

МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЯ ЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ И ШУМОВ

С. АГЕЕВ, г. Москва

Эта статья знакомит с особенностями методик измерения напряжения звуковых сигналов и шумов, позволяющих оценивать параметры звуковой аппаратуры (аналоговой и аналого-цифровой).

В следующих номерах журнала мы предполагаем рассказать о приборе, который выполнен на базе распространяемого милливольтметра ВЗ-38. После доработки он пригоден для разнообразных измерений в достаточно широкой полосе частот.

О СТАНДАРТАХ НА ИЗМЕРЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ В ЗВУКОТЕХНИКЕ И ИХ ПРИМЕНЕНИИ

Оценка многих параметров звуко-технической аппаратуры предполагает в первую очередь корректные измерения переменного напряжения различной формы (в первую очередь — измерение напряжения шумов). Следует отметить, что специализированные вольтметры со взвешивающими фильтрами для измерения шумов (псофометры) ни ранее в бывшем СССР, ни сейчас в СНГ не выпускались и не выпускаются. Кроме этого, соответствующие методики измерений часто остаются недоступными широкому кругу радиолюбителей и профессионалов, занимающихся разработкой и эксплуатацией такой аппаратуры. Поэтому начнем со стандартов на измерения напряжения сигналов и шумов в звукотехнике.

Общезвестно, что для измерения напряжения звуковых сигналов, как в любительской практике, так и при ремонте, используют преимущественно вольтметры переменного напряжения общего применения. Несмотря на кажущуюся простоту и очевидность измерений с их помощью, имеется множество обстоятельств, влияющих на конечный результат и тем самым препятствующих объективной оценке качества аппаратуры и сопоставлению результатов, особенно при сравнении характеристик аппаратуры различных изготовителей.

Зависимость получаемого результата от методики измерения оказывается наиболее сильной при измерении уровня шумов и уровня (громкости) музыкальных сигналов. Вовсе не редкость, когда полученные “объективные” данные, например, о сравнительном уровне шума совершенно расходятся с субъективными ощущениями. В простейшем случае для определения отношения сигнал/шум измеряют так называемое “невзвешенное” значение уровня шума имеющимся в наличии широкополосным вольтметром средневыпрямленных (Average Response Meter, ARM), реже среднеквадратичных (Root of Mean Square, RMS) или пиковых (Peak) значений с линейной АЧХ.

Недостатки таких измерений очевидны: во-первых, учитываются все шумы и помехи, лежащие в рабочей полосе частот вольтметра; во-вторых, не учитываются особенности человеческого слуха: различие в слышимости шумов на разных частотах, различие в заметности

и восприимчивости шумовых и “организованных” помех, например, фона и помех от радиостанций.

Кроме того, при сопоставлении результатов измерений с паспортными характеристиками, измеренными другими способами, как показывает опыт, часто возникают недоразумения, а то и необоснованные упреки в адрес фирм-изготовителей. Так, один из знакомых авторов, измерив обычным милливольтметром на выходе кассетного магнитофона относительный уровень шума (составивший -45 дБ), долго возмущался по поводу приведенного в описании значения -58 дБ, измеренного со взвешиванием (с характеристикой фильтра МЭК-А).

Несколько проще обстоит дело при измерении напряжения звуковых сигналов: поскольку отношение сигнал/шум в большинстве случаев оказывается на много больше единицы, широкополосный шум практически не влияет на результаты измерений. С другой стороны, при измерении малых уровней напряжения (слабых сигналов) необходимо принимать меры к уменьшению влияния шумов (ограничивать полосу пропускания, вводить поправку на вклад шумов). Тем не менее в большинстве практических случаев напряжение полезного сигнала может быть измерено с помощью среднеквадратичного вольтметра при постоянной времени интегрирования от 100 до 200 мс. Если же измеряется величина синусоидального сигнала (как это обычно и бывает), то можно использовать почти любой вольтметр переменного напряжения (кроме импульсного пикового), поскольку все они градуируются по эффективному значению синусоидального сигнала.

Очевидно, что для приближения результатов приборных измерений к субъективным ощущениям слушателей следует, по возможности, разделять как “организованные” помехи, например, наводки с частотой сети и ее гармоник, так и случайные, шумовые напряжения. Причем необходимо пользоваться вольтметром, амплитудная, амплитудно-частотная и импульсная характеристики которого имитируют физиологические особенности человеческого слуха. Классической иллюстрацией является неравномерность амплитудно-частотных и амплитудных характеристик слухового ощущения, показываемая семейством кривых равной громкости на рис. 1. Следует отметить, что эти кривые не отражают степень заметности (неприятности) различных по

характеру звуков и шумов в различных условиях.

Их анализ показывает, что как амплитудно-частотная, так и амплитудная характеристики человеческого слуха нелинейны. Чувствительность его максимальна в диапазоне частот 2...5 кГц и уменьшается как с ростом, так и снижением частоты звуковых колебаний. Из этого следует, что если уровни помех и искажений (с учетом выбранного опорного уровня) оказываются ниже абсолютного порога слышимости, то на слух они никогда не будут заметны. Более того, поскольку всегда имеются внешние (по отношению к интересующему нас источнику звука) акустические шумы и помехи, достаточно выполнить условия, при которых шумы и помехи в полезном сигнале либо незаметны на фоне внешних шумов и помех, либо их характер имеет оттенки не такие неприятные, как внешние шумы и помехи.

Уже из самой постановки этого вопроса вытекает неоднозначность решения задачи измерения заметности шумов и помех применительно к конкретным условиям, а также сложность адекватного измерения напряжений шумов, помех и музыкальных сигналов. Соот-

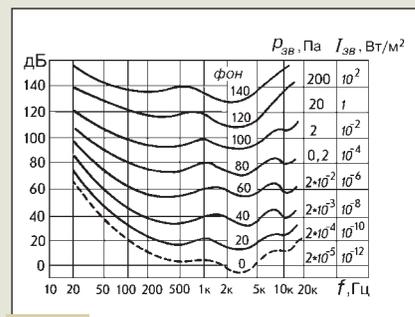


Рис. 1

ветственно измерение отношения сигнал/шум также оказывается неоднозначным.

Наиболее информативен при таких сопоставлениях график частотной зависимости квазипиковой мощности измеряемого сигнала на единицу частотного интервала (чаще всего трети октавы), называемый соответственно квазипиковым спектром третьоктавных напряжений (рис. 2). Для специалиста он дает практически исчерпывающую информацию.



Рис. 2

Однако эти графики вряд ли могут быть поняты рядовым потребителем. В связи с этим обычно ограничиваются указанием одного-двух чисел, лишь в какой-то мере характеризующих искомые напряжения и, что самое главное, слабо связанных со слуховой заметностью и неприятностью шумов и помех,