

# Критерий уровня шума при выборе систем кондиционирования

*Брух С.В. Ассоциация Японские Кондиционеры*  
[bruh@jac.ru](mailto:bruh@jac.ru)

Шум – это «побочный продукт» работы кондиционера, неизбежное зло его использования. Естественно, чем меньше шумит кондиционер, тем лучше. Поэтому усилия всех производителей систем комфортного кондиционирования воздуха направлены на снижение уровня шума от их оборудования. Но шум кондиционера зависит не только от его конструкции или марки. Шум в значительной степени зависит от окружающих условий, места или варианта установки кондиционера. Чтобы определить факторы, влияющие на уровень шума от систем кондиционирования, рассмотрим основы физики процессов возникновения шума.



**Шум** – это колебания воздушной среды, несущие в себе определенную величину кинетической энергии или **звуковой мощности** ( $W$ , Вт). Поэтому для измерения уровня шума часто используют такую величину как **уровень звуковой мощности**, измеряемой по отношению к **пороговой звуковой мощности** ( $W_{п}$ , 10-12 Вт), которую может слышать человек. Для расчетов используется следующая формула:

$$L_w = 10 \times \log(W/W_{п}) \quad (1)$$

С другой стороны, шум – это колебания воздушной среды, воспринимаемые человеческим ухом как происходящие в звуковой волне периодические изменения давления (сжатия и разрежения), выраженные в паскалях. Величина, оценивающая уровень шума по давлению носит название **уровень звукового давления** и измеряется также по отношению к пороговому звуковому давлению (2,1 – 5 Па).

$$L_p = 10 \times \log(P/P_{п}) \quad (2)$$

Полученные по формулам (1; 2) величины измеряются в децибелах (дБ).

В каталогах и паспортах фирм - изготовителей климатического оборудования указываются различные значения уровня шума: одни указывают уровень звукового давления, другие уровень звуковой мощности. Потребителям необходимо обращать на это внимание при выборе того или иного вида оборудования.

Фактически шум представляет собой совокупность звуковых волн различной частоты. Человеческое ухо воспринимает частоты от 20 до 16000 Гц. На практике удобно при описании характеристик шума использовать частотные полосы. Диапазон частот, воспринимаемых человеческим ухом, разбит на 10 октавных полос (частота октавы изменяется от одной частоты до удвоенной частоты, например: от 320 до 640 Гц). Эти октавные полосы обозначаются средней частотой (таблица 1). Шумовыми характеристиками технологического и инженерного оборудования являются уровни звуковой мощности  $L_w$ , дБ, в восьми октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 63 - 8000 Гц (октавные уровни звуковой мощности).

Таблица 1.

<b>Частота, Гц</b>	<b>31</b>	<b>63</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>	<b>8000</b>	<b>16000</b>
<b>Октава</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>Звук</b>	<b>низкий</b>			<b>средний</b>			<b>высокий</b>			

Ухо человека имеет разную степень восприятия звуков различной частоты. Это означает, что при одинаковом уровне звуковой мощности высокочастотный звук мы слышим лучше, чем звук с низкой частотой. То есть интенсивность звукового ощущения сильно меняется в зависимости от частоты звука. За базовые приняты интенсивность звука с частотой 1000 Гц и уровень звукового давления 40 дБ. Для того чтобы человек почувствовал такой же уровень воздействия звука с частотой, например, 31,5 Гц, необходимо увеличить уровень звукового давления до 75 дБ.

Для перехода от физических характеристик шума к субъективно воспринимаемым (физиологическим характеристикам) используется экспериментальный метод **взвешивания**. В этом случае шумовые характеристики классифицируются с использованием трех категорий, или трех фильтров (таблица 2):

Таблица 2.

<b>Частота, Гц</b>	<b>63</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>	<b>8000</b>
<b>Категория А – ниже 55 дБ</b>	<b>-26,2</b>	<b>-16,1</b>	<b>-8,6</b>	<b>-3,2</b>	<b>0</b>	<b>1,2</b>	<b>1</b>	<b>-1,1</b>
<b>Категория Б – от 55 до 85 дБ</b>	<b>-9,3</b>	<b>-4,2</b>	<b>-1,3</b>	<b>-0,3</b>	<b>0</b>	<b>-0,1</b>	<b>-0,7</b>	<b>-2,9</b>
<b>Категория С – выше 85 дБ</b>	<b>-0,8</b>	<b>-0,2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-0,2</b>	<b>-0,8</b>	<b>-3</b>

Фильтр А является наиболее часто используемым на практике фильтром для систем кондиционирования. Следует помнить, что уровни шума в единицах дБ, или дБл соответствуют уровню шума без взвешивания, а уровни шума в единицах дБА, дБВ, дБС – уровню шума со взвешиванием (А, В, или С).

ISO разработаны кривые NR показателей чувствительности человеческого уха. Они определяют номинальное значение при частоте 1000 Гц. Используется также коэффициент шума NC, который аналогичен NR, но соответствует номинальному значению 1500 Гц (рис. 1).

## MODEL : AS9

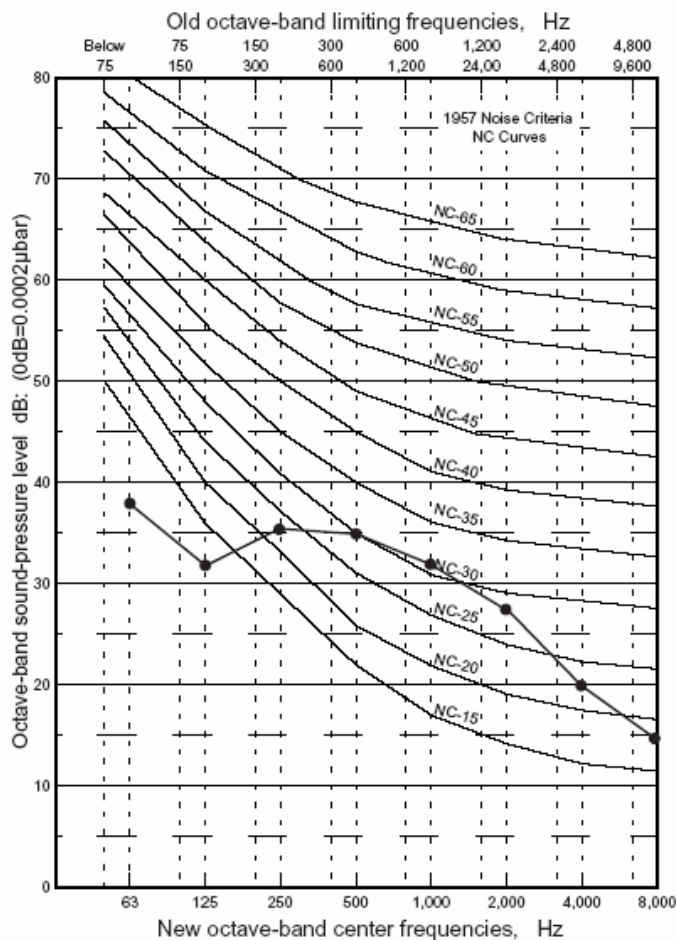


Рис. 1. Кривые NC показателей чувствительности человеческого уха и уровень звукового давления модели AS9 VRF системы **GENERAL** серии J.

### Нормативные требования к уровню шума от систем кондиционирования.

Системы кондиционирования воздуха максимально приближены к человеку, находятся рядом с ним во время его работы и отдыха. Поэтому такой немаловажный фактор, как шум от них оказывает колоссальное воздействие на состояние эмоционального и физического комфорта человека. Неудивительно, что шумовые характеристики окружающей человека среды – в том числе шум от систем кондиционирования воздуха – нормируются (табл. 3) [1].

Таблица 3.

Назначение помещений или территорий	Уровень звукового давления (эквивалентный уровень звукового давления) $L_p$ , дБ								$L_p$ , дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Номера гостиниц категории А с 7.00 до 23.00	59	48	40	34	30	27	25	23	<b>35</b>
Номера гостиниц категории А с 23.00 до 7.00	51	39	31	24	20	17	14	13	<b>25</b>
Жилые комнаты квартир, с 7.00 до 23.00	63	52	45	39	35	32	30	28	<b>40</b>
Жилые комнаты квартир, с 23.00 до 7.00	55	44	35	29	25	22	20	18	<b>30</b>

Залы совещаний	63	52	45	39	35	32	30	28	<b>40</b>
Офисные помещения	71	61	54	49	45	42	40	38	<b>50</b>
Залы кафе, ресторанов	75	66	59	54	50	47	45	43	<b>55</b>
Торговые залы магазинов, вокзалов, спортзалы	79	70	63	58	55	52	50	49	<b>60</b>
Территории жилых зданий с 7.00 до 23.00	75	66	59	54	50	47	45	44	<b>55</b>
Территории жилых зданий с 23.00 до 7.00	67	57	49	44	40	37	35	33	<b>45</b>

Как видно из таблицы 3 значения максимального уровня шума значительно отличаются по времени (день и ночь). В дневное время использования систем кондиционирования воздуха наблюдаются максимальные теплоизбытки в большинстве помещений. Поэтому расчетная (максимальная) мощность кондиционера подбирается исходя из дневных теплоизбытков. С точки зрения теплотехнических характеристик кондиционера максимальная мощность охлаждения наблюдается при максимальных скоростях вращения вентилятора внутреннего блока. Следовательно, расчетным режимом в дневное время является режим максимальной скорости вращения вентилятора внутреннего блока. Чем больше скорость вентилятора, тем больше уровень шума от кондиционера, но тем больше его производительность по холоду.

С другой стороны в ночное время в спальнях гостиниц и квартир теплоизбытки значительно меньше, чем в дневное время, за счет отсутствия главным образом солнечной радиации. Поэтому для поддержания требуемой температуры достаточно минимальной производительности кондиционера на низкой скорости вращения вентилятора внутреннего блока.

При определении максимального уровня шума от систем кондиционирования воздуха необходимо учитывать требования снижения его на 5 дБА при нахождении кондиционера непосредственно в обслуживаемом помещении [2]. Однако, в документе [1] таких требований уже нет.

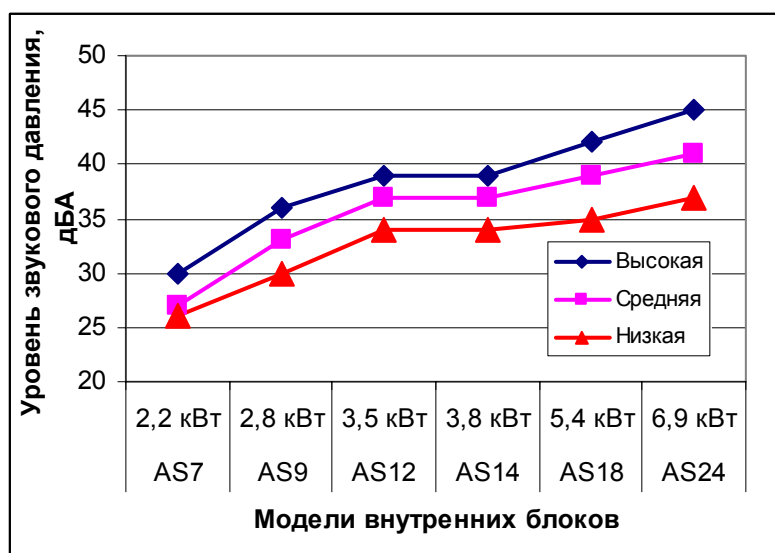


Рис. 2. Уровень звукового давления (дБА) для внутренних блоков настенного типа VRF системы **GENERAL** серии J

Если сравнить уровень шума от настенных моделей VRF системы **GENERAL** серии J и требования к максимальному уровню шума в различных помещениях (табл. 3), то можно отметить, что для любых типов помещений внутренние блоки укладываются в требования по шуму, кроме жилых комнат квартир и номеров гостиниц в ночной период. Так как

данные по уровню шума настенных моделей близки для различных производителей климатического оборудования, можно посоветовать применять канальные внутренние блоки при кондиционировании помещений с высокими требованиями к шуму. Канальная модель позволяет вынести источник шума (внутренний блок) за пределы помещения, тем самым, во-первых, уменьшается уровень шума, поступающего в обслуживаемое помещение, во-вторых, нет требования снижать максимальный уровень шума на 5 дБА.

Для наружных блоков требования к уровню шума несколько выше, но тоже критичны. Территории жилых зданий ограничены уровнем шума в дневное время 55 дБА, а в ночное время 45 дБА. Максимальный уровень шума в расчетном режиме для наружного блока VRF системы серии S GENERAL составляет 55 дБА и соответствует этим требованиям. В ночной период у данной системы есть функция снижения уровня шума наружного блока за счет снижения скорости вращения вентилятора. При загрузке наружного блока около 40% уровень шума от него не превышает требуемые значения для территорий, непосредственно прилегающих к жилым зданиям.

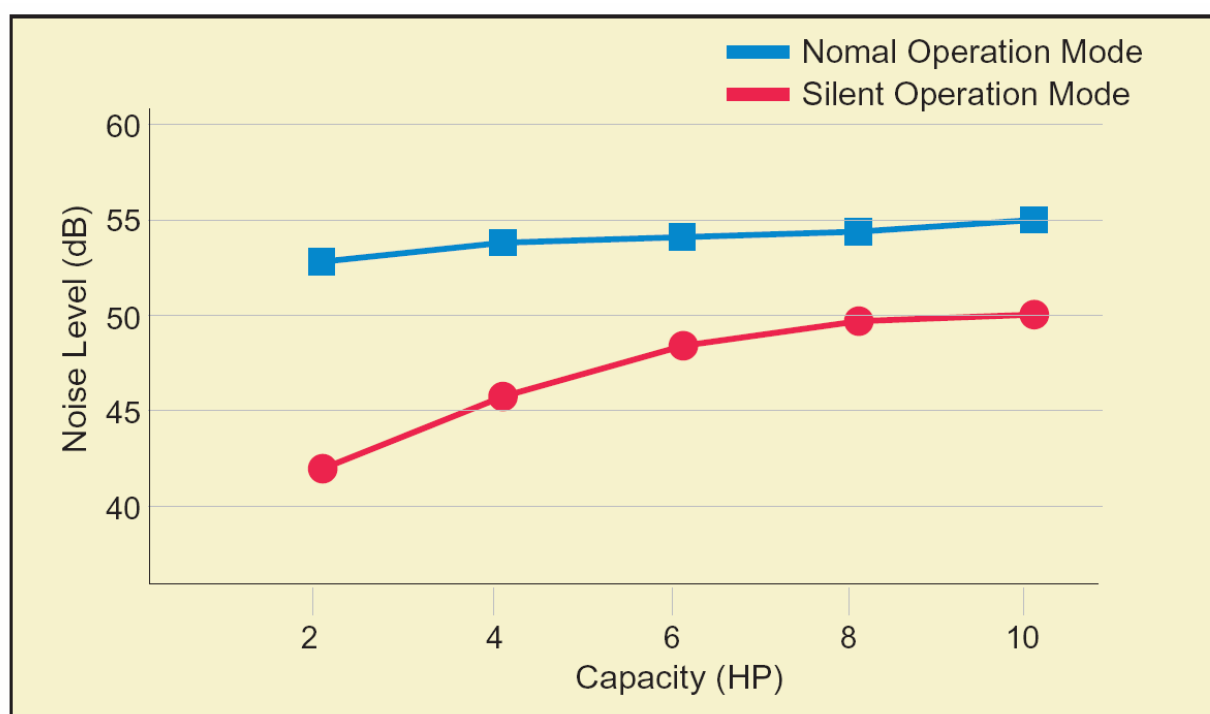


Рис. 3. Уровень звукового давления для наружного блока AO90R VRF системы **GENERAL** серии S

### Определение суммарного уровня шума от двух и более источников

Для практических расчетов полного уровня шума, создаваемого отдельными источниками, используется следующий график (рис. 4). Чтобы определить уровень шума от двух источников по данному графику необходимо:

1. Определить разницу в дБА для двух источников шума.
2. Определить по графику количество дБА, которое нужно прибавить к максимальному значению.
3. Сложить максимальное значение и добавочную величину.

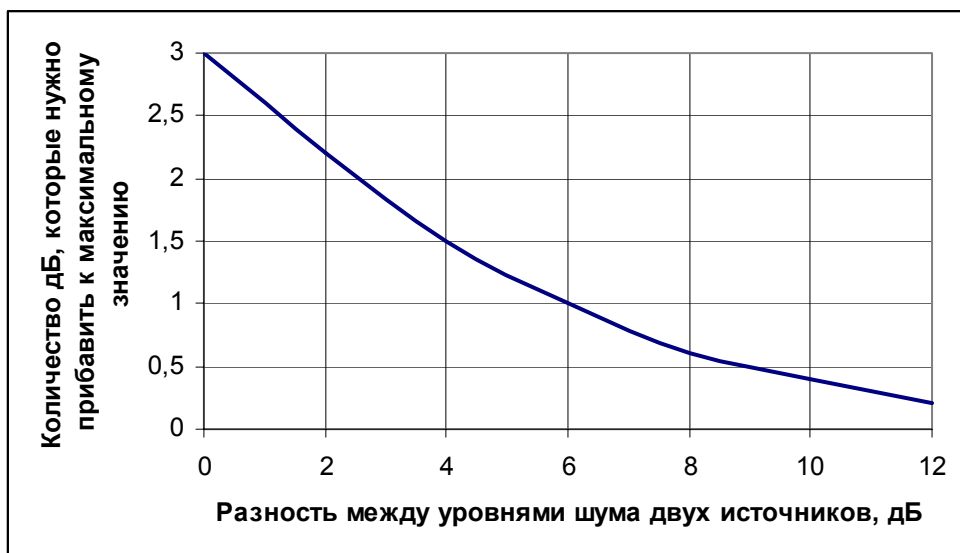


Рис. 4. График определения суммарного уровня шума от двух источников

### Пример 1.

Необходимо рассмотреть уровень шума двух вариантов кондиционирования помещений. Первый вариант - кондиционирование помещения одним большим кондиционером. Второй вариант - кондиционирование двумя маленькими блоками той же суммарной мощности.

Уровень звукового давления настенной модели AS24, мощностью охлаждения 6,9 кВт, составляет 45 дБА (высокая скорость вентилятора).

Можно кондиционировать помещение с помощью двух кондиционеров AS12, мощностью охлаждения каждого 3,5 кВт (рис. 2). Уровень звукового давления одного кондиционера составляет 39 дБА (также высокая скорость вентилятора).

Разница между уровнями шума двух одинаковых кондиционеров равна нулю. Следовательно, к максимальному уровню шума нужно прибавить 3 дБА:  $39+3=42$  дБА. Отсюда вывод: две небольшие модели в данном случае будут шуметь меньше, чем одна большая, при одинаковой мощности охлаждения.

### Пример 2.

Определить уровень звукового давления от десяти наружных блоков AO90R при их максимальной загрузке. Уровень звукового давления от одного составляет 55 дБА.

Уровень шума от двух наружных блоков равен:  $\Delta=0$ ;  $55+3=58$  дБА.

Уровень шума от четырех наружных блоков равен:  $\Delta=0$ ;  $58+3=61$  дБА.

Уровень шума от восьми наружных блоков равен:  $\Delta=0$ ;  $61+3=64$  дБА.

Уровень шума от десяти наружных блоков равен:  $\Delta=6$ ;  $64+1=65$  дБА.

Уровень звукового давления от десяти наружных блоков AO90R **GENERAL** составляет 65 дБА.

### Список литературы:

1. СНиП 23-03-2003. Защита от шума. ГОССТРОЙ РОССИИ. Москва. 2004.
2. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Минздрав России. Москва. 1996.