

тические явления, которые наблюдаются в театре при исполнении музыки в оркестровой яме: она должна создавать большое число отражений, сбалансированных по уровням и приходящих с требуемыми временами запаздывания. Это, конечно, связано с большими затратами, может быть сделано лишь в особых случаях, и, несмотря на все расхождения, достижимый выигрыш по усилению ограничен и здесь некоторой субъективной границей.

Из сказанного следует, что в зеленых театрах и вообще при озвучении открытого пространства, где естественные отражения практически отсутствуют, выигрыш по усилению, достигаемый с помощью электроакустических средств, может быть весьма ощутимым без нарушения локализации и естественности звучания.

3.6. РАЗБОРЧИВОСТЬ — ПРОЗРАЧНОСТЬ

3.6.1. Общие положения

В то время, как на речи представляет интерес по существу лишь ее разборчивость, на музыкальных сигналах прозрачность является только одним из параметров качества звучания. И тот, и другой параметры определяются ранними отражениями, которые не нарушают локализацию и когерентны (хотя и сдвинуты во времени) с прямым звуком, поскольку предшествуют собственно реверберационному процессу. Ранние отражения, в отличие от реверберационного сигнала, могут как бы «поддерживать» прямой сигнал. На завершающем участке реверберационного процесса друг на друга налагается так много запаздывающих на разное время повторений исходного сигнала, что последний практически невозможно выделить. Повышению разборчивости и прозрачности особенно способствуют отражения (как естественные, так и электроакустические), которые приходят в медианной плоскости (спереди, сверху и сзади), поскольку сигналы, поступающие в оба уха, в этом случае максимально коррелированы между собой. Это обстоятельство, а также малое время запаздывания повторений сигнала объясняют само по себе примечательное практическое наблюдение, что в помещениях с отражающей задней стеной разборчивость речи в задних рядах может быть даже выше, чем в средних.

Если бы распознавание сигналов основывалось только на анализе прямого звука, то это было бы очень плохо с точки зрения разборчивости и прозрачности. На расстоянии, равном четырехкратному значению радиуса гулкости, энергия прямого звука составляет лишь 1/16 энергии диффузного звука. Решающее и положительное значение в этом случае имеет тот факт, что реверберационное поле не успевает сформироваться до окончания большинства процессов установления (см. разд. 2.5.3). В это время ранние отражения могут быть весьма эффективными для распознавания сигнала.

Но реверберационный сигнал предыдущих звуков и тонов является помехой для последующих звуков! Поэтому восприятие ин-

формации, которую несет в себе сигнал, облегчается в тем большей степени, чем длительнее звучат составляющие его компоненты. Звуки речи имеют среднюю длительность около 80 мс [7, с. 48] и, таким образом, никогда не создают в помещении установившегося состояния. Примерно столько же времени звучат в музыке ноты длительностью 1/8. На более часто встречающиеся в музыкальных произведениях ноты длительностью 1/4 звучат около 170 мс [95], и в этом случае уже есть вероятность того, что в помещении будет достигнуто установившееся состояние до окончания звучания ноты. Можно считать, что полностью установившееся состояние достигается на половинных и целых нотах. При этом достаточная информация о сигнале содержится и в реверберационном отзвуке. Ранние отражения в тем большей степени способствуют распознаванию сигнала, чем больше его длительность. Поэтому в пределах первых 80 мс они повышают прозрачность звучания музыки; разборчивости речи способствуют лишь отражения, приходящие за первые 50 мс. Конечно, это не жесткие границы, а некоторые средние значения, найденные статистическими методами.

3.6.2. Разборчивость речи

Для оценки качества звучания речи существует один-единственный субъективный критерий — *слоговая разборчивость* v . Она определяется весьма простым методом: на трибуне или на сцене произносятся отдельные слоги, так называемые *логатоми*. Эти слоги или части слов должны быть часто используемыми в языке, на котором производится экспертиза, но сами по себе не должны иметь какого-либо смысла. Они должны опознаваться только по последовательности характерных для них звуков, а не по семантическому содержанию.

Эксперты, сидящие в разных местах помещения, записывают то, что они слышат. Доля правильно понятых слогов из общего числа произнесенных (часто ее выражают в процентах) характеризует слоговую разборчивость v . В помещениях с очень хорошей разборчивостью она составляет более 90%.

Зависимость слоговой разборчивости от архитектурно-акустических параметров исследовалась многими авторами [7, 17, 100, 133].

В результате этих исследований было получено следующее соотношение:

$$v = 96 k_{\text{нч}} k_{\text{вч}} k_{\text{н}} k_{\text{с}}, \quad (3.7)$$

Коэффициент 96 учитывает то обстоятельство, что даже если условия прослушивания не препятствуют пониманию (например, оратор и слушатель сидят друг против друга в тихом заглушенном помещении), то и в этом случае, как показывает опыт, правильно воспринимаются только 96% слогов. Коэффициенты $k_{\text{нч}}$ и $k_{\text{вч}}$ учитывают имеющиеся или необходимое ограничение поло-