее четверти длины волны ( $70 \text{ Hz}$ ), поэтому степень поглощения начинает резко падать. Решётки пола полностью снимаются, но они достаточно прочны, чтобы выдержать даже вес автомобиля.



**Фото 23.** Большая реверберационная камера ISVR. Её объём — 348 м<sup>3</sup>, а время реверберации — 10 секунд на частоте 250 Hz, или 5 секунд на частоте 2500 Hz. Труба, которую видно на фотографии, использовалась для подачи воздуха под высоким давлением на рупор, который способен выдавать 180 dB и «разрушить» даже металлические панели. Все поверхности не параллельны друг другу и выполнены из окрашенного бетона.

### 10.2.1 Бесконечное разнообразие

Напрашивается вывод: если любые два помещения не имеют одинаковую структуру, одинаковую обстановку, если в них находятся люди и предметы разных форм и размеров, то каждое из них будет отличаться разной степенью поглощения, а значит и разным критическим расстоянием, которое вдобавок ещё будет частотно-зависимым в силу частотно-зависимого характера различных поглощающих поверхностей. Отсюда следует, что при прослушивании одинаковых громкоговорителей в различных помещениях воспринимаемый частотный баланс также будет разным. Частотные характеристики будут меняться даже в пределах критического расстояния, поскольку по определению критическое расстояние — это расстояние, за которым реверберантная характеристика становится доминирующей, а слышимой она становится ещё раньше. В гулком и звонком помещении комнатные резонансы могут быть слышны, даже если к громкоговорителю прижаться носом.

Расположение громкоговорителей и слушателей в комнате также оказывает влияние на характер восприятия звучания громкоговорителей, так как изменяется взаимодействие с гармоническими резонансами помещения и углы звуковых отражений. Это делает данную ситуацию ещё более вариабельной. Ещё хуже то, что отражения, возвращающиеся к диффузорам громкоговорителей, создают отличные друг от друга поля давления, сквозь которые диффузоры должны «проталкивать» звук. Когда диффузору приходится «проталкиваться» сквозь что-то с большей силой, он выполняет больше работы и таким образом излучает больше энергии. При перемещении громкоговорителя по комнате изменяется соотношение отражений, возвращающихся к диффузору. Соответственно изменяется излучаемый выходной сигнал, т.е. мощностная характеристика. Об этом пойдет речь в 12-й главе, поскольку это оказывает большое влияние на распределённые системы громкоговорителей (системы, использующие несколько громкоговорителей на один канал) и на точность локализации фантомных образов.

Так как вышеназванные переменные обстоятельства оказывают значительное влияние на звучание пары мониторов в помещении, не удивляет, что в такой же степени проявляются и различия отдельных помещений, отдельных систем. Поэтому многие бытовые системы звучат настолько поразному. В этих различиях одна из причин такого разнообразия акустических систем на рынке hi-fi аппаратуры. Часто лишь возможность использования широкого ассортимента акустических систем со своими особенностями рабочих характеристик является единственным способом скомпенсировать



акустические особенности конкретных помещений и добиться желаемых характеристик общего звучания.

### 10.2.2 Общие ориентиры

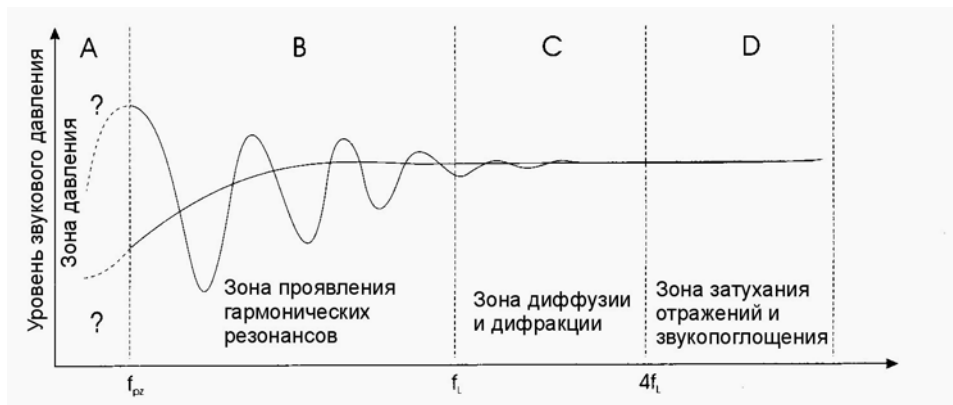
Разнообразие домашних помещений и их акустических особенностей – это те реалии, с которыми приходится считаться. Это реалии жизни. Но если постараться, то можно значительно скомпенсировать нежелательные акустические особенности помещений путём выбора оптимальных акустических систем и их оптимального расположения, добиваясь более подходящих или точных характеристик звучания. Однако это возможно только тогда, когда большинство записей также сводятся в схожих помещениях. В противном случае, если оптимизировать домашнюю hi-fi систему на какую-то одну подборку записей, то она «покажет» разве что коррективы, которые нужно сделать в отношении тонального баланса и баланса инструментов для компенсации аномалий плохой акустики помещения в самой студии, где делалось сведение.

Предположим, что в одной студии – провал по частоте 100 Hz, а в другой – пик на той же частоте. А теперь представим, что какому-то счастливчику удалось создать дома условия, обеспечивающие достаточно гладкую частотную характеристику. Во время сведения в студии с провалом на частоте 100 Hz, скорее всего, был "поднят" этот частотный диапазон, чтобы скомпенсировать звучание в контрольной комнате. При воспроизведении в более равномерных акустических условиях эта запись на этих частотах будет звучать громче, так как во время сведения они усиливались. Материал, сведённый в контрольной комнате с пиком в районе 100 Hz, скорее всего, был смикширован с понижением уровня этих частот, поэтому при воспроизведении на упоминавшейся нами бытовой системе в этом диапазоне будет «провал». Такие результаты не идут на пользу ни себе, ни своей клиентуре. Поэтому в студиях нужно делать всё возможное для обеспечения относительно равномерных условий мониторинга. Хотя добиться этого в малой комнате куда как сложнее, чем в помещениях большего размера.

### 10.3 Контроль помещений

На рисунке 35 показаны различные частотные области, на которые влияют различные акустические особенности помещений. При контакте звуковой волны с объектом происходят три вещи: часть её проходит дальше, часть отражается и часть поглощается. То же происходит со светом, падающим на окно. Свет, который проходит в окно, передаётся через стекло. Если встать за окном, мы увидим себя на стекле; это, конечно же, отражение – свет отсылается назад туда, откуда он пришёл. Если мы откроем окно, то увидим, что в комнату попадает немного больше света, чем через стекло. Эта разница в освещённости *минус* количество света, отражённого назад к своему источнику, это свет, поглощаемый *самим* стеклом, который превращается в тепло.

Звук также подвержен диффузии и дифракции. Для диффузии у нас есть ещё одна аналогия со светом. Если мы в окнах установим замёрзшее стекло, то свет будет поступать, но не будет видно его источника, а в комнату будут отбрасываться лишь смутные тени. Диффузия перемешивает дискретные источники энергии и хорошо их рассеивает. Дифракция – это искривление звуковых волн, огибающих объекты, особенно с острыми углами. Дифракция происходит и со светом, который отклоняется (дифрагирует) вокруг граней непрозрачного тела. Дифракция световых волн, как и звуковых, зависит от частоты и создаёт эффект радуги, когда свет проходит сквозь узкую щель или обходит острый угол. В существовании параллелей между звуком и светом нет ничего странного, потому что оба примера связаны с распространением волн, ибо одни и те же законы распространения волн применимы и к электромагнитным световым и радиоволнам, и к акустическим звуковым волнам, и к волнам океана. Движение волн есть движение волн.



**Рисунок 35.** На диаграмме показаны частотные диапазоны с различным влиянием на звук акустики помещения. Объяснение величин  $f_{pz}$  и  $f_L$  приводится в тексте. В зоне давления особенности помещения не сказываются на общем звучании. Несмотря на равномерность распределения частот в этой зоне, в ней всю "работу" приходится выполнять только громкоговорителям, поэтому громкоговоритель, который воспроизводит частоты в зоне давления, должен иметь значительный запас мощности в этой области частот. Плавно закругленная кривая является усреднённой характеристикой помещения (по Болту, Беранеку и Ньюмэну).

Но возвращаемся к рисунку 35. В помещении на высоких частотах звук является комбинацией прямого звука, зеркально отражённого от твёрдых поверхностей, рассеиваемого в результате диффузии и искривлённого в результате дифракции. Зеркальными называются отражения, которые возвращаются назад в комнату дискретными и нетронутыми. Зеркальное отражение даёт луч света, направленный на зеркало, но если его направить на лист бумаги, отражение будет рассеянным (этим приёмом пользуются фотографы для равномерного освещения объекта съёмки). То же и в акустике — в диапазоне, обозначенном на рисунке 35 буквой «С». В нём также проявляются эффекты дифракции (искривление волны вокруг объектов). Чуть раньше, в диапазоне «В», характеристика помещения, как правило, подчиняется гармоническим резонансам; при этом резонансная энергия может накладываться на прямую энергию, порождая неприятные резонансные «всплески». Их ещё называют «стоячими волнами», хотя термин «гармонические резонансы» здесь более уместен, так как существуют и совершенно безобидные стоячие волны. Во всех вышеописанных участках к прямому звуку добавляются различные эффекты: дифракционная, диффузная и отражённая энергия. В области, находящейся под влиянием гармонических резонансов, воспринимаемая частотная характеристика, как правило, имеет пики и провалы, образуя неровности в звучании определённых басовых нот. Об этом говорилось чуть раньше на примере разного поведения помещений на частоте 100 Hz.

Самая низкочастотная область на рисунке 35 — это зона давления. Она находится ниже частоты, длина полуволны которой больше самого протяжённого участка помещения. Вычисляется эта область очень просто:

$$f_{pz} = \frac{c}{2Lr}$$

где:

$f$  - верхний предел зоны давления

$c$  - скорость звука в метрах за секунду

$Lr$  - самый протяжённый участок комнаты, в метрах.

Итак, для нашей обычной комнаты размерами 5м x 4м x 3м верхний предел зоны давления составит:

$$f_{pz} = \frac{344}{2 \times 5} = 34,4 \text{ Hz}$$

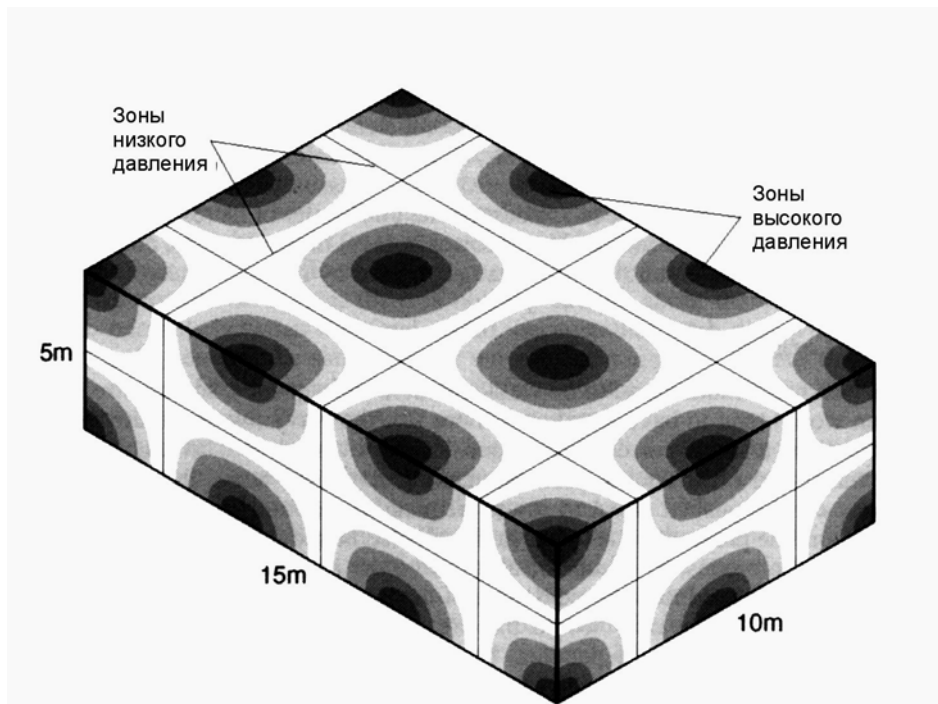
Ниже этого значения частотная характеристика будет очень гладкой, а характеристика комната/громкоговоритель будет представлять собой характеристику громкоговорителя, скорректированную нагрузкой и ограничениями, накладываемыми на неё помещением. Помните, что помещения являются сосудами под давлением точно так же, как и корпуса мониторов. И точно так же, как корпус создаёт нагрузку на громкоговоритель сзади, так и помещение создаёт нагрузку на него спереди. Итак, в зоне давления отсутствует всякое "вмешательство" со стороны помещения, поэтому частоты в зоне давления будут ниже по уровню, чем частоты в следующей зоне, где действует отражённая энергия.

### 10.3.1 Большие помещения

Первые гармонические резонансы помещений, как правило, чётко разделены по частотам, поэтому неотделанное помещение обладает характеристикой, более похожей на волнистую линию на рисунке 35, чем на более «правильную» характеристику в виде линии «усреднённой характеристики»

помещения» на том же графике. Если помещение больше, то начальная частота возникновения гармонических резонансов опустится ниже – где-то до 17 Hz для 10-метровой комнаты; при этом опустится по частоте и верхний предел зоны давления. Гашение гармонических резонансов путём их поглощения позволяет снизить эффект «американских горок», накладываемый на частотную характеристику. Демпфирование в той или иной степени необходимо для любой контрольной комнаты, иначе изменение давления будет частотно- и позиционно-зависимым, а на резонансных частотах в комнате будет «зависать» энергия. В таких условиях, например, трудно понять, действительно ли во время прослушивания звук бас-бочки затухал так медленно, или же медленное затухание было следствием действия комнатных резонансов на этой частоте.

Позиционный эффект демонстрируется на рисунке 36, на котором показано распределение давления в помещении при распространении сигнала с частотой 70 Hz.



**Рисунок 36.** Распределение резонансов в помещении на частоте 70 Hz. Тёмные области соответствуют зонам увеличения звукового давления, а белые - отображают зоны неизменного звукового давления. Чем больше отражательная способность поверхностей помещения, тем контрастнее будет переход от светлого к тёмному. Безэховая камера в этом случае показала бы более или менее однородную "серость".

Более тёмные участки – это области превышения давления звука сверх нормы. Громкоговоритель и/или слушатель, находясь в более тёмных областях, генерирует или получает звуки гораздо более сильные в отличие от более светлых областей, где эти звуки содержат частоты, близкие к резонансу, в нашем случае - 70 Hz. Если в помещении проявляется только одна паразитная резонансная частота, то выравнивание частотной характеристики возможно путём переноса либо позиции прослушивания, либо позиции мониторов, либо и того и другого. Однако, из-за разных длин волн на разных частотах (если в помещении есть две или более паразитных резонансных частоты), данные схемы изменения давления в сторону повышения и в сторону понижения не будут совпадать позиционно. Выйдя из проблемной зоны на одной частоте, можно запросто попасть в проблемную зону на другой частоте.

Резонансный характер контролируемой области распространяется от верхнего предела зоны давления до частоты, обозначенной как  $f_L$  на рисунке 35, более известной как «частота большой комнаты». Её также можно рассчитать простым уравнением:

$$f_L = K \sqrt{\frac{RT_{60}}{V}}$$

где:

$K$  - константа SI (здесь: 2000)

$V$  - объём помещения в кубометрах

$RT_{60}$  - время затухания в помещении на 60 dB, в секундах.

Для комнаты с размерами 5 м x 4 м x 3 м, с  $RT_{60}$  равным 1 секунде, верхний предел резонансной области будет составлять:

$$f_L = 2000 \sqrt{\frac{1}{5 \times 4 \times 3}} = 2000 \times \sqrt{\frac{1}{60}} = 2000 \times 0,129 = 258 \text{ Hz}$$

Таким образом, в нашей комнате с размерами 5м x 4м x 3м мы имеем склонный к гармоническим резонансам диапазон между 34 Hz и 258 Hz, или около этого. Это те частоты, обеспечить поглощение которых нужно прежде всего, если мы хотим более ровной частотной характеристики. В помещениях большего размера, где вдоволь места для обустройства поглощающих систем, решение этих вопросов значительно облегчается. Кроме того, в больших по размеру помещениях энергия отражений вынуждена проходить большие расстояния от источника до слушателя, она более разнесена во времени и затухает гораздо сильнее. Большие помещения также имеют большую по площади поверхность, которая может использоваться для поглощения частот, что тоже говорит в их пользу.

К слову, помещение с размерами 10м x 8м x 5м будет иметь объём 400 м<sup>3</sup>, а верхнюю границу зоны давления - на частоте 33 Hz. И если время реверберации  $RT_{60}$  равно, скажем, 1,2 миллисекунды, то верхний предел резонансной области ( $f_L$ ) составляет:

$$f_L = 2000 \sqrt{\frac{12}{400}} = 2000 \times \sqrt{0,03} = 2000 \times 0,0547 = 109,5 \text{ Hz}$$

Как видите, в малых комнатах диапазон проявления гармонических резонансов гораздо шире, а их проявления – более неблагоприятные.

При определённых типах дизайна больших контрольных комнат временное и пространственное разделение сочетается с рассеивающей и поглощающей отделкой. Это создаёт очень приятную и совершенно равномерную акустику. Но коль длины волн и время первых отражений определяются постоянной скоростью звука, то такие концепции, которые основаны на некоторых психо-акустических принципах, часто "не вписываются" в помещения меньшего размера. Об этом упоминалось в первом абзаце в разделе 10.1.

#### 10.4 Итоги

Хотя рассказанное в этой главе - мизер по сравнению с объёмом и сложностью данного вопроса, тем не менее, мы должны усвоить, что громкоговорители излучают звук очень неравномерно (к сожалению, совсем не так, как акустические инструменты), а помещения реагируют на их звучание тоже по-разному. В следующей главе попытаемся найти весьма эффективный способ решения этих проблем, чтобы добиться весьма высокой равномерности и чёткости мониторинга даже в малых помещениях площадью 14м<sup>2</sup> и объёмом 36 м<sup>3</sup>.

#### Библиография

- Beranek, L., *Acoustics*, McGraw-Hill, London (1974)
- Borwick, J., *Loudspeaker and Headphone Handbook*, 2nd edn, Focal Press, Oxford, UK (1994)
- Colloms, M., *High Performance Loudspeakers*, 5th edn, John Wiley and Sons, Chichester, UK (1997)
- Newell, P.R., *Recording Spaces*, Focal Press, Oxford, UK (1998)

## **Глава 11 Проблемы небольших помещений**

В студиях звукозаписи «первого эшелона» принято создавать большие контрольные комнаты. Это подсказано самим ходом развития индустрии звукозаписи, что выразалось в увеличении размеров микшерных пультов и в применении большего количества аппаратуры. А где-то со середины 70-х в контрольные комнаты начали «вторгаться» и сами музыканты. Последующее развитие MIDI-синхронизации привело к тому, что вместо записи звука синтезаторов на ленту их начали просто программировать, чтобы при сведении подключать их прямо в микшерный пульт, экономя, таким образом, дорожки на ленте. Число каналов в микшерах начало расти до 100 и более, появились штабеля клавишных инструментов и процессоров эффектов. Так что «любовь» к большим контрольным комнатам объяснима.

Но у них есть и другие преимущества. К примеру, в них проще добиться акустического контроля: во-первых, гармонические резонансы помещения (или "стоячие волны", как их некоторые называют), как правило, не разделяются друг с другом вплоть до самых низких частот - более низких, чем в малых комнатах; во-вторых, отражения от поверхностей возвращаются с большим запаздыванием, а значит - более слабыми. Более поздние отражения распознаются ухом именно как отражения, а не как окраска прямого сигнала.

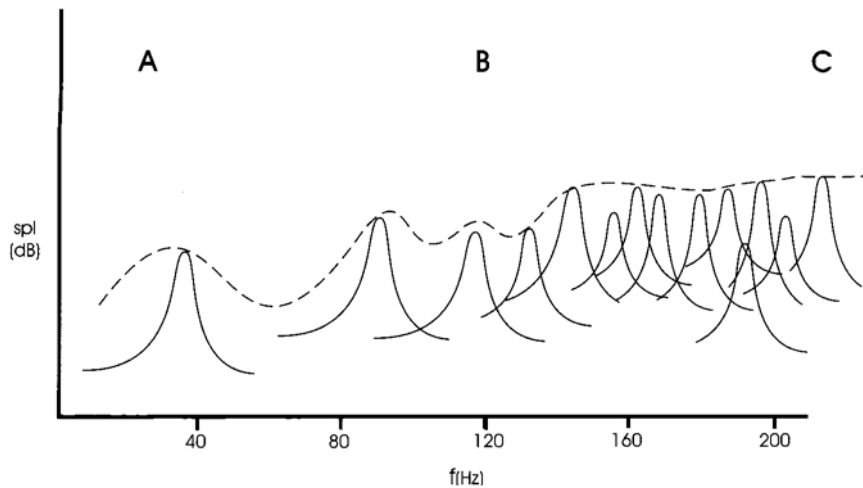
Я не хочу сказать, что большие комнаты легче проектировать - отнюдь!- но у них всё-таки изначально гораздо меньше ограничений, чем у малых комнат. Кроме того, под строительство больших комнат обычно выделяется такой бюджет, который позволяет сделать серьёзный проект. В малых же комнатах всё может быть намного сложнее: поверхности стен расположены намного ближе к ушам слушателя, а горы аппаратуры создают больше помех мониторингу. Да и физический объём оборудования в малых комнатах оставляет акустике комнаты меньше простора для "дыхания". Большой микшерный пульт в малой комнате оказывает сильнейшее влияние на равномерность звучания мониторов даже в хорошо спроектированных комнатах, которые обладали отличными характеристиками.

Тем не менее, небольшие контрольные комнаты стали реальностью с самых первых дней существования электрической записи. И сегодня они являются нормой для самого быстроразвивающегося сектора индустрии звукозаписи - для project-студий. Экономические соображения и нехватка подходящих под студии помещений в удобных (для клиентуры) местах практически гарантируют то, что малые контрольные комнаты будут строиться и дальше. К тому же, что очень и очень важно, постоянно возрастает объём работы для мультимедийных заведений, которые почти всегда имеют малые контрольные комнаты и очень часто не имеют оптимальных условий мониторинга (или смирились с этим). К сожалению, звук в среде мультимедийных приложений всё ещё рассматривается как "бедный родственник", хотя уже появляются признаки более внимательного к нему отношения. Всё это требует радикальной переоценки того, что нужно сделать для обеспечения более хороших, более постоянных и более достоверных условий мониторинга в малых контрольных комнатах. Если серьёзно не взяться за решение задач небольших комнат, то неуважительное отношение к мониторингу грозит перерасти в большую проблему.

### **11.1 Размеры помещений и поведение их гармонических резонансов**

Под "небольшими" я подразумеваю комнаты объёмом менее 100 м<sup>3</sup>, а комнаты этого размера обычно имеют габариты где-то 6м x 5м x 3м. Помните, что в акустическом смысле «размеры» комнаты зависят от желаемой частоты раздела, на которой распределяются резонансы. Поэтому даже большая комната с равномерным распределением резонансов только до 50 Hz в акустическом смысле считается небольшой, если не расширить эту равномерность книзу - до 20 Hz. Комната становится акустически небольшой, если энергетические всплески гармонических резонансов, которые рождаются размерами и формой комнаты, перестают перекрывать друг друга. Гармонические резонансы – для незнакомых с этим понятием – можно рассматривать как пути, которые проходят звуковые волны между отражающими поверхностями. Если звук распространяется вперёд и назад, возвращаясь в той же фазе в исходную точку, то энергия резко возрастает, и формируется резонансная "стоячая волна". Для появления резонанса расстояние между любыми поверхностями должно соответствовать полным длинам волн, поэтому конкретные частоты имеют конкретную длину пути. Как только происходит модальное разделение, различные частотные компоненты воспроизводимой музыки начинают слышаться с разным уровнем в зависимости от того, совпадают ли они с естественными резонансами комнаты, усиливаясь ими, или нет.

Когда гармонические резонансы перекрывают друг друга, то частотная характеристика будет более или менее равномерной. Но как только происходит их разделение, она становится неровной, а звучание начинает подчиняться форме отдельных резонансов (см. рис.37). В малых комнатах это разделение начинается с более высоких частот. Из этого следует, что в больших комнатах будет наблюдаться более равномерное звучание до более низкой частоты при условии, конечно же, что все остальные характеристики комнат одинаковы.



**Рисунок 37.** Распределение гармонических резонансов в помещении. На схеме показаны всплески отдельных гармонических резонансов в помещении. На отрезке между В и С резонансы находятся в приемлемой близости друг от друга и сравнительно выровнены по уровню. "Наиболее подходящий" средний уровень показан штриховой линией, он на этом участке относительно ровен. Однако на участке А-В гармонические резонансы помещения значительно разделены по частоте, а штриховая линия "частотной характеристики" теперь уже понемногу огибает отдельные всплески и провалы в энергии резонансов. Здесь можно увидеть, что как только резонансы разделяются, звучание комнаты становится неровным, подчёркивающим одни ноты больше, чем другие. Частота в точке В, в которой резонансы начинают разделяться, зависит от размеров комнаты: она тем ниже, чем больше размер комнаты. Поэтому большие комнаты, как правило, обладают более равномерным звучанием из-за более низких частот разделения резонансов.

Ещё один большой недостаток, связанный с гармоническими резонансами комнат, состоит в том, что звучание в комнате становится позиционно зависимым как в отношении источника (например, монитора), так и в отношении объекта, воспринимающего звук (слушателя, микрофона). Углы направленности источника будут также определять, какие резонансы будут возбуждаться, а какие нет. Если источник или слушатель находится в точке падения давления любого данного резонанса, то на его частоте никаких изменений на слух происходить не будет. Неизменность звучания громкоговорителя для слушателя возможна только в безэховой камере, причём низкие частоты будут восприниматься слушателем «в балансе» на любом расстоянии от громкоговорителя.

Ещё больше усложняет жизнь то, что каждая комната по-своему поглощает звуковую энергию в зависимости от размеров и характера акустической обработки. Разные материалы поглощают разные частоты в большей или меньшей степени. Поглощение и акустическое демпфирование определяют силу энергии отражённого звука, а также оказывают влияние на Q (добротность) распространения энергии гармонических резонансов (см. рис.38).

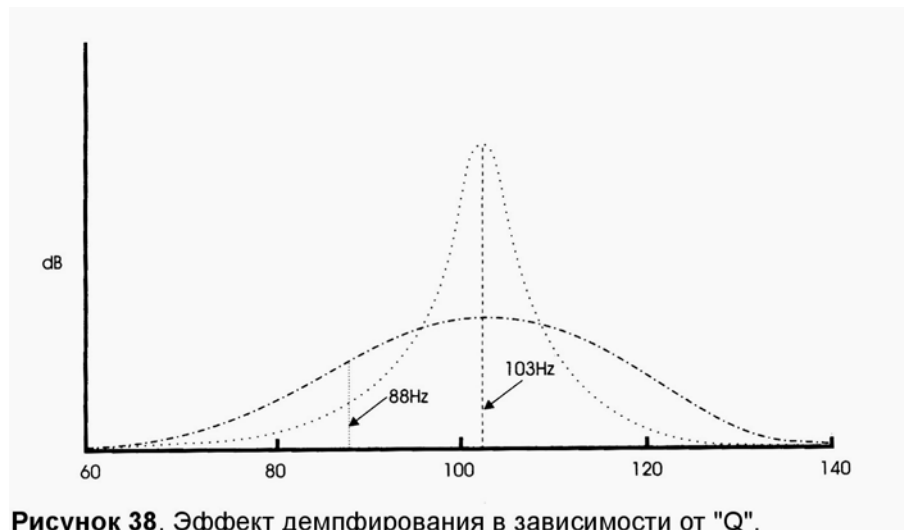


Рисунок 38. Эффект демпфирования в зависимости от "Q".

В этом смысле величина Q похожа на Q эквалайзера, при "накручивании" которого "холм" может быть либо широким (низкое Q), либо узким (высокое Q). Q, между прочим, означает "добротность" (дословно - "фактор качества"), но в нашем случае желательно иметь резонанс плохого качества (низкое Q), поскольку тогда он менее выражен и менее назойливо действует на уши, чем резонанс с высоким Q. Поэтому помещения с сильным демпфированием и поглощением одновременно расширяют частотное содержимое резонансной энергии и уменьшают уровни резонансных пиков. Из всего этого следует, что звучание в звукопоглощающей комнате с низким Q будет более равномерным, чем в комнате с более твердыми стенами и гармоническими резонансами с высоким Q. Хотя во втором случае звучание будет более громким, так как такое помещение медленнее рассеивает исходящую энергию. Практической крайностью звукопоглощающих, сильно демпфированных помещений являются безэховые камеры, которые в силу отличной равномерности своего звучания используются для проведения измерений.

К сожалению, звукопоглощение низких частот - камень преткновения для малых комнат, в которых нельзя применить многие системы поглощения этих частот из-за внушительных размеров систем. Эффективные поглотители низких частот традиционно имеют большие размеры; им требуется пространство в глубину, равное четверти длины волны самой низкой частоты, которую нужно поглощать. Если для частоты 40 Hz длина волны составляет где-то 8 метров, то для поглощения звука с этой частотой и выше потребуется система поглощения глубиной 2 метра. Если в контрольной комнате не обеспечить необходимое поглощение баса, то восприятие различных низких частот будет зависеть от позиций слушателя и источника звука. Если и при этом сохранится избыток низких частот в виде полуреверберационной (отражённой) энергии, то комната будет сильно "басить" ("бубнить"). Если речь идёт о помещении для записи, то это в зависимости от обстановки может быть как хорошо, так и плохо. Если же "басит" контрольная комната, то на выходе могут получаться миксы с "облегчённым" басом, которые будут звучать не совсем полновесно при воспроизведении в любых других условиях (см. раздел 10.2.2). В какой-нибудь другой басово-перенасыщенной комнате такой микс будет звучать более близко к задуманному варианту, но "весомость баса" может зависеть также и от конкретной частоты; и тогда одни ноты будут восприниматься более "басово", чем другие, - причём в других помещениях "басить" будут другие ноты. Понятно, что для контрольных комнат, для которых равномерность звучания является первостатейной необходимостью, это абсолютно нежелательно.

## 11.2 Нынешние концепции и плохое влияние

Задача совместимости помещений - дело непростое; и чем меньше помещения, тем труднее она решается. Если энергия звуковых отражений воспринимается только в задней части помещения (что часто бывает в небольших контрольных комнатах), то небольшая разница во времени между прибытием прямого и отражённого сигналов придаст звуку на уровне восприятия нежелательную окраску; а психо-акустическое воздействие, на которое в иных контрольных комнатах возлагаются особые надежды, не даст желаемого эффекта. Некоторые из этих вариантов дизайна (например, технология LEDE) являются весьма сложными по своему характеру и могут "работать" только тогда, когда их проект тщательно продуман. Но есть масса случаев, когда люди просто слепо копируют концепции и "масштабируют" их до размера своих комнат, не вполне понимая заложенные в них принципы. В итоге такие помещения иногда "звучат" поистине ужасно.

Хотя максимальная ширина и равномерность частотного диапазона вроде и должны быть желанными для всех контрольных комнат, выясняется, что эта достойная и логичная цель так и не получила всеобщего признания. Наибольшие проблемы касаются студий средней руки. Выпуская огромное количество записей во всем мире, они вынуждены работать в секторе рынка с очень высокой конкуренцией. Тут уж не до разрешения акустических задач! Кроме того, умы владельцев таких студий

часто заняты не стремлением к идеалу, а желанием быть похожим на других. Мне приходилось бывать в студиях, в которых хотели улучшить условия мониторинга; но когда эти улучшения дали звук, отличный от звука большинства наиболее коммерчески успешных студий в регионе, их владельцы столкнулись с растущим недоверием к ним клиентов. Похоже, что другие студии пользовались успехом, невзирая на качество своего мониторинга, благодаря чему-то другому: дружелюбно настроенному и внимательному персоналу, хорошим студийным помещениям, доступной парковке и т.п.

Но в индустрии звукозаписи полно одержимых людей (что нормально!), работающих с творческим запалом особенно там, где успех или неудача могут целиком основываться на субъективных оценках. Конечно, кто-то будет стараться запрыгнуть на «островок безопасности» в виде студии с неизменно повторяемыми и постоянными условиями мониторинга. Но чаще люди верят в другую «безопасность» - в стремление повторить чей-то чудящийся успех, неважно как достигнутый, который может быть очень скоротечным.

Всё больше людей верят в избавление от трудностей с помощью электронного оборудования. Например, плохое звучание записи часто воспринимается не как следствие неверных технологических решений (возможно, принятых в результате недостаточно хорошего мониторинга), а как следствие отсутствия на студии последней модели лампового преампа или нового электронного ревербератора. Конечно же, владельцы больших студий лучше знают настоящую причину этого, поэтому именно они вкладывают деньги в акустику. Многие же владельцы меньших студий, по-видимому, надеются на то, что будущий успех даст им новые более обширные помещения, в которых они обязательно позаботятся о каком-то акустическом контроле. Но покамест им, мол, не с руки тратить деньги на акустическое оснащение своих малых студий. Тот факт, что это могло бы принести большее удовольствие клиентам, поднять бизнес в целом и способствовать приближению того дня, когда новые помещения станут им доступными, часто перекрывается страхом, что нельзя будет вернуть деньги, заплаченные за работу и материалы. Жертвой такого отношения становится качество. Несмотря на всё это, действительность такова, что добиться хорошего, воспроизводимого, «точного», чёткого в отношении нюансов мониторинга в плохих помещениях нельзя. Если где-то и существует, по счастливой случайности, хороший мониторинг в плохом помещении, то он почти наверняка был бы лучше, если бы и помещение было лучше.

### 11.3 Другой взгляд на действительность

Итак, как же нам сделать так, чтобы не только условия мониторинга были гораздо более контролируемыми, но и чтобы избежать несоразмерной дороговизны студии и высокой почасовой платы за неё? Что ж, первое, что нам нужно сделать, так это обратить внимание на расположение источника звука, позицию слушателя и характер самой комнаты. Если известно, что любое без исключения расположение источника звука в любом помещении, кроме безэховой камеры, возбуждает в этом помещении гармонические резонансы по-разному, то наилучшее, что можно придумать – попытаться отыскать позиции для мониторов в местах с наименьшей вариабельностью. Даже большая безэховая камера, но без трёхметровых поглощающих клинообразных пуансонов, не будет такой уж безэховой на нижних октавах частотного диапазона, т.к. даже здесь от установки мониторов в разных точках помещения звучание низких частот будет восприниматься по-разному. Поэтому лучше всего устанавливать источники звука у самого края комнаты, и лучший вариант - это вмонтированные заподлицо в стену мониторы. В пределах поля возникновения стоячих волн, передние стены комнаты являются поверхностями максимального давления, поэтому установленный в такую стену монитор будет возбуждать резонансы на практически одинаковом уровне, не давая превосходства одним над другими. Установка мониторов заподлицо также позволяет стене работать как продолжение их диффузоров, что способствует более равномерному распространению расширяющихся звуковых волн. Причина, по которой стены комнат являются поверхностями с максимальным давлением, состоит в том, что для отражения от них звук должен изменить направление. При этом он на мгновение останавливается, а когда скорость его равна нулю, давление достигает своего максимума, иначе нарушатся законы физики о сохранении энергии.

Как уже говорилось в 10-й главе, с понижением частоты громкоговорители расширяют свою направленность и становятся всенаправленными, поэтому если громкоговорители находятся в корпусах и стоят на расстоянии от стен, более низкие частоты смогут излучаться во всех направлениях вокруг корпусов громкоговорителей и будут в том числе распространяться и в сторону стены, находящейся сзади корпусов громкоговорителей. Затем они будут отражаться назад в помещение и направляться к позиции слушателя (см. рис.17). Различные частоты будут иметь разную длину волн, поэтому, если длина пути от громкоговорителя до стены и назад к слушателю у них одинакова, они возвратятся с несовпадением по фазе. Поэтому они будут либо усиливать звучание прямого сигнала, либо погашать его, что приведёт к неровности восприятия звучания в позиции слушателя. Безусловно, стену позади громкоговорителей можно сделать звукопоглощающей. Но из-за необходимости погашения низких частот она займёт много места и снизит уровень звука от громкоговорителей. Кроме этого, если все поверхности комнаты сделать звукопоглощающими, то мы получим безэховую камеру, находиться в которой долго не пожелаешь никому. Многие люди в таких условиях испытывают необъяснимую тревогу.

Если же мониторы установить в твёрдой и нерезонирующей передней стене заподлицо, то это

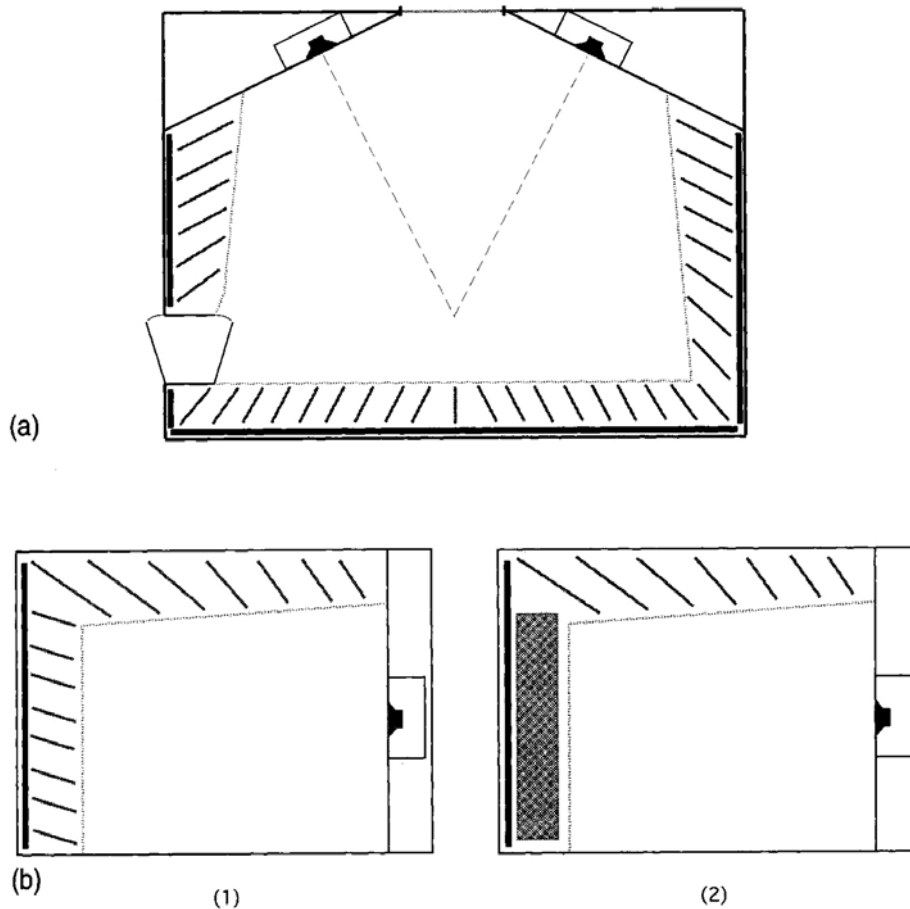


будет способствовать равномерному распределению давления в комнате и повысит уровень звучания низких частот, так как вся их энергия направится вперёд (рисунки 30 и 33). Это может быть полезным для расширения низкочастотного звучания, особенно если у мониторинной системы ограниченный запас по мощности. А если эту стену сделать отражающей звук, то облегчится и общение людей в этом помещении. Вместе с тем это не приведёт к появлению нежелательных для мониторинга отражений, поскольку весь излучаемый звук будет идти от стены. Усиление низкочастотного звучания легко исправить электронными регулировками, что не приводит к смещению фазы. В самом деле, коррекция амплитуды не приведет к переворачиванию фазы, наоборот, она лишь скорректирует фазу.

Вспомните 5-ю главу, где говорилось, что разница между давлением в осевом направлении и давлением, вызванным прибытием более или менее синфазных отражений, происходит от запаздывания отражений, т.к. им приходится «путешествовать» дальше; кроме того, давление, создаваемое звуковыми отражениями, неравномерно по частотному балансу. Поэтому эти эффекты нельзя исправить электронной эквализацией. Именно невежественные попытки такой коррекции как раз и породили дурную славу в отношении эквализации мониторов. Электронная эквализация, за исключением эквализации цифрового адаптивного типа, не может снять проблемы гармонических резонансов в помещениях: кажущееся исправление звучания в одной точке помещения усугубляет ситуация в двух других. Проблемы отражений - это проблемы акустические, и требуют они акустических решений. Посему непременным условием достижения "точного" мониторинга является установка мониторов заподлицо в передней стене любой контрольной комнаты. В 12-й главе будут более подробно рассмотрены некоторые из этих электроакустических явлений.

Если же мониторы нельзя установить в несущей стене, что в любом случае плохо с точки зрения звукоизоляции, то нужно сделать плотную и прочную фальш-стену. Конечно, даже будучи непрочной такая стена будет поглощать звук, но из-за непрочности она будет резонировать и создавать вторичные излучения на определённых частотах, что лишь принесёт дополнительные помехи в общее звучание. Равномерное излучение и распространение звука - это первый шаг на пути к хорошему мониторингу. Но нельзя добиться лишь этим поставленной цели, если нет равномерного распределения энергии в отражательном или полуреверберационном звуковых полях. В больших по размерам помещениях различные дизайнеры пользуются различными методами (и исповедуют разные принципы) при обеспечении равномерного восприятия звука человеком, находящимся за микшерным пультом. Но в малых помещениях более сильные по уровню отражения с различным тональным балансом из разных точек помещения возвращаются в пределах психоакустически-интегрирующего времени мозга, т.е. того времени, когда наш мозг эти отражения уже воспринимает не как отражения, а как окраску звука. Ситуация отягощается неравномерностью вне-осевого звучания, что ещё более ухудшает частотный баланс отражённого звука.

Если же сделать звукопоглощающими все поверхности комнаты кроме передней стены и пола, то слушатели будет воспринимать лишь прямой сигнал от мониторов. К счастью, самая лёгкая из задач, стоящих перед конструкторами таких мониторов, - это добиться равномерного осевого ( $\pm 30^\circ$ ) звучания. Поэтому такие мониторы будут менее дорогостоящими, чем акустические системы, претендующие на универсальное применение в любых помещениях. Довольно большая часть времени и средств, идущих на разработку мониторов, тратится на попытки сделать такие системы, которые бы давали относительно плоские частотные характеристики в помещениях с плохой акустикой. На самом же деле такие "всеядные" мониторы являются не чем иным, как эрзац-мониторами. Опубликованные характеристики таких акустических систем (мониторов) наверняка измерялись в безэховых условиях. Это само по себе уже говорит о том, что даже производителями признаётся ухудшение их характеристик в других условиях. Задача этой главы – рассказать, как создать в позиции прослушивания условия сходные с условиями прослушивания в безэховой камере. Концепция таких комнат показана на рисунке 39.



**Рисунок 39** (а) и (б) демонстрирует основные особенности концепции "бес-средних" комнат, при которой звуковым волнам, излучённым громкоговори-телями, позволяется пройти мимо ушей слушателя один-единственный раз. Твёрдая передняя стена используется для того, чтобы "вливать жизнь" в речь и действия людей, находящихся в комнате, и для того, чтобы уменьшить гнетущее ощущение беззховости. Тем не менее, данные комнаты прибли-жаются к тому, чтобы беззхово гасить звук от громкоговорителей, для кото-рых передняя стена действует как продолжение диффузора. (а) План "бес-средней" контрольной комнаты, причём заштрихованными участками обоз-начены системы поглощения, работающие в широком диапазоне; (б) Вид сбоку, причём заштрихованные участки означают (1) горизонтальные зад-ние поглотители, а (2) - вертикальные задние поглотители.

#### 11.4 Помехи от оборудования

Любое оборудование в комнате создаёт звуковые отражения. Не так уж много нужно ума, чтобы поместить оборудование так, чтобы оно не отражало звук прямо на позицию слушателя. Однако следует чуточку больше сказать о таких отражениях, потому что их "поведение" зависит от частоты. Объекты, которые имеют малые размеры по сравнению с данной длиной волны, как правило, "поглощаются" звуком: он обходит их, словно "заглатывая". Но когда поверхности объектов сопоставимы с длиной волны, они действуют, как зеркала. Звук распространяется со скоростью примерно 340 метров в секунду при температуре около 20 °С. Поэтому звуковая волна с частотой 340 Hz имеет длину около 1 метра. 100-герцевая волна будет соответственно иметь длину более 3 метров, и такая частота без труда "проглотит" небольшой настольный монитор с максимальным размером 40 см. В случае же со звуковой волной на частоте 10 kHz, длина которой составляет всего около 3 см, поверхности корпусов мониторов будут во много раз шире, чем длина волны, поэтому они будут "работать" на отражение, как зеркало.

Изложим эту же мысль по-другому. Если большой мяч бросить в стену, оштукатуренную отсевом, то поверхность мяча "поглотит" эти неровности, а мяч отскочит назад в том же направлении, словно от ровной стены. Если затем в ту же стену бросить теннисный шарик, и если неровности стены равны или превышают его размеры, то он отскочит под углом, который зависит от угла граней тех неровностей, о которые он ударился. Это не совсем точное сравнение, но оно даёт какое-то представление зависимости отражений от длины волны. Низкие частоты "охватывают" и микшерные пульта, но если микшеры имеют большие плоские задние панели, следует обратить внимание на их взаимодействие с "нижней серединой"; следует исключить любые колебания между передней стеной помещения и задней панелью микшерного пульта с помощью поглощающего материала, который накладывается перед задней панелью микшера.

### 11.5 Происхождение концепций

Описываемая здесь концепция является развитием концепции «бессредних» комнат Тома Хидли, по которой он начал строить студии в середине 80-х годов и продолжает строить по сей день. Многие из его контрольных комнат огромны, но это связано с тем, что он хочет расширить диапазон равномерного распределения резонансов книзу до 10 Hz, а добиться этого в малых помещениях невозможно. Том и я выступали спонсорами аспирантского научно-исследовательского проекта по поглощению низких частот в 1990 г. в Институте Исследования Звука и Вибрации Саутгемптонского университета. Эти исследования значительно обогатили нас опытом и привели к выработке возможностей поглощения "нормальных" частот в небольших помещениях. основополагающие концепции таких комнат были изложены в докладе, представленном на конференции в Институте Акустики Великобритании в 1994 г.

Основной принцип, заложенный в концепции таких комнат - обеспечение максимально достоверного мониторинга записываемого на ленту сигнала. Если вкратце, то вопрос стоит так: если диапазон возможных условий прослушивания настолько широк - от наушников до дискотек и автомобилей, - то на что должна равняться акустика контрольной комнаты? Интернациональный характер музыкального рынка свёл практически на "нет" понятие "среднестатистической комнаты прослушивания", поскольку акустика в типичных домах в разных странах отличается невероятно. Единственное, на что ещё можно ориентироваться и что можно контролировать - это записанный сигнал. Более того, разные условия прослушивания лучше подходят для разных видов музыки, но ни одна контрольная комната не может удовлетворять всем потребностям. «Бессредний» подход переносит субъекта акустики прослушивания в конечную среду прослушивания (помещение, автомобиль, наушники и проч.), в то время как компромиссы между этими средами обычно приводят к "халтуре". Хорошо спроектированные большие комнаты могут обеспечивать хорошо подобранные компромиссные эксплуатационные параметры. Но небольшие комнаты – это совсем другое дело. Конечно, из этого абзаца ясно, что я не сторонник принципа сведения записей, ориентируясь на вкусы рынка. Я считаю, что сведение мы должны выполнять в соответствии с каким-то стандартом.

Поглощающие стены и потолки в бессредних комнатах являются многослойными, поглощающими удар звуковых волн постепенно, чтобы не создавать отражений при их переходе из воздушной среды в поглощающий материал. Точно так же, как электрические отражения возникают при несовпадении конечных сопротивлений, акустические поглощающие материалы отражают энергию при возникновении резкого изменения акустического сопротивления. Поэтому в безэховых камерах используются клинообразные пуансоны, чем обеспечивается плавный переход из воздушной среды в пенополиуретан, стекловолокно или всё что угодно, из чего они сделаны. Это также похоже на современную концепцию бронжилета. Пятидесятисантиметровая броня уступила место лёгким, многослойным и более эффективным защитным материалам, которые не прерывают полёт входящей пули резко.

### 11.6 Строительные принципы

На фото 24 показан первый слой системы поглощения на задней стене малой контрольной комнаты. В окончательном виде он покрывается акустически прозрачной тканью, но первый слой (если смотреть по ходу волны) представляет собой подвешенные панели из ДСП, покрытые с одной стороны слоем акустически-демпфирующего материала (например, гидробита), и с обеих сторон – 5-сантиметровым слоем волоконного поглощающего материала (например, минералватой). Между панелями имеются воздушные "просветы". Эта конструкция обладает определённым сопротивлением и обеспечивает звуковое поглощение различными способами. Позади ряда этих панелей обычно подвешивается ещё большая панель схожей конструкции, но закрепляется она так, чтобы она висела практически параллельно каркасу задней акустической стены. Сама акустическая стена (или, если хотите, - акустическая оболочка) представляет собой каркас из деревянных брусков, ячейки которого заполнены волоконным материалом (минералватой) толщиной 5–10 см. Со стороны комнаты (мониторов) каркас покрывается слоем гидробита и ещё одним слоем минералваты. Со стороны несущих стен помещения каркас покрывается "сэндвичем", состоящим из гипсокартона и гидробита. Гидробит между слоями гипсокартона образует "ограничительный слой", который очень усиливает акустическое демпфирование. Всё это приводит к потере акустической энергии и широкому рассеиванию частотного компонента тех гармонических резонансов, которые ещё остались в данной контрольной комнате.

Наконец, просвет между акустической оболочкой и несущей стеной частично заполняется поглощающим волоконным материалом, таким как "Rockwool", "Paroc", или "Noisetec AI" от компании "Acoustica Integral SA". Хотя может подойти любой другой волоконный материал с удельной плотностью 30–40 кг/м<sup>3</sup>. В случае, показанном на рисунке 39, общая глубина этой звукопоглощающей конструкции составляет примерно 60 см. Полная её схема показана на рисунке 40. Компоновка потолочной звукопоглощающей системы показана на фото 25.

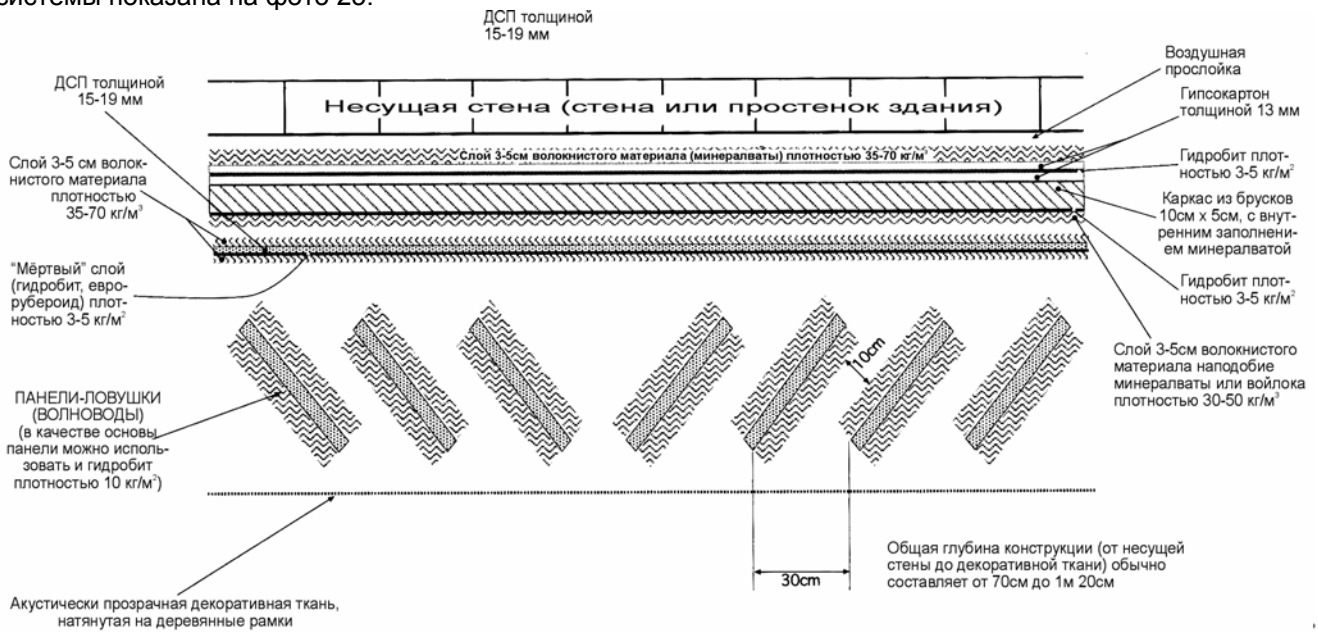
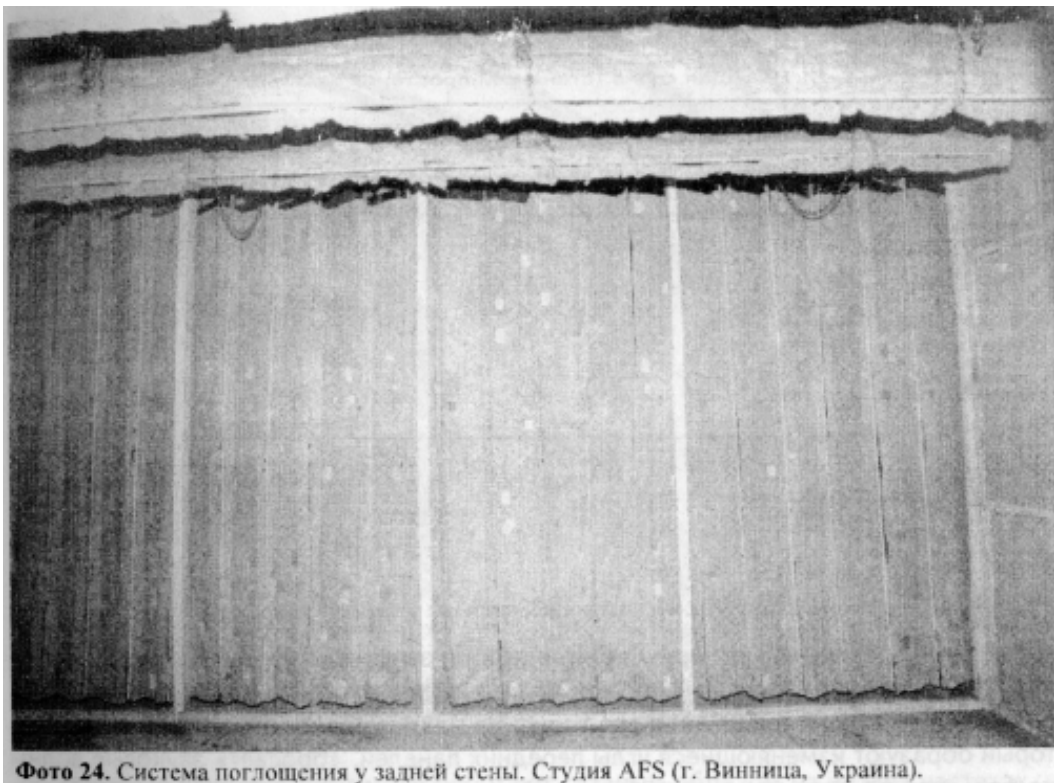


Рисунок 40. Типичная структура поглощающей системы у задней стены.



Принцип работы такой системы заключается в том, чтобы дать возможность звуковым волнам относительно легко войти в "ловушки", а затем "оттяпать" у них энергию с помощью различных технологических приёмов. Ловушки действуют частично как лабиринт, частично как поглотители панельного типа и частично как поглотители мембранного типа. Механизмов поглощения энергии много. Большие панели действуют как обычные панели-поглотители и, сделанные из различных композитных материалов, обеспечивают фрикционные потери звука из-за трения, создаваемого этими материалами. Есть также потери от т.н. "эффекта муара" или "эффекта лабиринта" как на макро, так и на микро уровне.

На макро уровне эффект лабиринта, который образуют изменяющиеся углы передних панелей, "бросает" звуковые волны на большую по площади поверхность поглощающего материала, чем площадь поверхности при прямом столкновении, и, вынуждая волны ударяться о поглощающий материал под углом, заставляет их проникать на большую глубину в волоконный материал, что практически при любых обстоятельствах усиливает поглощение. Гидробит, покрывая гипсокартон, увеличивает его демпфирующие свойства, а также препятствует вторичным отражениям (ре-эмиссии), которые имели бы место, если бы гипсокартонные панели продолжали вибрировать после столкновения с проходящим звуком. Остатки отражённого звука на обратном пути в комнату снова проходят сквозь лабиринт панелей по зигзагообразному пути, что приводит к ещё большей его потере.

На микро уровне потери в волоконном материале происходят частично из-за "лабиринтных" потерь, поскольку акустическая волна вынуждена проходить через поглощающий материал по более сложной и менее прямой траектории, чем в воздухе. Существуют также адиабатические потери, вызванные "эффектом теплоотвода", при котором в воздух выделяется энергия в виде тепла при его сжатии и холода при разрежении, что в целом зависит от скорости распространения звуковых волн в воздухе. "Вязкостные потери" возникают из-за "залипания" воздуха при его попытке резко изменить направление как внутри волоконного материала, так и в пространствах между панелями, которые представляют собой что-то наподобие демпфированного воздуховода. Сами по себе панели находятся в подвешенном состоянии для того, чтобы энергия входящего в них звука оставалась и рассеивалась внутри их, а не передавалась на другие части оболочки, от которых могли бы происходить её вторичные отражения. Это позволяет избежать завязки со структурными резонансами.

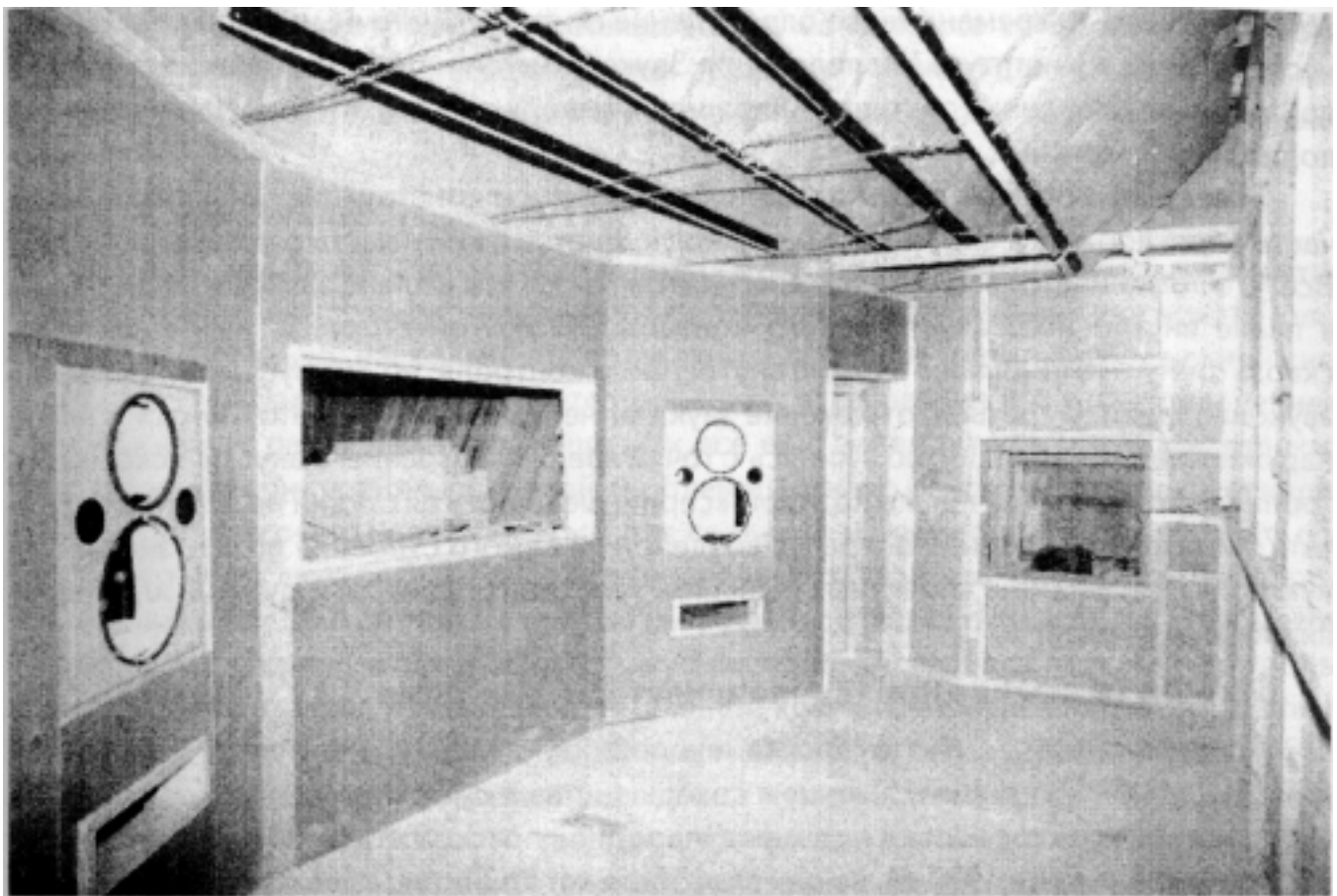


Фото 25. Потолочные поглощающие панели. Студия «Добролет» (г. Санкт-Петербург, Россия)

Большие панели-поглотители работают главным образом на низких частотах, и эти панели еще более демпфируются близостью своего заднего волоконного покрытия к слою гидробита, которым облицована внутренняя оболочка акустического каркаса. Если эти панели подтолкнуть вперед и оставить стоять их в незакрепленном положении, то можно будет легко увидеть, как за счёт демпфирования воздуха панели удерживаются почти "мертво" сами по себе, особенно когда их положение близко к вертикальному, и для того, чтобы они упали, необходимо какое-то время на то, чтобы выпустить последний воздух между них. Облицовка стен гидробитом образует "мягкий мешок", который поглощает низкочастотные толчки. Далее демпфирование ещё более усиливается за счёт поглощения звука в полости акустического каркаса. Внешний сэндвич из гипсокартона и гидробита образует ещё один слой поглощения низких частот, который позволяет делать эффективное звукопоглощение. Остатки звука, умудрившиеся пройти весь этот путь, должны пройти ещё через полость, находящуюся между

акустическим каркасом и несущей стеной. Волоконная облицовка этой полости снижает возможность образования в этом пространстве каких-либо гармонических резонансов, особенно если поверхности акустического каркаса и несущих стен - параллельны. Остатки звука (точнее - их часть) отражаются от несущей стены в противоположном направлении и снова вынуждены пройти через всю систему ловушек в обратной последовательности. Этим удваивается эффект работы системы ловушек (при том, что её "рабочая" глубина остается прежней) и сильно "гасится" активность гармонических резонансов в помещении. Между прочим, слово "ловушка" ("trap") было впервые использовано в 50-х годах при описании самых первых подобных систем Бартом Локанти (Bart Locanthi), служащим компании "JBL", но в течение какого-то времени такое определение считалось неточным. Однако во время исследований в Институте Исследования Звука и Акустики в 1988 г. даже некоторые постоянные сотрудники постепенно пришли к выводу, что это, в конце концов, самый подходящий термин.

Поведение несущей стены всецело зависит от её конструкции. В любом случае часть звука проходит сквозь неё, часть поглощается в ней и часть отражается от неё. Всё, что поглощается в несущей стене, - это "плюс" как в плане звукоизоляции, так и в плане внутреннего акустического контроля. С другой стороны, передача звука сквозь стену - это "плюс" в плане внутреннего контроля, но "минус" с точки зрения звукоизоляции. С третьей, отражение звука от несущей стены - это "плюс" в плане наружной звукоизоляции, но "минус" с точки зрения внутреннего акустического контроля. Это одна из причин, по которой "серийные" проекты студий не могут соперничать с индивидуальными, поскольку воздействие самого строения играет значительную роль при принятии проектных решений. У каждой студии свои шумные или не терпящие шум соседи!

### 11.7 Философские иррациональности

Данные комнаты – это просто "коробки", доверху набитые минералватой "Rockwool", не являющиеся венцом совершенства в смысле акустического дизайна (как один из критиков назвал их в международной прессе в статье, посвящённой вопросам звукозаписи, в 1996 г.), но они способствуют принятию правильных решений некоторых сложных акустических проблем. А работа по отысканию новых способов поглощения широкого спектра частот во всё меньшем пространстве продолжается. Коль в этой главе мы говорим о небольших помещениях, то любая их отделка не должна «съесть» много площади. Странно другое: многие владельцы студий, похоже, вообще не хотят терять сколько-нибудь пространства в обмен на улучшение качества звучания. Многие из них хотят увидеть в законченном варианте максимально возможное количество квадратных метров из числа тех, которые они арендуют или покупают. Для меня остаётся загадкой: как они не могут понять, что преимущества всего этого пространства нужно слышать! То, что речь идёт именно о звуковых контрольных комнатах, мало что для них значит. Пугает то, как много владельцев студий, имеющих "на старте" одинаковое помещение 6м x 5м, предпочитают пользоваться относительно неотделанной комнатой 6м x 5м, которая звучит просто мерзко, вместо того, чтобы иметь после отделки комнату 5м x 4м, звук в которой находится под исключительно хорошим контролем. Откуда взялся подобный менталитет, и почему эти люди ухитряются называться профессионалами? Но в данной отрасли им несть числа.

Всё это – последствия философии "аппаратура может всё!". Владельцам таких студий внушают (с помощью многочисленных глянцевого рекламных буклетов), что ни одна студия не может обойтись без такой-то и такой-то аппаратуры. Отсюда эта «гонка вооружений». Увы, познания в акустике у клиентов, музыкантов и продюсеров часто оказываются минимальными, где-то "со срединки на половинку", поэтому им часто невдомёк, чего же им не хватает? Да, клиенты часто жалуются на мониторинг во многих студиях, но в подавляющем большинстве случаев они хотят других мониторов, а не лучших помещений. Как обычно бывает в таких случаях: они либо слышали какие-то понравившиеся им мониторы в совершенно другом помещении; или у них есть компакт-диск, который они обожают, на обложке которого изображена студия с теми самыми мониторами! Может это звучит немного цинично, но я не хотел этого. К сожалению, всё это основывается на самой что ни на есть обыденной реальности.

### 11.8 Заключение

Вообще, проблема полного соответствия мониторинговых условий в малых комнатах в плане традиционного акустического контроля неразрешима. Акустику можно только убрать настолько, насколько это возможно. Громкоговорителю с подвижной системой вот уже более 70 лет, и то, что проблема согласования его с распределением гармонических резонансов в помещениях всё ещё занимает умы стольких великих акустиков, говорит о сложности этой проблемы. Однако описываемые здесь принципы могут эффективно использоваться для создания малых контрольных комнат, обладающих настолько равномерно распределённым звучанием, что оно приближается к звучанию в срединной точке в осевом направлении, что уже похвально. Этот метод обеспечивает отличную переносимость музыкального материала из одной контрольной комнаты в другую, а также из контрольной комнаты во "внешний мир". Я понимаю, что среда, в которой делаются записи, может быть нетрадиционно-творческой. Но на этапах сведения и особенно мастеринга нужен более последовательный подход. Если не добиться этого, то вряд ли стоит ожидать, что покупателям пластинок предложат действительно совместимую продукцию. Внедрение мультимедийных форматов ещё больше

осложняет ситуацию. К счастью, методы акустической отделки контрольных комнат, описанные здесь, достаточно хорошо подходят и для комнат, несколько перегруженных аппаратурой. В мультимедийных студиях, где благодаря "горам" оборудования уже есть избыток отражающих поверхностей, твёрдую переднюю стену можно заменить поверхностью из материала, обладающего более высокой поглощающей способностью. Это позволит контролировать "нестабильные вибрации" между стеной и любыми твёрдыми поверхностями на "чувственном уровне", что более типично для мультимедийных комнат, чем для сугубо звуковых контрольных комнат.

"Бессредный" дизайн комнат функционально приемлем для помещений от 40 м<sup>3</sup> до 2000 м<sup>3</sup>, и вместе с тем обеспечивает удивительно совместимый мониторинг. Для этих помещений необходим хороший акустический дизайн, обеспечивающий наиболее эффективную работу систем-поглотителей для каждого данного помещения, а также конкретную конструкцию самих систем-поглотителей. Такой дизайн непривередлив в отношении размеров, форм и углов, которые приходится тщательно просчитывать в том случае, когда применяются многие другие концепции. Факт остаётся фактом: такие комнаты "работают"! Они "работают" как музыкальные контрольные комнаты, как студии дубляжа фильмов, как телевизионные контрольные комнаты, как мастеринг-комнаты, а также в большинстве других прикладных случаев, где необходим контроль качества. У них всё больше последователей по всему миру. И понятно почему!

#### Ссылки

- 1 Newell, P. R., 'Monitor Equalisation and Measurement', *Studio Sound*, Vol. 34, No. 9, pp. 41-51 (September 1992)
- 2 Newell, P. R., *Studio Monitoring Design*, Focal Press, Oxford (1995)
- 3 Newell, P. R., Holland, K.R. and Hidley, T., 'Контрольная комната Reverberation is Unwanted Noise', *Proceedings of the Institute of Acoustics, Reproduced Sound 10 Conference*, Vol. 16, Part 4, pp. 365-373 (1994) (Republished in 2 above)

## **Глава 12 Стерео. Призрачные иллюзии**

Перед изложением этой главы хочу извиниться перед читателями со слабым сердцем. Но жизнь – штука сложная, и от неё не скроешься. А трудности лучше встречать «в лоб».

Возможно, я слишком уж мусолю тему громкоговорителей, ведь задача книги – охватить широкий круг тем в области звукозаписи. Но из опыта, специалистов от звукозаписи больше всего интересуют именно громкоговорители. Ведь это то окно, через которое в итоге и судят о записях. Поэтому извините меня за эту трудную главу, которая вряд ли доставит удовольствие тем читателям, которые ищут лёгкой жизни.

Множество аспектов работы громкоговорителей воспринимаются как нечто само собой разумеющееся и, вместе с тем, понимаются совершенно неправильно. В следующих главах мы обсудим кое-какие аспекты *surround sound*, но чтобы понять их, надо сначала разобраться, что же такое стерео? В 10-й главе мы рассмотрели взаимодействие громкоговорителей с помещениями, а в 11-й – возможные трудности в этом и пути их преодоления. И если мы не усвоим хотя бы частично азы, мы утратим хорошую возможность получить кое-какие полезные сведения. Мне уже несколько раз «напомнили», что я должен придерживаться названия книги и быть снисходительным к уровню понимания её возможных читателей; но говорить с людьми свысока – это почти то же, что оскорблять их интеллект и держать их в неведении.

Поэтому я предлагаю читателям настроиться и проявить побольше усердия, чтобы понять эту главу. Если кто-то хоть несколько раз пробормочет про себя «Эге! А что-то раньше я этого и не знал!», то будем считать, что эта глава оказалась хоть в чём-то полезной. Если же кто-то начнёт крушить и выбрасывать свои обожаемые стереосистемы из окон (пока его не скрутят «архангелы в белых халатах»), значит, мы достигли даже большего. А если глава разбудит у читателей интерес к этой книге, то будем считать, что мы уже подготовили почву для становления новых инженеров, которые будут по праву называть себя таковыми.

В мартовском номере журнала «*Studio Sound*» за 1996 г. Джон Уоткинсон (John Watkinson) написал вызывающую статью о понятии совершенного громкоговорителя. Да, создание идеального громкоговорителя – похвальная цель. Но даже в случае успеха мы бы не получили то, на что рассчитывали. Совершенный громкоговоритель – это одно, а его применение, особенно в стерео парах – это нечто совсем другое. В том же номере журнала Томлинсон Холмэн (Tomlinson Holman) из студии «THS» (где «TH» – его инициалы) написал статью о многоканальном стерео. Он затронул общую для конструкторов громкоговорителей и для студийных дизайнеров острую тему: акустические взаимосвязи не только между громкоговорителем и помещением, но и между самими громкоговорителями в многоканальной системе. Том Холмэн предложил правило: «сначала панорамируй, потом эквализируй». И в этом он прав, поскольку часто приходится сталкиваться с тем, что звучание «только одной стороны» отличается от звучания фантомного образа, создаваемого в центре. Даже если бы у нас была пара совершенных громкоговорителей, мы всё равно бы столкнулись с действием непреодолимых акустических связей. Некоторые из этих проблем мы сейчас обсудим, и как только мы их поймём, концепции «идеального стерео мониторинга» будет нанесён смертельный удар.

### **12.1 Взаимосвязи между громкоговорителями**

Стерео пару громкоговорителей нужно рассматривать именно как пару, а не как два моно источника. Ведь бывают случаи, когда громкоговорители отказываются объединяться в стерео пару. Но об этом позже.

Для начала всё-таки рассмотрим моно пару. Представьте вариант размещения двух 15-дюймовых громкоговорителей друг возле дружки в одном и том же корпусе. На выходе будет значительно больше низких частот, чем от одного громкоговорителя в том же корпусе, к которому подводится такая же электрическая мощность. Конечно, пара громкоговорителей может потреблять и вдвое больше электроэнергии, т.к. при параллельном их подключении общий импеданс снижается, что даёт возможность усилителю посылать на пару больше электроэнергии. Но речь не об этом. В нашем случае и на пару, и на один громкоговоритель подаётся, к примеру, 100 Ватт. Так почему же пара воспроизводит больше низких частот? Дело в том, что взаимосвязь двух громкоговорителей способствует большему излучению акустической мощности, чем в случае с одним громкоговорителем.

Если рассмотреть работу только одного громкоговорителя, то мы увидим, что на его звучание оказывает влияние нагрузка от воздуха, которая зависит от направления движения диффузора. Если установить рядом два громкоговорителя, то каждый из них вдобавок будет изменять локальное давление воздуха на соседний громкоговоритель. Если один громкоговоритель, сам по себе, испытывает нагрузку от воздуха в помещении (или от открытого воздуха, если он установлен на улице), то два громкоговорителя, работающие вместе, испытывают нагрузку ещё и со стороны соседнего синфазно подключенного громкоговорителя.

Представьте двух боксёров одинакового телосложения. Один наносит удары по тяжёлой «груше», а другой – по «груше», неплотно набитой перьями. Первый вспотеет намного раньше второго! Причина в том, что тяжёлая груша оказывает больше сопротивления ударам, заставляет боксёра сильнее её

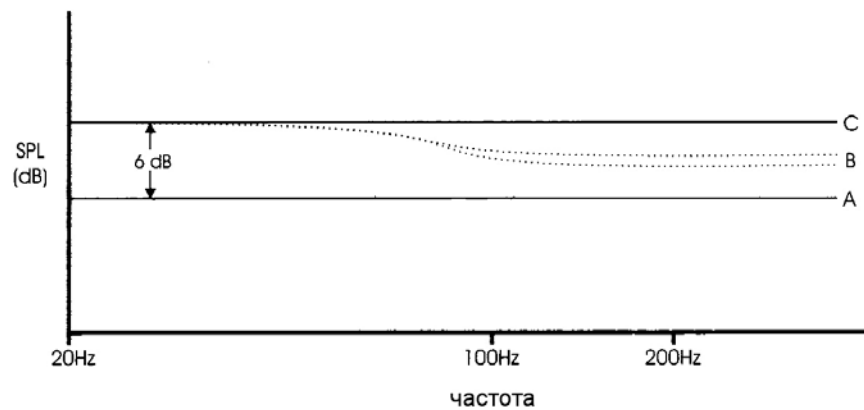


толкать и тем самым вынуждает его выполнять больше работы. Когда громкоговоритель движется вперёд, то воздух сопротивляется его движению. Для преодоления этого сопротивления выполняется определённая работа, которая преобразует движение поверхности диффузора в акустическую энергию. Если это сопротивление увеличивается (например, от дополнительного давления со стороны ещё одного диффузора), то работы выполняется больше и звука излучается больше.

Точно так же преобразующую способность громкоговорителя усиливает рупор, который тоже оказывает нагрузку на громкоговоритель, затрудняя отход воздуха в сторону, «с пути» движущегося диффузора или диафрагмы. Увеличение мощности звучания в осевом направлении – следствие увеличения нагрузки от «затиснутого» в рупоре воздуха.

В нашем же случае увеличение выходной мощности (при двух громкоговорителях) связано с увеличением нагрузки на них, возникающей от их акустического взаимодействия. Так что акустическая система с двумя 15-дюймовыми громкоговорителями будет иметь больше низких частот, чем такая же, но с одним таким громкоговорителем, даже если они потребляют поравну электроэнергии.

Теперь давайте рассмотрим работу стерео пары мониторов прямого излучения, вмонтированных в переднюю стену контрольной комнаты с умеренными отражающими и реверберационными свойствами. Расстояние между центрами мониторов - 3 метра. Допустим, что это совершенные мониторы с гладкой частотной характеристикой от 10 Hz до 40 kHz. Помня о вышеупомянутом правиле «сначала панорамируй», послушаем и запомним звучание бас-гитары при воспроизведении только через левый монитор. Затем спанорамируем её полностью вправо. Звучание будет таким же, как и в левом мониторе. Но как только мы спанорамируем бас-гитару в центр, мы услышим усиление звучания по низким частотам и, возможно, окраску звука по «верхним низам». Рост «низов» может составить до 3 dB (см.рис.41-43), но в каждой комнате будет по-своему. На практике это зависит от реверберационных свойств помещений, характеристик мониторов и нагрузки корпусов мониторов на громкоговорители.

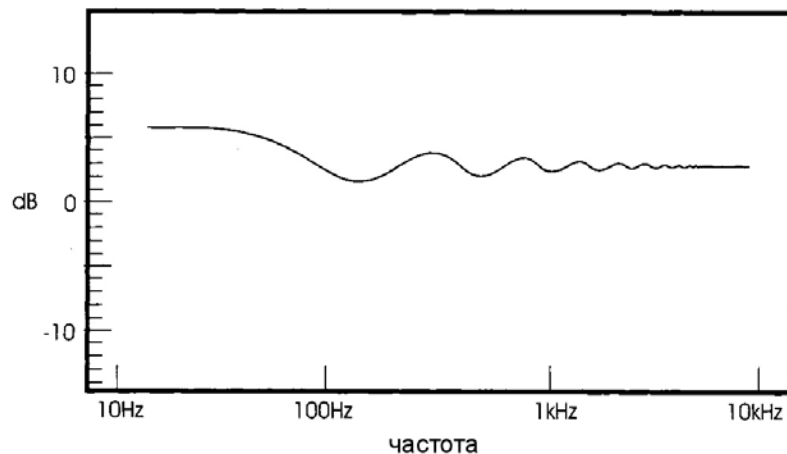


**Рисунок 41.** Амплитуда давления звука в безэховой комнате.

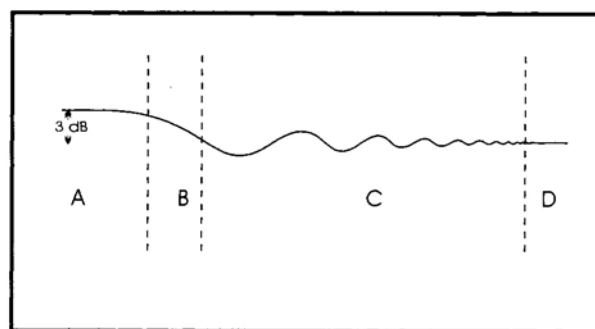
A: Звучание одиночного громкоговорителя в любом месте комнаты.

B: Звучание стерео пары громкоговорителей (на вход каждого из которых подаётся такое же напряжение, как и в случае A) в любом месте комнаты, за исключением центральной плоскости (точность звучания может зависеть от позиции).

C: То же, что и B, на измеренное в центральной плоскости.



**Рисунок 42.** Частотная характеристика той же пары громкоговорителей, что и на рис.41, в любой позиции в реверберационной камере (совмещённая выходная мощность).



**Рисунок 43.** Зоны нагрузки. Общая характеристика, такая же как на рис.42.

**Зона А:** здесь расстояние между громкоговорителями меньше длин полуволн частот этого диапазона; оба громкоговорителя расположены рядом и работают в ближнем поле друг друга.

**Зона В:** здесь расстояние между громкоговорителями также меньше длин полуволн частот этого диапазона, но в этом диапазоне выходные сигналы по мере повышения частоты больше подвержены ослаблению по мере проходящего ими расстояния.

**Зона С:** здесь расстояние между громкоговорителями больше длин полуволн частот этого диапазона; взаимосвязь между ними изменяется в зависимости от частоты, усиливая или ослабляя звучание на различных частотах.

**Зона D:** диапазон, где взаимосвязь громкоговорителей прекращается.

Трёхметровое расстояние между мониторами равно длине волны около 110 Hz, поэтому в нашем случае все частоты, находящиеся ниже частоты половины длины волны (в данном случае около 55 Hz) будут усиливаться. Этот подъём возникает из-за дополнительной нагрузки на каждый монитор, которую на него оказывает давление другого монитора в паре (отсюда и их взаимосвязь), а также из-за отражений звука поверхностями помещения. В нашем положении ниже разделяющей частоты (55 Hz), соответствующей половине длины волны между центрами мониторов, мониторная система из двух 15-дюймовых громкоговорителей эффективно воспроизводит спанорамированный в центр образ, хотя излучать звук будут левый и правый 15-дюймовые мониторы. Таким образом, их взаимосвязь при панорамировании в центр уже создаст подъём «низов» на 3dB. На практике, правда, этот подъём будет несколько меньше, так как за пределами акустического ближнего поля громкоговорителя давление падает на 6 dB при каждом удвоении расстояния. Но свою лепту в подъёме «низов» привнесут и отражения внутри помещения.

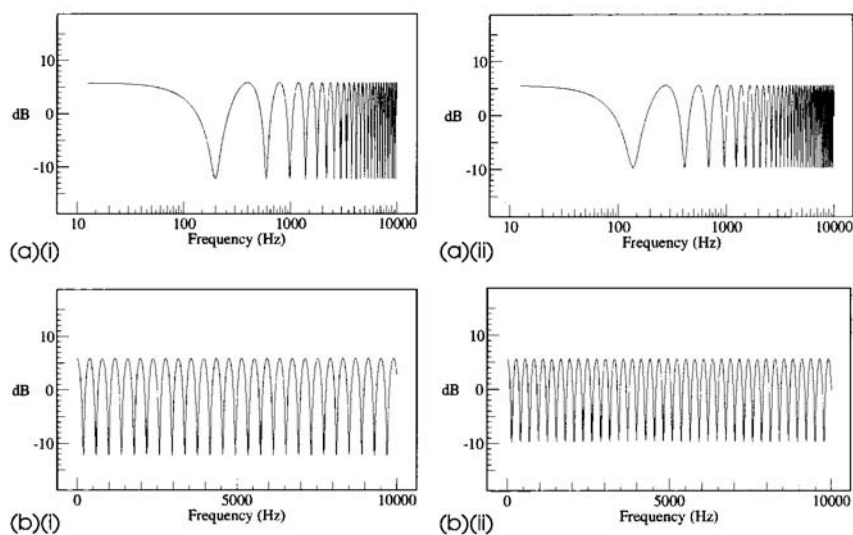
А теперь снова представьте себе два 15-дюймовых громкоговорителя в одном ящике (что характерно для больших мониторов). На частотах около 50 Hz они попадут в акустическое ближнее поле друг друга, поэтому будут в реальности работать как один-единственный источник с возможным 3dB-ным подъёмом на выходе. Прибавьте к этому ещё дополнительный подъём «низов», создаваемый нагрузкой

отражений внутри помещения.

Такая взаимосвязь между громкоговорителями может быть на всех частотах. При этом она может как усиливать, так и ослаблять звучание разных частот в зависимости от того, насколько «в фазе» или «не в фазе» звучание на каждой отдельной частоте одного громкоговорителя достигает диффузора другого громкоговорителя. Это зависит от длины волны и расстояния между мониторами, а не от местоположения слушателя.

Это явление не похоже на погашение или усиление звучания отражёнными волнами, что вызвано разницей во времени их прибытия в зону слушателя. Здесь - позиционная зависимость. Если мониторы разнесены менее чем на половину длины волны и подключены синфазно, то взаимосвязь между ними становится полностью усиливающей, хотя отражения от поверхностей комнаты могут прибывать к каждому из них с разной фазой.

Взаимосвязь между громкоговорителями возникает только тогда, когда звуковое давление от одного из них накладывается на излучающую поверхность другого. В безэховых условиях это очень зависит от позиций громкоговорителей и их направленности. Ниже *разделяющей частоты* (длина волны которой равна половине длины волны между центрами громкоговорителей), звучание будет усиливаться. Меньше будет возрастать мощность на тех частотах, где уровень давления будет уменьшаться с расстоянием. На частотах, которые выше разделяющей частоты, взаимодействие громкоговорителей будет либо усиливать, либо ослаблять звучание, либо давать какой-то промежуточный результат. Это уже зависит от длины волны и расстояния, а значит – от фазы прибытия волны от громкоговорителя к противоположному громкоговорителю. Смысл всего этого в следующем: фантомный стерео образ может иметь плоскую частотную характеристику только на центральной линии между двумя мониторами. Помните об этом, это очень важно. Я снова готов это повторить: спанорамированный в центр образ может обладать плоской частотной характеристикой только на центральной линии между мониторами. Доказательство этого - на рис.48.



**Рисунок 48.** (а) Графики типичной частотной характеристики пары громкоговорителей, создающих спанорамированный в центр образ. Измерения проводились в безэховой камере в двух различных позициях вне осевой (центральной) линии.  
(б) Та же ситуация, что и на графиках (а), но здесь частота представлена не логарифмической, а линейной шкалой. При таком рассмотрении сразу становится понятным происхождение термина "гребёночатое фильтрование".

## 12.2 Взаимосвязи громкоговорителей со звуковыми отражениями

В акустическом смысле помещение с отражающими звук поверхностями похоже на зеркальную комнату. На рис.44 показана зеркальная комната, в которой отражённый звук будет слышен из любого места, откуда видно громкоговоритель (во всех трёх измерениях).

Это значит, что в обычных комнатах громкоговорители акустически взаимодействуют как бы с т.н. мнимыми громкоговорителями, существующими в виде отражений от стен (другими словами, места отражений от стен выступают в роли эдаких громкоговорителей, которые взаимодействуют с реальными громкоговорителями и создают им дополнительную нагрузку – А.К.). В итоге мы имеем прямую взаимосвязь между ними, что сказывается на звучании. Мы также имеем нагрузку по низким частотам от стен и пола с потолком, ограничивающих угол излучения громкоговорителей.

Эти явления не зависят от позиции слушателя. Думаете, на этом всё? Отнюдь!

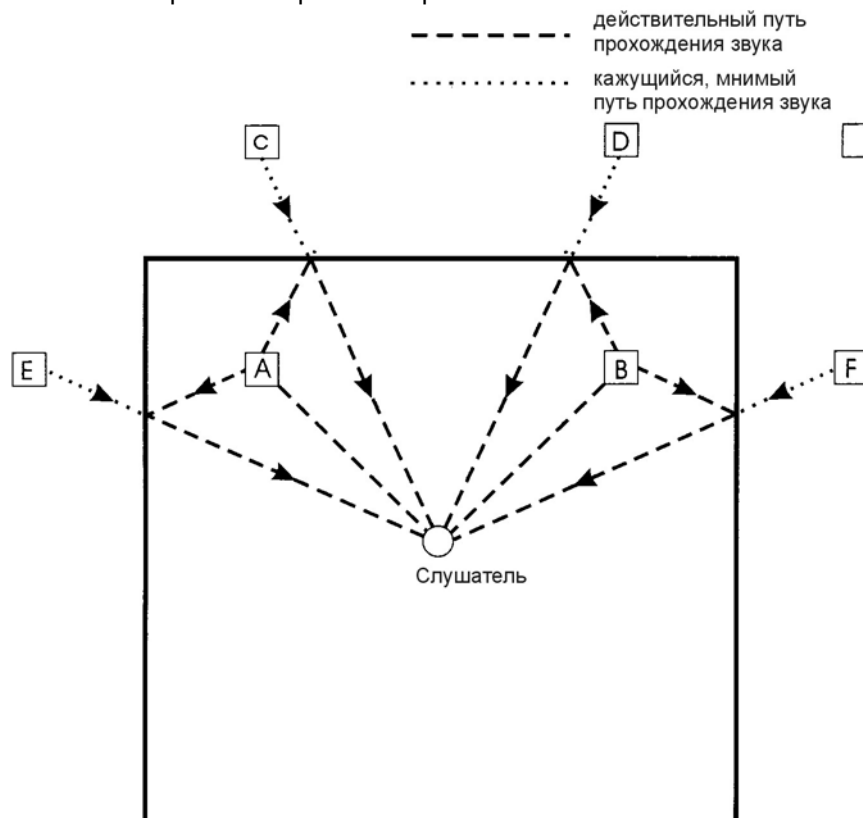
Есть ещё один вид помех, которые возникают в «дальнем поле» (на достаточном удалении от мониторов – А.К.). Возникают они вследствие смешивания прямого сигнала от мониторов с отражениями от поверхностей помещения. Проблема в том, что эти отражения прибывают с временной задержкой, и бороться с ними эквалайзером бесполезно. А вот их проявление очень зависит и от позиции мониторов, и от позиции слушателя.

Так что совершенный громкоговоритель – штука, конечно, хорошая. Но, надеюсь, теперь уже ясно, почему совершенный громкоговоритель не будет идеально звучать в обычных помещениях? Сложные взаимосвязи приводят к такому звучанию в осевой направленности, которое ближе 3 dB-ному сложению мощности, чем к 6 dB-ному, которое обычно ожидают в современных контрольных комнатах. Кстати, в 60-х годах в контрольных комнатах этих взаимосвязей было больше, чем в современных контрольных комнатах с хорошим акустическим дизайном. Но в project-студиях их и сейчас хватает!

### 12.3 Как лучше панорамировать?

Усиление общего звучания на 3 dB, получаемое в результате взаимодействия мониторов при панорамировании сигнала в центр, лежит в основе старой дилеммы: не сделать ли так, чтобы при центральном положении регулятора панорамы сигналы ослаблялись по отношению к крайним положениям панорамы?; и насколько - на 3dB или на 6dB?

Для моно совместимости стерео баланса нужна постоянная бдительность: спанорамированные в центр сигналы должны "урезаться" на 6dB, чтобы при электрическом сложении получилось первоначальное напряжение (регуляторы панорамы являются делителями напряжения, которые в этом случае просто слагают эти сигналы). С другой стороны, для стереофонического создания акустически центрального образа в достаточно реверберирующем помещении именно мощность звучания обеих мониторов должна воедино складываться в центре, поэтому уровень звучания каждого монитора должен быть ниже только на 3dB (т.е. в половину мощности). Хотя в диапазоне, который находится ниже разделяющей частоты (рис.42), потребуются большее ослабление сигнала (до -6dB), так как в этом диапазоне эффект взаимосвязи громкоговорителей прибавит 3dB.



**Рисунок 44.** Аналогия с зеркальной комнатой. Отражения от стен ведут себя (звучат) так, как если бы их звучание излучалось громкоговорителями, расположенными в позициях их образов, т.н. мнимыми громкоговорителями. Полы и потолки ведут себя так же.

**A и B** - реальные звуковые источники (громкоговорители);  
**C, D, E, F** - кажущиеся (мнимые) звуковые источники (мнимые громкоговорители).

Несколько путано? Тогда пример. В стереофонических радио спектаклях голоса персонажей часто панорамируют для большего ощущения действия на сцене. Если использовать регуляторы панорамы со снижением уровня в центральном положении на 3dB, то при панорамировании «слева – через центр – вправо» звучание в обычных помещениях будет равномерным. Но если этот спектакль нужно передавать в моно варианте, то панорамируемый сигнал с приближением к центру стерео микса будет нарастать (до 3dB). Если то же сделать с бас-гитарой, то при монофоническом вещании и у неё будет такой же равномерный подъём на 3dB при прохождении центра стерео микса. А при прослушивании в стерео варианте, при прохождении бас-гитары через центральную позицию стерео микса, её звучание будет восприниматься только с нарастанием «низов». Отсюда и важность совета: "Сначала панорамируй, а потом эквализируй".

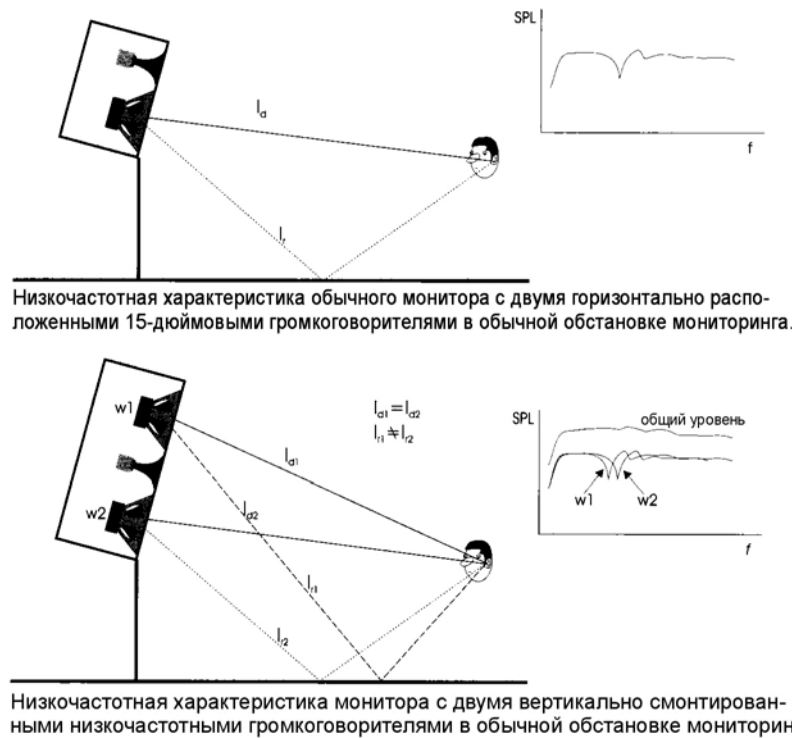
Поскольку при стерео сведении динамическое панорамирование низкочастотных инструментов обычно не делается, то наилучшим является вариант с ослаблением сигнала в центральной позиции на -3dB. А вот в радио спектакле для большинства радиослушателей важна моно совместимость, поэтому здесь в центральной позиции потребуется -6 dB.

Когда-нибудь для различных целей будут выпускать микшеры с различными вариантами регуляторов панорамы. Сейчас же всё больше предпочитают усреднённый вариант -4,5dB, дающий в обоих случаях погрешность не более 1,5dB. Многие инженеры хвалят такие пульты, даже не подозревая о существовании этой проблемы.

В целом, от хода самой жизни мы во всём ожидаем увеличения разнообразия, так что психология человеческого восприятия работает здесь в нашу пользу. Более того, контрольные комнаты и помещения для прослушивания всё чаще делаются скорее "мёртвыми", чем "живыми", поэтому им всё ближе становятся электрические условия сложения. Ведь в беззховых условиях акустическое сложение в центре сходно с электрическим сложением; по крайней мере, в той области, где осевое звучание остаётся истинным. Но это касается лишь *центральной плоскости*. Во всех других местах помещения сложение напоминает эффект панорамирования, характерный для более реверберационного пространства, хотя и с меньшими помехами по звуку. Это ещё одна сторона вопроса, которая привела к разработке принципов построения контрольных комнат с совершенно "мёртвой" мониторинговой акустикой.

#### **12.4 Как уйти от паразитных взаимосвязей в помещении**

Совокупность и механизмы всех взаимодействий, описанных выше, очень сложны. Это одна из причин, почему я так отстаиваю тот тип акустического дизайна контрольных комнат, который описан в 11-й главе. Его преимущества - в решении проблем этих связей, которые меняются от помещения к помещению. Если это снова сравнить с оптикой, то у «бессредных» комнат зеркальными являются только передние стены и полы, а все остальные поверхности - матового чёрного цвета; и если громкоговорители - это прожектора, установленные в передней стене, то их единственным видимым отражением в позиции слушателя будет единичное отражение каждого прожектора от пола. Но и это отражение можно хорошо "замазать" с помощью мониторов с двумя НЧ-громкоговорителями, установленными вертикально.



**Рисунок 45.** (а) Низкочастотная характеристика обычного монитора с двумя 15-дюймовыми громкоговорителями, расположенными рядом, в обычной среде мониторинга.  
(б) Низкочастотная характеристика монитора с двумя вертикально смонтированными низкочастотными громкоговорителями в обычной среде мониторинга (по Шозо Киношита (Shozo Kinoshita))

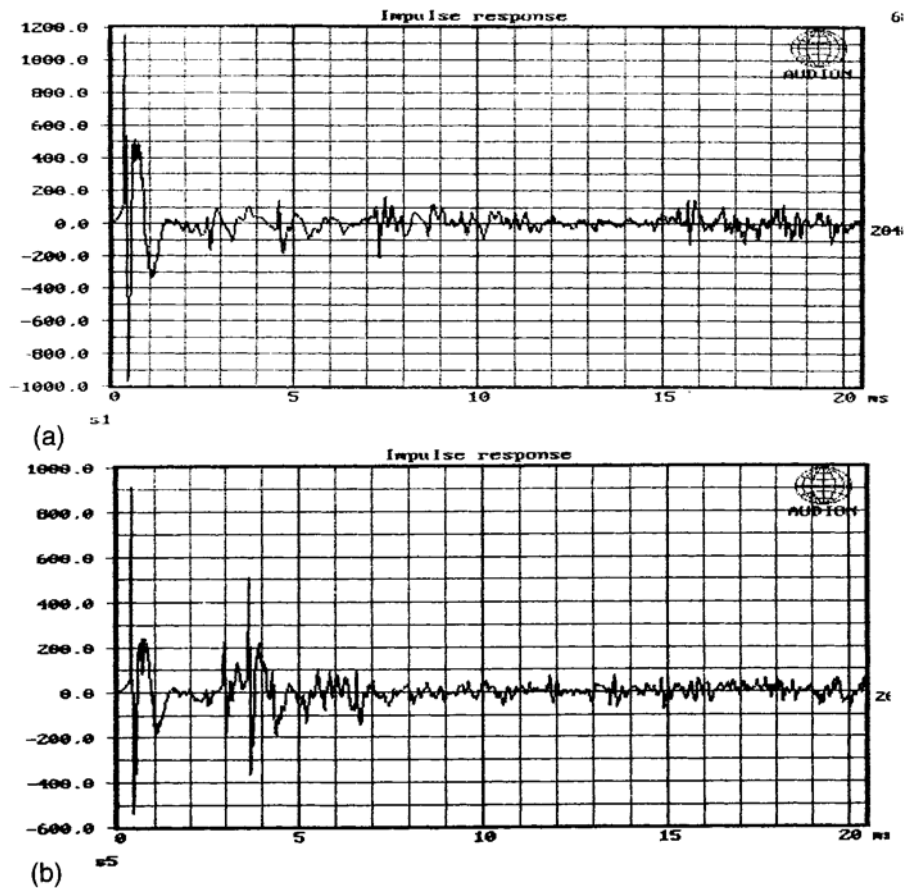
На рис.45 показана работа monitorной системы с такой компоновкой, а также то, как отражение от пола сделать относительно безвредным. В настоящее время доработка этого типа дизайна сосредоточена на том, как сделать "матовый чёрный" ещё чернее, особенно на низких частотах, и как уменьшить физические размеры систем-поглотителей.

Поскольку в таких комнатах монитеры встраиваются в переднюю стену, то их позиция является постоянной, а взаимосвязь между ними - предсказуемой. Системы-поглотители сейчас даже в очень малых контрольных комнатах (15 м<sup>2</sup>) достигают большой эффективности. Поэтому нам остаётся лишь одна-единственная серьёзная связь – взаимосвязь мониторов (см. Приложение в конце главы). С этим типом комнат, больших или малых, намного легче добиться согласованности и предсказуемости при переходе из комнаты в комнату. Однако есть ещё и другие аспекты, связанные со временем прибытия волн и искажениями при работе двух источников. Против них бессилён любой проект. Это изначально слабые стороны самой концепции двухканального стерео. Рассмотрим некоторые из них.

## 12.5 Поведение переходных и более устойчивых сигналов в фантомном образе

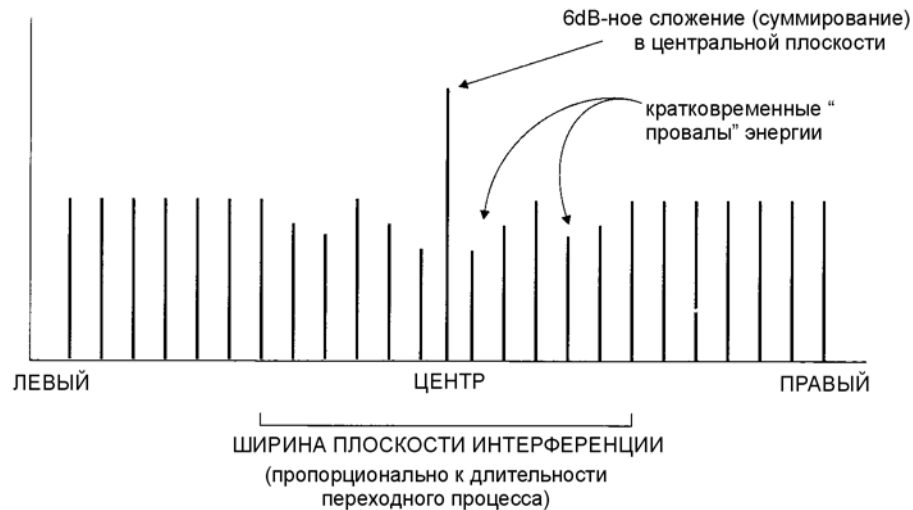
Звуковая и электрическая мощность - эквивалентны, но электрическим эквивалентом звукового давления является напряжение. И если повышение на 3dB - это удвоение мощности, то удвоение напряжения или давления соответствует повышению на 6 dB. В центральной плоскости стерео пары мониторов (вертикальная плоскость, находящаяся посреди мониторов и включающая общую осевую линию – А.К.) переходные давления слагаются и создают один импульс звука, который на 6dB выше, чем звук, излучаемый каждым громкоговорителем в отдельности. Во всех остальных точках помещения разница в расстоянии до разных мониторов создаёт разность во времени прибытия сигналов, и уже получается по два импульса. Это видно из рис.46.

Хотя слушателю в центральной плоскости может показаться, что излучаемая мощность в четыре раза больше мощности одного монитора (+6 dB), эффект усиления и ослабления от наложения сигналов по комнате в целом даст по-прежнему среднее повышение на 3dB. Но у нас остаются ещё "волшебные" дополнительные 3 dB мощности в осевой линии, которые нельзя описать, как делалось ранее, ссылаясь на сопротивление излучению. Наложение давления одного громкоговорителя на другой не может быть причиной этого, поскольку переходные (кратковременные – А.К.) сигналы "отскакивают" от своего источника до того, как влияние любого из источников «нагрузит» диффузор другого источника. Взглянем на этот механизм более пристально.



**Рисунок 46.** (а) Импульсная характеристика спанорамированного в центр образа от пары мониторов. Измерения проводились по общей для обоих мониторов осевой линии (центральной линии). Характеристика одного громкоговорителя, расположенного в центре, будет в основном такой же. (б) Импульсные характеристики, как и в графике (а), но полученные в позиции, находящейся на один метр позади позиции (а) и на 1 метр влево от общей осевой линии (центральной линии). Здесь уже два чётких импульса, причём импульс от правого монитора приходит позже по времени и ниже по уровню. Характеристика одного громкоговорителя, расположенного в центре, и измеренная в позиции (б), остаётся такой же, как и на графике (а). Отсюда видно, что внеосевое распространение звука от спанорамированного в центр стерео источника и от центрального моно громкоговорителя происходит очень по-разному.

Если мы представим себе идеальную дельта-функцию (однонаправленный импульс бесконечно малой продолжительности), то взаимодействие этих импульсов от мониторов будет происходить в двухмерной центральной (вертикальной – А.К.) плоскости с бесконечно малой толщиной. Поскольку это не будет занимать сколько-нибудь ощущаемого пространства, то пространственное усреднение мощности звучания будет существенным. Это не будет идти вразрез с нашим общим повышением мощности на 3 dB для двух одинаковых источников. Однако, что касается музыкального сигнала, имеющего определённую продолжительность, то форма его волны будет иметь позитивную и негативную фазы. В местах, прилегающих к центральной плоскости, на которой пересекаются переходные сигналы, они не встречаются в одной точке, а "размазываются", поскольку они интерферируют (сталкиваются) друг с другом в центральной области вдоль каждой стороны от центральной плоскости. Вокруг этой центральной плоскости происходит наложение давлений, что даёт рост мощности на 6dB с каждой стороны от центральной плоскости. Пересекаясь далее, они создают области "гашения", в которых будут проявляться потери мощности на величину, равную приросту мощности в области сложения (в центре). Таким образом, общая мощность остаётся постоянной.



**Рисунок 47.** Наложение переходных сигналов.

Сложение на 6dB (двойное напряжение) в центральной плоскости при общем наложении мощности (3dB) достигается за счёт ослабляющей интерференции вдоль центральной плоскости во всей комнате.

Этот эффект показан на рис.47. Средняя высота переходных сигналов, имеющих в помещении в любой взятый момент времени, такая же, как высота переходного сигнала, излучённого одним громкоговорителем, хотя число этих сигналов удваивается, поскольку имеется два источника. Изменение высоты заметно только в местах их интерференции (сталкивания), но никакого общего усиления мощности в комнате не происходит. Есть лишь простое сложение мощности, излучаемой двумя отдельными громкоговорителями.

Поскольку переходные сигналы (например, звуки барабанов) существуют в виде отдельных всплесков энергии, их взаимодействие в безэховых и рефлексивных условиях отличается тем, что рефлексивные комнаты всё более увеличивают число отражённых всплесков энергии, хотя энергия этих всплесков постоянно падает до тех пор, пока эти мириады отражений не растают. Но на уровне восприятия отражённые переходные сигналы маскируют нюансы любых последующих переходных сигналов, прибывающих до того, как отражения предыдущих сигналов затухнут до неслышимости. Безэховые пространства или акустически "мёртвые" условия мониторинга не страдают подобными ограничениями.

Поведение более устойчивых сигналов в безэховой и реверберационной камерах может отличаться до крайности. Мы уже отмечали, в безэховых условиях интерференционная картина (интерферограмма) взаимодействия левого и правого мониторов покажет сложение сигналов в центральной плоскости и на небольшом расстоянии от неё (по обе стороны) с подъёмом на 6dB, а ширина этого расстояния будет зависеть от длины волны. Подальше от центральной плоскости интерферограммы покажут эффект гребёчатого фильтрования (рис.48), характер которого будет зависеть от позиции прослушивания. Вне оси тоже будет наблюдаться повышение мощности по низким частотам, что является результатом дополнительного излучения этих частот из-за полностью усиливающей взаимосвязи на частотах, находящихся ниже разделяющей частоты. Помните, что мы все ещё пока рассматриваем безэховые условия.

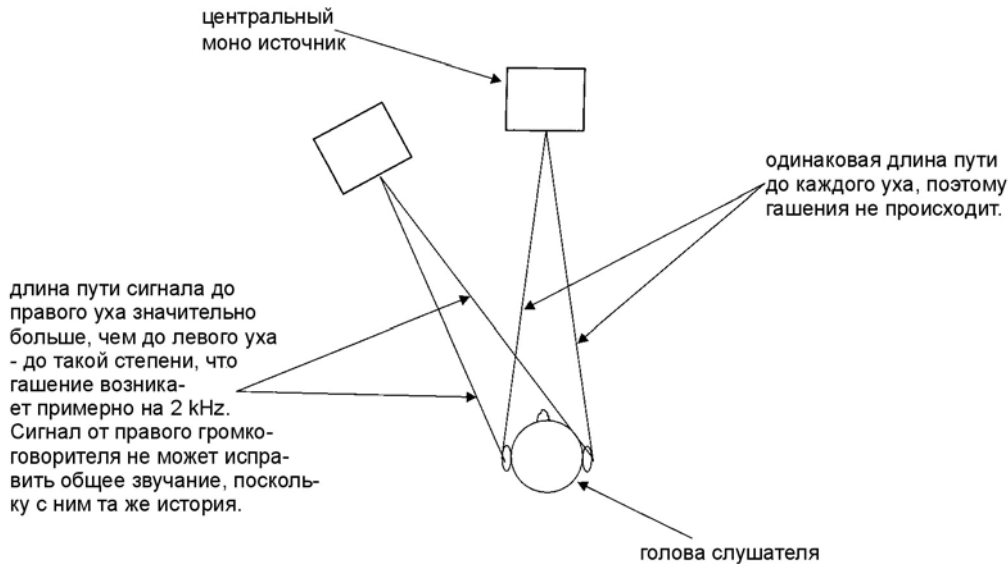
Ширина области, которую равномерно покрывает сумма давлений, характерная для центральной плоскости (т.е. с повышением на 6 dB), очень сильно зависит от частоты. И если на частоте 20 kHz ширина этой области будет около 1 см (половина длины волны), то на низких частотах она расширится до многих метров. На частоте около 2 kHz человек, сидящий на центральной линии, будет испытывать эффект погашения, так как расстояние между ушами человека на этой частоте является критическим (рис.49).

Это происходит из-за того, что длина пути прохождения звука от каждого монитора до каждого уха - разная. Вот Вам ещё один пример, показывающий, чем отличается прибытие к ушам слушателя спанорамированного в центр образа с двух мониторов от прибытия звука с одного центрального громкоговорителя или акустического инструмента. Обычное стерео, которое «делают» с помощью регуляторов панорамы микшеров, – это просто психо-акустический трюк, не более того.

Мы уже говорили, что восприятие переходных сигналов в рефлексивных помещениях может отличаться от восприятия сигналов более устойчивого типа, когда они панорамируются поперёк «звуковой сцены», даже если слушатель находится на осевой линии. Осевое звучание пары совершенных мониторов в реверберантной комнате показано на рис.42. Если помнить, что



реверберантная комната считается безэховой до тех пор, пока не придёт первое отражение (по определению), то, в зависимости от размера комнаты и от длины «всплеска» переходного сигнала, субъективное восприятие переходного сигнала будет изменяться с течением времени от безэхового до реверберантного состояния, в то время как звуки более устойчивого типа (например, бас-гитары) будут восприниматься более стабильно. Из этого следует, что баланс переходных сигналов с сигналами более устойчивого типа должен рассматриваться в соответствии с типом комнаты, в которой они воспроизводятся.



**Рисунок 49.** Влияние длины прохождения сигнала на создание центрального фантомного образа.

## 12.6 Эксплуатационные различия безэхового и реверберационного пространств

Если мы установим пару громкоговорителей в безэховой камере, а затем таким же образом расположим их в реверберационной камере, то мы сможем подавать одинаковые сигналы возбуждения и исследовать крайности тех и других условий прослушивания. Сравнивая результаты, мы сможем определить некоторые неравномерности звучания, характерные для обычных комнат. Мы сможем также проверить, как ведёт себя спанорамированный в центр стерео сигнал по сравнению с таким же сигналом, который воспроизводится через один громкоговоритель, расположенный по центру, как в различных позициях прослушивания, так и в различных типах помещений.

В безэховой камере одиночный громкоговоритель с гладкой частотной характеристикой донесёт выходной сигнал неизменным до любой позиции в камере в секторе своей равномерной осевой направленности. В остальных местах звучание будет другим (меньше высоких частот), в зависимости от характеристик направленности громкоговорителя. Однако во всех случаях единичный импульс, излучённый громкоговорителем, будет в любом месте камеры получен как единичный импульс. Давайте рассмотрим случай, когда два одинаковых громкоговорителя расположены на расстоянии 3 метра друг от друга, и оба излучают такой же импульс. В осевом направлении, на одинаковом расстоянии от громкоговорителей, полученный в результате звук будет, как и в случае с одним громкоговорителем, единичным импульсом, хотя и больше на 6dB. Однако во всех других точках, которые расположены на разных расстояниях от громкоговорителей, будут восприниматься два отдельных импульса (рис.46).

Разные люди воспринимают этот эффект с разной точностью. Импульс от ближнего громкоговорителя прибывает раньше и большим по уровню, чем импульс от более удалённого громкоговорителя. Поэтому первый, более сильный импульс подавляет второй, более поздний и слабый. Слушатель обычно слышит только первый импульс, а стерео образ сдвигается к ближнему громкоговорителю (хотя общая громкость импульса может восприниматься как повышенная из-за свойства уха объединять мощность звуков, прибывающих с интервалом 20-30 миллисекунд). Это - эффект Хааза или эффект задержки. Однако существуют временные рамки, сверх которых "притягивающее свойство" первого по времени прибытия сигнала теряется. Вне помещений или в очень больших помещениях, где расстояние от слушателя до удалённого громкоговорителя превышает расстояние от слушателя до ближнего громкоговорителя примерно на 15 метров, что равно разнице во времени примерно в 50 мсек., более поздний сигнал уже отчётливо воспринимается как отдельное событие. Вот почему на больших концертных площадках даже эффективно работающая стерео система не может обеспечить приемлемые условия прослушивания для всех зрителей, хотя относительные расстояния до двух громкоговорителей и их относительные уровни звукового давления (SPL) могут отличаться и не столь сильно. Есть только очень небольшое временное окно, в которое должны

«вписываться» прибывающие сигналы, чтобы обеспечить иллюзию стерео. Для большинства слушателей в концертном зале стереоэффект действовать не будет! Только тем, кто находится вблизи осевой линии, посчастливится услышать изначально предполагавшийся микс. Вот почему центральные сектора так популярны в больших залах. Стерео вносит хаос.

Если взять более устойчивые сигналы, то в осевом направлении измерения звучания стерео пары громкоговорителей (по меньшей мере, одним микрофоном), генерирующих одинаковые сигналы, покажут те же результаты, что и измерения звучания одного центрального громкоговорителя, излучающего такой же сигнал, но получающего в четыре раза большую мощность. Но звучание стереопары разные люди будут воспринимать по-разному, в зависимости от расстояния между ушами слушателя (рис.49). В стороне от центральной плоскости звучание подвергнется гребёчатому фильтрованию на всех частотах (кроме самых низких, где существует только усиливающая взаимосвязь) из-за разницы в расстояниях до каждого громкоговорителя. В стороне от центральной плоскости звучание спанорамированного в центр фантомного образа не будет и не сможет имитировать звучание расположенного по центру моно источника; даже результаты измерений микрофоном будут разными. Этот факт имеет особую важность для surround-систем.

### 12.6.1 Сложности, связанные с реверберацией

В реверберационной среде нас ожидают новые эффекты. Одиночный громкоговоритель, размещённый в центре, будет, как и в безэховой комнате, доносить своё осевое звучание в любую точку, находящуюся перед ним в секторе своей направленности. Однако это звучание будет верным только до прибытия первых отражений, после чего под их воздействием оно изменится. Интенсивность реверберационного поля будет равномерна по всей комнате, но прямое звучание будет снижаться на 6dB с каждым удвоением расстояния за ближним полем громкоговорителя. Поэтому, чем дальше от громкоговорителя, тем больше в его звучании будет доля энергии отражений. Отсюда – существование в реверберационных комнатах «критического расстояния», свыше которого в общем звучании начинает преобладать звучание самой комнаты. Дополнительная реверберационная энергия сделает на одном и том же расстоянии звучание более громким, чем в безэховых условиях; кроме того, проявятся ещё два других эффекта.

Во-первых. В любых мониторинговых условиях, отличающихся от безэховых условий, сигнал устойчивого типа, получающий модалную (резонансную) поддержку от отражений в помещении в плане громкости звучания, будет восприниматься по-другому, чем импульсный переходный сигнал, который такой поддержки не получает. Разница в уровнях воспринимаемых сигналов зависит от характера помещения и от позиции слушателя. В безэховых условиях и переходные, и устойчивые сигналы теряют по 6dB при удвоении расстояния от источника. Таким образом, независимо от времени или позиции слушателя сохраняется их относительный баланс. В отражающих средах этот эффект так сильно зависит от помещения, что найти согласие в отношении условий мониторинга очень и очень непросто. Особенно это проявляется в больших помещениях, например, кинотеатрах. Таким образом, у миксов, сделанных в больших и частично реверберационных помещениях, разница в уровнях между переходными и устойчивыми сигналами будет отличаться от такой же разницы для помещений меньшего размера. В помещениях с относительно безэховыми условиями мониторинга такой изменчивости и зависимости от размеров помещения не будет. Могут быть разве что незначительные её проявления из-за неполного поглощения низких частот.

Во-вторых. Поскольку реверберационное поле возбуждается всей мощностью звукового выхода громкоговорителя, то частотный баланс реверберационного поля будет таким же, как и баланс излучаемой мощности. Возникнет подъём по «низам», т.к. все направленные громкоговорители с гладким звучанием в осевой направленности излучают больше мощности на низких частотах. Помните: на низких частотах теряется направленность звука, на частотах ниже 300 Hz излучение становится всенаправленным, и громкоговоритель в этом диапазоне должен излучать больше мощности для выравнивания частотного баланса в осевом направлении. Поэтому прямые и реверберационные звуки от любого громкоговорителя с равномерной амплитудой давления (идеального громкоговорителя?) не будут восприниматься с одинаковым частотным балансом. Поэтому звук приобретёт окраску.

Вот почему многие фирмы-производители вложили столько труда, чтобы разработать громкоговорители с плавным изменением звучания при перемещении из сектора осевого звучания в периферийную зону. Такие громкоговорители рассчитаны, чтобы возбуждать отражения и реверберацию с таким частотным балансом, при котором на критическом расстоянии или далее звучание, воспринимаемое слушателем, имело меньше неестественной низкочастотной окраски.

### 12.7 Различия в поведении фантомного и реального источников звука

Если работает один громкоговоритель, то эффект окраски, накладываемый обычным помещением, создаёт достаточно серьёзную проблему. Но когда мы генерируем фантомный образ в центре одинаковыми сигналами от левого и правого громкоговорителей стерео пары, возникает абсолютно иная и более сложная совокупность условий. Имей мы даже пару «идеальных» всенаправленных громкоговорителей, всё равно эффект «двойного импульса» присутствовал бы во всех позициях, кроме находящихся в центральной плоскости (см.рис.46 (b) – А.К.). Только на очень низких

частотах с длинами волн намного большими, чем расстояние между громкоговорителями, такая пара начала бы работать как один источник; только на этих низких частотах стерео пара громкоговорителей смогла бы имитировать характер одиночного центрального громкоговорителя по излучению звука во внеосевом направлении. Но и в этом случае частотная характеристика была бы разной: стерео пара (из-за взаимосвязи) создавала бы больший подъём «низов».

Если в описанных выше условиях разместить людей и оборудование, то появятся новые возможности для отражений и поглощения звука, а наш «прогноз» в отношении звучания начнёт давать сбои. В по-настоящему реверберационных условиях мощность от двух источников будет сохраняться в реверберационном поле независимо от того, что из-за интерференции двух источников будет излучаться в разных направлениях другое звучание, которое подверглось гребёчатому фильтрованию. Однако, как только в помещении появляется звукопоглощающий объект, он отнимает у реверберационного поля прямую и отражённую энергию. Поскольку из-за интерференции источников эта энергия будет неравномерной по своему частотному содержанию, это скажется на равномерности звучания. Если же объект не поглощающий, а отражающий звук, то отражения от него снова и снова будут поступать к слушателю с частотным балансом, определяемым формой интерференции в данное время в месте нахождения объекта. Частотное содержание отражений при этом будет неравномерным, что выразится в окраске звука.

Если бы мы создавали звук по центру комнаты не фантомным источником в виде пары громкоговорителей, излучающих спанорамированный в центр сигнал, а расположенным по центру одним громкоговорителем, то объект с равномерной поглощающей способностью поглощал бы равное количество энергии во всех частотах. Возмущение звукового поля в этом случае происходило бы больше в количественном, чем в качественном плане, т.е. скорее по громкости, чем по частотному балансу. То же было бы и с отражающим звук объектом: равномерно отражающая поверхность находящегося в стороне от оси объекта отражала бы назад (в сторону слушателя) сигнал от одного расположенного в центре громкоговорителя. Отражения были бы совершенно однородными по частотному содержанию. А вот отражения от фантомного источника (стерео пары) подверглись бы гребёчатой фильтрации.

Итак, даже в среде с идеальными отражателями, идеальными поглотителями, идеальными рассеивателями и идеальными всенаправленными громкоговорителями с идеальными частотными характеристиками мы не можем создать точных условий прослушивания для спанорамированных в центр образов, созданных стерео парой громкоговорителей. Образ, спанорамированный в центр от стерео пары, ведёт себя совсем по-другому, чем звук, создаваемый одним центральным громкоговорителем. Даже если поле, излучаемое одиночным центральным громкоговорителем, не имитирует (*в полной мере*) тот инструмент, который оно воспроизводит, то, по крайней мере, можно относительно легко локализовать источники всех звуков. Это - сильный аргумент в пользу концепции трёх-пяти фронтальных громкоговорителей не только в плане устойчивости образа, но и с той точки зрения, что при меньшем числе фантомных и большем количестве реальных источников звука отражение, поглощение и рассеивание (диффузия) будут более равномерными по частотному балансу. Конечно, на практике не все отражения, поглощения и диффузии будут неравномерными по частотным характеристикам, но, тем не менее, меньшее искажающее взаимодействие нескольких источников при создании нескольких единичных образов будет, как минимум, означать более прогнозируемый набор изначальных условий. Хотя, к сожалению, это всё ещё предполагает наличие совершенных всенаправленных "точечных" громкоговорителей с гладкими частотными характеристиками, но их не существует. Вывод, который должен быть уже более чем понятным: воспроизведение музыки громкоговорителем – технология крайне несовершенная.

## 12.8 Ограничения, исключения и вопросы многоканальности

Вот так то. Даже *теоретически* понятие "совершенный всенаправленный громкоговоритель" разваливается, когда ставится вопрос их установки. В любых помещениях, которые не являются ни совершенно безэховыми, ни совершенно реверберационными (а такие помещения должны быть большими, чтобы обеспечить плавность звучания по низким частотам), и в которых работали бы такие громкоговорители, отражения от поверхностей помещений давали бы неровную частотную характеристику. Полностью реверберационные условия для мониторинга бесполезны, так как восприятие большинства нюансов "утонуло" бы в реверберации. Безэховые условия, в которых наиболее чётко воспринимаются тончайшие детали, не рождают отражённой энергии, поэтому слушатель в них слышит звук только непосредственно от громкоговорителя. В таких условиях для нас нет никакой разницы между совершенным всенаправленным громкоговорителем и громкоговорителем, который излучает равномерный частотный баланс в осевом направлении, в сторону слушателя. В конце концов, в безэховых условиях Вы слышите только звуки, которые приходят непосредственно к Вам. Равномерность звучания, охватывающая сектор плюс-минус 20-30 градусов от оси, позволяет перемещаться на какое-то расстояние от центральной позиции прослушивания, а добиться равномерности звучания на практике достаточно просто. Поэтому всенаправленные громкоговорители ничего особенного здесь не делают; будет только вхолостую расходовать энергию на излучение звука в ненужных направлениях. Бытует популярное мнение, что "самый классный" громкоговоритель должен быть обязательно

всенаправленным. Но всё вышеописанное говорит о противоположном.

## 12.9 Многоканальные повторения

Взаимодействия, которые мы рассматривали, могут создавать очень большие проблемы людям, которые пытаются разработать электронные системы для "упаковки" многоканальных миксов в стерео или моно формат, стараясь сохранить при этом музыкальный баланс оригинала. Эта «упаковка» зависит от типа мониторов, на которых сводилась музыка, и от тех громкоговорителей, на которых она будет воспроизводиться; на неё будут оказывать сильное влияние расстояния между громкоговорителями как при сведении, так и при воспроизведении, потому что расстояние между громкоговорителями (и границы комнаты) определяют разделяющую частоту, до которой может "срабатывать" только усиливающая взаимосвязь по низким частотам. Ещё хуже то, что на совместимость миксов влияет зависимость частот от направленности слухового восприятия человека. Субъективно, после "упаковки", уровень звука для заднего громкоговорителя может восприниматься как чересчур громкий и звонкий при его воспроизведении спереди (если, когда он сводился, в сторону источника звука был направлен затылок инженера). Особое внимание: что могут дать такие системы "упаковки" в плане совместимости. Совместимости с чем? Уравнение для электрической "упаковки" может очень сильно отличаться от акустических, воспринимаемых, психо-акустических требований к ней. Здесь мы снова возвращаемся к разделу 12.3 "Как лучше панорамировать?". Акустический характер среды прослушивания привносит своё - взаимосвязи в помещении.

Что ж, относительно безэховые условия мониторинга создают меньше всего сложностей в требованиях по электрической "упаковке". И поскольку пространственный объём будет создаваться surround-каналами, то нет такой уж необходимости, чтобы помещение приносило какую бы то ни было пространственную объёмность, если требуется создать хорошие условия для surround-мониторинга или воспроизведения.

## 12.10 Подведение итогов

Итак, снова повторимся: поиск теоретически совершенного громкоговорителя – это действительно стоящая цель. Но в каком помещении и где он будет идеально работать в стерео парах? И окажется, что только в центральной плоскости и в безэховых условиях! Во всех остальных случаях помещение будет оказывать своё влияние на восприятие звучания. Даже в безэховой камере проявятся слабые стороны, изначально заложенные в стерео формате: фантомный образ, создаваемый двумя стерео источниками, не может точно воссоздать тот звук, который мы воспринимаем от одиночного источника, расположенного в центре. Получается, что мы имеем несовершенные громкоговорители, несовершенные помещения, и при этом пытаемся реализовать несовершенный принцип, прибегая к несовершенным средствам. Вот почему перед студийными дизайнерами стоит задача добиться наилучшего общего компромисса при заданном наборе обстоятельств. Эта задача – не из лёгких. Только рачительно отыскивая баланс всех параметров можно надеяться на достижение оптимальных конечных результатов. Однако сбалансировать параметры можно лишь понимая их значение, в то время как многие рассматриваемые здесь моменты не нашли широкого признания. При подходе "на авось", который исповедует большинство project-студий, нет никакой надежды, что им удастся избежать провалов. Поэтому крайне странные условия мониторинга, которые существуют во многих project-студиях, никакого удивления не вызывают. У всех дизайнеров есть свои приоритеты, а отсюда и такой громадный выбор концепций дизайна. Причина того, почему ни один принцип дизайна комнаты для прослушивания не получил повсеместного признания, связана с тем, что в процессе разработки дизайна действительно приходится учитывать массу переменных величин, по отношению к которым проблемы, описанные здесь, составляют лишь малую часть. С другой стороны, такие концепции в очень значительной степени строятся на балансе компромиссов, особенно когда речь идёт об условиях мониторинга. К сожалению, ни один дизайнер не может добиться совершенства, потому что стереоэффект от двух громкоговорителей – ничто иное, как призрачная иллюзия.

## Приложение

После того, как было построено много контрольных комнат, в которых использовались одни и те же мониторные системы, построенные по единому принципу, были отмечены общие склонности в настройке фазоинверторов. Мониторы в этих комнатах имели по два фазоинвертора с общей резонансной частотой около 20 Hz при обоих открытых фазоинверторах. Владельцам студий разрешалось закрывать один или два фазоинвертора из-за бытовавшего мнения, что оптимальный мониторинг различных музыкальных стилей достигается с помощью разных конфигураций, причём для классической музыки лучше всего подходят закрытые боксы (корпуса мониторов без или с закрытыми фазоинверторами – А.К.). Эта идея вроде бы давала определённую гибкость.

Примерно пять лет спустя после того, как были построены первые из этих комнат, было проведён опрос, чтобы узнать, какие студии какую настройку выбрали. Результаты были крайне удивительными! Не было выявлено никакой связи между настройкой мониторов и типом записываемой музыки, аналоговыми

или цифровыми системами записи, и другими ожидаемыми моментами. В студиях, находящихся в четырёх разных странах и записывавших очень разную музыку, решение по настройке с помощью фазоинверторов принималось только исходя из размеров комнаты. В комнатах менее 60 м<sup>3</sup> оба фазоинвертора в мониторах закрывали, в комнатах от 60м<sup>3</sup> до 100м<sup>3</sup> закрывали один из двух фазоинверторов, а в комнатах свыше 100м<sup>3</sup> оба фазоинвертора были открытыми. Напрашивался вывод, что комнаты оказывают нагрузку на громкоговорители. Это соотносилось с вопросами, которые поднимал доктор Пол Дарлингтон (Paul Darlington) на конференции 1996 года в Институте Акустики Великобритании о том, насколько чувствительны фазоинверторы к эффектам нагрузки со стороны помещения, ибо они далеко не являются источниками с постоянной скоростью и могут реагировать на нагрузку и связи совсем по-другому, чем громкоговорители мониторов. Отсюда возникает вопрос: можно ли добиться оптимального дизайна мониторов с фазоинверторами, не имея полных сведений о помещениях, в которых они будут использоваться?

В работе профессора Франка Фахи (Frank Fahy) из Саутгемптонского университета (Великобритания) показано, насколько трудно предсказать эффект от установки настроенного резонатора в комнате. Как только появляется резонатор, он тут же изменяет характер самой комнаты; поэтому совершенно меняются изначальные условия (параметры комнаты), на которых основан дизайн. В вышеупомянутом выступлении в Институте Акустики Пол Дарлингтон выдвинул идеи в отношении активной настройки громкоговорителей. Что ж, вышеприведенные факты могут быть свидетельством того, что потребность в этом действительно существует.

#### Ссылки

- 1 Newell, P.R., Holland, K.R. and Hidley, T., 'Control Room Reverberation is Unwanted Noise', *Proceedings of the Institute of Acoustics, Reproduced Sound 10*, Vol. 16, Part 4, pp. 365-73 (1994)
- 2 Newell, P.R., 'The Non-Environment Control Room', *Studio Sound*, Vol. 33, No. 11, pp. 22-9, (1991)
- 3 Newell, P.R., *Studio Monitoring Design*, Focal Press, Oxford (1995)
- 4 Darlington, P. and Kragh, J.G., 'The Active Bass Reflex Enclosure', *Proceedings of the Institute of Acoustics, Reproduced Sound 12*, Vol. 18, Part 8, pp. 55-66 (1996)
- 5 Holland, K.R. and Newell, P.R., 'Loudspeakers, Mutual Coupling and Phantom Images in Rooms,' Presented at the AES 103rd Convention, New York, Pre-print No. 4581 (1997)
- 6 Holland, K.R. and Newell, P.R., 'Mutual Coupling in Multi-Channel Loudspeaker Systems,' *Proceedings of the Institute of Acoustics*, Vol. 19, Part 6, pp. 155-62 (1997)

## **Глава 13 Фаза, время и эквализация**

В предыдущих главах довольно широко освещались вопросы получения «чистейших» сигналов с использованием мониторинговых систем. Но мы почти не затронули вопрос: зачем именно нам прилагать столько усилий, чтобы «просто» сделать запись. Сейчас мы рассмотрим аспекты звука, из-за которых к процессу записи предъявляются настолько большие требования, что нам пришлось копаться в мельчайших подробностях, что всего лишь описать, как нужно контролировать звук через мониторы.

### **13.1 Аналоговый сигнал, цифровой сигнал и частота дискретизации**

До середины 70-х годов технология звукозаписи была аналоговой. Я до сих пор изумлён, как на таких грубых электромагнитных и электромеханических записывающих аппаратах люди добивались столь высокой точности! Таких результатов можно было добиться только благодаря многолетнему совершенствованию, а звучание в условиях частотных ограничений достигалось только благодаря тщательно подобранным компромиссам в дизайне студий.

Цифровой метод записи «переигрывает» аналоговый на очень низких частотах, но аналоговый может «переиграть» цифровой (при частоте дискретизации 44.1 или 48 kHz) на высоких частотах.

Конечно, если возникает желание получить характерное аналоговое звучание «низов», то аналоговый метод подойдёт больше, чем цифровой. Но всё же в своих обобщениях я руководствуюсь достоверностью записей.

#### **13.1.1 Фазовые и временные характеристики**

У всех аналоговых систем записи есть фазовые искажения в нижних октавах. Эти искажения создаются низкочастотными спадами обычно между 15 и 30 Hz у электромеханических и электромагнитных преобразователей, таких как магнитофонные головки и записывающие/воспроизводящие иглы. Однако искажения фазовых характеристик начинаются гораздо выше – в частотном диапазоне примерно от 80 Hz. Такие явления определяются физическими законами, которые управляют процессами записи, и на аналоговых системах обычно их компенсировать нельзя. Тем не менее, они стали как бы частью того аналогового звука, на который ориентировались при создании многих записей: умелые спецы от искусства звукозаписи научились извлекать пользу из этих искажений. Вот так аналоговые записывающие устройства стали частью многих звукозаписывающих технологий.

Поэтому не удивительно, что при простой установке цифрового записывающего устройства в аналоговую систему звукозаписи иногда возникали жалобы по поводу «цифрового звука», так как основная часть сбалансированной системы заменялась на нечто, изначально этой системе не присущее. Лично у меня вообще нет предпочтений в отношении того, что лучше: аналоговая или цифровая аппаратура. Я готов пользоваться любыми устройствами, которые дадут мне тот звук, который я хочу получить в окончательном миксе. Фазовая точность, отсутствие какого-либо «плавания» звука и детонации у цифровых магнитофонов побудили бы меня выбрать именно их для записи классического фортепиано. Но я очень люблю, как на аналоговых записях звучат электрогитары.

Действительно, при записи фортепиано существуют два аспекта временной точности. Во-первых, отсутствие заметных колебаний скорости ленты, цикличность которых при частоте 1–2 Hz вызывает «плавание» звука, а при частоте больше 15 Hz - детонацию или что-то вроде этого. Такие штучки очень досадны для фортепианных записей, но они же будут вполне терпимыми и иногда полезными для гитар, когда музыканты часто вводят подобные эффекты сами (джойстиком или подтяжками струн). Во-вторых, возможность точной передачи временных характеристик или атаки сигнала. Искажение переходных сигналов может сильно повлиять на естественность звучания инструмента, и именно в этом фазовые характеристики играют заметную роль.

#### **13.1.2 Форма волны**

В восемнадцатом столетии французский математик Фурье показал, что любой звук можно как разбить на отдельные синусоиды, так и построить из отдельных синусоид, амплитуда, частота и фаза которых находятся в точной взаимосвязи. Для любого звука необходимо время, в течение которого он существует, поэтому его временную характеристику (т.е. форму волны) можно целиком построить из его частотных и фазовых характеристик. Поначалу всё это нужно было рассчитывать по каждой частоте в отдельности, а это было настолько неудобно, что вряд ли могло иметь практическое применение. Поэтому и данная концепция оставалась в основном лишь на уровне теории до наступления эры компьютеров. Старая концепция была известна под названием "преобразование Фурье". Новая же её версия - *быстрое преобразование Фурье* - позволила компьютерам стать очень мощными устройствами аудио анализа. (Быстрое преобразование Фурье – это не просто преобразование Фурье, выполняемое быстро; это усовершенствованный вариант, предназначенный для приближённого расчёта). Много лет исследования восприятия фазы выполнялись в условиях, имеющих мало общего с условиями воспроизведения музыки. Подобные исследования были делом настолько трудным, что было принято считать, что фазовая характеристика относительно мало влияет на достоверность воспроизведения звука. Но сейчас мы знаем, что это не так. Действительно, в основном именно отменная точность

фазировки в цифровых записях придаёт цифровому звучанию такую "пробивную" силу на «низах». С другой стороны, именно отменная точность фазировки по «верхам» у аналоговой записи придаёт ей характерную "сладость". Мы же сначала рассмотрим то, что происходит на низких частотах.

### 13.2 Амплитудные и фазовые характеристики

Частотный диапазон от 20 Hz до 20 kHz зачастую считается достаточным для охвата слышимого частотного диапазона. Но если бы нам вздумалось воспроизвести частоту 1 kHz с прямоугольной формой волны с высокой точностью, то нам была бы необходима гладкая характеристика от 0 Hz (постоянный ток) до бесконечности, свободная от любых искажений. Между прочим, наши тактильные и слуховые чувства реагируют на частоты от 100 kHz вверх до так называемых "погодных частот", составляющих около четырёх колебаний в час, или примерно 0,001 Hz. Контрольный сигнал, который содержит все эти частоты, представляет собой импульсную функцию и на практике может генерироваться подачей сигнала постоянного тока в течение достаточно большого времени. Теоретически такой сигнал должен бы длиться бесконечно, но для наших практических целей это не нужно. Импульсная функция может рассматриваться как половина квадратной волны, у которой время в активном состоянии достаточно, чтобы провести измерения. Она содержит все частоты в постоянном соотношении амплитуды и фазы. Если надолго присоединить батарейку к контактам громкоговорителя, мы получим полезную импульсную функцию. Это очень эффективный способ испытания рабочих параметров громкоговорителя. Для экономии батарейки и возбуждения громкоговорителя более привычным способом, такое испытание обычно выполняется путём подачи малого сигнала постоянного тока на вход широкополосного усилителя постоянного тока, а затем – к громкоговорителю. На основании единичного импульса или среднего арифметического последовательности таких импульсов можно с большой точностью (с помощью быстрого анализа Фурье) измерить частотные и фазовые характеристики громкоговорителя и усилителя.

На рис.16 показаны импульсные характеристики нескольких громкоговорителей, которые используются для студийных мониторов. Диаграммы показывают реакцию громкоговорителей при подаче на них электрического сигнала, показанного на нижнем рисунке. Хотя все эти громкоговорители обладают такими частотными характеристиками, или точнее - характеристиками амплитуды давления, - которые считаются хорошими, их фазовые характеристики даже по оси очень отличаются. Отсюда большие различия в их временных диаграммах на рис.16. Именно взаимодействие амплитудной и фазовой характеристик образуют *временную* характеристику, или просто – форму волны. Все громкоговорители, показанные на этом рисунке, - очень высококачественные, но звучат они по-разному. Различие в звучании можно предположить не только на основании визуальной оценки частотных характеристик, две из которых показаны на рис.50, но и на основании анализа форм волны (рис.16).



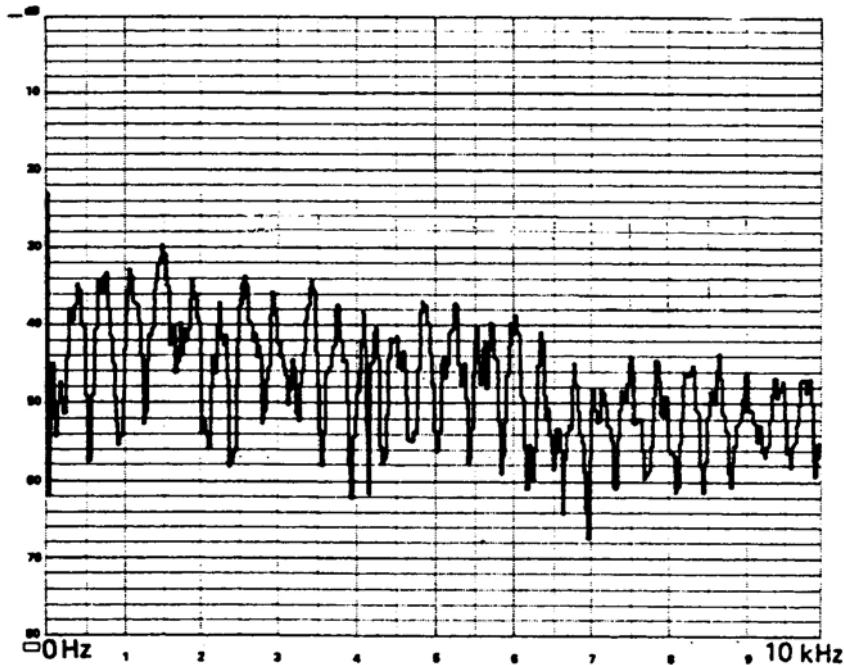
Рисунок 50. Оба громкоговорителя достойно работают с неравномерностью  $\pm 2,5$  dB почти по всему своему диапазону.

На рис.16 мы видели характеристики импульсной функции четырёх громкоговорителей (в более или менее совпадающем масштабе времени). Все громкоговорители обладают высокой репутацией. Одинаковый электрический сигнал на входе. По звучанию (a) и (b) на рис.16 во многом похожи, тогда как звук (c) и (d) имеет характерные отличия. Об этом свидетельствуют импульсные характеристики. На данной диаграмме показаны частотные характеристики вариантов (b) и (d), показанных на рис.16. Глядя только на частотные характеристики этих двух громкоговорителей трудно понять, должны ли они звучать по-разному и какой из них должен звучать более реалистично. Я не думаю, что эти различия так уж неожиданны.

Кстати, а почему ни на одном из графиков временная характеристика не остаётся в верхнем положении, чтобы соответствовать уровню входного сигнала? Причина вот в чём. Хотя диффузоры громкоговорителей и остаются смещёнными входным сигналом постоянного тока, измеренный выходной сигнал был бы постоянным только в том случае, если бы громкоговорители и измерительный микрофон находились в герметически закрытых объёмах (закрытый корпус и герметически закупоренное

пространство для измерений). А так давление, вызванное однонаправленным движением диффузора, срабатывает через двери и вентиляционную систему комнаты. Более того, если в корпусе громкоговорителя есть фазоинвертор, то разность давлений спереди и сзади громкоговорителя, вызванная смещением диффузора, быстро компенсируется фазоинвертором. Однако, это происходит лишь на короткое время, и поэтому желательно иметь дополнительный запас по низким частотам, чтобы предотвратить возникновение искажений по фронту переходного сигнала (т.е. в момент атаки). Помните, что спад низких частот по амплитуде приводит к погрешностям фазовой характеристики, которая затем приводит к искажению переходных сигналов.

Рассматривая формы волны, показанные на рис.16, можно «прочитать» разве что информацию о «низах», поскольку информация о «верхах» в основном концентрируется по переднему фронту сигналов. Подобные различия характеристик раньше просто маскировались неровностями низкочастотного диапазона аналоговых записывающих устройств. Но в цифровых записях они проявляются в чистом виде. В силу того, что временные характеристики аналоговых звукоснимателей и магнитофонных головок не так уж сильно отличались от той разносортницы характеристик, которая присуща громкоговорителям, не удивительно, что сколько-нибудь значительная работа по повышению точности фазировки началась лишь с появлением цифровых магнитофонов. Если у кого-либо из читателей есть под рукой осциллограф, он может получить немалое удовольствие (или "встать на уши"), глядя на то, как аналоговые магнитофоны пытаются воспроизвести точные квадратные волны. Искажение формы волны будет ужасающим!



**Рисунок 51.** Гребёчатое фильтрование. Спектр сигнала средней мощности при одном дискретном отражении. Гребёчатое фильтрование чётко проявляется на линейном графике (в отличие от графика в логарифмическом масштабе), на котором можно чётко увидеть периодичный характер искажений, порождаемых отражениями. На показанном здесь примере, длина пути отражённого сигнала превышала длину пути прямого сигнала чуть-чуть меньше, чем на один метр, что приводило к гребёчатому фильтрованию с шагом чуть меньше 400 Hz.

Некоторые звуки обладают достаточной "прочностью" по переносимости таких фазовых искажений без заметного изменения своего звучания, но другие могут быть очень чувствительными к ним. Здесь только опыт может дать достаточные знания, позволяющие предвидеть что-либо заранее. Но и тут может быть большая разница в восприятии разными людьми различий в характеристиках, и насколько сильно, по их мнению, такие различия сказываются на качестве звучания. Последнее замечание толкает нас на такие размышления: допустим, нам удалось создать 28-разрядные звукозаписывающие системы с частотой дискретизации 500kHz, которые по всем параметрам точности превосходят аналоговые системы. Но и на такие системы было бы немного покупателей. Некоторые люди просто предпочитают аналоговое звучание, а для других воспринимаемое улучшение качества (по сравнению с 16-разрядными линейными системами с частотой дискретизации 48 kHz), будет настолько незначительным, что они просто не будут готовы платить дополнительные деньги за "суперсистему". Хотя будут и такие, которые готовы пойти ради таких аппаратов на всё.

### 13.3 Восприятие формы волны

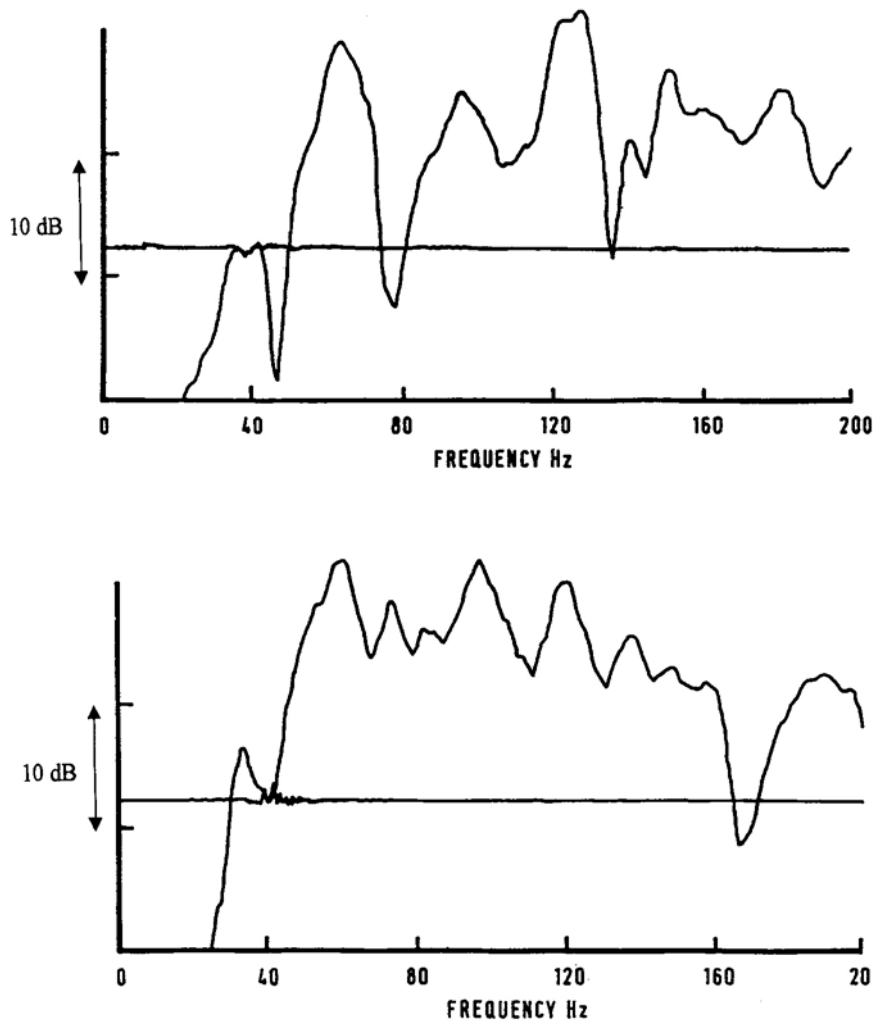
Диаграммы на рис.16 показаны в масштабе времени примерно 5 мсек. Существуют



предположения, что ухо воспринимает энергию блоками с частотой примерно сто раз в секунду (каждые 20 мсек.), поэтому мол различия, показанные на этом рисунке, не будут услышаны. Но что касается музыкальных сигналов, то есть достаточно свидетельств, что такие различия в формах волны на слух *воспринимаются*. Вместе с тем, вряд ли можно сомневаться в том, что с увеличением масштаба времени воспринимаемые различия могут сглаживаться.

На рис.51 показан эффект "гребёночного фильтрования", создаваемый твёрдой отражающей поверхностью, расположенной вблизи одной из сторон громкоговорителя. Чтобы подчеркнуть периодичность искажений, график построен в линейно-частотном масштабе, а не в привычном логарифмическом представлении. Уши очень чувствительны к распознаванию таких явлений, поэтому окраска такого типа может быть вполне заметной. Иногда она используется как эффект создания быстрых повторений сигналов, используемый в процессорах эффектов. После просмотра таких графиков становится не по себе. Отсюда и те концепции мониторинга, которые рассматривались в 11-й главе.

Рисунок 52 в целом говорит сам за себя: громкоговорители сами по себе не определяют звучание мониторинговой системы.



**Рисунок 52.** Искажения звучания в разных позициях в комнате. Графики низкочастотной характеристики одного и того же громкоговорителя в одной и той же контрольной комнате, но в разных позициях.

Что же касается рисунка 53, то здесь нужны некоторые пояснения. На нём показано, как длина пути звуковых сигналов, а отсюда и задержки по их прибытию, создают различные взаимосвязи между ними, когда позиция слушателя находится вне оси. Если в точке **A** звучание строится на синхронном прибытии звука от каждого из трёх громкоговорителей, то очевидно, что в точке **B** время прибытия звуков неодинаково. На рисунке 54 представлен монитор, у которого высокочастотный громкоговоритель расположен между двумя низкочастотными, хотя могла быть показана и обычная система из двух громкоговорителей (без второго низкочастотного). Если сесть на стул с колёсиками за микшерным пультом и перемещаться из стороны в сторону, то звучание расположенных горизонтально мониторов будет всё время изменяться даже при моно сигнале. В позиции **A** всё обстоит нормально благодаря симметричности позиции, которая обеспечит одинаковое время прибытия сигналов от трёх громкоговорителей к слушателю. Но в позиции **B** время прибытия сигнала от левого НЧ-

громкоговорителя меньше, чем от высокочастотного динамика, а время прибытия от правого НЧ-громкоговорителя - ещё больше. В обеих позициях гладка амплитудо-частотная характеристика невозможна.

На рисунке представлен монитор, у которого высокочастотный громкоговоритель расположен между двумя низкочастотными, хотя могла быть показана и обычная система из двух громкоговорителей (без второго низкочастотного). Если сесть на стул с колёсиками за микшерным пультом и перемещаться из стороны в сторону, то звучание расположенных горизонтально мониторов будет всё время изменяться даже при моно сигнале.

И только одному Богу известно, что будет твориться с фантомным образом от стерео пары.

Если бы громкоговоритель, показанный на рис.53, был расположен вертикально, и все три динамика были на одной линии, то горизонтальные перемещения за микшерским пультом не создавали бы разности длины пути звукового сигнала до каждого из громкоговорителей. Да-да, я знаю, что фирма Yamaha располагает наклейки на мониторах NS-10M так, что пользователям приходится на ум укладывать их на бок. Это полнейшая глупость. Серьёзные фирмы-производители мониторов, такие как ATC, Quested, Tannoy, Genelec, KRK и иже с ними, никогда в жизни не додумались бы сделать что-то похожее. Кстати, рисунок 54 взят из каталога фирмы Quested. Такое расположение громкоговорителей является абсолютно правильным.

Описанная выше ситуация часто приводит к глупым потерям времени, когда во многих студиях инженеры слушают мониторы, сместившись, пусть даже ненамного, от оси их звучания. И если приемлемого контроля звучания можно добиться переключением с больших мониторов на малые и наоборот (при условии, что слушатель находится в точке их схождения), то при отклонении от оси звучания пары малых мониторов хотя бы на 30° и при переключении с одной системы на другую мы получим просто ужасающее несоответствие в характере звучания. Это может привести к неправильной оценке эквализации со стороны продюсеров или членов музыкального коллектива, которые слушают музыку, находясь в разных местах контрольной комнаты. Тенденция здесь такова: чем лучше контрольная комната, тем сильнее воспринимаются различия звучания.

Надеюсь, из сказанного ясно, что у всех без исключения электроакустических, электромагнитных и электромеханических систем существуют проблемы совместимости звучания, которые могут сказываться на воспринимаемом звуке.

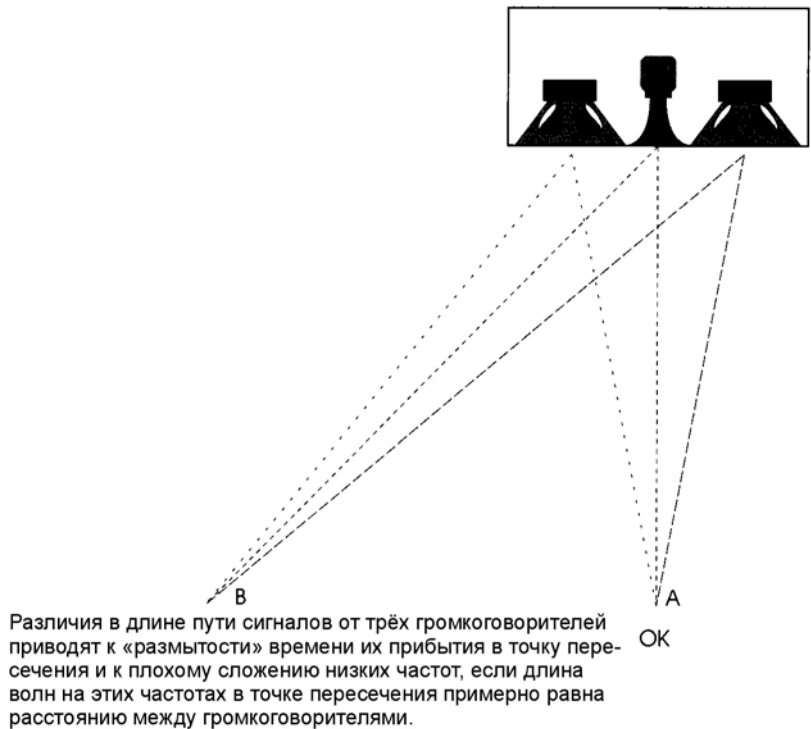


Рисунок 53. К вопросу о расположении громкоговорителей.

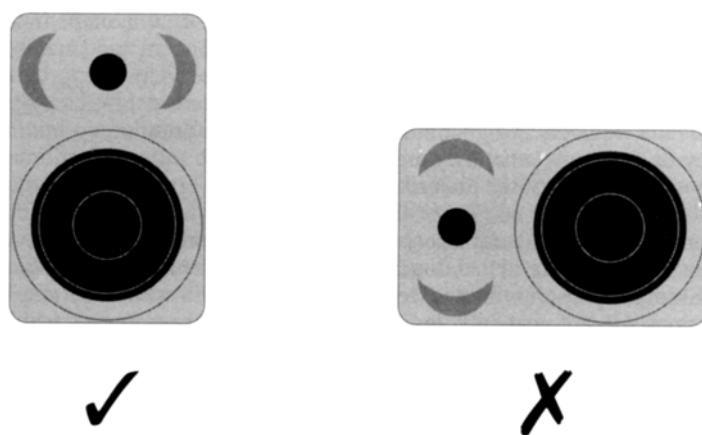


Рисунок 54. Правильная установка небольших мониторов. Всё чаще и чаще фирмы-производители громкоговорителей, такие как Tannoy, Quested и Genelec, публикуют в руководствах по эксплуатации небольших мониторов схемы, подобные этой, предписывая пользователям устанавливать системы так, чтобы громкоговорители располагались по вертикали. Неважно, что есть тысячи студий, в которых такие громкоговорители лежат на боку - ЭТО НЕПРАВИЛЬНО.

Вот почему так много внимания в этой книге уделяется необходимости добиться точности мониторинга. Точный мониторинг – это единственное средство, позволяющее распознать имеющиеся проблемы.

## 13.4 Эквалайзеры

Это не просто системы, через которые пропускается сигнал. Эквалайзеры печально известны тем, что они являются причиной фазовых аномалий. В самом деле, по большей части причины разного звучания у разных эквалайзеров, которые *вроде бы* настроены по одной и той же кривой, часто можно отыскать в фазовых отличиях, связанных с различной конструкцией фильтров. Когда эквалайзеры используются для создания звуковых эффектов, «звон» фильтров и характерное звучание, которое они дают, можно считать большими плюсами. Однако попытки использовать их на мониторинжных системах являются поистине абсурдными.

### 13.4.1 Эквализация мониторов

Вне сомнения, именно заблуждение, возникшее в 70-х годах, привело к нелепой практике эквализации мониторинга, которую многие неискушенные люди по-прежнему считают «необходимым атрибутом» профессиональных мониторинжных систем. На самом же деле, нет ничего более далекого от истины. Любая студия, в которой применяется «корректирующая» эквализация мониторов, свидетельствует о том, что:

1. Есть огрехи в дизайне её контрольной комнаты.
2. Не подходят её мониторинжные системы.
3. Работники студии не ведают, что творят.
4. Любая комбинация вышесказанного.

Единственное довольно редкое исключение из сказанного мною – это случаи, когда мониторинжные эквалайзеры применяются только для того, чтобы чуть-чуть подправить минимальные проблемы фазировки.

(Помните, «минимальные проблемы фазировки» – это те, при которых коррекция амплитуды автоматически ведет к улучшению фазовой характеристики, а отсюда - и временной характеристики). Примерами такой минимальной корректировки по фазе могут быть ситуации, когда нужно скорректировать немного «проваленное» или «завышенное» звучание громкоговорителя. Или когда нужно получить кривую «концертного звучания», если, к примеру, мониторинжная система даёт слишком «звонкий» или «басово-облегченный» звук. Или в случае возникновения эффекта нагрузки от помещения, описанного в 5-й главе, когда, к примеру, возникает подъём частот из-за того, что предназначенный для произвольной установки монитор установлен заподлицо в стене. Многие из громкоговорителей производства фирм Genelec и Quested имеют нужные регуляторы и обязательно правильные инструкции по их использованию именно в таких ситуациях. Такова растущая тенденция.

Всё это случаи оправданной эквализации мониторов. Но, к сожалению, чаще всего прибегают к эквализации в попытке скомпенсировать проблемы помещения, проблемы стоячих волн или «подправить звучание» комнаты. Но применение эквализации для этих целей абсолютно неприемлемо! Проблемы отражений и резонансов в помещениях создаются, когда энергия возвращается в позицию слушателя после того, как она прошла больший путь, чем прямой сигнал. Возникает разница во времени прибытия к слушателю прямого сигнала и «проблемной» отражённой энергии. Между прямой и отражённой энергией существует разница по фазе, которая полностью зависит от частоты. И если каждая из частот в отражении по-разному не совпадает по фазе с прямым сигналом и, более того, если по каждому отражению и для каждой позиции в комнате фазовые различия – разные, то никакой эквалайзер не выровняет фазировку так, как он выравнивает *среднюю* амплитуду. Понятно, что если бы мы применили эквалайзер, то он дал бы только выравнивание средней амплитуды, потому что ни от одного обычного эквалайзера нельзя ожидать, что он будет следовать за реальной инверсией характеристики, показанной на рис.51. Только фильтры, описанные в разделе 13.5, смогут это сделать, но и у них есть свои ограничения.

Если в комнате проявляется резонанс на частоте 80 Hz, и после корректировки эквалайзером на - 5 dB показания спектроанализатора изменяются от «розового» шума до равномерного частотного спектра, то, возможно, эквалайзер лишь откорректировал среднюю амплитудную характеристику устойчивого звука. Однако, как говорилось в 12-й главе, все комнаты являются безэховыми лишь до прибытия первого отражения. Поскольку мониторинный эквалайзер действует на сигнал возбуждения, идущий от громкоговорителей, то урезание звучания монитора на частоте 80 Hz на 5 dB для «компенсирования» резонанса комнаты вырежет также 5 dB на 80 Hz и у переходных сигналов, которые доходят до слушателя раньше, чем он услышит какой-либо резонанс. Таким образом, эквалайзер исказит амплитудную, фазовую и временную характеристику переходного сигнала. Кроме этого, он подобным же образом исказит все отражения переходного сигнала, которые не проходят через резонансный коридор, в котором на 80 Hz возникал «горб».

Устойчивые звуки, такие как звук виолончели, могут быть в выигрыше от такой настройки, но переходные звуки, такие как звуки барабанов или атакующий звук акустической гитары, будут погублены. Проблемы, вызванные прибытием отражённой энергии с задержкой по отношению к прямому звуку, это не какие то там «минимальные проблемы фазировки», и можно сказать совершенно точно, что их не

решить обычной эквалализацией звучания монитора.

Помните и о том, что ввиду различий в длине пути сигналов и задержек с их прибытием, воздействие «неминимальных» фазовых проблем является позиционно зависимым, поэтому их нельзя исправить изменением сигнала возбуждения от мониторов. Подъёмы или провалы по низким частотам, возникающие под влиянием нагрузки со стороны акустики помещения (например, которые встречаются при монтаже в стене мониторов, рассчитанных на произвольную установку), являются минимальными фазовыми проблемами, ибо здесь нет задержки сигналов. Поэтому они не являются позиционно зависимыми и их можно выровнять эквалайзером. Я не могу ещё раз не подчеркнуть важность понимания этого различия, поскольку отсутствие такого понимания погубило бесконечное множество мониторных систем.

Те же замечания и к использованию эквалайзеров в клубах, на дискотеках и в концертных залах с живой музыкой. Обычные эквалайзеры не могут исправить «проблем помещений», не искажая при этом формы волны переходных сигналов и не создавая позиционно зависимых аномалий. Если Вам доведётся видеть, как кто-то пытается «исправить звучание», перемещая вверх и вниз смежные движки полос фильтра, знайте, что Вы наверняка являетесь свидетелем вопиющего непрофессионализма, невзирая на любые показания спектроанализатора.

### 13.5 Адаптивная цифровая обработка сигналов

Невзирая на все проблемы электроакустических систем, технология не стоит на месте. По ходу её развития некоторые из этих проблем будут преодолеваются. Умами многих людей начинает овладевать адаптивная цифровая обработка сигналов. С помощью фильтров с цифровой адаптацией и путем моделирования задержек можно в небольшой зоне комнаты добиться локального контроля над звуковым полем. Пользуясь такими средствами, можно на аудио сигнал накладывать управляющие сигналы, компенсируя как недостатки громкоговорителей, так и проблемы отражений и временных характеристик конкретных помещений. Задержки на сигнальном тракте необходимы для того, чтобы можно было вставлять профилактические корректирующие сигналы для упреждения или подавления нежелательных эффектов (в том случае, когда для большей эффективности корректирующий сигнал нужно применить маргинально – до того, как наступит реальное событие). Однако пока серьёзное распространение данной технологии станет возможным, потребуется ещё немало поработать над проблемами слышимости некоторых издержек процессов корректировки, таких как предзадержка, которое неизбежно возникает в результате обработки звука. Кроме того, с появлением все более и более мощных процессоров и стоимость таких систем будет снижаться.

Пользуясь такими системами в специально отведённой зоне прослушивания можно добиться удивительно точных характеристик, хотя почти во всех местах за пределами этой зоны фактическое звучание будет хуже, чем до обработки. Уже сейчас можно добиться такого бинаурального (двухканального) разделения звучания, что правое ухо будет совершенно не слышать сигнала из левого громкоговорителя, а левое ухо – из правого, как в наушниках. Хотя возможности контроля у таких систем поистине огромны, все управляющие сигналы, которые нужно накладывать на аудио сигнал, весь комплекс усилителей и громкоговорителей должен обладать достаточным запасом для того, чтобы быть в состоянии работать с намного большими пиковыми сигналами. Чем ровнее изначально работает система, тем ниже уровень управляющих сигналов будет необходим. В комнате с хорошо контролируемой акустикой и с очень равномерным звучанием мониторной системы отличных результатов можно добиться уже сейчас. В этой связи немного смешным выглядит тот факт, что чем изначально лучше электроакустическая система, тем меньше вероятности того, что в ней потребуется активная обработка сигналов. Однако есть и такие проблемы звучания систем громкоговорителей, как, например, амплитудно-фазовая характеристика в точках пересечения сигналов, которые нельзя исправить никаким иным из доселе известных способов, кроме как посредством адаптивного фильтрования. Цифровой контроль может, таким образом, стать скорее заключительным усовершенствованием уже хороших систем, чем панацеей для систем более низкого качества. Понятно и другое: частотный диапазон любой цифровой системы, используемой для коррекции звучания мониторов, должен быть шире, чем у любого устройства в цепи звукозаписи. Ведь нет смысла контролировать сигнал, поступающий от магнитофона, работающего с частотой дискретизации 96 kHz, через мониторную систему, пользуясь аппаратурой обработки сигналов с частотой дискретизации всего лишь 48 kHz.

### 13.6 Зачем суетиться?

Сравнивая профессиональные и полупрофессиональные эквалайзеры и блоки эффектов, нельзя не заметить, что профессиональное оборудование работает деликатнее. Понятно, что когда записываются первоклассные музыканты с первоклассными инструментами в хороших комнатах, вряд ли кому придёт в голову отлаживать их звучание на «топорном» оборудовании. И наоборот: в процессе поиска новых идей при записи менее «высокого» исполнения в демонстрационных целях, может потребоваться и менее изощренная аппаратура. А ещё более важно то, что утончённое звучание требует утончённого мониторинга, а это именно то, чего как раз и не хватает многим project-студиям.

Я знаю процессоры эффектов, которые предназначались для полупрофессионального рынка как альтернатива классическим профессиональным устройствам. Некоторые из них плохо продавались на «своём» рынке, потому что их эффекты были слишком «тонкими», чтобы их можно было заметить в убого оснащённых студиях или в цепях с менее «прозрачной» передачей сигналов. Но потом на них набросились самые крутые студии, увидев в них более дешёвую альтернативу классическим устройствам, некоторые из которых к тому же перестали выпускаться. Это один из примеров, когда студии с менее опытным персоналом покупают «марку», а не качество, в то время как высококлассные студии покупают качество, невзирая на «марку». Эту слабость беззастенчиво эксплуатируют отделы маркетинга. Они даже могут накалять ощущение неуверенности, искусственно стимулируя тем самым спрос на товары, которые как будто вселяют уверенность (старый трюк рэкетиров с предложением «крыши»).

Что касается «марок» оборудования, вспоминается случай, когда я делал запись для компании, которая владела небольшой студией звукозаписи. Это должна была быть очень «важная» запись джазовой музыки, на которую компания возлагала большие надежды. Ассортимент собственных микрофонов студии был не богат, но владелец студии сказал мне, что может позаимствовать несколько микрофонов, которые называются «Scopes» или что-то в этом роде. Оказалось, что у владельца студии есть друг с телевидения, который одолжил ему полный комплект великолепных микрофонов Schoeps. Я настроил аппаратуру для записи, проверил звучание и уже хотел начинать запись. Как тут прибегают владелец студии и с сияющим лицом говорит: «Давайте-ка пойдём обедать пораньше, потому что я договорился, что в два часа мне одолжат несколько микрофонов Neumann U87. Он по-настоящему гордился собой и не мог понять, почему у меня на лице застыл испуг, а на носу прорезались морщины. Конечно же, я бы не крутил носом, если бы с самого начала студия предложила мне микрофоны U87, но теперь... теперь я не хотел менять «Роллс-Ройсы» на «Ягуары».

Даже два дня спустя, после того, как мы записали несколько превосходных вещей, владелец студии снова и снова спрашивал меня: «Скажите, а может быть лучше всё-таки воспользоваться Neumann-ами? Может быть, звук был бы ещё лучше?» Он просто отказывался верить своим ушам (а звук у нас получался превосходным!), потому что в мозги ему вдолбили, что репутация марки Neumann (кстати, вполне заслуженная) не вызывает никаких сомнений, а о марке Schoeps он и слыхом не слыхал. И вот здесь-то возникает ещё один интересный момент. Если и микрофоны Neumann и Schoeps так хвалят за ровность их характеристик, почему же они в самом деле звучат настолько по-разному? Очевидно, здесь не только дело в частотных характеристиках. Напрашивается вывод: точно так же, как с помощью эквалайзера Вы не сможете добиться, чтобы один микрофон звучал точно так же, как другой, Вы не сможете этого сделать и с громкоговорителями.

То, о чём писалось в этой главе, очень важно в плане качества звука, по крайней мере, если слово «качество» применяется как синоним «достоверности». Проблемы, описанные здесь, не уйдут сами по себе, если Вы не будете обращать на них внимания; они снова и снова будут возвращаться к Вам и преследовать Вас. Я знаю эти проблемы и отдаю себе отчёт, какое влияние они оказывают на мою работу. И лишь мои уши, только мои уши могут мне подсказать, подходит ли та или иная аппаратура или те или иные условия для получения высококачественной записи, или нет. Только с опытом у меня появился опыт их использования. Конечно, у меня были хорошие учителя тоже. Однако интересно отметить некоторые случаи, с которыми я часто сталкиваюсь при записи живой музыки.

Порой хорошо известные почитаемые инженеры звукозаписи навещают меня во время работы, и разговор зачастую звучит где-то так: «Привет, Филип! Как делишки? А они играют хорошо! Пианист, правда, играем немного механически». Совсем по-другому он звучит, когда ко мне подходят неопытные инженеры. «Привет, Филип! О, ты пользуешься только микшером Mackie? Я думал, что ты будешь пользоваться чем-то получше». «Ну и что же тебе не нравится в звучании?» – спрашиваю я. «Э-э,... ну, ... да нет, ... звук отличный», – говорят они. «Так что же всё-таки не нравится тебе в Mackie?» – повторяю вопрос. «Э-э,... а какой микрофон у тебя на басу?» «А какая разница?» – спрашиваю я. Смысл вопроса обычно состоит в том, что если я добиваюсь классного звучания бас-гитары с этим микрофоном, то и они тоже добьются классного звучания бас-гитары, пользуясь таким же микрофоном. Даже если они применяют его на другом инструменте, в другом помещении и с другим бас-гитаристом.

Однажды я видел, как «инженер» вошёл в студию перед записью и настроил ручки пульта эквалайзера в соответствии со шпаргалкой, которую он составил, скопировав настройки известных инженеров, делавших известные записи. Я онемел! Он не слушал, он только смотрел в шпаргалку, которая относилась к совсем другим обстоятельствам.

Решения в отношении истинно профессионального качества можно принять, только опираясь на сочетание внимательного вслушивания и понимания процессов записи и воспроизведения звука. Надеюсь, что то, о чём говорилось в этой главе, будет способствовать выработке такого понимания.

## **Глава 14 Компьютеры в контрольных комнатах**

В наши дни почти во всех контрольных комнатах обосновались компьютеры. Это относится и к профессиональной, и к полупрофессиональной, и к бытовой сферам звукозаписи. Но причины, по которым компьютеры получили столь широкое применение, не всегда совпадают. Объяснение простое: компьютеры и цифровая обработка позволяют делать то, чего нельзя было добиться в аналоговой сфере, например удаление шумов в реальном времени. Компьютерные технологии также позволяют производить изделия, которые в аналоговой форме были бы экономически неоправданными, например такие, как микшер Yamaha 01V.

В последние годы стали популярными программные пакеты, превращающие любой домашний компьютер в виртуальную студию звукозаписи. Это сделало возможным появление студий, состоящих только из одной комнаты и одного оператора, у которых, как им кажется, есть всё, чтобы стать полноценными профессиональными студиями, хотя практические возможности таких студий обычно весьма ограничены. Нынешние тенденции в сфере дубляжа фильмов, похоже, позволяют до самой последней минуты воспользоваться любым из имеющихся вариантов. Всё записывается и программируется в ожидании последних решений, когда один за другим можно будет вызвать все фрагменты и использовать их как строительные блоки для создания окончательной реальности, возникшей в режиссерских грёзах. В работе такого рода компьютеры получили широчайшее применение и чрезвычайно полезны. Однако ещё очень не скоро они смогут удовлетворять потребностям, возникающим при записи оркестра, состоящего из очень дорогих музыкантов, когда почти все действия нужно выполнять с поистине мгновенной реакцией. В таких ситуациях очень важно успеть вовремя воспользоваться конкретным регулятором и иметь свободный доступ для быстрой работы вручную. Вызов меню и возня с «мышкой» здесь совершенно исключены.

### **14.1. Наступление бытовых студий**

По своей сути, звукозапись в домашних условиях - процесс неторопливый. Часто это просто удовольствие, возможность исследовать различные варианты и сделать за приемлемую цену то, что раньше возможно было только в студиях. Программные пакеты могут превратить PC или Power Mac в полную виртуальную студию по цене одного высококачественного профессионального блока эффектов. Недостаток же в том, что иногда приходится возиться минут двадцать, чтобы сделать то, что профессионалы сделают за 10 секунд. В таких обстоятельствах судьями выступают ограничения по времени и стоимости.

Небольшие микшеры, как та же Yamaha 01V, стоят всего-ничего для тех возможностей, которые предлагаются эту цену. И хотя почти все функции приходится вызывать из меню, такие микшеры не имеют аналоговых прототипов. Представим себе музыканта, который хочет записаться дома, но имеет ограниченный бюджет и ограниченную площадь. Чтобы сделать то, что «умеет» микшер «01V» с помощью аналоговых устройств, потребовалось бы заполнить ими всю комнату, а их цена, возможно, равнялась бы стоимости всего дома. Плюс, конечно, расходы на кондиционер для отвода тепла.

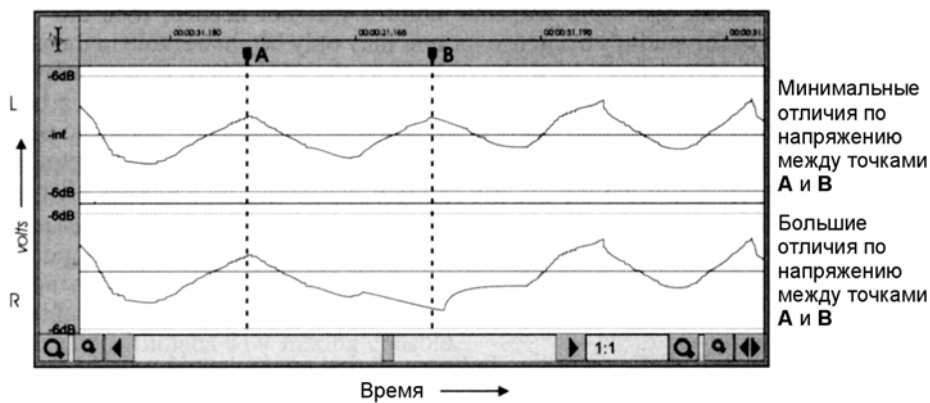
Если нужна студия с достаточно широкими возможностями и без ограничения по времени работы, то наличие только микшера «01V» позволит утвердительно ответить на этот запрос. Да, цифровая обработка и компьютерное управление открыли для себя огромный рынок. Они дали жизнь колоссальному количеству студий. Владельцы многих таких студий никогда не решились бы их построить, если бы их студии могли предложить только то, что можно было бы купить из аналоговых приборов за ту же цену.

### **14.2. Расширение профессиональных возможностей**

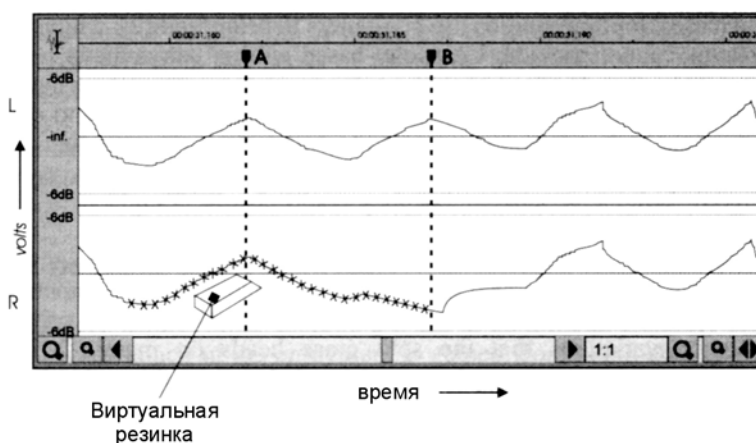
Цифровое оборудование, обслуживающее высший профессиональный сектор индустрии звукозаписи, обычно является достаточно дорогим. Работа должна выполняться быстро при минимуме поломок и сбоев. Компьютерные системы управляют инструментами, аппаратурой, автоматизацией работы микшеров и многим другим. Но, в отличие от бытового сектора, для каждой цели обычно используется отдельный компьютер, от операционной системы которого требуется выполнение лишь одной задачи. Вероятность сбоев в этом случае намного ниже, чем в случае использования компьютера ещё и для ведения бухгалтерии, и детских игр. Более того, если и случится какая-то поломка, то студия лишится лишь одной функции и не потеряет работоспособности в целом.

В основном серьёзные студии используют в компьютерах те их возможности, которые недоступны аналоговым системам. С помощью компьютерного редактирования можно добиться таких результатов, о которых раньше нельзя было и мечтать! Двадцать лет назад мы редактировали аналоговые 2-дюймовые и ¼-дюймовые ленты с помощью бритвенных лезвий, и подчас приходилось делать сотню и более правок по классической записи или «концептуальному» альбому. При наличии достаточных навыков такое редактирование можно было делать на том же уровне, на каком его делает любая цифровая аппаратура, но тогда редактирование было сопряжено с трудностями и незамеченными помехами.

Нарекания вызывало намагничивание бритвенных лезвий, и часто даже их размагничивание не делало правки бесшумными. Производители лент иногда признавали невозможность полного стирания своих лент за один раз. Это могло порождать низкочастотные сигналы, которые находились на ленте в промежутках между дорожками и которые не поддавались стиранию разделёнными стирающими головками большинства магнитофонов. При записи пиковых сигналов низкочастотные составляющие могли проникать через промежутки между соседними дорожками. Даже с появлением стерео магнитофонов (с двумя пишущими головками), которые в отличие от двухдорожечных имели монофонические стирающие головки всю ширину ленты, в местах врезок по-прежнему наблюдались щелчки. Часто это случалось потому, что фазы сигналов правого и левого каналов не пересекались в месте склейки в относительной нулевой точке. В результате, на склейке ленты форма волны могла получиться рваной, что приводило к щелчку или низкочастотному импульсному толчку. Сейчас же компьютерные системы редактирования могут предоставить в распоряжение редакторов виртуальные карандаши и резинки, управляемые "мышкой", позволяющие стереть вредные сигналы-щелчки и заново нарисовать сглаженную форму волны. Я просто упал, когда впервые это увидел! Научная фантастика осуществилась! Мечта сбылась! Для непосвящённых – рисунки 55-57, на которых показан этот принцип.



**Рисунок 55.** Коррекция формы волны в местах склейки. Удаление участка А-В даст плавный переход в левом канале, но резкий скачок уровня в правом канале. Обе точки - А и В - представляют собой небольшое положительное напряжение в левом канале. В правом канале точка А представляет собой небольшое положительное напряжение, а точка В большое отрицательное напряжение. Если соединить точки А и В, удалив участок между ними, то от резкого изменения полярности в правом канале произойдет заметный на слух щелчок.



**Рисунок 56.** Коррекция формы волны в местах склейки. С помощью программной «виртуальной резинки» можно, перемещая её «мышкой», удалить перечёркнутый участок формы волны вместе с коротким передним фронтом.

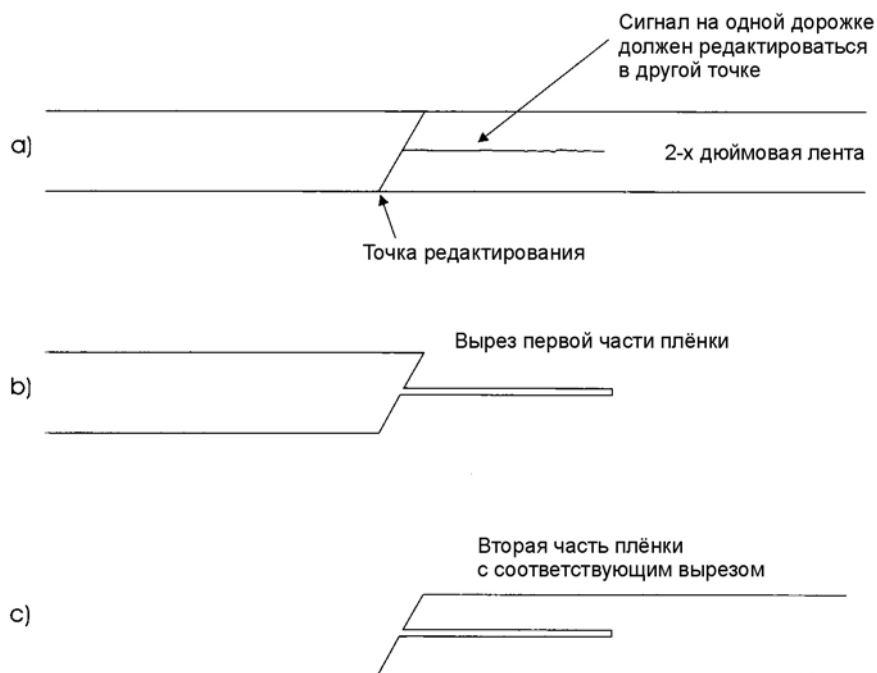
#### 14.2.1 Рискованный случай редактирования

Синхронизация дорожек, коррекция погрешностей позиционирования (при совмещении редактируемого материала) и ошибок синхронизации, редактирование без потери оригинала – всё это

продукты компьютерной технологии.

Я вспоминаю случай, когда Том Ньюман (Tom Newman) "кудесничал", работая над записью для Дика Хекстолла-Смита (Dick Heckstall-Smith) с Джоном Хайсманном (Jon Heismann). Если вы не из слаонервных, посмотрите на рисунок 58.

Нужно было отредактировать 16-трековую 2-дюймовую ленту, но на ней была одна дорожка, которая должна была затухать на редактируемом участке в течение примерно трёх четвертей секунды. Том измерил ленту линейкой, поразмышлял, где находится эта дорожка, и надрезал ленту на редактируемом блоке поперек пятнадцати остальных дорожек. В результате получилось, что лента оставалась соединенной только по ширине нужной дорожки, равной примерно одной восьмой дюйма (3 мм). Затем он прорезал ленту вдоль нужной дорожки примерно на 10-11 дюймов (мы работали на скорости 15 дюймов в секунду), а потом полностью разделил ленту. Затем ему пришлось сделать соответствующий прорез там, где лента должна была соединяться, сложил оба конца – с выступом и с прорезью – вместе, склеил место соединения клейкой лентой шириной  $\frac{1}{4}$  дюйма, а  $\frac{1}{2}$ -дюймовую клейкую ленту наложил поперёк магнитофонной ленты в месте основной склейки.



**Рисунок 58.** Рискованный случай редактирования. Сегменты (b) и (c) были наложены друг на друга и склеены самоклеющейся четверть-дюймовой лентой. Для поперечной склейки вдоль диагонального разреза использовалась полдюймовая склеивающая лента.

Я видел всё это собственными глазами в Manor Studio и был свидетелем всех дискуссий до этого! «Том, - сказал я – ты не сможешь этого сделать». Затем я вышел из студии в холл, потому что не мог на такое смотреть. «Он спятил», – говорил я всем и каждому, кто готов был меня слушать. Примерно полчаса спустя на лицах музыкантов, вышедших из студии, было написано только одно: работа удалась! На альбоме Дика Хекстолла-Смита «A Story Ended» есть благодарственная надпись в честь Тома Ньюмана, которая гласит: «В этом альбоме заложена Храбрость, которая выше Чувства Долга». Я не мог не снять перед ним шляпу! Если Вы не из слаонервных, посмотрите на рисунок 58. Понятно, что такое редактирование повторять не рекомендуется. В наши дни такие пугающие проблемы легко решаются в компьютере, и никому и в голову не придёт, насколько трудно было это сделать раньше на аналоговом оборудовании. Программы по устранению щелчков, скрежета, хлопков и шумов – это тоже приобретения из мира компьютеров – такого нет в аналоговом мире. Однако хороший комплект коробок с такими программами будет стоить намного больше, чем всё оборудование большинства бытовых студий.

#### 14.2.2 Цифровое управление аналоговым оборудованием

Микропроцессорное управление аналоговыми схемами – вот что ещё делают компьютеры в профессиональных студиях. Хороший пример – микшерные пульта фирмы EurhoniX. При таком конструктивном решении вся аналоговая часть располагается в «аудио-тауэрах» – отдельно стоящих стойках за пределами контрольных комнат, т.к. они шумят и нагреваются, что ни в одной контрольной комнате не приветствуется. Поверхность микшера – это цифровая панель управления с моторизованными фейдерами. Она изящна и не нагревается (идеальные свойства для применения в контрольных комнатах), но возможности её поистине огромны. Это здорово, т.к. в профессиональных



условиях очень важна скорость работы оператора. Под рукой достаточное количество регуляторов, к которым всегда и в любое время – даже если они многофункциональны – имеется доступ. Это позволяет так сконфигурировать микшер, что все операции выполняются мгновенно, с минимальными задержками. Если лидер-вокал почти приближается к перегрузке, а вещь исполняется один-единственный раз и дублей не будет, то пока будешь накручивать меню, бегать «мышкой», нажимать определённые клавиши – хоп! время ушло, трэк пошёл с перегрузкой. Добиться такой оперативности на пультах с малым рабочим полем и несколькими ручками или кнопками просто невозможно.

### 14.3 Виртуальные микшеры и рекордеры на жестких дисках

Количество студий с системами записи на жёсткий диск и компьютеризированными микшерами быстро растёт. В project-студиях компьютеры стали привычным явлением и необходимостью. Профессионалы пользуются таким оборудованием в тех случаях, когда это оправдано, а если нет – пользуются другими системами. Но большинство «бытовых» пользователей настолько шалуют от возможностей этого оборудования, что они охотно мирятся с ограничениями, которые сопутствуют таким системам. В студиях среднего уровня привлекательные цены этой техники и кажущиеся безграничными возможностями приводят к созданию весьма сложных систем, которые на первый взгляд могут соперничать со многими большими студиями в плане предлагаемых возможностей. Но вопрос в другом: могут ли они предложить эти возможности одновременно? Богатые на аппаратуру профессиональные студии могут, а студии среднего уровня – обычно нет. Это может привести к разочарованиям и недобросовестным методам работы.

В одной из студий, акустический дизайн которой я заканчивал в 1996 г., установили отличную систему записи на жёсткий диск на базе PC. О пробных записях они договорились с одной группой. Когда я в первую неделю эксплуатации случайно зашёл в студию, музыканты захотели, чтобы им записал трэк «известный» инженер, и настояли, чтобы это сделал я. Деваться было некуда, я сел за пульт, и мы начали прогон. Проблемы начались в первые же 15 минут. В этой ситуации я не хотел бы побывать ещё раз.

Записывалась рок-группа с ритм-секцией из пяти инструментов. Нам нужно было около 20-ти каналов и примерно 16 треков. На микшере было достаточно виртуальных треков и каналов. Хватало и подгрупп. Но нам не доставало аналогово-цифровых преобразователей для того, чтобы записать всех вместе. Музыканты были хорошие, и я считал, что их нужно записывать. Группа с энтузиазмом откликнулась на мои пожелания, но сделать то, что я хотел, мы не смогли. Менеджер и инженер студии предложили мне записывать инструменты либо по отдельности, либо парами. Я ответил, что пытаюсь записать рок-группу, а в рок-группах музыканты должны играть все вместе. Глаза музыкантов загорелись: ведь кто-то действительно хочет их записать так, как они бы хотели сыграть.

Их энтузиазм был неуправляем. Менеджер и инженер пытались объяснить, как их можно записать, но джин уже был выпущен из бутылки. Всё превратилось в горячий спор. Музыканты доказывали студийщикам, что мои слова совпадают с тем, как они всегда думали записываться. Однако раньше персоналу студий всегда удавалось убедить их, что так уже в наше время не пишутся. Мне пришлось встать на сторону группы, но я отчаянно пытался не обидеть студийщиков, не расстроить их. Я изо всех сил старался как-то поддипломатичнее объяснить им, что их система записи, так хорошо расписанная в журналах, на самом деле подходит не для всех работ, которые они предполагали делать. Но они доказывали музыкантам, что их можно записать, но только так, как это позволяет система. Группа уже почти смирилась, и они бы согласилась. Но я снова открыл рот, говоря, что задача студии – записывать музыкантов, а в задачи музыкантов не входит играть на потребу операционных систем. Я в самом деле не хотел умалить гордость владельцев новой студии, но я также не мог согласиться, чтобы музыкантов отдали на съедение компьютерам. Это был не лучший день в моей жизни, хотя владельцы студии отнеслись к моим заявлениям по-философски, может быть, из уважения к моему опыту. Если бы меня там не было, спор закончился бы противоположным результатом. И хотя я в тот день так ничего и не записал, группа ободрилась тем, что хотя бы на высшем уровне студия должна быть рабом музыкантов, а не наоборот, как это часто бывает в студиях среднего уровня.

Очень часто в средних студиях балом правит технология. И впрямь, сила и влияние технологии стали настолько пугающими, что нужно немало храбрости и опыта, чтобы выступить против неё. К сожалению, в таких студиях не хватает именно опыта, а большие студии с опытным персоналом стоят дорого. Вы видите, как реклама новой технологии приводит неискушённых потребителей к «не тем» решениям. Нет, негоже производителям виртуальных студий диктовать инженерам, как нужно записывать музыкантов.

### 14.4 Цифровая приманка

Недавно я отказался от работы (вернее, потерял её из-за нежелания работать), связанной с дизайном комплекса помещений в колледже, в котором планировали обучать инженеров звукозаписи. Студентам, успешно окончившим курс обучения, планировали даже выдавать дипломы. Моё нежелание было вызвано отношением директоров, для которых коммерческая сторона, связанная с привлечением студентов, была важнее, чем уровень образования.

"Будущее принадлежит цифровым технологиям" – беспрестанно талдычили они. Вместе с тем,

они были удивлены моему агрессивному развенчиванию их принципов, как то: использование до смешного маленьких помещений под контрольные комнаты; легкомысленные заявления, что, мол, аналоговая комната - это не более как музей того, "как это делалось ранее". "Молодые люди хотят услышать о потрясающих возможностях цифровой техники", – говорили они, – "и этим мы привлечём больше студентов". "Может быть," – отвечал я, – "но Вы не будете учить их реальной работе в звукозаписи". Когда я говорил, что большинство студий самого высокого разряда по-прежнему имеют горы аналогового оборудования и не собираются расставаться с ним, они притворялись глухими. В итоге, они нашли другого дизайнера, который, возможно, был не хуже. Ведь они надеялись растрезвонить имя дизайнера, как приманку, а это я никогда бы не позволил делать студии, с чьими принципами я не согласен.

Да, в будущем цифровые технологии будут играть важную роль. Но проводить параллельные сеансы звукозаписи для "сравнения" в расположенных рядом друг с другом аналоговой и цифровой контрольных комнатах – глупость. Аппаратура в «цифровых» комнатах у них программировалась заранее, чтобы показать, как быстро можно ею пользоваться при записи и особенно при редактировании. Но в своём «анализе» они не учитывали, сколько времени затрачено на подготовку. Они также планировали затратить равные суммы денег на аналоговую и на цифровую комнату в качестве примера разумного компромисса между ценой и возможностями оборудования. Это тоже нереалистично, потому что при сравнительно дешёвом оборудовании, которое они планировали использовать, такое сравнение абсолютно не отражало бы положение вещей на верхних этажах индустрии звукозаписи, где стоимость комплекта «правильного» цифрового оборудования будет весьма большой, даже непомерно большой.

Не сомневаюсь, что в нижнем ценовом диапазоне цифровая аппаратура зачастую функционально превосходит аналоговую. Но стоит «поднять планку» - ситуация меняется. И уже совсем возмутительно, когда *школа (!)* проповедует «агонию аналогового оборудования» только для того, чтобы привлечь побольше учащихся. К сожалению, увлечь учащихся в мир знаний легче на дешёвом цифровом оборудовании, чем на аналоговом. В итоге можно получить поколение инженеров, которым преподавали чепуху только потому, что школам было выгодно это делать. Можем ли мы хоть как-то сдерживать это? О, это очень важный вопрос.

## 14.5 Искусство и шум

Большинство компьютеров производят значительное количество тепла и шума. Шумят в основном хард-диски и вентиляторы охлаждения. И хотя для многих студий компьютеры – предмет особой гордости, их шумы неуместны в профессиональной контрольной комнате.

Несмотря на то, что цифровая запись отличается хорошим динамическим диапазоном и низким уровнем шумов, я замерял уровни фонового шума в компьютеризированных контрольных комнатах коммерческих студий и обнаружил, что они составляют 48dBA! 35dBA – предельно допустимая величина фонового шума в контрольной комнате, если её используют для серьёзных целей. В идеале она должна быть ещё меньше – 20-25dBA, но с первых дней существования звукозаписи присутствие механических устройств, таких как магнитофоны, всегда сопровождалось шумом. Если говорить реалистично, то необходимо, чтобы между пиковым уровнем звучания мониторов и минимальным уровнем шума было полных 70 dB, иначе слишком многие проблемы останутся незамеченными. Я понимаю, насколько удобно иметь под рукой магнитофоны, дисководы и т.п., но их назойливый шум можно терпеть лишь временно, а в это время искать другой компромиссный вариант их использования. Поэтому возле многих контрольных комнат появляются легко доступные машинные комнаты, а дистанционное управление и индикация устанавливается в самих контрольных комнатах.

### 14.5.1 Одно из решений

Я часто слышу, что, мол, *нужно* непременно иметь дисководы в удобном месте. На самом деле это означает желание ни на минуту не расставаться со стулом. Однако почему-то по-настоящему профессиональным студиям, которым приходится работать в очень напряжённом режиме, удаётся всё-таки размещать *большую* часть своих дисководов в машинной комнате. А вот в малых студиях мне постоянно рассказывают, что, мол, нет никакой возможности убрать дисководы из комнаты, потому что те неотделимы от компьютеров. Такой подход профессиональным не назовёшь. Да, дисководы трудно отделить от компьютеров. Но ведь рядом с собой оператору необходимо иметь только клавиатуру, мышку и монитор. И у меня почти не возникало проблем с удлинением кабелей этих устройств до 15 метров. Этого достаточно, чтобы отыскать для компьютеров и их дисководов какое-нибудь подходящее местечко. Если из контрольных комнат изгнать компьютеры, небольшие удобства могут возникнуть только у операторов, но ведь есть масса и других требований к функциональным возможностям контрольных комнат, и уж никак нельзя ради удобства работы с компьютером жертвовать всем остальным.

Короче говоря, абсолютно недопустимо засорять мониторную среду шумами от дисководов и вентиляторов охлаждения. У таких проблем всегда есть решение, и если его не реализовать на студии, то тогда нужно признать, что такая студия не в состоянии работать на уровне стандартов, которые по праву называются профессиональными.

#### 14.5.2 Те же проблемы, но не связанные с компьютерами

Поскольку мы сейчас обсуждаем проблемы выделяемого тепла и шума, стоит упомянуть о таких же проблемах, связанных с усилителями и источниками питания. Почти всегда источники питания средних по размеру микшерных пультов большие, шумные и сильно нагреваются. Но ведь можно без особых проблем купить и использовать удлинители, позволяющие разместить источники питания в других комнатах или даже коридорах. А вот с мониторными усилителями такой «фокус» не пройдет.

Для того, чтобы обеспечить наилучшее качество звучания, усилители мощности должны находиться рядом с мониторами. Желательно иметь нагрузочные кабели длиной до двух метров, иначе индуктивность кабеля отрицательно скажется на качестве звука, её *нельзя* уменьшить за счёт сечения кабелей. Конечно, можно найти и дорогостоящее решение этой проблемы, но, по правде говоря, при длине менее двух метров практически *нет* таких кабелей, которые бы оказывали влияние на качество звучания большинства мониторов. Однако, если придерживаться «двухметрового правила», то мониторные усилители придётся оставить внутри контрольной комнаты, что кстати, удобно тем, что позволяет следить за индикаторами перегрузки и другими индикаторами.

Я не люблю, когда в контрольных комнатах применяются усилители с принудительным охлаждением, потому что пока они новые, они работают тихо, но вскоре зачастую начинают заметно шуметь. Усилители с естественным, конвекционным охлаждением больше по размеру и стоят немного дороже, но, по меньшей мере, они почти бесшумны. Может не к месту напоминать, в данном случае мы говорим о звуковых контрольных комнатах, где снижение посторонних шумов является одной из приоритетных задач для обеспечения высокого качества работы. Поэтому в звуковых контрольных комнатах шумным усилителям просто нечего делать.

#### 14.6 Выводы

Компьютеры, вне всякого сомнения, оказали громадное влияние на индустрию звукозаписи почти во всех её областях. На самом высоком уровне компьютеры используются как инструмент в руках своих хозяев – инженеров звукозаписи. Что касается бытового уровня, то многие домашние студии остаются на плаву только благодаря компьютерным технологиям и виртуальным микшерным пультам. Цифровые пульты уже завоевали себе репутацию и могут отлично оправдать вложенные деньги. Они могут также быть средством развлечения. В среде бытовых студий временные ограничения редко бывают жёсткими, ведь никто не собирается приглашать к себе в гостиную целый оркестр, поэтому и ограничения по скорости работы обычно не имеют сколько-нибудь заметного значения.

В среднем же классе – в полупрофессиональных и project-студиях – существует склонность к диктату компьютерных систем в отношении методов работы и рабочей среды, а их навязчивый шум часто воспринимается как неизбежность. В этих обстоятельствах необходимо проявлять большую осторожность, чтобы не стать компьютерным придатком. Если существующие ограничения не позволяют применить наиболее эффективные методы работы для записи музыки того или иного рода, будет честно, если без обиняков сказать об этом музыкантам. Их не нужно убеждать, что «это делается именно так» хотя бы только потому, что данная студия просто не отвечает необходимым требованиям для выполнения такой записи, которая могла бы считаться идеальной. Если музыканты соглашаются с ограничениями в плане звукозаписи, то – всё в порядке. Но не нужно подвергать опасности хрупкое творческое вдохновение только для того, чтобы сделать запись любой ценой.

Компьютеры стали – в общем и целом – большим благом для индустрии звукозаписи, но никогда не следует забывать, что именно люди должны контролировать все «как» и «почему».

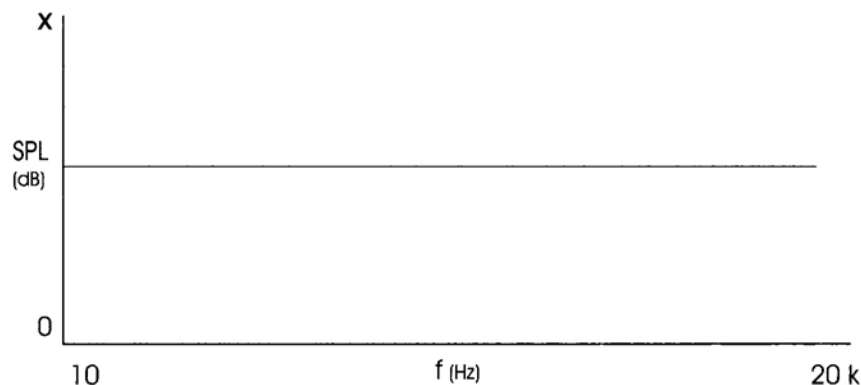
## Глава 15 Рассуждения о применении surround-форматов в сугубо музыкальном использовании. Сможем ли мы контролировать хаос?

В мире кино есть тенденция к стандартизации surround-форматов, которые не только охватывают процессы микширования, но и условия воспроизведения кинолент. Поэтому на суд публики представляется почтительно-единообразное воплощение пожеланий режиссёров и/или звукорежиссёров. Вместе с тем, последующий перенос саундтреков в сферу домашних театров сопряжён с трудностями, которые вряд ли позволят добиться единообразия, т.к. разнообразие систем воспроизведения и помещений предполагают наличие элемента случайности. Однако, в целом, результаты пока что положительные.

Есть три основные причины, почему пока всё вроде бы «работает» хорошо. Во-первых, производство фильмов – штука очень дорогая, поэтому сведение звука к художественным фильмам, как правило, выполняется опытными инженерами-профессионалами. Во-вторых, такая новинка, как домашний театр и новые ощущения, связанные с ним, приносят такое удовольствие, которое люди уже изначально считают достаточным. В-третьих, что особенно важно, основное внимание сосредоточено на «картинке» фильма. При просмотре фильма слушатель/зритель редко обеспокоен какими-то мелкими недостатками в сведении звука. Погрешности на два-три децибела там или сям вряд ли вызовут какое-то недовольство. Однако по мере того, как всё более растут массовые продажи сугубо музыкальной продукции в surround-формате, аудиофилы со своими «микроскопами» уже всюду сравнивают surround и hi-fi. Surround-формат 5.1 избавляет нас от многих ограничений стерео формата и предлагает целый ряд новых возможностей. Но он приносит и свои собственные проблемы, одна из которых - как наиболее точно воспроизвести низкие частоты.

В 5-канальном формате, в котором используются пять мониторов с полным диапазоном частот, мы имеем пять источников низких частот: левый, центральный и правый фронтальные мониторы и два тыловых монитора. В относительно безэховых условиях прослушивания, которые были бы оптимальными для этого формата, амплитудно-частотная характеристика звука в позиции слушателя была бы в основном осевой характеристикой каждого монитора по каждому источнику звука, который «завязывается» только на один монитор. Одна из прелестей surround-формата в том, что он предлагает нам отдельный центральный фронтальный канал, который не «привязывает» звук позиционно и обеспечивает более предсказуемое воспроизведение в самых разных условиях прослушивания. Эта тема рассматривалась в 12-й главе.

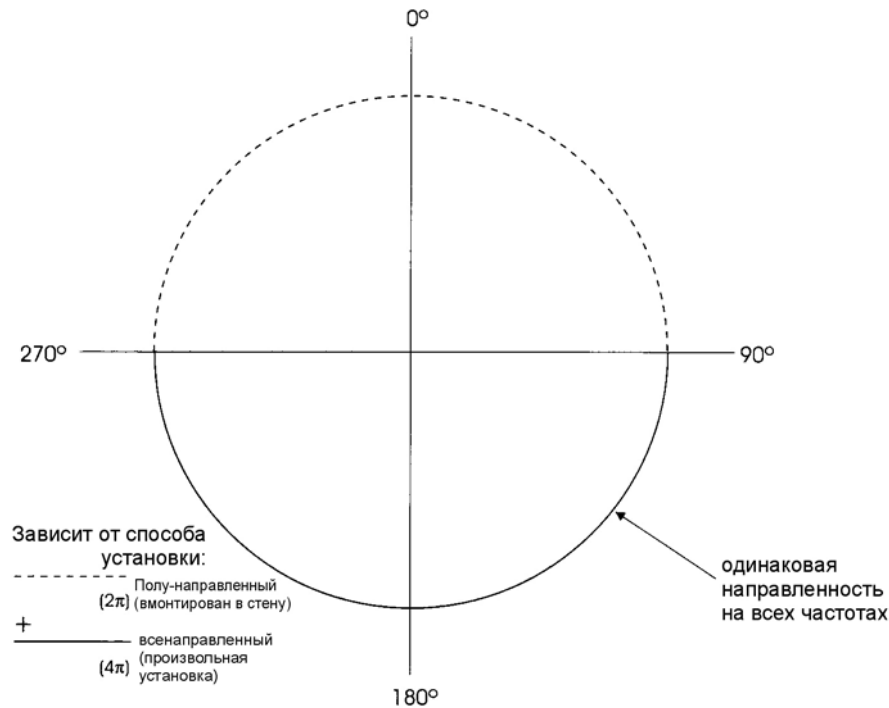
При монофоническом источнике звука акустическая картина в помещении намного проще, чем при стерео источнике, потому что в ней намного меньше взаимодействий между сложными комбинациями резонансов. Но даже в безэховой камере или в иных условиях «свободного поля» фантомный источник от двух мониторов не может дать равномерного звучания нигде, кроме центральной плоскости.



**Рисунок 59.** Амплитудно-частотная характеристика совершенного громкоговорителя в безэховой камере.

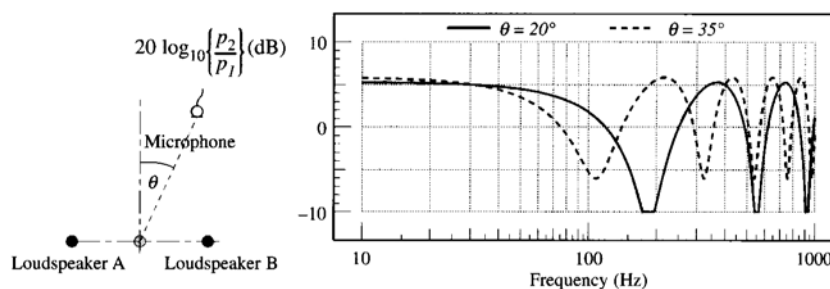
Совершенный громкоговоритель в совершенно безэховой камере давал бы амплитудно-частотную характеристику, которая показана на рис.59, и имел бы диаграмму направленности, показанную на рис.60. Если бы мы заменили наш единственный источник парой источников, чтобы получить фантомный центральный образ, мы бы по центральной линии между этими источниками всё равно имели бы такую же амплитудно-частотную характеристику, как на рис.59. Однако при перемещении

от оси мы бы получили характеристику, как на рис.61. Это происходит потому, что разность пути сигналов от двух мониторов создаёт эффект "гребёночного" фильтрования, поскольку разные частоты прибывают разными по фазе. Это явление хорошо известно; его иллюстрация в виде диаграмм направленности приводит просто в тихий ужас (рис.62). На этом рисунке показаны комбинированные диаграммы направленности для двух мониторов, воспроизводящих один и тот же сигнал с одним и тем же уровнем, как при воспроизведении центрального фантомного образа в стереофонии.



**Рисунок 60.** Характеристика направленности совершенного громкоговорителя в безэховой камере.

Если бы мы перенесли наши мониторы в обычные условия прослушивания, характерные для большинства покупателей музыкальной продукции, то интерференция отражений помещения, даже по оси, вносила бы такую сумятицу, что мы имели бы в итоге характеристику вроде той, которая показана на рис.61.

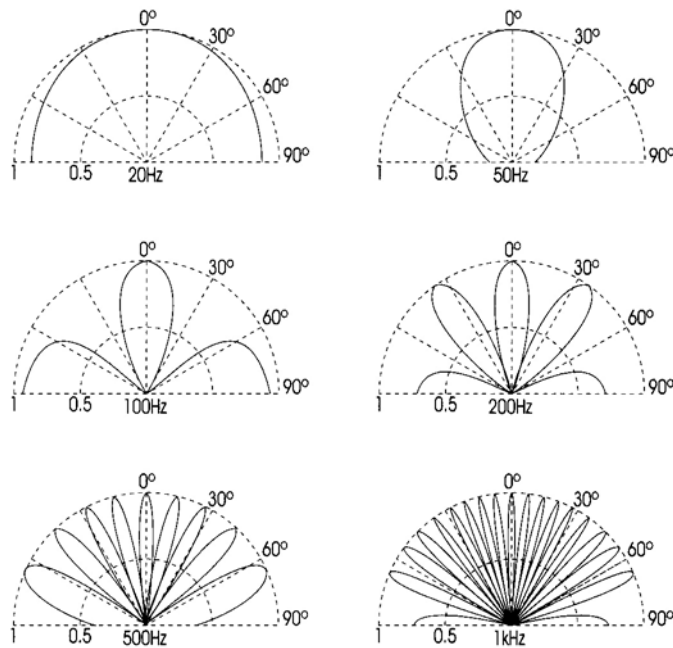


**Рисунок 61.** Внеосевая амплитудно-частотная характеристика пары совершенных громкоговорителей при создании центрального фантомного образа в безэховой камере.

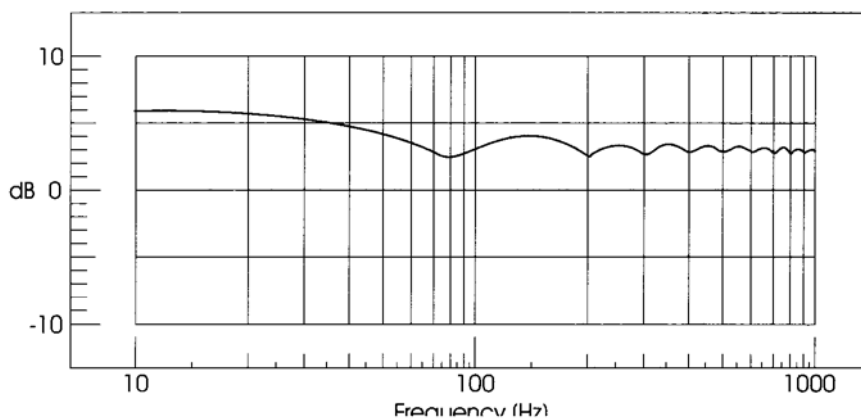
Это явление хорошо известно, его иллюстрация в виде диаграмм направленности приводит просто в тихий ужас (рис. 62). На этом рисунке показаны комбинированные диаграммы направленности для двух мониторов, воспроизводящих один и тот же сигнал с одним и тем же уровнем, как при воспроизведении центрального фантомного образа в стереофонии.

Если бы мы перенесли наши мониторы в обычные условия прослушивания, характерные для большинства покупателей музыкальной продукции, то интерференция отражений помещения, даже по оси, вносила бы такую сумятицу, что в итоге мы бы имели характеристику на вроде той, что показана на рис. 63. Только на очень низких частотах интерференция была бы полностью усиливающей. Поэтому «на низах» вплоть до разделяющей частоты, которая определяется *расстоянием между* мониторами, наблюдался бы подъём на 3dB по отношению к «верхам». Это происходит из-за акустического

взаимодействия громкоговорителей, при котором давление каждого из них накладывается диффузор другого. Поскольку громкоговорители с диффузором на подвижной катушке являются источниками, работающими с постоянной скоростью, то для преодоления дополнительного давления от другого громкоговорителя (чтобы поддерживать постоянную скорость) выполняется и больший объем работы. А это создаёт больше излучаемой мощности, поскольку на диффузор действует большая резистивная нагрузка.



**Рисунок 62.** Характеристика направленности пары совершенных громкоговорителей при создании центрального фантомного образа.



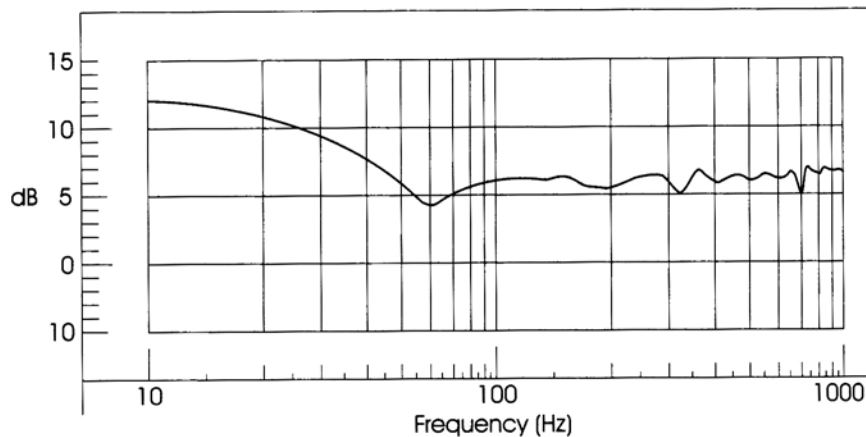
**Рисунок 63.** Осевая амплитудно-частотная характеристика пары совершенных громкоговорителей при создании центрального фантомного образа в комнате с обычной отражающей способностью. В безэховых условиях у одного громкоговорителя был бы уровень звучания 0 dB.

### 15.1 Панорамирование в surround-формате

С годами мы научились мириться с этими проблемами стерео формата, хотя они являются причиной очень многих проблем при переходе из одной среды в другую. Они также нервировали и отнимали время у тех, кто не понимал, что вообще происходит. Много, слишком много людей смотрят на стерео, как на простое решение всех задач (вот если б только они могли решить их правильно!), тогда как на самом деле стерео - это очень сложное решение очень немногих задач. Вместе с тем, сложность

стерео систем меркнет перед сложностью взаимосвязей мониторов в surround-системах. Стерео поддерживает *одну* фантомную звуковую сцену, создаваемую двумя мониторами, а surround может поддерживать *десять* таких сцен, создаваемых между любыми двумя из пяти мониторов, и *двадцать шесть*, если на один сигнал приходится три, четыре или пять мониторов.

Поскольку и для стерео, и для surround применимы одни и те же правила акустики, то нам следует рассмотреть, что же происходит, когда сигнал подаётся, к примеру, на четыре угловых монитора и панорамируется в какую-то точку внутри комнаты. Те же правила применимы и для стерео пары в случае, показанном на рис.63. Но в нашем случае, с четырьмя взаимодействующими мониторами, мы бы получили характеристику, показанную на рис.64. Здесь уже проблема проявляется со всей серьёзностью, поскольку усиление низких частот на 6дВ при панорамировании из угловых позиций в центр комнаты вряд ли будет субъективно приемлемым.



**Рисунок 64.** Амплитудно-частотная характеристика четырёх совершенных громкоговорителей, одновременно воспроизводящих одни и те же звуки в обычной комнате.

Более того, эквалазация при панорамировании ничего не даст, так как верхний предел усиления низких частот полностью зависит от расстояния между мониторами, а поэтому при переходе из одной комнаты в другую конечный результат будет разным. Да и звучание центрального фантомного образа в разных местах комнаты отличалось бы очень сильно. На рис.65 показаны красноречивые кривые низкочастотных характеристик для слушателей, находящихся в двух позициях в комнате, которые не расположены точно по центру между мониторами. Опять-таки, здесь проблемы стоят намного острее, чем со стерео парой мониторов. И если речь идёт о столь творческом применении surround-формата, то тогда было бы лучше использовать один суб-вуфер, если Вас больше устраивает звучание одного источника с ровной частотной характеристикой.

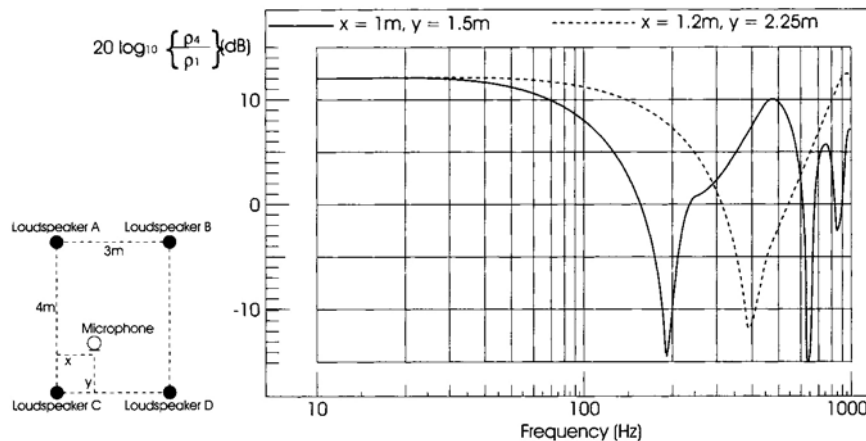
## 15.2 Вариант с одним суб-вуфером

До сих пор идёт большая дискуссия о субъективном различии в качестве между использованием полнодиапазонных мониторов и использованием мониторов-сателлитов с одним суб-вуфером. Из своего личного опыта скажу, что полнодиапазонные источники звучат более естественно, но звук резко ухудшается на частотах ниже разделяющей частоты. Я предпочитаю ограничивать частоту суб-вуферов уровнем ниже 80 Hz, хотя и позволяю им «опускаться» до 15 Hz и ниже. Сто герц получаются примерно тем самым верхним пределом, после которого начинается путаница соответствующих источников.

Ситуация с классической музыкой выглядит несколько иначе. Когда surround-формат используется для максимального ощущения присутствия в большом зале, накат «низов», наподобие прибое, может быть важным элементом создания ощущения реальности. Замечено, что и в органной музыке, записанной в церквях, на низких частотах слышатся какие-то фазовые странности, которые проявляются и при использовании одного суб-вуфера. Я считаю, что более естественного звучания можно добиться при использовании отдельных суб-вуферов для каждой позиции surround-формата, но это можно делать только в комнатах с хорошим контролем «низов». С увеличением же отражений по низким частотам ситуация резко меняется на пользу подхода с одним суб-вуфером. Это не удивительно, если посмотреть на рисунки 64 и 65.

Что же получается? Отдельные низкочастотные источники могут достигать больших вершин достоверности звучания, если – повторяю – если записи выполняются и сводятся с учётом электроакустических ограничений 5-канальной системы. Если же незнание преобладает над знанием, то более надёжным вариантом является система 5.1. Следует также отметить, что из-за различных взаимосвязей и эффектов, возникающих при взаимодействии того или иного множества источников, оптимальный электрический баланс микса в формате 5 и формате 5.1 будет разным. Каким же путём

идти? Давайте рассмотрим, что собой представляет хорошая технология записи/сведения в условиях ограничений, существующих в 5-канальном формате.



**Рисунок 65.** Совмещённая амплитудно-частотная характеристика четырёх всенаправленных громкоговорителей в двух различных внеосевых позициях в безэховой камере.

### 15.3 К вопросу о микшировании

Сильная сторона surround-формата - наличие пяти (или более) дискретных источников звука. Её можно было ещё усилить, установив потолочные мониторы, но давайте пока ограничимся форматом, имеющимся на сегодняшний день. Слабая сторона surround-формата - в большом количестве возможных фантомных сцен, которые он может создавать (до 26-ти или около того!). Вопрос стоит так: если у нас есть пять дискретных источников звука, нужны ли нам ещё и фантомные источники для всего, что представляет наибольшую важность, а если да, то можем ли мы расширить возможности surround-формата и ограничить его слабые стороны? Ведь стерео формат по большей части скомпрометирован попытками чрезмерной эксплуатации того, что он сулил. Такая же алчность в отношении использования surround-формата может привести к ещё более печальным последствиям.

Наилучший вариант применения surround-формата – это создание фронтальной звуковой сцены с 3-канальным стерео, а пространственных эффектов – с помощью тыловых мониторов. Любые располагающиеся в центре инструменты или голоса, будь то классическая или более современная музыка, должны подаваться только на центральный передний канал. Тогда мы получаем две возможности в отношении образов: «центр–левый» и «центр–правый». Мы можем панорамировать их влево-вправо, как в обычном стерео, или же панорамировать их между любой стороной и центром. Исходя из психоакустических соображений, можно предположить, что первый вариант был бы, скорее всего, лучше для позиций слушателя, находящегося на осевой линии, а последний вариант – для позиций, находящихся в стороне от осевой линии. Причём здесь неустойчивость образа могла бы в какой-то мере компенсироваться большей ясностью восприятия. Оказывать влияние мог бы и меньший угол восприятия левой и правой пар.

Когда используются одиночные суб-вуферы, их лучше устанавливать не по центру, чтобы не допустить симметричности низкочастотных резонансов комнаты. Хотя такое решение даёт больше пиков и провалов в общем звучании в комнате, они не такие ярко выраженные, как немногочисленные накладывающиеся частотные искажения, которые вызваны симметричным возбуждением резонансов. Если такой вариант принимается, я рекомендую сдвинуть суб-вуфер вправо, так как при прослушивании оркестровой музыки именно отсюда исходит больше всего басовых партий. Существует масса публикаций на тему отсутствия направленности звука на частотах ниже 300 Hz, но все подобные исследования, выполнявшиеся ранее, относятся к синусоидальным волнам. Но когда речь идёт о музыке, то время прибытия и форма атаки переходных сигналов несут в себе массу информации о направленности и тембре. И я могу гарантировать, что почти во всех случаях, за исключением акустически ущербных помещений, оркестровая бас-секция при левостороннем расположении суб-вуфера не будет звучать так же естественно, как при их локализации в одном месте. Да, если спанорамировать бас-гитару в центр, то смещение суб-вуфера как влево, так и вправо даст одинаковый результат. Поэтому варианты местоположения суб-вуфера при воспроизведении оркестровой музыки не будут больше критичными. Это всего лишь один из множества аспектов воспроизведения низких частот, которые следует учитывать и которые так часто игнорируются.

А что же происходит, если мы имеем дискретные инструменты, расположенные сзади, и одиночный суб-вуфер, расположенный спереди? В этом случае в разных позициях прослушивания может



наблюдаться неприемлемый разницей во времени прибытия сигналов, загрязняющий звучание. Таким образом, прежде чем начинать вслепую микшировать в surround-формате для аудиофилов, надо учесть колоссальное множество разных нюансов.

Конечно, в мире кино довольно редко бывает, чтобы сигнал подавался на фронтальные мониторы и мониторы окружения одновременно, за исключением разве что каких-то взрывов или спецэффектов, требующих мощности всей системы. Кинематографисты тоже обычно воздерживаются от чрезмерного использования громкоговорителей окружения, чтобы не отворачивать публику от экрана. Но несоблюдение именно таких "табу" при сведении сугубо музыкальных surround-миксов будет причиной громадных проблем совместимости surround-продукции и разочарования потребителей, воспроизводящих её в бытовых условиях.

Инженеры, занимающиеся сведением музыкальных миксов, должны чётко понимать, что акустическое сложение сигналов с громкоговорителей в неидеальных и разных бытовых условиях, а также варианты электрического сложения, которые потребуются для «запаковки» этих сигналов в стерео и моно формат, могут отличаться неимоверно. Если они не отнесутся к этому с полным вниманием, то им останется только одно – винить себя за невежество, если окажется, что их surround-миксы не могут воспроизводиться на других системах. Плохой микс вряд ли «запакуется» в стерео формат без нарушения баланса инструментов и тонального баланса. А что будет в моно варианте для радио – можно только догадываться.

#### 15.4 Центральная передняя позиция - новое преимущество

Есть ещё один момент, с которым нужно свыкнуться тем, кто желает работать в соответствии с выдвигаемыми аудиофилами стандартами в сфере музыкального surround-a. Основной и самый важный монитор – тот, который находится в центральной передней позиции. Применять здесь монитор меньшего размера, полагая, что этот канал будет использоваться только в диалогах - несусветная чушь, бессмысленное заимствование из видео, что никак не стыкуется с сугубо музыкальными потребностями. Этот монитор должен «по-взрослому» воспроизводить звуки бас-гитары, бас-бочки и вокала, которые часто распределяются между левым и правым мониторами, становясь фантомными образами. Как бы там ни было, центральный монитор должен быть хотя бы вдвое больше, чем левый или правый мониторы, а не вдвое меньше. Центральный передний канал – это теперь наш самый приоритетный канал.

Вот здесь и возникает конфликт между потребностями высококачественного аудио и некоторыми устоявшимися подходами мультимедийного мира. Например, звук бас-гитары, воспроизводимый как фантомный центральный образ на уровне 95dB, делит мощность своего звучания между двумя мониторами пары и получает немного дополнительной мощности на низких частотах за счёт их взаимосвязи. Поэтому каждый монитор пары должен выдавать, самое большее, только 92dB, а в реальности - и менее того. С другой стороны, центральному монитору придётся самому генерировать на выходе все 95dB целиком. Так что намерение использовать монитор меньшего размера противоречит потребностям высококачественного воспроизведения аудио материала. Кинопромышленность сейчас тоже движется в направлении извлечения максимальной выгоды из центрального переднего громкоговорителя, поэтому вопрос совместимости многоформатной продукции вскоре потребует достаточно серьёзного рассмотрения и выработки подходов, при которых будет требоваться только один микс для всех версий продукта - для кино, домашнего театра, видео и чисто музыкальной версии. При этом передние громкоговорители должны быть в большинстве случаев идентичными.

Когда звук исходит от стереофонического фантомного источника, его амплитудно-частотная характеристика, воспринимаемая парой ушей, будет отличаться от характеристики звука, воспроизводимого одиночным центральным громкоговорителем. Об этом говорилось в 12-й главе. Из-за разницы в длине пути сигналов от каждого источника фантомного образа до каждого уха в области где-то на уровне 2 kHz происходит взаимопогашение сигналов, т.к. на этой частоте расстояние между ушами равно примерно половине длины волны. Применив одиночный монитор в качестве центрального источника, можно добиться, что до слушателя будет наконец-то доходить (по крайней мере, в зоне возможного охвата монитора) стабильное ровное звучание. Этот эффект нельзя обнаружить при измерении характеристик внутри помещения только одним микрофоном, а раз так, то существование этого эффекта не признаётся даже опытными специалистами, хотя кому, как не им, положено это знать.

Если располагающиеся в центре сцены инструменты завести на отдельный центральный монитор, то значительно усилится и стабильность стерео образа. Теперь, даже когда слушатель отходит от осевой линии, то левый, правый и центральный образы остаются накрепко прикованными к своим местам, и при этом исчезает тенденция «развала» центрального образа путём его «перетекания» в ближайший к слушателю монитор. Фантомные звуковые сцены, образовавшиеся между левой стороной и центром, а также правой стороной и центром тоже не разваливаются, «рассыпаясь» по всей плоскости звуковой сцены, по крайней мере, при панорамировании от стороны в центр. Но основное преимущество здесь прежде всего в том, что центральные образы формируются только одним монитором.

Несколько воспроизводящих один звук мониторов, как это происходит в случае с центральным образом от стерео пары или внутрикомнатным surround-сигналом, будут создавать в помещении

значительные интерференционные помехи. За исключением центральной плоскости между мониторами, во все позиции помещения будут поступать двойные сигналы, разделённые по времени (а значит и по фазе) в зависимости от разности расстояний от данной позиции до каждого из двух источников. Этот эффект также зависит от формы, размеров и свойств поверхностей конкретной комнаты, в которой прослушивается музыка. Поэтому несоответствие качества звука при переходе из одного помещения в другое у фантомных источников намного больше, чем у монофонических дискретных источников. Всё это ещё более обостряет потребность создания для surround-а условий прослушивания, которые отличаются значительным поглощением звука. Это одинаково важно как для мониторинга, так и для проката surround-продукции.

Если для производства аудио продукции surround-формата потребуются специальные контрольные комнаты, что ж, так тому и быть. Пока же многие студии стерео формата приспособляются под surround-формат. При этом есть тенденция жертвовать размерами центральных передних мониторов только для того, чтобы добиться лучшей обзорности студии! Сколько это будет продолжаться – пока неясно. Но как только музыкальный surround станет обыденным явлением, потребуются специализированные комнаты для surround-микширования точно так же, как в это происходит в киноиндустрии. Это может привести к ситуации, когда «видошники», исповедующие концепцию неполноценного центрального переднего канала, останутся «с носом». Вместе с тем следует отметить, что правильное использование центральных мониторов – это еще не всё. Более углублённые разъяснения потребуются и для правильного выбора тыловых мониторов.

### **15.5 Какие мониторы выбрать для каналов окружения?**

У тыловых мониторов (мониторов окружения) – своё особое отношение к различным концепциям воспроизведения. Если производители чисто музыкальной продукции захотят панорамировать инструменты в тыловые каналы, то для этого потребуются хорошие полнодиапазонные мониторы. Здесь появляется ещё одна «конфликтная зона» с миром «киношников» и «видошников», хотя существуют веские причины, чтобы и сугубо музыкальные миксы так не делались, кроме случаев, когда (точно так же, как в кино и видео) потребуются специальные или случайные эффекты. Для пространственного звучания от тыловых мониторов требуется хорошее рассеяние (дисперсия) звука, и оно лучше всего достигается использованием относительно диффузных источников. В этом могут хорошо себя проявить «панельные» громкоговорители, работающие в распределённом режиме. Вместе с тем, для тылового звука hi-fi требуются дискретные локализованные источники, хотя в обычных условиях работы это чревато некоторыми проблемами.

Из всего вышесказанного видно, что существует целый ряд областей, которые требуют межотраслевого обсуждения и оценки. Иначе пути-дорожки кинематографа, видеоиндустрии и специализированного домашнего кинотеатра разойдутся, оставив потребителям полную неразбериху, а продюсерам – необходимость делать дорогостоящие миксы по каждому поводу. Самые разнообразные сферы применения, которые нам вот-вот посулит DVD, заставят нас принимать множество решений, и будет жаль, если всё это выльется в какие-то несуразные подвохи в плане совместимости, которые приведут нас к такому же фиаско, какое постигло квадрофонию 20 лет назад. Мы уже получили предупреждение. Поэтому, в случае провала, у нас не будет никакого оправдания.

### **15.6 Hi-fi или surround?**

Отсюда возникают некоторые трудные дилеммы, с которыми сталкиваются студийные дизайнеры при проектировании контрольных комнат surround-форматов для исключительно музыкальной продукции. Отсутствие какой-либо стандартизации относительно точного распределения мониторов и частотных диапазонов несколько не облегчает работу над дизайном комнат, которые должны подчиняться целому ряду различных концепций, диктующих, что такое surround и каким ему быть. А когда такие комнаты должны быть совместимы и со стерео форматом, то проблем появляется и того больше.

Такое впечатление, что многие концепции дизайна контрольных комнат для surround-форматов не рассчитаны ни на что иное, как на то, чтобы обеспечить сценическую площадку для сверх-усердных музыкантов, продюсеров и инженеров, занятых саморазвлечением. Зарвавшихся «знатоков»-дизайнеров тут и там подстерегают сюрпризы, о которых они и не догадываются. Наивно после этого думать, что покупатели музыки услышат то, на что рассчитывал звукозаписывающий персонал. Проблемы несовместимости при переходе с одной системы на другую, из одной комнаты в другую всегда «отравляли жизнь» стереофонии, но с увеличением количества каналов эти проблемы и вовсе нарастают, как снежный ком.

Одна из самых больших проблем состоит в нежелании со стороны многих людей признать то, что такие проблемы вообще существуют в сколько-нибудь значительной степени. Компании грамзаписи в основном видят только возможности перезаписи музыкального материала в surround-форматах как источник колоссальнейших доходов при крайне скромных вложениях. Производители оборудования видят в этом отличный способ увеличения сбыта оборудования, а многие работники звукозаписывающей отрасли, даже с хорошими намерениями, бросаются с головой в какие-то проекты, которые не дают того,

что от них ожидают. Аудиофильное качество surround-а никогда по-настоящему не было предметом серьёзного обсуждения. И никакие деньги, сколько бы их не тратили на бытовые surround-системы уровня hi-fi, не помогут добиться реалистичного звучания, если ущербны сами записи. И тут то и возникает мысль, что surround и hi-fi вряд ли когда-нибудь смогу ужиться.

## 15.7 Фундаментальные требования к стерео

Большую часть из последних тридцати лет жизни я провёл, работая инженером звукозаписи, продюсером и студийным дизайнером. Всё это время я находился в поиске и стремлении добиться такого дизайна контрольных комнат, в которых я был бы уверен, что то, что я слышу, является достаточно точным отображением того, что записано на ленте. Если в записях были какие-то проблемы, я непременно хотел их слышать, чтобы их можно было исправить до того, как записи отправятся в магазины. Если же записи звучали великолепно потому, что они таковыми и были, я тоже хотел быть уверенным, что так оно и есть. Мониторинг, которому не хватает разрешающей способности для того, чтобы улавливать тончайшие нюансы, позволяет, как правило, и дефектам переключившись в конечную продукцию, продающуюся в магазинах, что вызывает недовольство со стороны требовательной части клиентуры. "Льстивые" мониторы, которые показывают всё «красивше», чем оно есть на самом деле, приводят к обескураживающим результатам, когда записи воспроизводятся в помещениях, не имеющих «льстивой» акустики. Такое положение не устраивает меня ни как инженера, ни как продюсера. Не устраивает оно и просто слушателей.

Профессиональные студии звукозаписи – это не просто студии, зарабатывающие деньги, а студии, у которых существует профессиональное отношение к делу. Шабашники получают деньги за выполнение работы, а профессионалы получают деньги за выполнение работы на высочайшем уровне, которого можно добиться в соответствующих обстоятельствах, что позволяет даже продвигать вперёд некоторые основополагающие стандарты. Нейрохирург, делающий операции на мозге, не может хорошо и профессионально выполнить работу, пользуясь тупыми и грязными инструментами. Вместе с тем, я ни на шаг не подпущу к своему мозгу мясника, будь он хоть с самыми передовыми инструментами. Для того чтобы должным образом выполнять такую работу, нужны как соответствующие навыки, так и соответствующий инструментарий. И независимо от того, о чём идет речь – о нейрохирургии или о звукозаписи – мастерство, опыт, знания и хорошее оборудование – всё это должно быть на месте, если хотите добиться профессиональных и устойчивых результатов. Сложить все эти составляющие в единое целое в стереофонии – задача не из лёгких. А уж если речь заходит о surround – то она становится неимоверно тяжёлой. Поэтому студийные дизайнеры обычно пытаются добиться таких условий мониторинга, которые обеспечат равномерные или плавно сужающиеся частотные характеристики, отсутствие ранних отражений, окрашивающих звук и вносящих в него сумбур, а также низкий уровень искажений и фоновых шумов, которые, как правило, скрывают тонкости музыкального исполнения. Добиться этого в surround-формате – задача очень сложная даже в акустически контролируемом помещении, и практически нереализуемая - в домашних условиях.

С вышеуказанными основными требованиями согласились бы почти все студийные дизайнеры, хотя есть ещё множество других аспектов, касающихся высококачественного мониторинга, значимость которых часто определяется личными приоритетами. Это привело к появлению различных концепций дизайна контрольных комнат стерео формата, таких как "Live-End-Dead-End" (LEDE - "живая зона - мёртвая зона"), "Non-Environment" (NE – «бессредная» комната), а также других подходов, направленных на обеспечение чистоты "первичного звука", т.е. звука, который впервые достигает ушей, чтобы можно было добиться неокрашенного и незамутнённого мониторинга.

Самая распространённая тема споров у дизайнеров – это отыскание точки, в которой возможен оптимальный баланс между чёткостью звучания, формированием стерео образов и обеспечением "пространственного" эффекта, который, с одной стороны, был бы комфортным для музыкантов, а с другой, – чётко акустически ориентированным на некие средние условия домашнего прослушивания. Необходимость поиска такого баланса кроется в том, что стерео не может одновременно поддерживать все требования, которые часто безосновательно к нему выставляют.

Основные различия между двумя такими концепциями в том, что "бессредные" комнаты в большей степени ориентированы на контроль качества, т.е. они позволяют выявить самые тончайшие детали звука, а также обеспечивают отличную равномерность звучания по низким частотам. Комнаты "Live-End-Dead-End" (LEDE) (и некоторые другие, которые стремятся добиться создания вокруг позиций прослушивания зон без отражений и обеспечивают более продолжительное полуреверберационное затухание всего звука в помещении), могут дать большее ощущение погружённости в музыку – ощущение, которое некоторым музыкантам кажется просто необходимым. Они могут в определённых случаях создавать стерео образы с большей позиционной устойчивостью, охватывающей большие по площади зоны прослушивания, которые, однако, не всегда столь прецизионно точны, как те, которые воспринимаются в «бессредных» комнатах. Концепции таких комнат показаны на рис.39 и 66.



**Рисунок 66.** Стерефоническая контрольная комната, выполненная согласно концепции LEDE (Live-End-Dead-End), в которой вокруг слушателей создаётся зона без отражений. Задняя половина комнаты выполнена так, чтобы создавать большое акустическое рассеяние (диффузию), обычно без «зеркальных» отражений, чтобы стимулировать в комнате ощущение объёмности, которая не «размазывает» общую чёткость звучания мониторов. Передняя половина комнаты является акустически «мертвой», чтобы предотвратить возможность возвращения назад из переднего сектора каких-либо эффектов, создаваемых акустикой комнаты, которые могли бы накладываться на прямой звук мониторов.

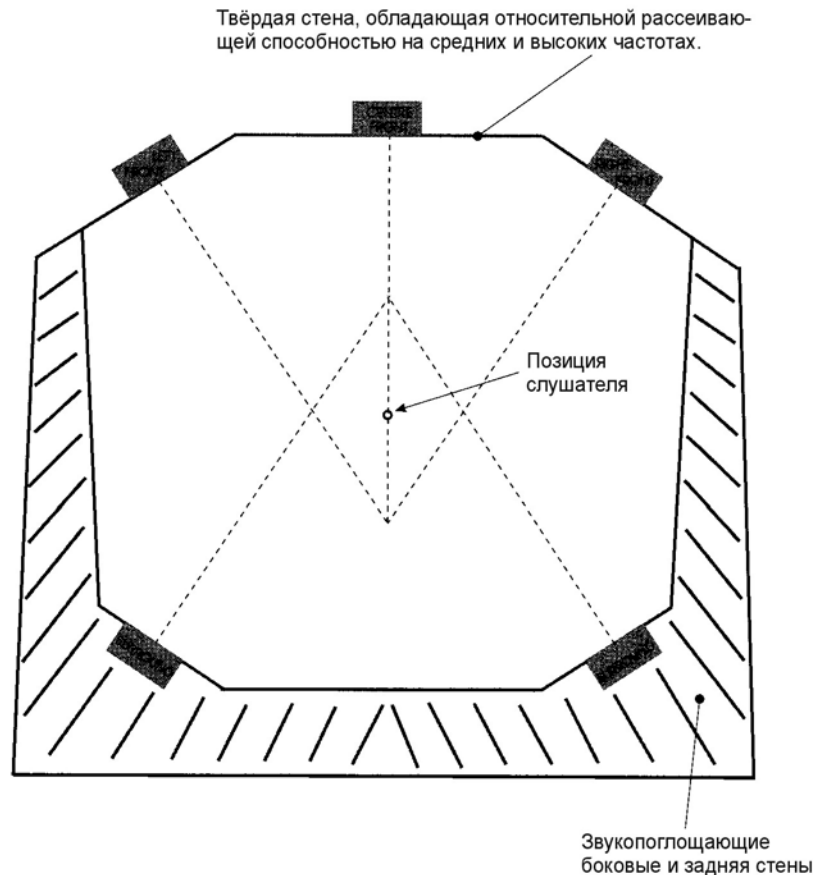
Некоторые свойства обеих концепций являются взаимоисключающими, поэтому компромиссные варианты зачастую не обладают ни одним из них. Тем не менее, при всём многообразии человеческих вкусов и типов музыки, которые мирно уживаются друг с другом, у каждой "философии" дизайна есть свои слабые и сильные стороны, есть свои последователи. Компромисс, по большому счету, появился как следствие «врождённой» ограниченности стерео, основанного на двух громкоговорителях. Факт в том, что какая бы «объёмность» не привносилась в стереофоническое воспроизведение со стороны акустики комнаты, как благодаря дизайну, так и по чистой случайности, такая объёмность не будет истинной объёмностью помещения, в котором делалась запись. Более того, любой наложенный объём будет маскировать нюансы фронтального образа и будет изменяться сам при переходе из одной комнаты в другую. И то, что в этом случае люди услышат дома, вряд ли в полной мере будет зависеть от воли тех, кто делал запись. В миксах, выполненных в «бессредних» комнатах, отбрасывается сама идея «догадывания» того, какой же будет бытовая среда прослушивания. Эта концепция сосредоточена исключительно на мониторинге того, что есть в записи.

## 15.8 Ответ на наши молитвы?

Различия в подходах к дизайну стереофонических контрольных комнат можно разрешить путем использования 5-канального surround-формата. Здесь можно добиться детализации, характерной для «бессредних» комнат, а центральный передний канал может громадным образом повысить стабильность образов, панорамируемых в центр. Задние каналы могут обеспечить объёмность – ту объёмность, которую пытались дать задние половины комнат типа «LEDE», но при этом существует вариант их мьютирования при необходимости кропотливого мониторинга фронтальных каналов (а вот мьютировать естественную акустическую объёмность контрольной комнаты типа «LEDE» не удастся). Получается комната наподобие той, которая показана на рис.67. Аудиофилы могут сказать: мечта сбылась!

3-канальный стереомикс плюс два канала окружения могут обеспечить высокую степень достоверности, стабильности и ощущения присутствия, что совершенно невозможно при двухканальном стерео. Кроме того, этого можно добиться в домашних условиях и, к тому же, это может обеспечить ту степень совместимости при переходе из помещения в помещение, которая так долго ускользала от нас. В общем, эта концепция абсолютно реальна.

К сожалению, совершенные миксы для самого высококачественного «hi-fi»-сурраунда вряд ли скоро сделают погоду на рынке. 3-х канальное стерео с объёмностью не представляет достаточного финансового интереса для тех, кто хочет на индустрии звукозаписи делать деньги. Они сейчас лихорадочно суетятся, пытаясь до последней капельки выжать трюковый потенциал сурраунда, и для этого, похоже, они готовы пожертвовать его чудесными возможностями.



**Рисунок 67.** «Бессредняя» комната, используемая сугубо для музыкального surround-a. Все мониторы являются полнодиапазонными.

Для нас кинематографический формат Dolby Digital Surround – почти оптимален, причём единственный спорный момент состоит в том, что лучше использовать – суб-вуфер или три полнодиапазонных фронтальных монитора, и, конечно же, можно ли применять компрессию данных. Если речь идет о настоящем hi-fi звучании, то самый лучший способ воспроизведения объёмности – это распределение тыловых каналов с использованием либо диффузных, либо распределённых (рассредоточенных – А.К.) тыловых мониторов – так, как в формате Dolby Digital Surround. Но в музыкальных surround-студиях любят применять пять дискретных одинаковых мониторов, что не согласуется с принципами формата Dolby Digital Surround.

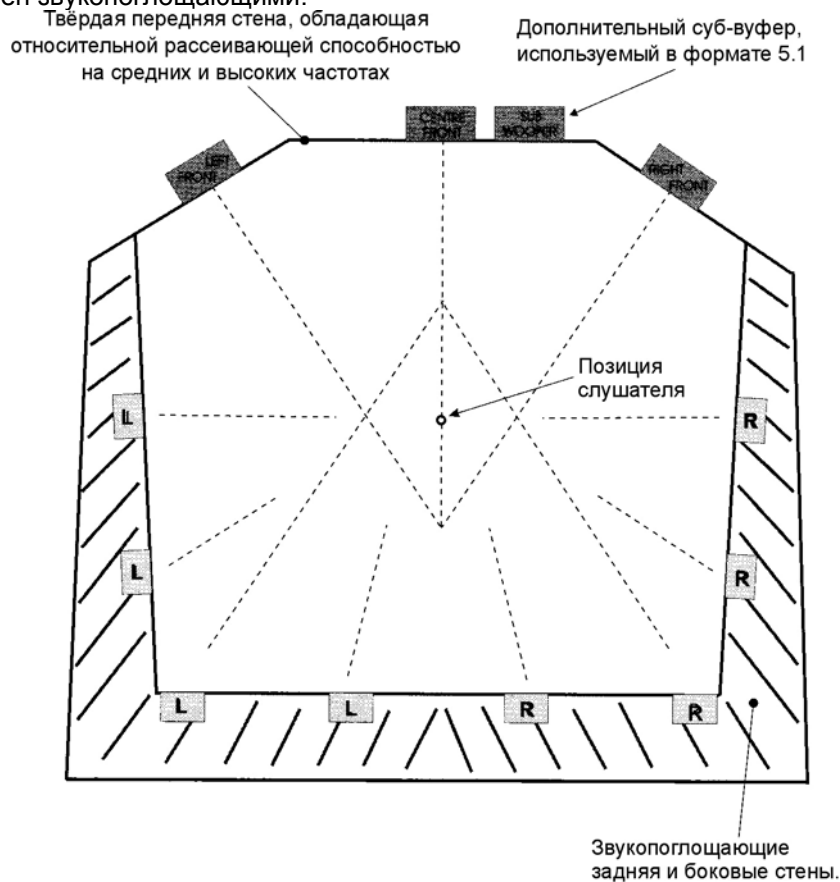
Если рассмотреть «бессредние» комнаты, которые сами по себе легко подходят для применения в surround-формате для кино, то планы на рис.68 и 67 отличаются только тем, что в каналах окружения на рис.67 используются дискретные полнодиапазонные мониторы, тогда как для кино больше используются диффузные источники.

Схема на рис.68 более предпочтительна с точки зрения объёмного характера воспроизведения, но она не сможет оптимально озвучить surround-микс, в котором важные сольные инструменты вынесены на тыловые каналы. Для озвучивания такого типа материала лучше использовать компоновку, показанную на рис.67. Тем не менее, даже имея пять полнодиапазонных мониторов, мы не сможем добиться симметричного мониторинга между передним и задним окружением, что, по всей видимости, будет всеобъемлющим свойством «hi-fi»-сурраунда. До некоторой степени это не так уж и важно, поскольку мы не обладаем слухом с одинаковой направленностью и восприятием и вперёд, и назад. Но здесь возникает проблема совместимости при переходе из одного помещения в другое.

### 15.9 Проблемы отражения и нагрузка на громкоговорители

Если передние мониторы установить заподлицо в твёрдую стену, то передняя стена будет служить продолжением диффузоров, что локализует распространение низких частот. Этим усиливается и выравнивается низкочастотная характеристика. Если и задние мониторы установить так же (в твёрдой стене), то тыловая часть комнаты не будет обеспечивать правильного акустического согласования с фронтальными мониторами, какую концепцию дизайна контрольной комнаты мы бы ни выбрали. Именно в этом была серьёзная ошибка большинства квадрофонических комнат в 70-е годы, когда напротив друг друга соорудились, по сути, две передние половины контрольной комнаты. Но дело в том,

что задние половины контрольных комнат выполняются как дополнение к их передним половинам, иначе передние половины «не работают» так, как нужно. С другой стороны, если мы подвесим мониторы в воздухе где-то на половине высоты комнаты, то мы получим либо неровное звучание из-за всенаправленного распространения низких частот, которые будут отражаться от поверхности стен позади мониторов, либо мы потеряем приличную долю низкочастотной энергии (до 6дБ), если мы сделаем поверхности этих стен звукопоглощающими.



**Рисунок 68.** Концепция «бессредной» комнаты, в которой применено несколько тыловых источников. Левый и правый каналы окружения распределены между двумя группами по четыре монитора. В качестве альтернативного варианта можно было бы, вероятно, использовать диффузные излучатели, такие как распределённые громкоговорители панельного типа. Все мониторы полнодиапазонные, за исключением дополнительного суб-вуфера.

В домашних условиях это означало бы использование вчетверо более мощных усилителей и громкоговорителей, что значительно увеличило бы расходы на систему. Такая проблема совсем не по нутру коммерсантам от звукозаписи. К тому же, если речь идёт об использовании пяти одинаковых мониторов, то добиться от них равномерного звучания в бытовых условиях – задача далеко не простая, а в действительности – почти неосуществимая. При использовании в тыловых каналах распределённых источников такой проблемы почти нет.

В контрольных комнатах surround-формата с твёрдой передней стеной любой сигнал от тылового монитора ударяется о переднюю стену и отражается назад в комнату, делая звучание окрашенным и неровным. Эту проблему можно в некоторой степени смягчить, сделав поверхность передней стены очень неровной, но ведь эта стена должна ещё и работать как продолжение диффузоров фронтальных мониторов! И хотя стена из неотёсанного камня и кажется хорошим вариантом, она всё же не обеспечит необходимого подавления низких частот, исходящих из тыловой части комнаты, которые при отражениях назад будут создавать неровность звучания. В специализированных контрольных комнатах эту проблему можно в какой-то мере решить, используя ямы-ловушки в передней части пола. Но тогда бы получилась не столько нейтральная, сколько нетипичная контрольная комната, если говорить о комнатах, в которых будет воспроизводиться конечная продукция. С другой стороны, какой смысл делать всё это во вполне типичных комнатах, если они не позволяют добиться «hi-fi» миксов? Ситуация кажется безвыигрышной.

Конечно же, остроту этой проблемы можно немного снизить, воспользовавшись смонтированным спереди суб-вуфером. Опять-таки, если речь идёт о варианте с распределёнными тыловыми мониторами, то здесь он принимается без особых вопросов. Но как быть в том случае, если звук полнодиапазонного клавишного инструмента, «работающего» в заднем левом мониторе на частоте ниже 100 Hz, возникнет из центральной правой позиции? Для слушателя, находящегося строго посреди

мониторов на равном расстоянии от них, негативного восприятия может и не быть. А вот слушатель, который переместится на метр вперёд (т.е. на один метр ближе к низким частотам и на один метр дальше от более высоких частот) уже будет воспринимать задержку порядка 5 миллисекунд между прибытием суб-баса и остального звука. Если учесть, что высококвалифицированные разработчики студийных мониторов пускаются во все тяжкие, чтобы добиться точности во времени прибытия сигналов на уровне где-то тысяч микросекунд, то такие миллисекундные погрешности, которые могут случаться даже в *слегка* рассогласованной surround-обстановке, являются грубыми. По крайней мере, если говорить о «hi-fi» звучании (ведь «hi-fi» означает – «высокая достоверность» в отношении звукопередачи).

### 15.10 Больше источников – больше проблем

До сих пор мы рассматривали только воспроизведение "монофонических" образов от одиночных громкоговорителей, но когда сигналы панорамируются между двумя или более громкоговорителями для создания в помещении фантомных образов, всё становится сложнее. Когда все мониторы воспроизводят отдельные инструменты или их группы, сигналы, идущие на каждый из мониторов, будут отличными друг от друга. Между ними не будет никакой корреляции, а поэтому все эффекты интерференции будут носить случайный характер. Однако, когда на два или более мониторов подаётся один и тот же общий сигнал, как при воспроизведении центрального фантомного образа, интерференционные схемы начинают строиться на чётких взаимосвязях - возникают отчетливые интерферограммы. На частотах, где длины волн являются большими по сравнению с расстояниями между мониторами, интерференция будет синфазной и поэтому полностью усиливающей. На более высоких частотах взаимное сложение и погашение будут зависеть от частоты, а уровень звучания будет стремиться к среднему значению простого сложения мощности. Эти принципы подробно рассматривались в 12-й главе.

То, чего можно добиться в помещениях с контролируемой акустикой, имеет мало общего с тем, чего можно достичь в бытовых условиях в отношении звучания спанорамированных фантомных источников. Более того, чем больше громкоговорителей, на которые панорамируется сигнал, тем меньше вероятность того, что музыка будет звучать более или менее одинаково в разных помещениях. Действие взаимосвязей зависит как от расстояния между самими мониторами, так и от отражений от поверхностей помещения. Уже только сами эти условия определяют частоту, до которой усиление звука вследствие взаимосвязей будет заметным. Взаимосвязи близко расположенных мониторов создадут усиление «низов» до более высокой частоты, чем мониторы, находящиеся на некотором удалении друг от друга. Кроме того, они будут давать и больший уровень усиления из-за того, что звукам приходится проходить меньшее расстояние до диффузоров соседних мониторов, а следовательно, и более высокий уровень громкости. Вот поэтому-то и не существует, так сказать, "типичных" условий мониторинга, исходя из которых можно точно предсказать тембр спанорамированных инструментов при прослушивании материала в других условиях. По этим причинам при переходе из одной обстановки в другую вполне могут сложиться условия, при которых частоты в районе 100 Hz в музыкальном балансе будут восприниматься вдвое громче, чем более высокие частоты. *Какой же это "hi-fi"?!*

Судя по заметкам в прессе о том, как кто-то пытается использовать возможности surround-микширования, создаётся впечатление, что большинство таких публикаций направлено на создание сенсаций, а большинство из тех, кто делает подобные заявления, не осознают сложности того, чем они собираются заниматься. Для новичков в области surround-микширования существует фактор "публичной шумихи". Многие к тому же поддаются под чары воображаемых возможностей того, что они слышат в конкретной контрольной комнате. Их энтузиазм и недостаток опыта могут воодушевить их на создание миксов, которые просто-напросто нельзя будет перенести в другие условия хоть с какой-то долей прогнозируемости в отношении баланса звучания. *Какой же это профессионализм?!*

### 15.11 Работа в рамках дозволенного

Давайте посмотрим, какие элементы технологий surround-микширования могут дать относительную ровность воспроизведения и улучшение результатов по сравнению со стерео, а какие ведут к хаосу и разочарованию.

#### Делайте ТАК:

1) Используйте «на все сто» центральный канал, загружая всю позиционированную в центр информацию на один монитор. Монофонический центральный источник будет намного позиционно стабильнее, чем центральный фантомный образ, полученный от пары левого-правого мониторов. Кроме этого, образы от одного монитора будут иметь более плавную амплитудно-частотную характеристику, меньше искажений, большую общую прозрачность, нежели фантомный образ, потому что даже в *хорошо* акустически оформленной комнате некоторые проблемы интерференции двух источников всё-таки существуют. Далее, при использовании одиночных центральных мониторов длина траектории сигналов, доходящих до одного и другого уха, не отличается, и, в отличие от стерео формата, нет провалов на частотах около 2 kHz (см. глава 12). Совместимость при переходе из помещения в помещение у 3-канальных стерео миксов намного выше, чем у 2-канального стерео.

2) Используйте громкоговорители окружения для придания звучанию объёмности и для специальных кратковременных эффектов. Если комната прослушивания обеспечивает довольно

короткое время затухания, то объёмность записей может восприниматься вполне достоверно. Хорошо выполненные записи - как с естественной реверберацией зала или комнаты, в которой проводилась запись, так и с искусственной реверберацией, которая создается ревербератором - будут обладать хорошей "переносимостью" и давать очень правдоподобное ощущение "присутствия". Диффузные или многократно распределённые источники в тыловых каналах, которые используются в кинотеатрах, дают наиболее ровные результаты и создают ощущение "окружения" по самой широкой площади.

3) Для частот ниже 100 Hz используйте суб-вуфер, если помещения прослушивания или сведения не обладают хорошо отлаженной акустикой. Хотя в отличных акустических условиях в помещениях большего размера полнодиапазонные источники и звучат более естественно, вариант применения суб-вуфера может решить в акустически неотлаженных помещениях многие проблемы, связанные неравномерным звучанием на низких частотах, потому что суб-вуферы озвучивают комнаты по более простой схеме.

4) Попробуйте панорамировать басовые инструменты на одиночные мониторы или как можно ближе к ним. Это обеспечит максимальную совместимость с любым форматом, которым пользуется конечный потребитель продукции, будь то формат с использованием одного суб-вуфера, нескольких суб-вуферов или полнодиапазонных дискретных громкоговорителей. Это также позволит избежать ужасов, показанных на рис.65.

#### **А так НЕ делайте:**

1) Не панорамируйте образы в фантомные позиции, если в этом не необходимости.

2) Не переусердствуйте с эффектами, поскольку эффекты - вещь нестабильная, и они будут звучать очень по-разному в различных помещениях и на различных системах.

3) Не панорамируйте важные инструменты в тыловые каналы. Тыловые мониторы в контрольных комнатах будут, скорее всего, звучать иначе, чем громкоговорители окружения в бытовых помещениях, где их обычно направляют на стену, отражающую звук на всех частотах.

4) Не падайте духом, если что-то не так, потому что реалии surround-формата не соответствуют рыночной пропаганде; помните об этом.

## **15.12 Куда ведёт surround-формат?**

Производители аппаратуры и фирмы грамзаписи - и те, и другие - часто склонны к чрезмерному увлечению surround-мифами. Абсурдность этого напоминает мне 70-е годы с повальным увлечением квадрофонией. Ничего с тех пор не изменилось ни в законах физики, управляющих процессом многоканального воспроизведения, ни в психоакустике человека. Хотя кое-кто из нас тогда всё-таки многому научился – методом "шишек". Многие из уроков, которые преподала жизнь, уже позабылись, а если и нет, то говорят о них крайне мало. Сейчас мы имеем новое поколение, которое бросается, очертя голову, в тот же омут, в котором в своё время оказалась квадрофония.

По моему мнению, surround-формат – это лучшее, что когда-либо происходило со стерео. Он может создавать чудесную объёмность и способствует воплощению некоторых положительных сторон, которые приписывались стерео, но которые до сих пор реализовывались только благодаря каким-то "трюкам", часто приводившим к нежелательным побочным эффектам.

Учитывая мой семилетний опыт сведения записей для квадрофонических систем в 70-х годах, когда я работал в качестве инженера звукозаписи и продюсера, я думаю, что смог бы отличиться в создании интересных surround-миксов, которые были бы эмоциональными (если бы это позволил музыкальный материал) и отличались бы хорошей "переносимостью" с системы на систему. Однако как студийный дизайнер, я вместе со многими другими дизайнерами столкнулся с некоторыми ужасными проблемами. Дело в том, что в данной отрасли, похоже, начисто отсутствует консенсус в отношении того, к чему мы должны стремиться. А тот консенсус, который есть, требует от нас чего-то такого, чего, насколько нам известно, добиться в полной мере нельзя. Я могу построить комнаты, которые могут хорошо "работать", если микширование в них выполняется по всем правилам и с пониманием ограничений, заложенных в surround-формате. Я делаю работу такого рода для студий дубляжа кинофильмов. Но когда я делаю её только и только ради звука, я боюсь, что мой дизайн будут критиковать за то, что он не позволяет делать слишком много глупостей. С другой стороны, я могу сделать дизайн комнат, который бы полностью отвечал требованиям заказчиков, но когда при этом окажется, что сделанные в них записи непереносимы в другие условия, меня обвинят в том, что я построил комнаты, которые "врут". Я не получаю ни малейшего удовольствия от проектирования комнат, которые не могут "работать", как следует.

Очень многое из того, что служит пищей для восхвалений surround-формата, является просто трюкачеством, а не тем, что могло бы способствовать совершенствованию "hi-fi" концепций. Конечно же, факт остается фактом: основополагающей целью большого бизнеса является прибыль, а не альтруистские соображения. Если можно поднять новую волну шумихи, которой будут охвачены громадные массы людей, и сделать на этом большие деньги, то, вне всякого сомнения, по такому пути он и пойдет. Ну и ладно... Плохо лишь то, когда surround-формат рекламируется как усовершенствование стерео практически во всех его аспектах. При ограниченном наборе обстоятельств его можно рассматривать как усовершенствование, но это не те обстоятельства, которые столь рьяно



рекламируются, потому что больших денег на них не сделаешь.

Если surround-формат означает использование логической схемотехники для наращивания усиления и/или сжатия данных для «запаковки» их на хорошо продающийся носитель информации, то хорошо натренированное ухо тут же распознает такие surround-системы, равно как они станут заметными и в определённых типах музыкальных программ. Мы же можем сделать чудеса и с помощью DVD, используя 21-разрядные фронтальные каналы, работающие на частоте 96 kHz, 16-разрядные каналы окружения с частотой 48 kHz и узкополосный канал суб-вуфера. Такая система может дать великолепное 3-канальное стерео без всякой там компрессии и логических устройств. Вот такой подход, если говорить о качестве, мог бы стать громадным шагом вперёд для бытовых hi-fi систем. Он мог бы также предложить ряд удивительных новых ощущений. Но фирмы, исповедующие рыночные интересы, скорее всего «позаботятся» о том, чтобы такой разумный подход остался только на бумаге. Тогда единственными вариантами выбора останутся только hi-fi *или* surround.

#### Ссылка

1 Newell, P.R., 'From Mono and Stereo, Through Quadrophony, to Surround', *Proceedings of the Institute of Acoustics, Reproduced Sound 13*, Vol. 19, Part 6, pp. 135-154 (October 1997) (Reproduced in *Audio Media*, European Edition, Issues 85 and 86. December 1997 and January 1998.)

#### Библиография

- Chase, J., 'Hi-fi or Surround? Part Two', *Audio Media*, European Edition, Issue 92, pp. 122-6 (July 1998)  
Hidley, T., 'Full Bandwidth', *Audio Media*, European Edition, Issue 98, pp. 72-6 (January 1999)  
Holman, T., 'Audio for Digital Television', *Audio Media*, European Edition, Issue 89, pp. 114-18 (April 1998)  
Newell, P. R., 'Hi-fi or Surround? Part One', *Audio Media*, European Edition, Issue 90, p. 188 and pp. 190-2 (May 1998)  
Newell, P. R., 'Surround Monitoring', *Audio Media*, US Edition, Issue 9, pp. 54-61 (July/August 1998)

## **Глава 16 ильные и слабые стороны рупоров**

Перед тем, как распрощаться с темой громкоговорителей и мониторов, целесообразно вкратце рассмотреть некоторые свойства рупорных громкоговорителей. Один из главных вопросов на тему мониторинга так и звучит: стоит ли применять рупорные громкоговорители? В большинстве аргументов против их использования просматривается колоссальное множество недоразумений и невежества. Конечно же, в некоторых мониторинговых системах применяются поистине ужасные рупорные громкоговорители, но точно так же, как и в случае с контрольными комнатами, тот факт, что среди какого-то количества объектов есть много плохих, совсем не значит, что все они плохи. Большинство из тех, кто отвергает рупора, вряд ли вообще слышали когда-либо хорошие рупорные громкоговорители. А то, что они их не слышали, ещё не означает, что их нет вовсе. В действительности же рупорные громкоговорители находят применение даже в самых высококачественных системах мониторинга, но для этого их конструкция и способ применения должны быть чётко просчитаны.

### **16.1 Как они применяются в наши дни**

Бывают случаи, когда рупорным громкоговорителям, как профессионально применяемому средству для форсирования звука, когда требуются большие уровни звукового давления, альтернативы просто нет, так как общее эмпирическое правило, применимое практически к любым системам громкоговорителей, гласит: для высококачественного воспроизведения музыки источник звука должен быть как можно меньшим по отношению к длине волны. Более высокая чувствительность систем громкоговорителей с рупорами даёт возможность применять физически небольшие системы и может способствовать тому, чтобы избежать ужасной путаницы во временных характеристиках, которые бы имели место при использовании менее чувствительных прямых излучателей звука с большой площадью излучения. В таких обстоятельствах хорошим подспорьем является и контролируемая направленность рупорных громкоговорителей, поскольку она позволяет концентрировать звук там, где он необходим, затрачивая при этом меньше мощности и избегая образования помех, возникающих вследствие отражений. К сожалению, эти преимущества часто достигаются за счёт чистоты звука. Такая потеря – это необходимая дань, которую приходится платить там, где потребности форсирования звука важнее. Этого, казалось бы, требуют законы акустики, но и здесь приходящее с опытом мастерство инженеров-новаторов позволяет обратить недостаток в преимущество. Эти люди занимаются *звукопроизводством*, и они могут, как скульпторы, «ваять» и «отливать» звуки в соответствии со своим вкусом. Они не связаны необходимостью *воспроизводить* звуки, «привязываясь» к натуре.

С другой стороны, в кинотеатрах и студиях звукозаписи, когда требуется относительно высокий уровень как *количества*, так и *качества* звука (хотя и не требуются настолько высокие уровни звукового давления, когда речь идет о форсировании звука), поиск возможностей добиться высокой точности передачи звука может быть сопряжён со значительными усилиями. Возможно, краткое описание этой ситуации будет интересным и полезным для тех «hi-fi»-инженеров, которые всё ещё не определились со своей позицией в споре о рупорных громкоговорителях. В действительности же во всех случаях применяются одни и те же правила. Отличаются лишь точки, в которых, в соответствии с требованиями конкретных ситуаций, отыскивается компромисс. Факты, изложенные здесь, относятся в равной степени как студийному мониторингу, так и к сфере hi-fi звука, да и вообще ко всем другим областям работы со звуком.

### **16.2 Физические потребности**

В системах, предназначенных для достоверного воспроизведения музыки, рупора могут реалистично работать только в диапазоне выше 500 Hz. Во многих случаях их не используют на частотах ниже 800 Hz или даже 1200 Hz. Говоря по существу, физические свойства низкочастотных рупоров не позволяют на практике добиться от всей системы в целом хорошей переходной характеристики. В 13-й главе описывалось, почему для точной передачи переходных сигналов (временной характеристики) необходима как отличная амплитудно-частотная, так и точная фазовая характеристики. Отсюда следует, что время прибытия сигналов от всех громкоговорителей системы должно быть как можно более одинаковым, поскольку точность временной характеристики зависит от амплитудной и фазовой характеристик и наоборот!

Если рупор недостаточно согласован с помещением, то отражения, вызванные резким изменением акустического сопротивления у раструба рупора, возвращаются в него обратно. Они «ломают» как амплитудную, так и фазовую характеристику, а те, в свою очередь, – переходную характеристику всего излучаемого звука системой в целом. Для того, чтобы рупор был хорошо согласован и не порождал отражений, ведущих к рассогласованию звучания, раструб рупора должен по ширине равняться длине волны на самой низкой воспроизводимой частоте. На частоте 30 Hz ширина раструба должна составлять ни много ни мало – 10 метров! В больших звукоусилительных установках к этому размеру можно приблизиться, объединив площадь раструбов целой «стопки» отдельных басовых

рупоров (слагаются они очень хорошо). В результате получится отличный бас. Но дома, в студии и даже в кинотеатрах такие размеры раструба в рупоре просто невозможны.

Проблему отражений можно легко продемонстрировать, простучав по концу обычной водопроводной пластмассовой трубы длиной 4-5м. Вы услышите характерный звук из-за того, что звук многократно отражаясь, «гуляет» от одного конца трубы к другому, порождая множество эхо-сигналов, на затухание которых может уйти значительное время. Задача правильного согласования рупоров как раз в том и состоит, чтобы полностью избавиться от такого эффекта. Если этого не сделать, если в поиске компромиссных решений упор делается на чём-то другом, то в итоге мы получим «ускоренную» версию «трубного» эффекта, который преимущественно и есть причиной так называемого «рупорного звучания».

Длина тоже является проблемой. Все рупора обладают так называемой частотой среза. Это частота, ниже которой рупор уже не оказывает на громкоговоритель активную нагрузку по сопротивлению, а поэтому теряется и «эффект нагрузки от рупора». Частота среза пропорциональна степени «раскрытия» (расширения) рупора. Для низкой частоты среза требуется и низкая степень раскрытия рупора. Поэтому, чтобы в нашем случае рупор понемногу раскрывался до ширины 10-метрового раструба, потребуется большая его длина (основные причины этого описаны ниже). Однако, даже если бы рупор был «складывающегося типа» (лабиринт – А.К.), а в отношении размеров раструба было бы принято компромиссное решение, то и тогда рупор для воспроизведения низких частот имел бы в длину несколько метров. Звук вынужден преодолеть всю длину рупора, прежде чем он «выйдет» с него через раструб в помещение для прослушивания. По этой причине возникнет нестыковка между временем излучения сигналов средне- и высокочастотными громкоговорителями и временем задержки «низов», которое им потребуется для того, чтобы пройти по рупору и выйти наружу при скорости примерно 3 миллисекунды на каждый метр пути. Вот почему так трудно добиться одновременного прибытия в позицию слушателя всех частот, что является залогом хорошего общего звучания переходных сигналов, по крайней мере, если не прибегать к помощи цифровых дилеев для задержки средних и высоких частот. В большинстве ситуаций это было бы крайней мерой.

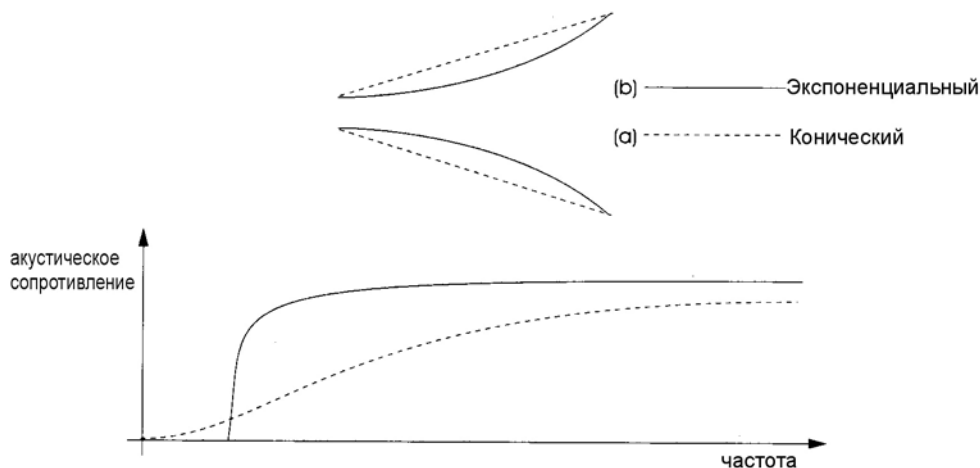
И ещё одна проблема: как смонтировать средне- и высокочастотные громкоговорители, чтобы они были достаточно близко от рабочей области источника низких частот (центра раструба), чтобы создать со-осный, компактный или даже когерентный (хорошо увязанный, слитный – А.К.) источник звука? Большие предметы, помещённые внутри раструба, расстроят его звучание, а физическая удалённость источников звука друг от друга даст некогерентное звучание. Только где-то с частоты 500 Hz физические размеры раструбов становятся более-менее подходящими, чтобы их можно было смело включать в системный комплекс. Длина волны на 500 Hz составляет где-то 65см, а значит мы имеем вполне приемлемую ширину раструба. Более того, степень раскрытия рупора, необходимая для частоты среза 500 Hz вместе с подходящим переходом на горловину, позволяет сделать рупор длиной 40–50 см. Эти данные полезны для конструирования системы. Низкочастотные рупорные громкоговорители, которые применяются в hi-fi акустических системах, кое-кому нравятся по звучанию, но на самом деле по своей «честности» они по большому счёту не являются именно hi-fi акустическими системами (hi-fi – это сокращение от high fidelity - «очень точный, достоверный»). Сами физические свойства этих рупоров противоречат такому определению. Тем не менее, я совсем не намерен критиковать тех людей, кому нравится их звучание. Мы слушаем музыку для удовольствия, а то, что нравится, то и хорошо. Здесь же я пытаюсь просто отделить правду от вымыслов в отношении того, что могут и чего не могут рупора, когда речь идёт о наиболее достоверном воспроизведении звука с технической точки зрения.

Исторически сложилось так, что киноиндустрия и звукоусилительные компании, как самые большие потребители рупоров, вкладывали огромные деньги в исследовательские работы по их созданию. Производители мониторных систем для студий звукозаписи в основном «заимствовали» для своих нужд самые лучшие разработки рупоров с точки зрения их звучания, хотя они и предназначались для других целей. При этом они часто «получали в наследство» некоторые малозаметные погрешности звучания, которые оставались ещё от компромиссов, заложенных изначально для других целей. В студиях и в hi-fi индустрии эти звуковые изъяны часто подвергались критике за «кваканье» или «хрюканье». Эта критика стала настолько общепринятой, что многие люди, даже профессионалы, считают, что эти изъяны являются врождённой «болезнью» рупоров как таковых. Но ведь это не так! Кроме того принято считать, что искажения звучания в области частоты среза являются неизбежными. Это ещё один неверный «факт»! К сожалению, бывают случаи, когда некоторые производители громкоговорителей, которые рупорных громкоговорителей сами не производят, пользуются невежеством большей части публики и «очерняют» рупорные громкоговорители только для того, чтобы продвинуть на рынок свои собственные альтернативные разработки. Даже некоторые очень большие компании, для которых прибыль является единственным *raison d'être* (мотивом – пер.), тут же спешат отказаться от рупоров, если в прессе на них появляется слишком много нападок, и разрабатывают альтернативный продукт только для того, чтобы его было легче продать.

### 16.3 Частота среза и применение экспоненциальных рупоров

Рупоры – это волноводы с поперечным сечением, которое увеличивается, постепенно или не очень, от малой горловины до большого по размеру раструба. Таким образом, акустическая волна,

проходя по рупору от горловины до раструба, расширяется на величину, зависящую от степени локального раскрытия рупора. В действительности конический рупор представляет собой часть (сектор – А.К.) шара. Конические рупора эффективны только тогда, когда используются на высоких частотах и имеют небольшой размер. Это ограничивает их использование в качестве аудио рупоров. С другой стороны, гладкая труба с параллельными стенками оказывает исключительно полезную нагрузку на громкоговоритель, но для этого длина ее должна быть бесконечной. Если её коротко обрезать, то выход звука из неё в воздушную среду помещения будет очень резким, поэтому данные проблемы отражений и искажения частотной характеристики, конечно же, не позволят отнести такой громкоговоритель к классу hi-fi. Звучание его будет похоже на упомянутый нами случай с трубой, по концу которой постучали. Однако, если применить рупор с экспоненциальным (или близким к нему) расширением раструба, то можно добиться относительно однородной активной нагрузки в широком диапазоне частот. Экспоненциальное расширение – это такое расширение, при котором степень расширения постоянна по всей длине рупора. То есть, если на расстоянии от точки **A** до точки **B** площадь сечения удваивается, то отношение площадей сечения в двух других точках, удалённых друг от друга на такое же расстояние, тоже будет 1:2. Если в коническом рупоре нагрузка с повышением частот *постепенно* изменяется от реактивной до активной, то геометрия экспоненциального рупора даёт резкое изменение. Переход от реактивной нагрузки к активной происходит одновременно по всей длине рупора на частоте среза. В отличие от сферически расширяющейся волны, у которой нагрузка зависит от частоты *и от* расстояния до источника (ситуация, характерная для конических рупоров), нагрузка сопротивления в области расширения экспоненциальной волны зависит только от частоты – частоты среза. Поэтому, применяя экспоненциальную степень раскрытия, можно вполне реализовать на практике небольшие короткие рупора с широким диапазоном равномерно распределённых частот. На рис.69 показано сравнение некоторых характеристик конических и экспоненциальных рупоров.



**Рисунок 69.** Сравнение нормализованного сопротивления в горловине экспоненциального и конического рупоров сопоставимых размеров (без учета отражений от раструба). Акустические кривые являются типичными для предполагаемых "амплитудно-частотных характеристик" таких рупоров.

Четыре наиболее важных момента состоят в следующем:

- 1) Частота среза в горловине зависит исключительно от степени раскрытия рупора.
- 2) Плавность перехода звука из раструба в воздушную среду помещения зависит от того, насколько плавно раструб переходит в отражатель (в плоскость корпуса монитора или фронтальной стены – А.К.). Она также зависит от размеров раструба, а максимальный его размер должен быть не менее длины волны самой низкой из воспроизводимых частот.
- 3) Размер раструба должен быть в пределах разумного, иначе невозможно будет компактно объединить рупора с другими громкоговорителями в одной системе.
- 4) Если общая длина рупора – от диафрагмы громкоговорителя (горловины) до раструба – превышает примерно 40 см, то даже проблемы низкочастотных отражений могут настолько оделяться во времени от первоначального сигнала, что в характере звука возникнут «рупорные» явления.

Вышеуказанные ограничения являются довольно жёсткими, и если к ним не отнестись с должным уважением, то вряд ли можно будет добиться оптимального звучания рупорных громкоговорителей.

## 16.4 Степени нагрузки

Рупора, которые используют в профессиональном мониторинге, такие как AX2 производства фирмы «Reflexion Arts», которые показаны на фото 26, выполнены в соответствии с требованиями физики рупоров и в исключительной степени свободны от недостатков. На рис.70 показано

сопротивление в горловине рупора AX2 по всему диапазону выше частоты среза по сравнению с характеристикой очень распространённого рупора с якобы постоянной направленностью, также предназначенного (! – А.К.) для использования в мониторинжных системах, хотя для достижения более широкой направленности в нём реализован ряд компромиссов.

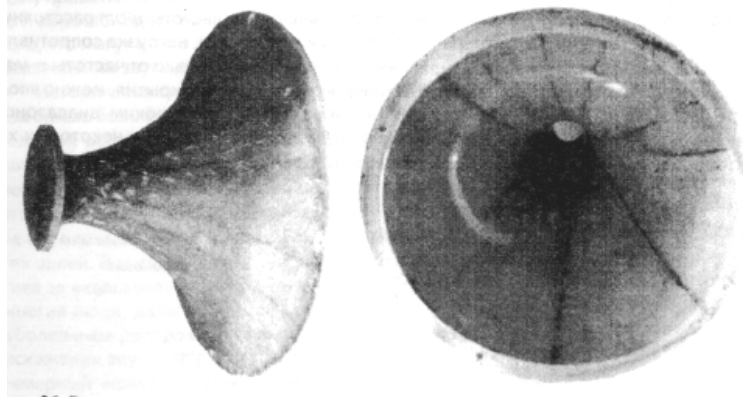


Фото 26. Рупоры с асимметричной геометрией.

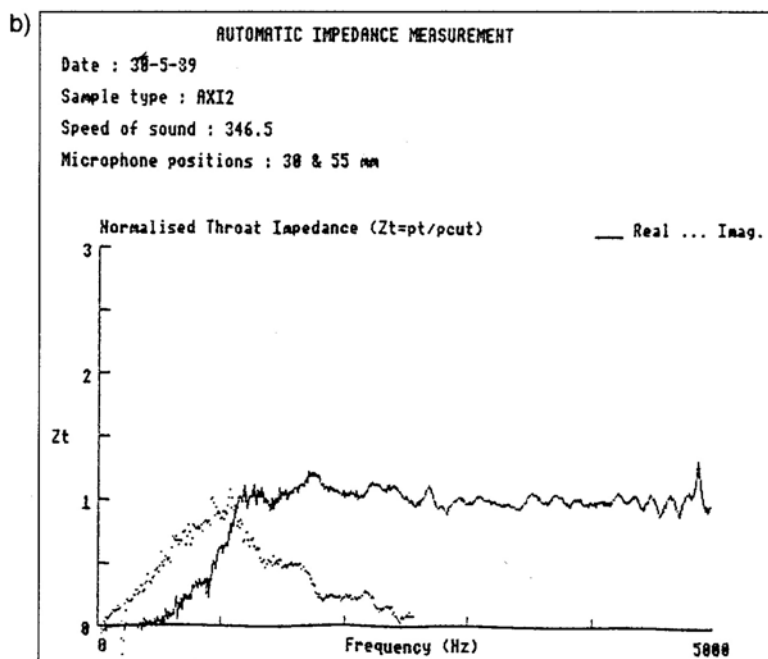
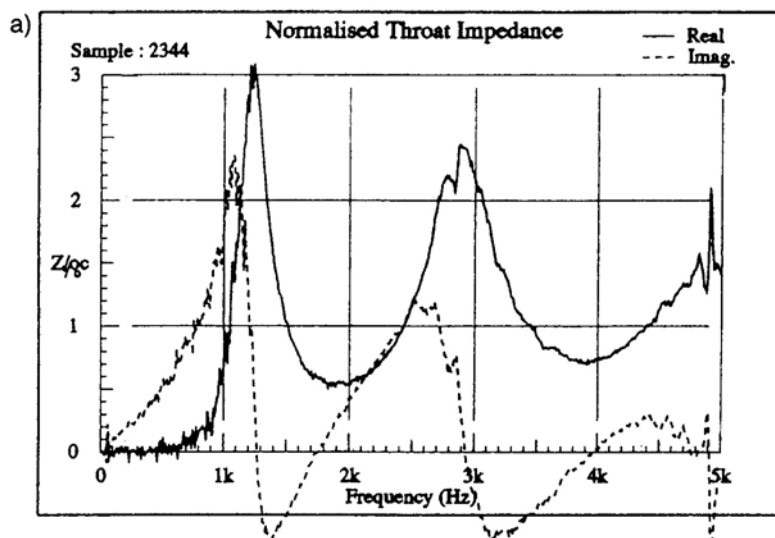


Рисунок 70. (а) Диаграмма нагрузки в горловине типичного рупора конической формы;  
(б) Диаграмма нагрузки в горловине асимметричного рупора AX2 (показанного на фото 26).

Все рупора – это акустические волноводы, хотя термин «волновод» всё чаще и чаще применяется к рупорам некомпрессионного типа, у которых небольшая диафрагма – будь она конусовидной, куполообразной или лентообразной – устанавливается в горловине обычно экспоненциального волновода (рупора) (термин «волновод», как правило, в большинстве случаев употребляется для «солидности звучания» с технической точки зрения, а также чтобы одурачить тех, кто из-за неприязни к слову «рупор» покупает то же самое, но уже под пафосным названием «волновод»). Так вот, используя комбинацию "волновода" с головкой громкоговорителя, обладающей относительно высоким КПД, можно

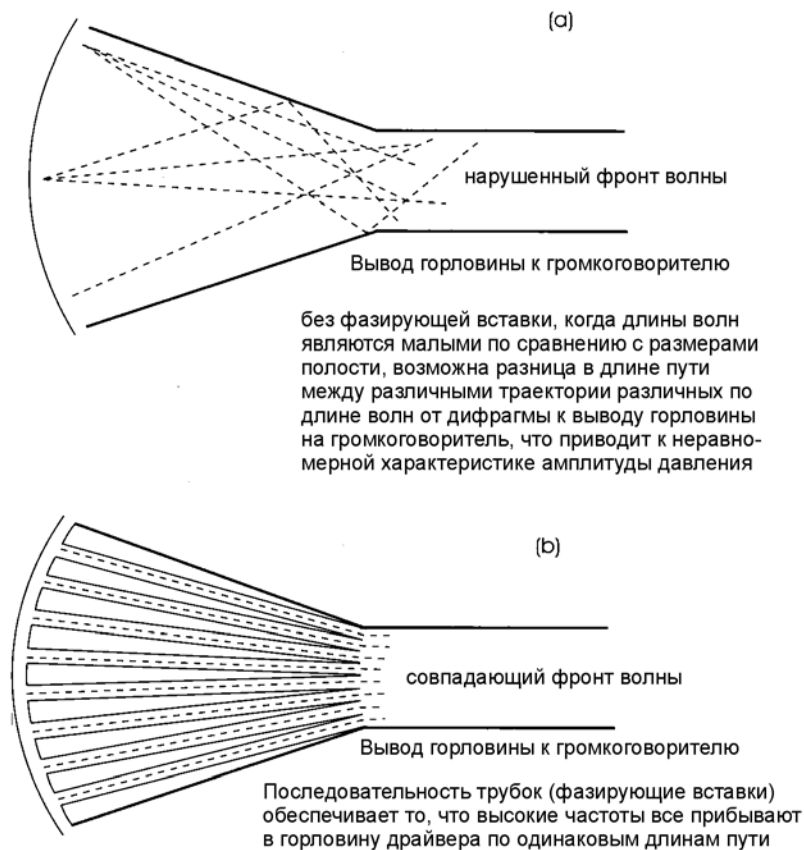
добиться чувствительности по полосе пропускания рупора 100-105 dB/Ватт или даже большей на расстоянии в один метр без необходимости в предварительной компрессии.

Такой метод нулевой/низкоуровневой компрессии намного улучшает чувствительность и уровень звукового давления громкоговорителей без привнесения некоторых изъянов, характерных для методов на основе высокоуровневой компрессии. Очевидно, что такие уровни чувствительности хорошо сочетаются в работе с ламповыми усилителями, особенно с системами двойного усиления в диапазоне от 1 kHz и выше. Однако я не являюсь сторонником такого применения, и упоминаю об этом лишь мимоходом. Вместе с тем для бытовых hi-fi систем это может представлять определённый интерес.

Высокочастотные громкоговорители обычно обладают чувствительностью в диапазоне примерно от 82-112dB на расстоянии 1 метр при мощности на входе 1 Ватт. 1 Ватт при чувствительности 112dB соответствует подводимой мощности в 1000 Ватт при чувствительности в 82dB. Чувствительность же в 103dB потребует подводимой мощности в 8 Ватт. Однако, как правило, только использование компрессионных драйверов позволяет добиться чувствительности в рамках 106-112dB. Вот почему они так подходят для концертов.

### 16.5 Осевая симметрия

Среди студийщиков и многих любителей бытует очень распространенное мнение, что, мол, все среднечастотные рупорные громкоговорители "крякают", "гавкают", "квакают" или "гнусавят", и только мониторы Tannoy Dual Concentric практически не обвинялись в рупорности их звучания. Тем не менее, начиная где-то от 1 kHz и выше, они несомненно и бесспорно - рупорные громкоговорители. Более того, эти мониторы включали в себя столь сильно охаиваемые компрессионные рупорные драйвера, которые с помощью фазирующей вставки, как показано на рис. 71, сжимали (компрессировали) волны через узкие щели для ещё большего повышения чувствительности громкоговорителя.



**Рисунок 71.** Компрессия в горловине рупора:  
(a) без фазирующей вставки, (b) с фазирующей вставкой.

При том уровне развития звукотехники, который существовал на момент появления этих устройств, когда не было мощных усилителей и высокотемпературных катушек громкоговорителей, компрессионные громкоговорители использовались для усиления чувствительности, хотя степень сжатия у них была относительно небольшой. Басовый диффузор использовался как рупор, и поэтому выше частоты 1 kHz громкоговорители Таппоу были асимметричными рупорными низкокомпрессионными громкоговорителями. Интересно то, что 90-е годы ознаменовались появлением многочисленных конструкций громкоговорителей, предназначенных как для студийного, так и для hi-fi применения, и использующих асимметричные рупора. Рупора у них обнаруживают удивительное геометрическое сходство со "старыми" рупорами громкоговорителей Таппоу, которые до сих пор с успехом используются и в новых моделях Таппоу. Да, во многих из нынешних моделей этой фирмы по-прежнему используются асимметричные высокочастотные рупорные драйвера. С учётом того, о чём говорится в этой главе, такое "долгожительство" конструкции Таппоу не должно вызывать особого удивления, потому что при её разработке полностью соблюдены правила, изложенные в разделе 16.3. Они не пытаются использовать рупоры для создания нагрузки на частотах ниже 500 Hz, они применяют осевую симметричную геометрию, делают окончание раструба плавным и постепенным (по крайней мере, при монтаже заподлицо) и длина рупоров у них составляет менее 40 см. Они соблюдают четыре жёстких правила, регламентирующих действительно правильный расчет и применение рупоров.

Частота раздела кроссовера примерно на 1 kHz обеспечивает то, что длины волн в точке их пересечения (примерно в 33 см) не превышают диаметра горловины диффузора низкочастотного громкоговорителя. По крайней мере, именно это характерно для знаменитой 15-дюймовой модели, столь широко применяющейся в индустрии звукозаписи. Любые нарушения в плавности раскрытия рупора в виде изменений площади поперечного сечения как в самом рупоре, так и в окончании раструба будут порождать отражения, которые будут накладываться на амплитудно-частотную и фазовую характеристики. Более того, любые резкие углы, такие как в прямоугольных рупорах в местах соединения их сторон, будут создавать внеосевые аномалии звучания, распространяя звук в направлениях, противоположных этим соединениям. Это также относится к любым предметам, которые могут устанавливаться в раструбе рупора, таким как разные перегородки или даже супер-твиттеры. Следовательно, обычные прямоугольные рупора, особенно с перегородками, а также рупора постоянной направленности (в которых эти цели достигаются за счет дифракции звука в связи с резкими изменениями площади поперечного сечения – опять см. рис.70) будут неспособны выдавать плавную и ровную амплитудную и фазовую характеристики волн. Если речь идет об абсолютной достоверности звучания, то следует обратить внимание только на рупора с осевой симметрией и с круглыми раструбами.

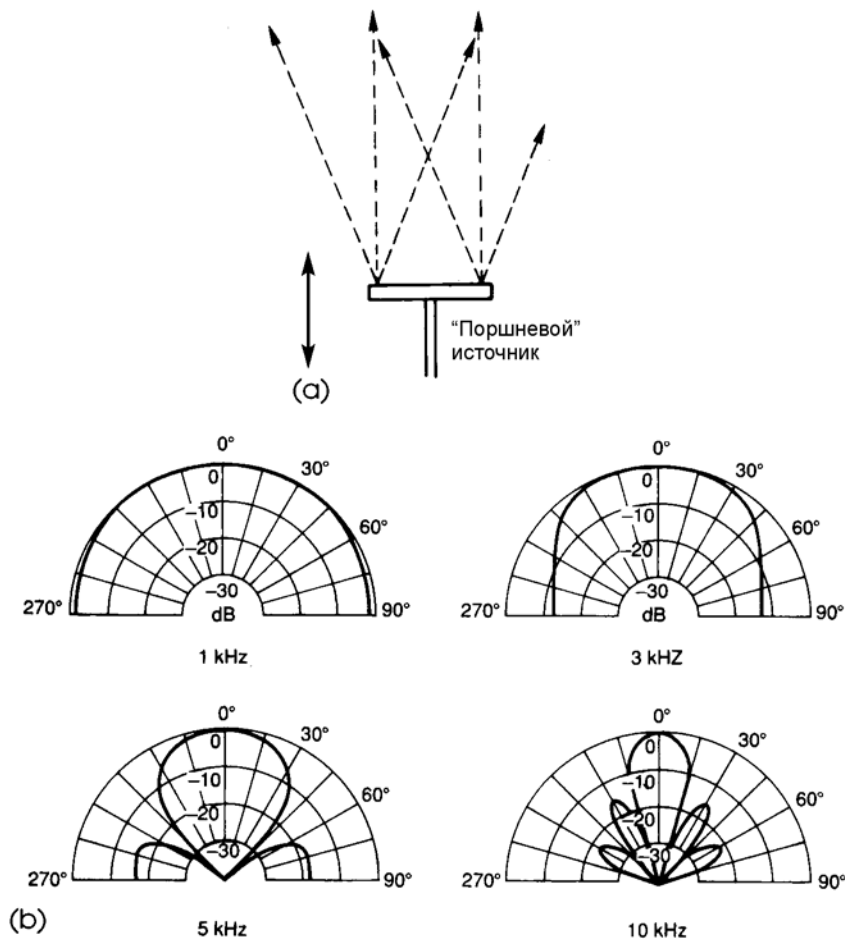
## 16.6 К вопросу об излучении звука

На рис.72 показана типичная диаграмма направленности диффузора громкоговорителя прямого излучения конической формы. Работа диффузора похожа на работу поршня, а звук излучается почти одновременно всей его поверхностью. Если излучающая поверхность диффузора является слишком большой по сравнению с длинами соответствующих волн, то, в зависимости от позиции слушателя относительно диффузора, на высоких частотах длина пути сигналов будет разной. Для того, чтобы «выровнять» её, компрессионный громкоговоритель выручит фазирующая вставка. А вот в излучателях прямой направленности интерференция волн с различными длинами пути создаст пики и провалы, что будет выражено в неровностях звучания («как в рупоре»), и этот эффект, присущий только такому громкоговорителю, и будет формировать диаграмму направленности идущего в комнату звука. Таким образом, пики и провалы происходят не только по-разному на разных частотах, но и в разных позициях слушателя в комнате, создавая различное звучание под разными углами прослушивания. На рис. 72 показана типичная диаграмма направленности диффузора громкоговорителя прямого излучения конической формы.

В помещениях с большой поглощающей способностью, в которых очень мало отражений, неравномерность такого звучания можно заметить в прямом звуке, перемещаясь по комнате. В помещениях с большей степенью отражения или реверберации этот эффект может проявляться в несбалансированности спектрального содержания отражённой или реверберационной энергии, в зависимости от характера проявления «дольчатого эффекта» (форма пиков и провалов на диаграмме направленности напоминает дольки лимона – А.К.), когда звук ударяется об отражающую поверхность перед тем, как возвратиться в комнату. Общей характерной особенностью на высоких частотах излучателей прямой направленности является небольшая площадь излучения, сопоставимая с длиной волны на соответствующей частоте, на которой работает данный громкоговоритель. Естественно, с повышением частоты уменьшается и размер излучающей поверхности громкоговорителя, а у нас появляется всё больше шансов столкнуться на этих частотах с нехваткой мощности и запаса по мощности. Из-за этого на этих частотах возникает необходимость применять всё большее количество громкоговорителей, что будет увеличивать для них и количество частот раздела кроссовера. Здесь нас поджидает ещё одна большущая проблема. Ввиду того, что все громкоговорители физически не могут

размещаться в одной и той же точке, они распределяются по поверхности лицевой панели монитора и излучают звук из разных позиций. Это вносит значительные искажения в общую диаграмму направленности всего монитора. Да и вообще: чем больше точек кроссовера, тем больше, как правило, неразберихи в переходной характеристике всей мониторной системы, поскольку кроссоверы, как правило, в какой-то мере воздействуют в точках раздела на фазу сигнала.

Что касается систем, состоящих из нескольких громкоговорителей, то в комнате может быть лишь одна точка, равноудалённая от всех громкоговорителей. Поэтому «дольчатый эффект» звучания изначально заложен в самой природе систем с несколькими громкоговорителями. Никакое "временное выравнивание", коррекция фаз или даже активная обработка сигналов здесь уже не помогут. Такие меры могут лишь несколько ослабить влияние этого эффекта. В то же время коаксиальная (со-осная) система из двух громкоговорителей, такая как Dual Concentrics, может дать практически совершенные источники точечного излучения. Минус в том, что с нарастанием уровней звукового давления басовый диффузор увеличивает ход и неизбежно начинает модулировать нагрузку на окончание раструба высокочастотного рупорного драйвера. В результате этого возникают не просто обычные частотно-зависимые или позиционно-зависимые отклонения, а возникают зависимые от уровня неравномерности звучания. Куда бы мы не повернулись, по крайней мере, если целью наших поисков является действительно hi-fi звучание, мы наталкиваемся то на одну, то на другую преграду, когда пытаемся поднять уровни давления излучаемого звука выше какой-то определённой точки. В этом смысле у разработчиков бытовых акустических систем задача намного легче, чем у разработчиков студийных мониторов. Для студий, как правило, уровень пикового сигнала требуется на 10-20dB выше, чем в бытовых условиях, а это означает, что системы должны быть в состоянии создавать на выходе от 10 до 100 раз большую акустическую мощность (20dB соответствует стократному изменению мощности). Конечно же, при такой разнице в акустической мощности конструкции систем будут сильно отличаться.



**Рисунок 72.** Типичное излучение громкоговорителя "поршневого типа" (с коническим, куполообразным и проч. диффузором) и его воздействие на излучаемое звуковое поле  
(а) Излучающие "поршни" порождают движение "частиц", которые взаимодействуют друг с другом, образуя интерференционные схемы и, как следствие, "дольчатый" эффект на диаграммах направленности;  
(б) типичная "дольчатая" направленность излучения "поршневого" излучателя (4 1/2 дюйма) (по Беранеку (Beranek)).

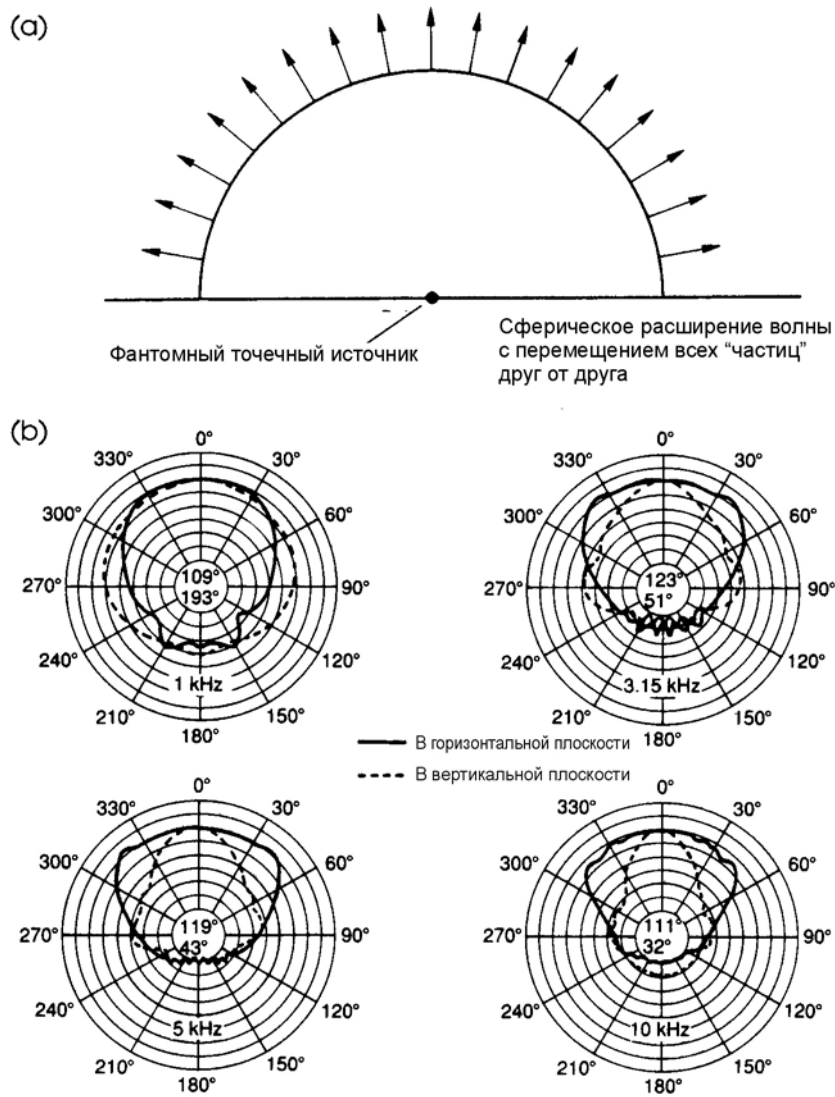


На рис.73 показана типичная диаграмма направленности в двух плоскостях от типичного рупора. На выходе из раструба показан разрез расширяющейся волны сферической или сфероидной формы, которая зависит в точности от степени раскрытия раструба. Асимметричные рупорные громкоговорители производят звук наподобие расширяющегося и сжимающегося шара, если посмотреть на него в разрезе. Этим они совершенно отличаются от излучателей прямого излучения "поршневого" типа, имеющих плоскую или уплощённую поверхность. Куда бы ни перемещался слушатель в пределах угла охвата рупора, он явственно слышит лишь один источник, и никаких изменений длин пути сигналов между источником и слушателем не происходит. Звук распространяется радиально – так же, как он распространялся бы от фантомного точечного источника.

Воспользовавшись асимметричными рупорами для средних и высоких частот, можно повысить КПД системы, когда небольшие громкоговорители будут обеспечивать более высокие уровни звукового давления и в более широком частотном диапазоне, чем это возможно при прямом излучении звука. При этом они не будут иметь недостатков, свойственных обычным прямоугольным рупорам. Это серьёзно облегчает конструирование всей мониторной системы и, конечно, её привязку к акустике контрольной комнаты. Как уже говорилось ранее, если не будет практически идеального окончания раструба, он будет создавать отражения, которые начнут сказываться на работе всей системы, привнося в её звучание огрехи, характерные для прямоугольных рупоров. Нельзя преувеличить важность плавного окончания раструба, переходящего «без швов» на переднюю панель монитора. Произвольно установленные мониторы находятся в менее выгодной позиции, чем мониторы, смонтированные в стену заподлицо, т.к. передняя панель редко бывает настолько большой, чтобы обеспечить достаточную площадь для хорошего согласования с акустикой помещения. Это справедливо как в отношении излучателей прямого излучения, так и рупоров. Небольшие корпуса произвольно установленных мониторов не могут давать ровное без искажений звучание, независимо от типа используемых громкоговорителей в них. Только стена, служащая продолжением диафрагмы, может обеспечить самое ровное звучание монитора любого типа.

Надеюсь, то, что я здесь набросал, не слишком перегружено техническими подробностями. Я старался сделать моё изложение материала доступным широкой читательской аудитории, максимально сохраняя вместе с тем фактическую точность. Мысль, которую я намереваюсь донести и на которой делаю наибольший упор, заключается в следующем: хотя рупорные громкоговорители и могут обеспечивать высочайшую на нынешнее время степень достоверности звучания, они могут это делать только тогда, когда используются с соблюдением законов акустики. Эти законы нельзя изменить, и применение рупорных громкоговорителей, обусловленное ими, тоже не может быть произвольным. Качество работы всех рупорных громкоговорителей подчиняется геометрическим требованиям в отношении длины волны на соответствующих частотах. Рупора нельзя перенастроить в соответствии с размером комнаты или нужными уровнями звукового давления.

Есть люди, которые с удовольствием используют в своих hi-fi системах рупорные громкоговорители, работающие по всему диапазону частот, несмотря на все погрешности в их работе. Но всегда найдется кто-то, кто скажет, что применение таких систем должно быть ориентировано на музыку определённого типа. Например, записи с "пространственно"-звучающей музыкой, выполненные, возможно, с помощью "неточного" метода записи через всенаправленные микрофоны, могут звучать на рупорных системах, охватывающих весь частотный диапазон, просто потрясающе. Музыка же с быстрыми атакующими звуками, с отрывистыми басовыми звуками, звучать так, скорее всего, не будет. И тем не менее, если говорить о hi-fi звучании в буквальном смысле, т.е. как о звучании, в котором звуки передаются с высокой достоверностью, то следует признать, что рупорные громкоговорители могут передавать нюансы с такой точностью, которой трудно добиться на многих системах использованием громкоговорителей другого типа. Их реакция на переходные звуки, когда они используются по правилам, может быть тоже самого высокого калибра. Мониторная система, основанная на принципах, изложенных в настоящей главе, показана на рис.15-16.



**Рисунок 73.** (a) Типичное излучение звука рупором.  
(b) Типичная диаграмма направленности расширяющейся волны, производимой хорошо сконструированным рупором. Обратите внимание на отсутствие "дольчатого" эффекта (Electrovoice)

## Глава 17 Мониторинг для музыкантов

В нескольких предыдущих главах рассматривался очень важный аспект любой студии звукозаписи – её мониторинговая среда, так как именно она является тем средством, которое в конечном итоге позволяет оценить всю деятельность студии. Однако нам не следует забывать и о другом важном аспекте мониторинговой среды студии – о мониторинге для музыкантов. С его помощью музыканты пребывают в своём собственном мире. Для музыканта, одевшего наушники, реальные звуки в студии, звуки инструментов или звуки, которые слышат инженеры в контрольных комнатах – это всего лишь отвлечённые понятия. Во время записи именно пространственная среда, создаваемая для музыкантов системами мониторинга, приобретает первостепенную важность.

### 17.1 Виртуальный мир

В больших студиях громкоговорители подзвучки иногда используются так, как показано на рис.74, однако такой вид подзвучки можно оптимально использовать только в комнатах определённого типа. Такая система всегда останется популярной, т.к. многие музыканты не любят пользоваться наушниками, если без этого можно обойтись. В какой-то мере это связано с тем, что наше восприятие через наушники отличается от восприятия через ушные раковины, а музыканты, как правило, любят работать в знакомом для них мире. Но причина, по которой многие музыканты отказались от наушников, может быть не только в том, что они, как считают музыканты, создают «неестественную» среду, но и в том, что музыкантам часто приходится испытывать на себе жутковатое звучание некоторых миксов при раздаче на наушники.

Для удручающего количества работников студий звукозаписи раздача на наушники – это всего лишь средство, благодаря которому музыканты работают в темпе и в тональности с записанным материалом, и не более того. Для музыкантов звук в наушниках – это их творческое пространство. Плохой звук в наушниках приводит к искажённому восприятию звучания музыкантами. Как же тогда можно рассчитывать на выразительное и чувственное исполнение произведения, если музыканты не слышат того, что могло бы вдохновить на такое исполнение? Как можно ожидать от музыканта, что он эмоционально настроится на запись, если уровни "гуляют" вверх и вниз, а инструменты резко "вклиниваются" и внезапно исчезают, когда инженеры настраивают баланс звучания. Это всё равно, что попросить нейрохирурга выполнить операцию при периодическом включении-выключении освещения. Исполнение музыкального произведения – это очень хрупкий процесс. И об этом следует задуматься перед тем, как делать со звуком в наушниках всякие пакости.

### 17.2 Распределение постоянного напряжения

Во многих больших студиях звукозаписи раздачу на наушники запитывают от усилителя мощности в качестве источника постоянного напряжения и используют наушники со средним сопротивлением, которые подключаются к линии через по «мостовой» схеме. Такая система изображена на рис.75. Принцип её действия состоит в том, что сигнал снимается со вспомогательного выхода или выходов (auxiliary outputs) микшерного пульта и подаётся на вход усилителя (усилителей). Регулятор

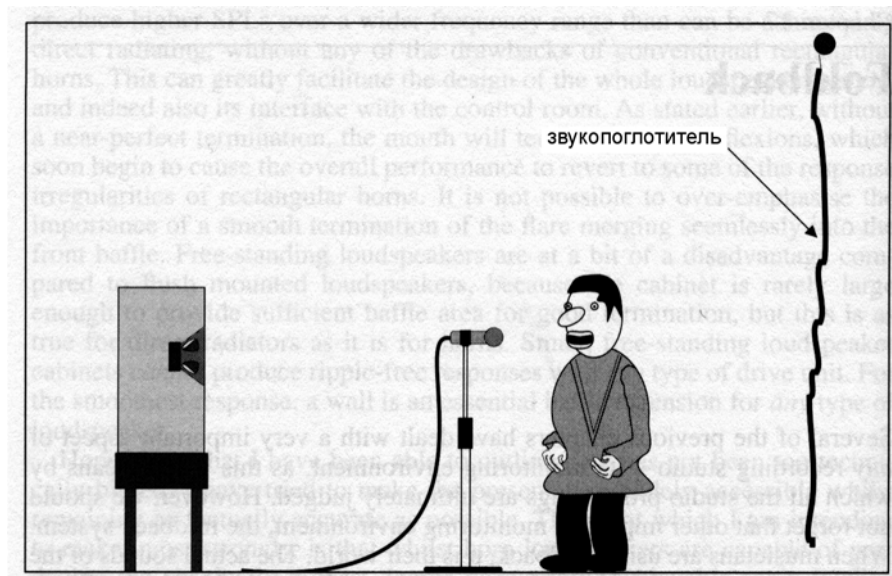
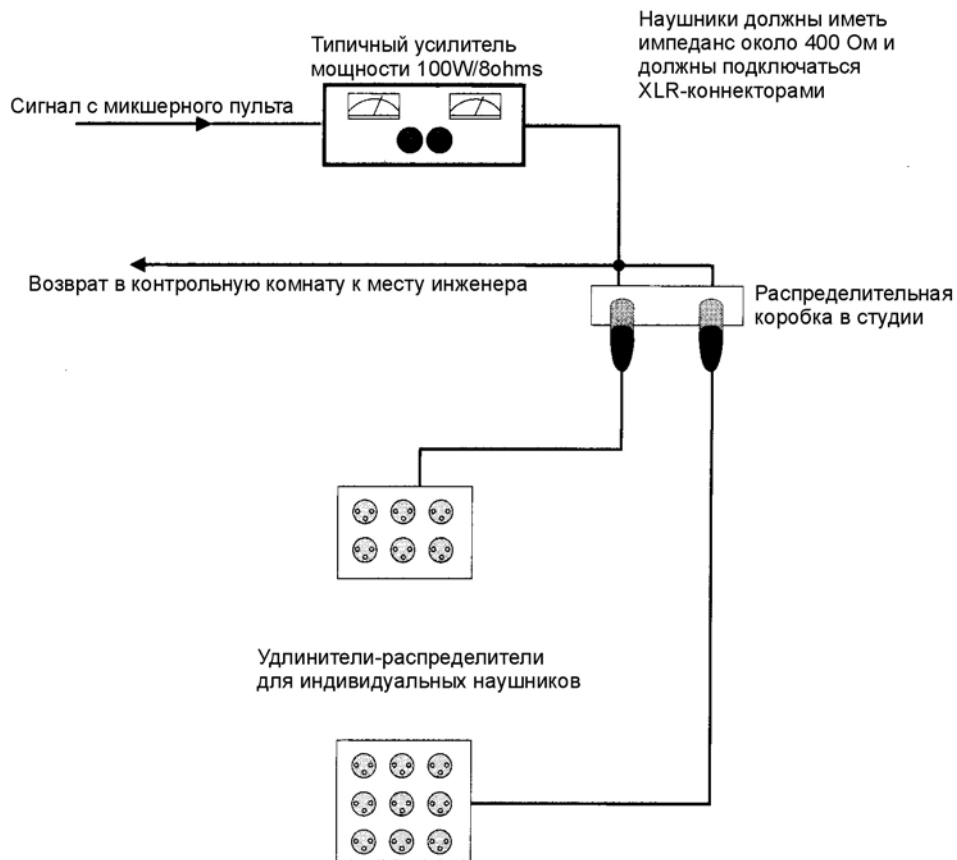


Рисунок 74. Использование громкоговорителей подзвучки.

В данной ситуации для записи вокалиста используется микрофон направленного действия, а подзвучка обеспечивается громкоговорителем. Типичное положение громкоговорителя: он ставится прямо позади микрофона и направлен на звукопоглощающую поверхность для того, чтобы уменьшить количество отражений сигнала подзвучки, возвращающихся на микрофон.

чувствительности на усилителе обычно устанавливается так, чтобы уровень выхода 0 VU с микшера давал на выходе усилителя сигнал примерно на 3 dB ниже уровня клиппирования. Для обычного усилителя, который выдаёт 100 Ватт на 8 Ом, напряжение на выходе при полной мощности рассчитывается по формуле:



**Рисунок 75.** Система внутростудийного мониторинга постоянного напряжения. Внимание: если на каждые наушники устанавливаются регуляторы громкости, то они должны быть потенциометрами с сопротивлением примерно 600 Ом, с линейной характеристикой, и каждый из них должен иметь рассеивающую мощность не менее 5 ватт, иначе они сгорят.

$$W = V^2/R \text{ или при перестановке членов: } V^2 = WR$$

где:

$W$  = мощность в ваттах

$V$  = напряжение в вольтах

$R$  = сопротивление (или импеданс для комплексной нагрузки) в Омах.

Для мощности 100 Ватт при сопротивлении 8 ом напряжение составит:

$$V^2 = 100 \times 8$$

$$V^2 = 800$$

$$V = \text{корень } 800$$

$$V = 28,3 \text{ вольта}$$

Понижение уровня сигнала на 3 dB в данном случае равно половине мощности, поэтому:

$$V^2 = WR$$

$$V^2 = 50 \times 8$$

$$V^2 = 400$$

$$V = \text{корень } 400$$

$$V = 20 \text{ вольт}$$

(Примечание: понижение на 3 dB соответствует половине мощности; а на 6 dB – половине напряжения).

Выход с обычного усилителя мощности именуется источником постоянного напряжения, поскольку, когда напряжение, подаваемое на вход усилителя, вызывает появление выходного напряжения на контактах громкоговорителя, разница в импедансах нагрузки фактически никак себя не проявляет и не вызывает изменения напряжения. Такое положение существует до тех пор, пока импеданс не опустится до настолько низкого уровня, что выходная мощность усилителя начинает ограничиваться его способностью подавать ток на нагрузку; тогда либо начинает падать напряжение, либо срабатывает защита.

Если вернуться назад к нашей первоначальной формуле  $W=V^2R$ , то можно увидеть, что, если напряжение остаётся стабильным, то при изменении  $R$  изменяется и  $W$ . Действительно, если понизить  $R$ , то всегда возрастает  $W$ . Выход мощности, таким образом, зависит от импеданса нагрузки. Когда мы параллельно подключаем к линии больше наушников, импеданс нагрузки на усилитель падает, и он может выдавать пропорционально больше мощности (см. 4-ю главу, в которой рассматриваются вопросы нагрузки и импеданса). Если мы выберем подходящие по импедансу наушники, то тем самым сможем гарантировать их от перегрузки, если сигналы с выходов микшерного пульта случайно окажутся избыточными или если сработает обратная связь.

Типичные студийные наушники – это что-то вроде наушников Beyerdynamic DT100. Каждый наушник обладает максимальной мощностью 2 Ватта. Импеданс у таких наушников может быть совершенно разным – от 8 Ом до более 1000 Ом. Его среднее значение для студийного применения составляет 400 Ом. Ранее мы вычислили, что усилитель с номинальной мощностью 100 ватт на 8 Ом может дать максимальное напряжение на выходе 28,3 вольта. Если мы подставим в представленную выше формулу 400 Ом, мы найдем, что такой усилитель может выдать по максимуму:

$$W = 28,3^2 / 400$$

$$W = 800 / 400$$

$$W = 2$$

то есть 2 Ватта (на нагрузку с импедансом 400 Ом).

Следовательно, если даже довести усилитель до того, что будет давать на выходе максимальное напряжение, он не сможет выдать мощность, достаточную для того, чтобы вывести наушники из строя. Если бы мы захотели использовать шесть наушников, то комбинация шести нагрузок по 400 Ом, включённых параллельно, дала бы общий импеданс, равный:

$$400 / 6 = 66,6 \text{ Ом}$$

Итак, снова воспользуемся формулой:

$$W = V^2 / R$$

$$W = 28,3^2 / 66$$

$$W = 800 / 66,6$$

$$W = 12 \text{ ватт}$$

---

12 Ватт поделённые на шесть наушников снова дадут 2 Ватта на одни наушники.

А теперь сделаем такие же расчёты уже для двадцати наушников:

$$W = 28,32 / 400 \cdot 20$$

$$W = 800 / 20$$

$$W = 40 \text{ Ватт,}$$

поделив которые на двадцать наушников опять-таки получим 2 Ватта.

Таким образом, если правильно выбран импеданс наушников, то усилители будут просто давать больше тока (и соответственно больше мощности) по мере увеличения количества наушников до тех пор, пока не будет достигнуто максимальное значение, допустимое для данного усилителя. Однако если даже и дальше добавлять наушники, то это не скажется на громкости уже подключённых наушников и не приведёт к риску «взрыва» наушников, если отключить другие параллельные устройства, потому что для любого данного сигнала на входе напряжение остаётся постоянным и независимым от импеданса нагрузки.

Вместе с тем, пользуясь таким системами, не лишним будет перестраховаться, подсоединяя усилители для наушников через ненормализованные гнезда, чтобы при необходимости к ним можно было подключаться. Частенько их подключают через гнезда на коммутационной панели, которые

нормализованы со вспомогательными (auxiliary) выходами микшера. Во время сведения, когда дополнительные выходы используются для посылки сигналов на процессоры эффектов, наушники часто по недосмотру остаются в студии включёнными. И вот когда в полунормализованные вспомогательные выходы включаются процессоры эффектов, то связь с усилителями не прерывается, поэтому высокие уровни сигналов, которые могут подаваться на процессоры эффектов, будут идти и на усилители для наушников. Хотя усилители и не могут перегрузить наушники, если говорить о "чистой" мощности, то всё-таки искажённые сигналы, постоянно идущие на наушники, могут повредить их через какое-то время такого "насилия" над ними. Вместе с тем, если поставить себе за правило физически подключать входы усилителя, когда требуется подзвучка, со вспомогательными выходами, то наушники будут автоматически отключаться, когда вспомогательные выходы потребуются для других целей, что позволит избежать повреждений.

В описываемом здесь типе системы внутростудийного мониторинга все сигналы посылаются со вспомогательных выходов микшерного пульта. Поскольку все наушники в одной цепи задействованы от одного и того же усилителя, баланс инструментов в линии раздачи на наушники находится всецело в руках инженера звукозаписи. Обычно инженер обеспечивается гнездом для наушников, связанным с тем же выходом усилителя и расположенным в непосредственной близости от микшера, чтобы всегда при необходимости он смог точно проверить баланс и уровень звука, идущего на наушники музыкантов. Для этого желательно пользоваться теми же наушниками, что и музыканты.

Конечно, не все музыканты хотят слышать один и тот же микс, поэтому часто делают несколько линий раздачи. Барабанщикам может понадобиться в наушниках побольше баса и поменьше барабанов, а бас-гитаристам – побольше барабанов и поменьше баса. Независимо от того, сколько линий раздачи задействовано в работе, у инженера должна быть связь с каждой из них, чтобы он мог хорошо настроить баланс по каждому каналу, будучи абсолютно уверенным, что музыканты слышат тот же звук.

### 17.3 Стерео или моно

Без сомнения, музыкантам легче работать со стерео звуком. Благодаря пространственной рассредоточенности отдельных инструментов, они легко распознаются в стерео миксе, даже если уровень звучания того или иного инструмента относительно низок или он звучит в том же частотном диапазоне, что и другие инструменты. При всём при этом, моно подзвучка всё ещё является довольно обычным явлением, особенно когда нужно воспроизводить несколько миксов и не хватает вспомогательных выходов (auxiliary outputs) или линий раздачи, чтобы посылать стерео сигнал каждому музыканту. Моно миксы обычно требуют более тонкой настройки баланса, если ставится цель дать возможность музыкантам слышать все необходимые нюансы. При этом зачастую целесообразно не включать в микс те инструменты, без которых можно пока обойтись.

Некоторые инженеры звукозаписи, записывая новый трэк, отправляют в линию стерео сигнал со студийного монитора плюс небольшое усиление по тому трэку, который записывается. Такая система может хорошо работать, но её работа должна быть организована так, чтобы никакое мьютирование или солирование на основных мониторах не отражалось на звуке в наушниках. В противном случае это может сильно мешать музыкантам или даже выводить их из себя. Подчас и баланс может быть не такой, потому что восприятие через наушники может сильно отличаться от восприятия через мониторы. Но здесь, опять-таки, важно, чтобы у инженера были наушники, подключенные к тому же усилителю мощности, что и наушники музыкантов. Тогда он легко сможет проверить соответствие баланса.

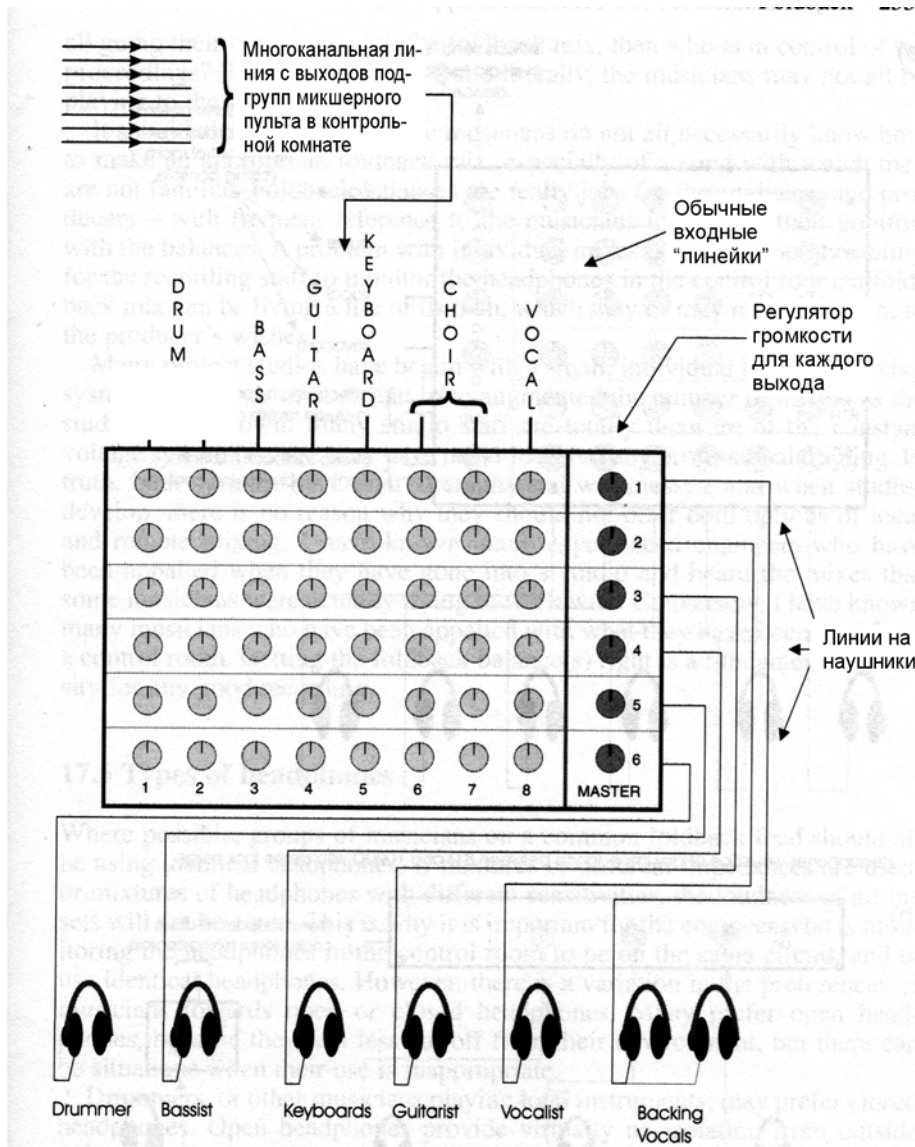
### 17.4 Внутростудийное микширование

У схемы внутростудийного мониторинга, вкратце описанной в разделе 17.1, есть альтернативный подход, при котором сигнал с выхода подгрупп подаётся в студию, где записываются музыканты, и на каждого музыканта или группу музыкантов есть маленькие микшерные пульта. Три варианта такой концепции показаны на рисунках 76 и 77. При такой схеме собранные в подгруппы инструменты, такие как барабаны, гитары, клавишные, вокал, медные духовые и т.п., направляются в студию, где сами музыканты могут устанавливать свой собственный баланс и уровень по отдельности, по крайней мере, настолько, насколько подгруппы могут обеспечить отдельность разных сигналов. Хотя такая система может звучать идеально, обладая гораздо большей гибкостью, чем система с постоянным напряжением, многое в ней может оказаться не таким заманчивым, каким оно видится на первый взгляд. Такая система, как правило, хорошо работает в project-студиях, где одновременно записываются один-два музыканта. Однако при записи больших групп музыкантов возникает риск того, что оркестр будет играть вразнобой, если музыканты будут слушать микс с разным балансом. Позвольте мне разъяснить эту мысль на примере, когда звук барабаны подаётся на четыре канала подзвучки. Возьмем, к примеру, бас-барабан, малый барабан, томы и over head. В зависимости от того, какой барабан изначально выделяется в конкретном миксе подзвучки, отдельный музыкант может, ориентируясь на него, подчёркивать другие доли. Во время больших сеансов записи то, какие доли должны преобладать, решает именно продюсер или музыкальный директор, это не должно отдаваться на волю случая, зависящего всецело от индивидуального предпочтения музыканта в отношении баланса подзвучки. Настройка звука в линии раздачи на наушники задаёт настроение, и здесь особую важность приобретают личное мастерство

опытных инженеров и продюсеров, способных именно балансом подзвучки настроить музыкантов на желаемый стиль исполнения. Не забывайте, что если музыканты все по-разному будут настраивать свой микс, то кто же тогда сможет контролировать всё происходящее? Возможно никто. Может так случиться, что все музыканты будут, буквально говоря, играть не в такт.

Следует также заметить, что не все музыканты точно знают, как добиться нужного им звучания микса, особенно микса незнакомого им произведения. Настройка баланса в линиях раздачи – это всё-таки работа инженеров и продюсеров, которые учли мнения музыкантов насчёт того, довольны ли они данным балансом. Проблема с индивидуальными миксами состоит ещё и в том, что если персонал студии не будет иметь возможность контролировать звук в наушниках музыкантов из контрольной комнаты, то микс подзвучки будет жить, так сказать, своей жизнью, которая не всегда отвечает пожеланиям продюсера.

Многие project-студии из-за нехватки средств начинают с малой системы внутростудийного мониторинга с индивидуальной настройкой баланса, а затем наращивают количество микшеров по мере роста студии.



Наушники обычно используются с импедансом от 50 до 100 Ом, со стерео джеками.

**Рисунок 76.** Вариант системы внутростудийного мониторинга. При такой конфигурации сигналы отдельных инструментов или подгрупп инструментов подаются в студию на линейном уровне. Далее они поступают на микшер, который позволяет каждому музыканту или группе музыкантов по своему усмотрению настраивать баланс подзвучки и общий уровень звучания. Такая система обеспечивает большую гибкость в том плане, что каждый музыкант может настроить оптимальный для него баланс звучания. Но в этом случае необходимо, чтобы музыканты имели какие-то навыки микширования, и предполагается, что они знают, что им нужно. Недостатки этой системы в том, что концентрация музыкантов раздваивается между настройкой микса и исполнением, продюсер или инженер лишаются контроля над миксом, а инженер остаётся в неведении относительно того, что же на самом деле слышат музыканты.

Работники многих студий абсолютно ничего не знают о существовании систем постоянного напряжения, потому что они не проходили никакой профессиональной подготовки. Да, у обеих систем есть свои сильные и слабые стороны. И когда студия развивается и «становится на ноги», было бы разумно иметь в ней оба варианта: как с локальным, так и с дистанционным микшированием. Я знал многих опытных инженеров, которых бросало в дрожь, когда они заходили в студию и слышали миксы, с которыми "на полном серьёзе" пытались работать некоторые музыканты. И наоборот, я знал многих музыкантов, которые просто пугались тех миксов, которые им накручивали из контрольной комнаты. Обеспечение правильного баланса в наушниках музыкантов – это фундаментальное требование для получения хорошей записи.

## 17.5 Типы наушников

Музыканты, играющие в одной группе и запитанные от общей линии, должны по возможности пользоваться одинаковыми наушниками. Если используются наушники с разным импедансом и с разной чувствительностью, то и громкость у всех наушников будет разной. Вот почему важно, чтобы и инженер, который из контрольной комнаты контролирует звук наушников, тоже был подключен к той же цепи и пользовался такими же наушниками. Вместе с тем, у музыкантов существуют разные предпочтения в отношении открытых и закрытых наушников. Многие предпочитают открытые наушники, потому что в них они чувствуют себя менее отрезанными от окружающей обстановки, но бывают случаи, когда использование таких наушников не оправдано.

Барабанщики или другие музыканты, играющие на громких инструментах, предпочитают закрытые наушники. Ведь фактически открытые наушники не обеспечивают сколько-нибудь изоляции от внешних шумов, поэтому барабанщику, играющему "вживую" на барабанах и создающему локальный уровень звукового давления (SPL) 120dB, при пользовании открытыми наушниками потребуется такая громкость в наушниках, которая может быть опасной для слуха. С другой стороны, наушники с хорошим прилеганием к ушам могут обеспечить 30dB-ный уровень изоляции, и поэтому при оставшихся 90dB, барабанщику можно посылать микс, который он будет слышать выше уровня барабанов без риска для ушей.

К применению повышенного уровня звучания наушников нужно проявлять определённую осторожность. Уровень, необходимый для подачи в ушные каналы, чтобы звук в наушниках был по громкости равен звуку, воспринимаемому от мониторов, может на целых 6dB превышать уровень звука мониторов. Это, возможно, связано с отсутствием влияния таких факторов, как тактильное чувство и проводимость костей, которые способствуют усилению звука, поступающего в ушные каналы. Это означает, что барабанная перепонка получает от наушников в четыре раза больше акустической мощности, чем от мониторов, которые звучат с той же громкостью. Такая дополнительная мощность может неожиданно травмировать ухо на уровнях, которые субъективно не воспринимаются как слишком громкие. Отсюда ясно, что если барабанщик надел открытые наушники, то уровни, необходимые для того, чтобы преодолеть акустические 120dB барабанов с помощью субъективно воспринимаемых внутри уха 125 или 126dB, в реальности "нагружают" уши на уровнях звукового давления где-то 132dB. Это превышает любой порог безопасности. Для музыкантов, чьи уши являются их инструментами, результаты могут быть катастрофическими. Если поглядеть дальше, то 130dB представляют собой более чем 1000-кратное превышение той акустической мощности, которой подвергаются промышленные рабочие, уши которых *не столь* необходимы для их работы.

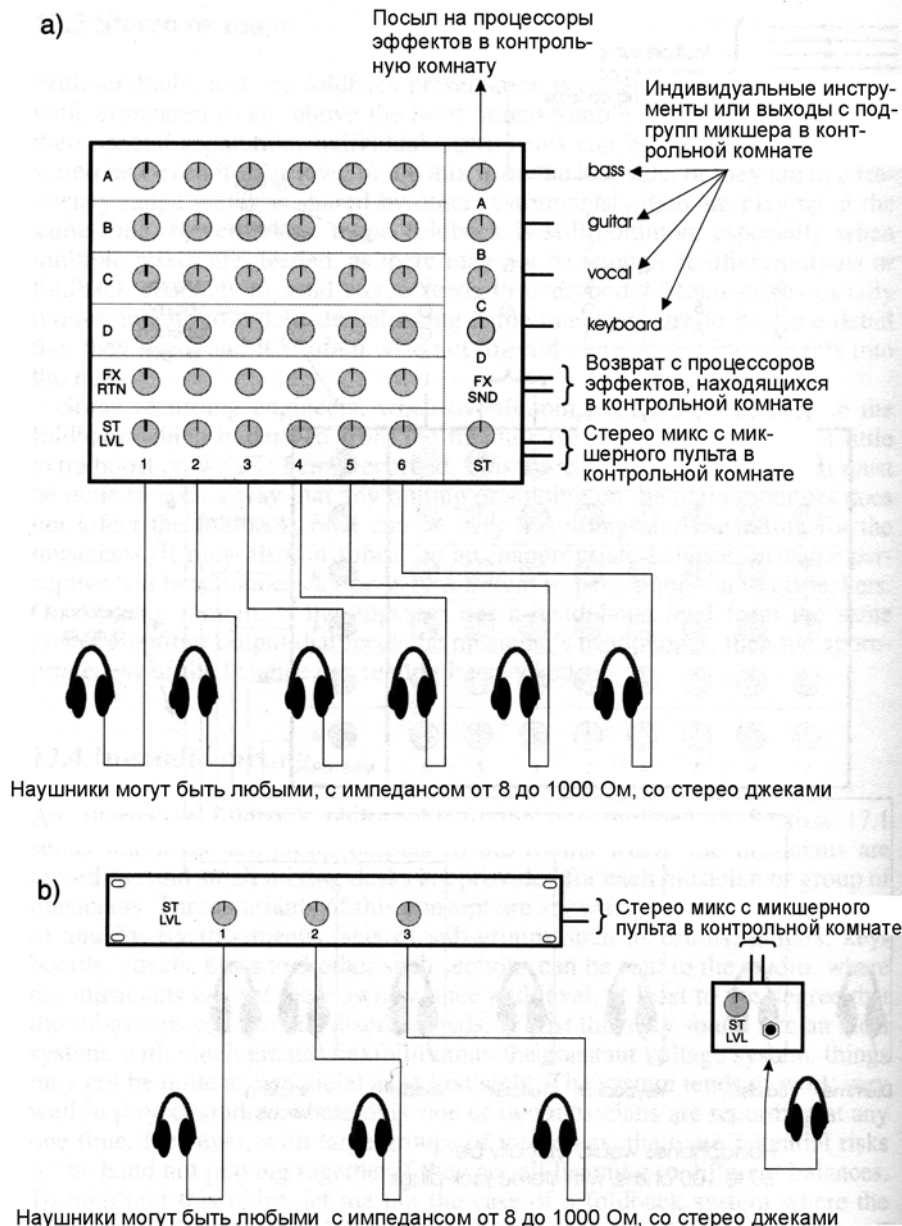
Из вышесказанного ясно, почему нужно пользоваться закрытыми наушниками для того, чтобы "*не выпускать*" звук. Но вокалистам зачастую нужно одевать закрытые наушники для того, чтобы звук "*не выпускать*". Проблемы, связанные с этим, могут случаться во время наложения вокала. Перкуссионные звуки на треке "подкладки" могут давать повсеместное "цыканье", которое сейчас везде так и льётся из разных стереосистем. Если такое "цыканье" просочится в вокальный микрофон, как это часто бывает, то дальнейшая обработка вокала с помощью дилеев, ревербераторов и других эффектов распространится и на просочившееся "цыканье". В особенности это важно, если в процессе сведения вокал компрессируется, и "цыканье" выпирает наружу, что ещё больше обостряет проблему. Даже если какой-то вокалист и не любит одевать закрытые наушники, то вместо того, чтобы отказываться от них и ставить под угрозу запись трэка, лучше поработать с немного приоткрытым одним из наушников, давая возможность вокалисту услышать естественный звук. Ещё одна беда из этой же серии - это проникновение "кликанья" метрономных дорожек в вокальные микрофоны через наушники.

## 17.6 Коннекторы

При работе с системами внутростудийного мониторинга постоянного напряжения обычным делом является использование распределительных коробок-удлинителей для наушников, имеющих шесть-восемь гнезд на конце 4-5-метрового кабеля, подключенного к распределительному разъёму, расположенному в стене. Выводы как с моно, так и со стерео распайкой могут обеспечиваться по каждому каналу подзвучки через простую конфигурацию настенных разъёмов, показанную на рис.78. При



использовании подходящего кабеля в коробки можно дополнительно включать другие коробки, если на какой-то линии требуется побольше выходов. Для этих целей обычно хватает микрофонных кабелей, если только то количество наушников, которое запитывается от одного кабеля, не будет брать больше тока, чем кабель может безболезненно пропустить. Если нужно использовать громкоговорители подзвучки, то их лучше включать непосредственно в разъемы в стене, которые связаны с выходами усилителя мощности с помощью нагрузочного кабеля, применяемого для громкоговорителей.



**Рисунок 77.** Студийная подзвучка (альтернативные варианты, имеющиеся в продаже).  
 (а) При данной конфигурации уровень входного стерео сигнала вдвое выше, чем уровень выходного сигнала, идущего на каждую пару наушников. Уровень возврата эффектов может также использоваться как запасной стерео вход для стерео сигнала с подгруппы микшерного пульта, установленного в контрольной комнате.  
 (б) Имеющиеся в продаже усилители-разветвители для наушников с одним входом и несколькими выходами. Большинство таких устройств оборудуются моно/стерео переключателем, а некоторые имеют альтернативный стерео-вход, который может использоваться как для возврата эффектов, так и в качестве входа для второго микса.

Применять стерео джеки в таких цепях не рекомендуется. Для этого гораздо лучше подходят коннекторы XLR. Проблема со стерео джеками в том, что при подключении в гнезда они могут кратковременно «закорачивать» все контакты, а если по ошибке вставить моно джек, то он непременно закоротит выход усилителя. Джеками лучше запастись для систем внутростудийного мониторинга с индивидуальной подстройкой. Ведь такие системы выигрывают от применения наушников с импедансом, который намного ниже тех 400 Ом, что являются нормой для распределительных систем с постоянным напряжением. Поэтому, применив разные соединители, можно избежать случаев ошибочного включения наушников с "не тем" импедансом в ту или иную систему. Это особенно важно, когда в одной и той же

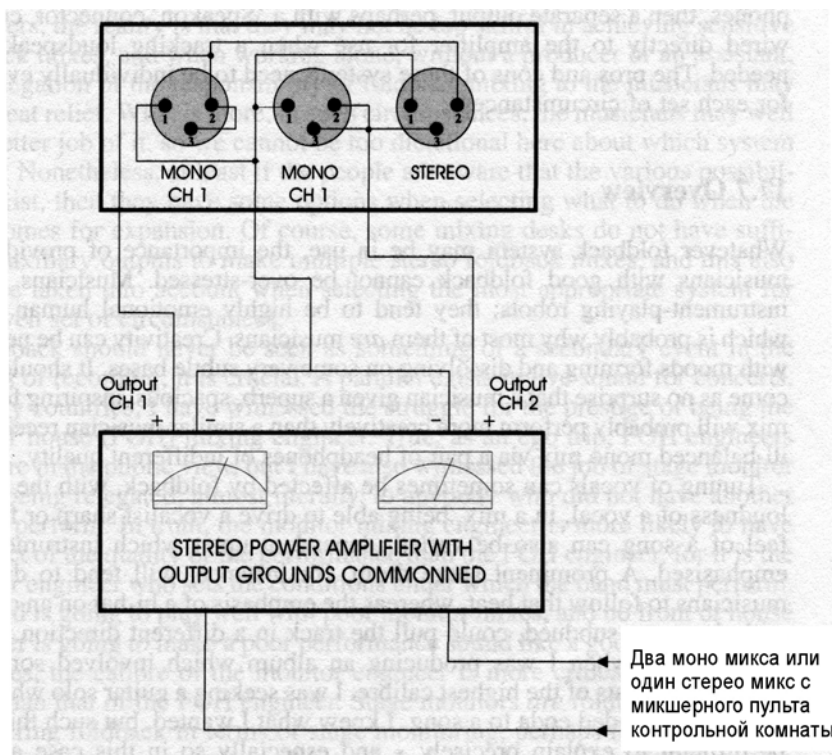
студии используются системы обоих типов.

В качестве ещё одной меры предосторожности против случайного «закорачивания» выхода усилителя мощности можно воспользоваться 15-Омным 50-Ваттным резистором, который включается последовательно с настенной распределительной коробкой для подключения наушников. В случаях, когда применяется небольшое количество наушников, это приведет лишь к минимальному падению напряжения. Но в случае, когда параллельно включены целых 20 наушников, общее сопротивление которых составляет 20 ом, 15-омный резистор будет скрадывать почти половину мощности. Следует также помнить и о том, что при таких обстоятельствах резистор, который стоит на линии музыкального сигнала, может сильно нагреваться, поскольку его теплоотдача составляет где-то 20 Ватт. Поэтому нужно хорошенько подумать, где же лучше его разместить. Если этот элемент нужно использовать для защиты наушников, то для громкоговорителя подзвучки можно сделать отдельный вывод, возможно, с соединителем "Speakon".

Все "за" и "против" этих систем должны конкретно рассматриваться в каждом конкретном случае.

### 17.7 Краткий обзор вышеизложенного

Какая бы система внутростудийного мониторинга ни использовалась, важно то, чтобы она была хороша для музыкантов. Значение хорошей подзвучки трудно переоценить. Музыканты - это ведь не роботы, играющие на инструментах. Это, как правило, высоко эмоциональные личности, благодаря чему, впрочем, они и являются музыкантами. Творчество может представлять собой довольно туманный процесс, в котором настроение то появляется, то рассеивается по каким-то тонким, едва уловимым причинам. Неудивительно поэтому, что музыкант, который обеспечивается миксом с великолепным объёмным и вдохновляющим звуком, будет, возможно, исполнять произведение с большим творческим подъёмом, чем музыкант, получающий плохо сбалансированный монофонический микс через не ахти какие наушники.



*Внимание: не все стерео усилители допускают, чтобы на выходе их «холодные» выходы соединялись вместе, хотя большинство позволяет это делать. Перед тем, как выполнять такое соединение, следует свериться с руководствами по эксплуатации.*

**Рисунок 78.** Конфигурация настенных разъёмов для системы внутростудийного мониторинга постоянного напряжения. При такой конфигурации схема соединений наушников такова: «холодный» провод каждого наушника соединяется с контактом 1 XLR-коннектора; «горячий» провод левого наушника идёт на контакт 2, а «горячий» провод правого наушника на контакт 3. При включении в моно гнезда (или в распределительные коробки с моно гнездами) оба наушника каждой пары наушников связываются вместе, параллельно, с тем моно каналом усилителя, к которому они подключены. В стерео гнезде контакты 2 и 3 связаны с разными каналами усилителя, и поэтому сигнал в наушниках будет стереофоническим.

Микс для музыкантов может повлиять и на строй вокальных партий: относительная громкость вокала в миксе может подвинуть вокалиста на то, что он "съедет" на полтона ниже или "выедет" на полтона выше. Да и ощущение от самой песни может меняться в зависимости от того, какие инструменты подчёркиваются. Выделяющийся рабочий барабан, например, заставляет музыкантов, как правило, подчеркивать данную долю. А вот акцентированный хай-хэт на слабой доле, может увести трэк в другом направлении. Я вспоминаю случай, когда я продюсировал альбом, в записи которого принимали участие очень известные гитаристы высочайшего уровня. Я хотел, чтобы в расширенной коде песни над всеми партиями возвышалась соло-гитара. Я знал, чего хотел, но в точности объяснить такие вещи подчас бывает трудно. А в этом случае - и подавно, т.к. я хотел добиться от гитаристов характерного настроения. Несколько попыток не дали желаемого результата, которого в конечном итоге я добился, "прогнав" для гитариста сначала полную демонстрационную запись, а затем дав ему в подзвучку только отдельные трэки записи. На подзвучке я выключил бас, барабаны и инструменты, которые задавали ритм. В конечном итоге, он играл, опираясь только на "а-а-а" и "о-о-о" back-вокала, приглушенную ритм-гитару и что-то ещё. В результате получился классный трэк с мощным «полётом» гитары, в котором она то взмывала ввысь, то ныряла вниз, не сдавленная жёсткостью мощного ритма. Направление записи гитарной партии было целиком задано выбором инструментов в подзвучке и их относительным балансом. Этого удалось добиться только потому, что микс, подаваемый на подзвучку был продиктован продюсером и инженером. Такой выход из данной ситуации вряд ли был бы возможен, если бы музыканты сами настраивали себе подзвучку.

Следует помнить и о том, что очень многие владельцы и операторы project-студий больше находятся под влиянием производителей оборудования и их дилеров, чем под влиянием высококлассных студий и принципов их работы. Один из предлагаемых вариантов для внутростудийного мониторинга - это применение готовых "ящиков", которые хотят продать производители и дилеры. Эти "ящики" можно запросто купить, воткнуть в них подходящие кабеля - и вперед! С другой стороны, вариант системы постоянного напряжения с работой от одного усилителя потребует больше усилий при монтаже. Но если речь идет о применении большого количества наушников, то такой вариант будет для студии несомненно дешевле. Но применение такого варианта далеко не всегда совпадает с интересами дилеров.

Конечно, в случаях, когда запись выполняется относительно неопытными инженерами, у них не всегда на деле хватает квалификации, чтобы добиться достаточно выразительного звучания подзвучки. И если они работают без продюсера или помощника, то делегирование музыкантам ответственности за настройку подзвучки может сильно разрядить ситуацию. Более того, при таких обстоятельствах музыканты могут лучше справиться с этой работой, а поэтому мы не хотим быть чересчур категоричными в вопросе, какая система лучше. Вместе с тем, если люди хотя бы знают о том, что существуют разные варианты, то у них появляется возможность выбора, когда представляется случай расширить свою систему. Конечно же, некоторые микшерные пульта не имеют достаточного количества вспомогательных выходов (auxiliary outputs), чтобы сделать стерео миксы по нескольким линиям, и это тоже нужно учитывать при выборе соответствующей системы в конкретном случае.

Нельзя смотреть на подзвучку как на что-то второстепенное в процессе записи: её значение огромно. Если провести параллель, то его можно сравнить с ситуацией на концертах с "живым звуком". Во многих странах я наблюдал борьбу за престижность быть концертным FОН-инженером. Ещё бы! Ведь если говорить о личных мотивах, то концертные FОН-инженеры всегда больше на виду, чем другой концертный персонал. И, вместе с тем, я был свидетелем случаев, когда работа мониторингового инженера перекладывалась, почти в буквальном смысле слова, на любого, кто в настоящий момент был не занят. По правде говоря, мониторинговый инженер оказывает большее влияние на качество исполнения, чем концертный FОН-инженер, потому что именно мониторинговый инженер создаёт те условия, в которых работает музыкальный коллектив. Ни одна группа не сможет хорошо играть при плохо настроенных мониторах, и ни один FОН-инженер не сможет сделать так, чтобы плохое исполнение звучало хорошо. Во многих случаях значение мониторингового инженера оказывается более важным для успеха всего концерта, чем значение FОН-инженера. А сценические мониторы как раз и есть не что иное, как подзвучка, и может быть, если взглянуть на подзвучку именно под углом сценического мониторинга, будет легче понять важность подзвучки как таковой. Действительно, когда выдающиеся артисты гастролируют по всему миру, то выбор мониторингового инженера всегда занимает важное место в списке их приоритетных задач. Во многих случаях к мониторинговым инженерам относятся, как к членам группы. Отношения здесь могут быть почти родственными, поскольку артисты понимают, что мониторинговый микс может быть чем-то вроде "хлеба насущного", от которого зависит успех всего исполнения. Вот какова сила подзвучки!