

Особенности стандартов, описывающих мощность в звукотехнике.

Эта статья также опубликована на [iXBT](#)

Многим иногда приходилось задумываться, что же именно обозначает мощность, в том или ином виде приводимая в паспортах акустических систем и звукоусилительной аппаратуры. Материалов на эту тему в сети и печатных изданиях встречается на удивление мало, внятных ответов на вопросы тоже.

Попытаюсь хоть как-то уменьшить число белых пятен в этой области. Некоторые более точные описания определений возникли у меня в диалоге, при попытке лучше объяснить собеседнику их смысл.

Зарубежные и международные стандарты и определения

SPL (Sound Pressure Level) — уровень звукового давления, развиваемого АС.

SPL есть произведение относительной чувствительности АС (акустической системы) на подводимую электрическую мощность. Следует иметь в виду, что слух является нелинейным инструментом, и для оценки субъективной громкости следует делать поправки на кривые равной слышимости (weighting curve), которые на практике различаются не только для разных уровней сигнала, но и для каждого индивидуума в отдельности.

A-weighting (weighting curve) — взвешивающая кривая.

Зависимость, описывающая уровни звукового давления на различных частотах, воспринимаемые слухом, как одинаково громкие. Амплитудно-частотная характеристика взвешивающего фильтра, используемого при измерениях уровня звукового давления и учитывающего частотные свойства человеческого слуха.

RMS (Root Mean Squared) — среднеквадратичное значение электрической мощности, ограниченной заданными нелинейными искажениями.

Мощность замеряется синусоидальным сигналом на частоте 1 кГц при достижении 10 % THD. Она вычисляется, как произведение среднеквадратичных значений напряжения и тока при эквивалентном количестве теплоты, создаваемой постоянным током.

Для синусоидального сигнала среднеквадратичное значение меньше амплитудного в $\sqrt{2}$ раз (х 0,707). Вообще же, это виртуальная величина, термин "среднеквадратичный", строго говоря, может быть применен к напряжению или силе тока, но не к мощности. Известный аналог — действующее значение (все знают его для сети электропитания переменным током — это те самые 220 V для России).

Попробую объяснить, почему это понятие для описания звуковых характеристик малоинформативно. Среднеквадратичная мощность — это производящая работу. То есть, имеет смысл в электротехнике. И относится не обязательно к синусоиде. В случае музыкальных сигналов громкие звуки мы слышим лучше, чем слабые. И на органы слуха воздействуют больше амплитудные значения, а не среднеквадратичные. То есть громкость не эквивалентна мощности. Поэтому среднеквадратичные значения имеют смысл в электросчетчике, а вот амплитудные в музыке. Еще более популистский пример — АЧХ. Провалы АЧХ

заметны меньше, чем пики. То есть громкие звуки более информативны, чем тихие, а усредненное значение будет мало о чем говорить.

Таким образом, стандарт RMS был одной попыток описать электрические параметры звуковой аппаратуры, как потребителя электроэнергии.

В усилителях и акустике этот параметр тоже, по сути, имеет весьма ограниченное применение — усилитель, который выдает 10% искажений не на максимальной мощности (когда возникает клиппинг — ограничение амплитуды усиливаемого сигнала с возникающими специфическими динамическими искажениями), еще поискать. До достижения максимальной мощности искажения транзисторных усилителей, например, не превышают зачастую сотых долей процента, а уже выше резко возрастают (нештатный режим). Многие акустические системы при длительной работе с таким уровнем искажений уже способны выйти из строя.

Для совсем уж дешевой техники указывается другая величина — **PMPO**, совсем уж бессмысленный и никем не нормированный параметр, а значит, друзья-китайцы измеряют его так, как бог на душу положит. Если точнее, в попугаях, причем каждый в своих. Значения PMPO часто превышают номинальные вплоть до коэффициента 20.

PMPO (Peak Music Power Output) — пиковая кратковременная музыкальная мощность, величина, которая означает максимально достижимое пиковое значение сигнала независимо от искажений вообще за минимальный промежуток времени (обычно за 10 мс, но, вообще, не нормировано).

Как следует из описания, параметр еще более виртуальный и бессмысленный в практическом применении. Посоветую эти значения не воспринимать всерьез и на них не ориентироваться. Если вас угораздило покупать аппаратуру с параметрами мощности, указанными только, как PMPO, то единственный совет — послушать самостоятельно и определить, подходит это вам или нет.

DIN — аббревиатура от **Deutsches Institut für Normung**.

Немецкая неправительственная организация, занимающаяся стандартизацией для лучшей интеграции рынка товаров и услуг в Германии и на международном рынке. Продуктами этой организации являются самые различные стандарты, касающиеся самых различных сфер применения, в том числе и относящиеся к области звуковоспроизведения, которые нас здесь и интересуют.

К DIN 45500, где описываются требования к аппаратуре высокой верности звучания (иначе Hi-Fi — High Fidelity), относятся:

1. DIN 45500-1
High fidelity audio equipment and systems; minimum performance requirements.
2. DIN 45500-10
High fidelity audio equipment and systems; minimum performance requirements for headphones.
3. DIN 45500-2
Hi-Fi technics; requirements for tuner equipments.
4. DIN 45500-3
Hi-Fi technics; requirements for disk record reproducing equipments.

5. DIN 45500-4
High fidelity audio equipment and systems; minimum performance requirements for magnetic recording and reproducing equipment.
6. DIN 45500-5
High fidelity audio equipment and systems; minimum performance requirements for microphones.
7. DIN 45500-6
High fidelity audio equipment and systems; minimum performance requirements for amplifiers.
8. DIN 45500-7
Hi-Fi-technics; requirements for loudspeakers.
9. DIN 45500-8
Hi-Fi technics; requirements for sets and systems.

DIN POWER — значение выдаваемой на реальной нагрузке (для усилителя) или подводимой (к АС) мощности, ограниченной указанными нелинейными искажениями. Измеряется подачей сигнала с частотой 1 кГц на вход устройства в течение 10 минут. Мощность измеряется при достижении 1 % THD (нелинейных искажений).

Есть и другие виды измерений, например, DIN MUSIC POWER, описывающая мощность музыкального (шумового) сигнала. Обычно указываемая величина DIN music выше, чем приводимая, как DIN.

Информации по данному стандарту у меня немного, привожу только то, что удалось собрать.

Отечественные стандарты

Номинальная мощность (ГОСТ 23262-88) — величина искусственная, она оставляет свободу выбора изготовителю. Разработчик волен указать значение номинальной мощности, соответствующее наиболее выгодному значению нелинейных искажений. Обычно указанная мощность подгонялась под требования ГОСТ к классу сложности исполнения при наилучшем сочетании измеряемых характеристик. Указывается как у АС, так и у усилителей.

Иногда это приводило к парадоксам — при искажениях типа "ступенька", возникающих в усилителях класса АВ на малых уровнях громкости, уровень искажений мог снижаться при увеличении выходной мощности сигнала до номинальной. Таким образом достигались рекордные номинальные характеристики в паспортах усилителей, с крайне низким уровнем искажений при высокой номинальной мощности усилителя. Тогда как наивысшая статистическая плотность музыкального сигнала лежит в диапазоне амплитуд 5-15% от максимальной мощности усилителя. Вероятно, поэтому российские усилители заметно проигрывали на слух западным, у которых оптимум искажений мог быть на средних уровнях громкости, тогда как в СССР шла гонка за минимумом гармонических и иногда интермодуляционных искажений любой ценой на одном, номинальном (почти максимальном) уровне мощности.

Паспортная шумовая мощность — электрическая мощность, ограниченная исключительно тепловыми и механическими повреждениями (например: сползание витков звуковой катушки от перегрева, выгорание проводников в местах перегиба или спайки, обрыв гибких проводов и т.п.) при подведении розового шума через корректирующую цепь в течение 100 часов.

Максимальная кратковременная мощность — электрическая мощность, которую громкоговорители АС выдерживают без повреждений (проверяется по отсутствию дребезжаний) в течение короткого промежутка времени. В качестве испытательного сигнала используется розовый шум. Сигнал подается на АС в течение 2 сек. Испытания проводятся 60 раз с интервалом в 1 минуту. Данный вид мощности дает возможность судить о кратковременных перегрузках, которые может выдержать громкоговоритель АС в ситуациях, возникающих в процессе эксплуатации.

Максимальная долговременная мощность — электрическая мощность, которую выдерживают громкоговорители АС без повреждений в течение 1 мин. Испытания повторяют 10 раз с интервалом 2 минуты. Испытательный сигнал тот же.

Максимальная долговременная мощность определяется нарушением тепловой прочности громкоговорителей АС (сползанием витков звуковой катушки и др.).

Розовый шум (используемый в этих испытаниях) — группа сигналов со случайным характером и равномерной спектральной плотностью распределения по частотам, убывающей с увеличением частоты со спадом 3 дБ на октаву во всем диапазоне измерений, с зависимостью среднего уровня от частоты в виде $1/f$. Розовый шум имеет постоянную (по времени) энергию на любом из участков частотной полосы.

Белый шум — группа сигналов со случайным характером и равномерной и постоянной спектральной плотностью распределения по частотам. Белый шум имеет одинаковую энергию на любом из участков частот.

Октава — Музыкальная полоса частот, соотношение крайних частот которой равно 2.

Электрическая мощность — Мощность, рассеиваемая на омическом эквивалентном сопротивлении, равном по величине номинальному электрическому сопротивлению АС, при напряжении, равном напряжению на зажимах АС. То есть, на сопротивлении, эмулирующем реальную нагрузку в тех же условиях.

Написано 31.10.2000
Дополнено 07.01.2002
Игорь Илларионов
(aka NEW)