

7.

**ОСОБЕННОСТИ
РАСЧЕТА ПОТЕРЬ
НА ПРОВОДАХ**

7.1 Краткие сведения о проводах

Соединение звукоусилительной системы с громкоговорителями осуществляется линиями связи. Как и в любых линиях, в них возникают потери, что может заметно снизить качество и уровень передаваемого сигнала, поэтому немаловажной является задача расчета потерь на проводах и выбора сечения токопроводящей жилы.

Дадим некоторые наиболее важные определения.

Жила является основной токопроводящей составляющей электрического провода.

Провод – это одна (или более) изолированная жила, поверх которой, в зависимости от условий прокладки и эксплуатации, может иметься металлическая оболочка, обмотка или оплетка волокнистыми материалами или проволокой. Провода могут быть голыми и изолированными.

Электрическим шнуром называется провод, состоящий из двух и более изолированных гибких или особо гибких жил сечением до $1,5 \text{ мм}^2$, скрученных или уложенных в параллель, покрытых, в зависимости от условий эксплуатации, неметаллической оболочкой или другими защитными покровами.

Кабелем называется одна или несколько скрученных вместе изолированных жил, заключенных, как правило, в общую резиновую, пластмассовую, металлическую оболочку. Оболочка служит для защиты изоляции жил от воздействия света, влаги, различных химических веществ, а также для их предохранения от механических повреждений.

Необходимые требования к проводам оговорены в нормативной документации:

Кабели, провода СОУЭ и способы их прокладки должны обеспечивать работоспособность соединительных линий в условиях пожара в течение времени, необходимого для полной эвакуации людей в безопасную зону.

По нормативным требованиям к линиям систем противопожарной защиты должны выполняться *Огнестойкими кабелями с медными жилами*.

Мы будем рассматривать токопроводящие медные жилы с круглым поперечным сечением, измеряемым в квадратных миллиметрах.

Для перехода от диаметра жилы (d , мм.), к сечению (S , мм^2), используется следующая зависимость:

$$S = \pi d^2 / 4 = 0,785 d^2, \quad (7.1)$$

где S — сечение токопроводящей жилы, мм^2 ;

d — диаметр провода, мм;

π — константа, 3,1415...

Диаметр проволоки (без изоляции) измеряют микрометром или штангенциркулем. Для многопроволочного проводника сечение равно сечению одной проволоки, умноженному на их число:

$$S = 0,785 n \cdot d^2 \quad (7.2)$$

где n — число проволок.

Для простых оценок, можно воспользоваться зависимостью диаметра токопроводящей жилы (d), от заданной силы тока (J) и нормы нагрузки (D):

$$d = \sqrt{1,27 J / D} \quad (7.3)$$

где J — сила тока, А;

D — норма нагрузки, А/мм².

Подставляя (7.3) в (7.1), получим:

$$S = J / D \quad (7.4)$$

При норме нагрузки $D = 2$ А/мм², получим практически полезную формулу:

$$S = 0,5 J_n \quad (7.5)$$

где J_n — сила тока протекающего в нагрузке, А;

Сечение выбранное по формуле 7.5 содержит расчетный запас, его называют рекомендуемым.

На практике для выбора сечения иногда пользуются готовыми таблицами⁴.

В таблице 7.1 представлена зависимость допустимых токов нагрузки медных (монтажных) проводов, от сечения провода.

Таблица 7.1

Допустимые токи нагрузки

Параметр	Сечение провода, мм ²														
	0,05	0,07	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	1	1,5	2	2,5	4	6	11
Наибольший допустимый ток, А	0,7	1	1,3	2,5	3,5	4	5	7	10	14	17	20	25	30	54

⁴ Данная таблица полезна тем, что по ней можно проверить или оценить допустимые границы (нагрузки), но она ничего не говорит о возможных при этом потерях и следовательно длинах провода (линии).

7.2 Выбор сечения токопроводящей жилы

Расчеты по формулам более точны, чем по таблицам, и необходимы в тех случаях, когда в таблицах отсутствуют нужные данные.

Определение сечения жилы в зависимости от длины провода и температуры

Сечение жилы провода зависит не только от силы протекающего в ней тока, но и от длины провода. С увеличением длины провода, увеличивается его сопротивление, что приводит к рассеиванию (потере) части мощности, поэтому для сохранения мощности в нагрузке, увеличение длины провода необходимо компенсировать увеличением его сечения.

Сопротивление токопроводящей жилы определяется следующей формулой:

$$R_{жс} = r \times L_{жс} / S \quad (7.6)$$

где r – удельное сопротивление ($0,0175 \text{ Ом} \times \text{мм}^2/\text{м}$ для меди, $0,028 \text{ Ом} \times \text{мм}^2/\text{м}$ для алюминия);

$L_{жс}$ – длина токопроводящей жилы (провода), м;

S – площадь поперечного сечения токопроводящей жилы (провода), мм^2 .

Площадь поперечного сечения токопроводящей жилы:

$$S = r \times L_{жс} / R_{жс} \quad (7.7)$$

Сопротивление (жилы) провода зависит от температуры окружающей среды (на практике данной зависимостью часто пренебрегают):

$$R_{жс} = R_1 [1 + a \times (t_2 - t_1)]$$

где a – температурный коэффициент электросопротивления (из таблицы);

R_1 – сопротивление жилы провода, при некоторой начальной температуре t_1 (из таблицы).

Обычно за t_1 принимают 18°C . Для простоты учета температуры можно воспользоваться готовой таблицей:

Таблица 7.2

Зависимость удельного сопротивления от температуры

Сопротивление 1 км медного провода в зависимости от температуры	$r \approx \frac{18 \pm 0,08t}{S}$	S – сечение, мм^2 ; t – температура, $^\circ\text{C}$
Сопротивление 1 км алюминиевого провода в зависимости от температуры	$r \approx \frac{29,0 \pm 0,12t}{S}$	

Определение сечения жилы в зависимости от длины и нагрузки в линии

Для получения данной зависимости примем два допущения.

Допущение 1:

Пусть вся нагрузка сконцентрирована в конце линии, рис 7.1.

Допущение 2:

Мы будем сравнивать (активное) сопротивление провода (Ом), с комплексным сопротивлением нагрузки (см. Примечание 3.1).

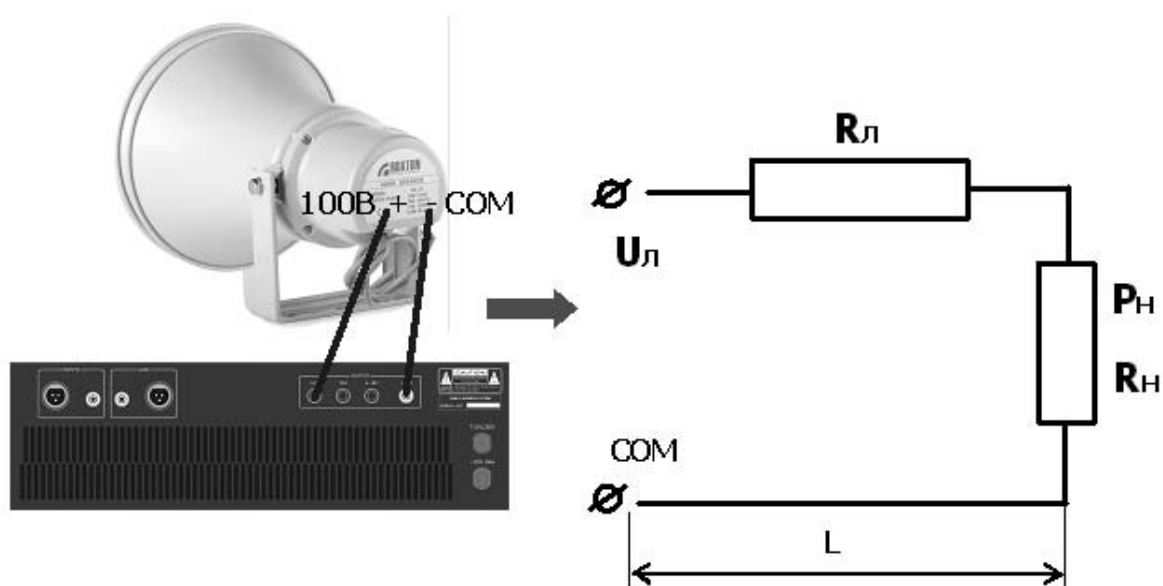


Рис. 7.1 Эквивалентная схема линии с подключенным громкоговорителем

Сечение жилы провода зависит от нормы нагрузки и от силы тока (см. формулу 7.5).

Сила тока в линии (J_n) определяется мощностью нагрузки (P_n) и напряжением в линии (U_n):

$$J_n = P_n / U_n \quad (7.8)$$

где P_n – мощность нагрузки в линии, Вт;

U_n – напряжение в линии, В.

Для нахождения сечения жилы провода в зависимости от нагрузки, подставим значение тока из формулы 7.8 в формулу 7.5:

$$S = 0,5 P_n / U_n \quad (7.9)$$

Данная формула все еще не учитывает длины жилы провода (линии).

Из схемы рис. 7.1 видно, что для подключения громкоговорителя используются 2 жилы провода, поэтому зависимость сечения от длины провода (7.7) примет вид:

$$S = 2 r \times L / R_{\text{л}} \quad (7.10)$$

где L – протяженность линии (расстояние от усилителя до громкоговорителя), м.

$R_{\text{л}}$ – сопротивление жилы провода (линии), Ом.

7.3 Определение потерь в линии

Суммарное сопротивление нагрузки усилителя (R) состоит из сопротивления нагрузки ($R_{\text{н}}$) и сопротивления линии ($R_{\text{л}}$):

$$R = R_{\text{н}} + R_{\text{л}}$$

Сопротивление линии выведем из формулы 7.10:

$$R_{\text{л}} = 2 r \times L / S \quad (7.11)$$

Сопротивление нагрузки возьмем из формулы 3.1 (см. Примечание 3.3):

$$R_{\text{н}} = U_{\text{л}}^2 / P_{\text{н}} \quad (7.12)$$

Сравнивая $R_{\text{л}}$ с суммарным сопротивлением нагрузки R , можно оценить Потери в линии (Π , %):

$$\Pi = (R_{\text{л}} / (R_{\text{л}} + R_{\text{н}})) \times 100\% \quad (7.13)$$

Величину “ Π ”, иногда называют потерями по напряжению (по теории электрических цепей, на большем сопротивлении падает большее напряжение).

Для быстрой оценки потерь удобно пользоваться готовыми таблицами.

Составим таблицу зависимости сопротивления провода ($R_{\text{л}}$), от сечения жилы провода (S) и длины линии (расстояния от усилителя до громкоговорителя), таблица 7.3.

Таблица 7.3

Зависимость сопротивления жилы провода от величины сечения и длины провода

$R_{\text{л}}, \text{Ом}$	Расстояние до громкоговорителей, м									
$S, \text{мм.кв.}$	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
0,20	8,75	17,50	26,25	35,00	43,75	52,50	61,25	70,00	78,75	87,50
0,50	3,50	7,00	10,50	14,00	17,50	21,00	24,50	28,00	31,50	35,00
0,75	2,33	4,67	7,00	9,33	11,67	14,00	16,33	18,67	21,00	23,33
1,00	1,75	3,50	5,25	7,00	8,75	10,50	12,25	14,00	15,75	17,50
1,20	1,46	2,92	4,38	5,83	7,29	8,75	10,21	11,67	13,13	14,58
1,50	1,17	2,33	3,50	4,67	5,83	7,00	8,17	9,33	10,50	11,67
2,00	0,88	1,75	2,63	3,50	4,38	5,25	6,13	7,00	7,88	8,75
2,50	0,70	1,40	2,10	2,80	3,50	4,20	4,90	5,60	6,30	7,00
3,00	0,58	1,17	1,75	2,33	2,92	3,50	4,08	4,67	5,25	5,83
3,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00
4,00	0,44	0,88	1,31	1,75	2,19	2,63	3,06	3,50	3,94	4,38

Задача 7.1

Построим (табличную) зависимость сечения жилы провода от длины провода (линии) и нагрузки в линии.

Так как формулы 7.9 и 7.10 никак не связаны друг с другом, то для их одновременного учета, необходимо зафиксировать (выбрать в качестве константы) какой либо параметр.

В качестве такого параметра можно использовать величину потерь в линии (далее мы продемонстрируем удобство такого подхода).

Определим сечение жилы провода, при котором, при заданной длине линии и величине нагрузки, потери в линии составят не более 10%.

ПРИМЕЧАНИЕ: Электроакустики считают, что потери, превышающие 12%, приводят к ухудшению качества звука.

При величине потерь $\sim 10\%$ можно записать следующее соотношение:

$$R_{\text{л}} = 0,1 R_{\text{н}}$$

При подстановке $R_{\text{л}}$ и $R_{\text{н}}$ в формулу 7.13, получим $\Pi = 9\%$.

Соотношение (7.10) примет вид:

$$S \sim 20 r \times L / R_{\text{н}} \quad (7.14)$$

где $R_{\text{н}}$ – сопротивление нагрузки в линии, Ом.

Подставляя в 7.14 значение $R_{\text{н}}$ из формулы 7.12, получим зависимость сечения медной ($r = 0,0175$) токопроводящей жилы от длины линии (L), мощности нагрузки ($P_{\text{н}}$) и напряжения в линии ($U_{\text{л}}$):

$$S \sim 0,35 \times L \times P_{\text{н}} / U_{\text{л}}^2 \quad (7.15)$$

Формула (7.15) определяет сечение жилы провода, при потерях (в линии) не более 10% и условии, что вся нагрузка сосредоточена в конце линии.

Рассчитаем необходимое сечение жилы провода, для различных длин и нагрузок в линии, для чего воспользуемся возможностями программы Microsoft Excel, результаты расчета представим в виде таблицы:

Таблица 7.4

Зависимость сечения жилы провода от нагрузки и длины линии

S , мм.кв.	Расстояние до громкоговорителей, м									
$P_{\text{н}}$, Вт	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
50	0,0875	0,175	0,2625	0,35	0,4375	0,525	0,6125	0,7	0,7875	0,875
75	0,13125	0,2625	0,39375	0,525	0,65625	0,7875	0,91875	1,05	1,18125	1,3125
100	0,175	0,35	0,525	0,7	0,875	1,05	1,225	1,4	1,575	1,75
150	0,2625	0,525	0,7875	1,05	1,3125	1,575	1,8375	2,1	2,3625	2,625
200	0,35	0,7	1,05	1,4	1,75	2,1	2,45	2,8	3,15	3,5
250	0,4375	0,875	1,3125	1,75	2,1875	2,625	3,0625	3,5	3,9375	4,375
300	0,525	1,05	1,575	2,1	2,625	3,15	3,675	4,2	4,725	5,25
350	0,6125	1,225	1,8375	2,45	3,0625	3,675	4,2875	4,9	5,5125	6,125
400	0,7	1,4	2,1	2,8	3,5	4,2	4,9	5,6	6,3	7
450	0,7875	1,575	2,3625	3,15	3,9375	4,725	5,5125	6,3	7,0875	7,875
500	0,875	1,75	2,625	3,5	4,375	5,25	6,125	7	7,875	8,75

Обобщим полученный результат в виде следующей зависимости:

$$S = 2 \times k \times r \times L \times P_n / U_n^2 \quad (7.16)$$

где r – удельное сопротивление ($0,0175 \text{ Ом} \times \text{мм}^2/\text{м}$ для меди, $0,028 \text{ Ом} \times \text{мм}^2/\text{м}$ для алюминия);

L – протяженность линии (расстояние от усилителя до громкоговорителя), м.

P_n – мощность нагрузки в линии, Вт;

U_n – напряжение в линии, В.

k – коэффициент определяемый допустимыми потерями в линии:

$$k = (100 - \Pi) / \Pi$$

где Π – ожидаемая величина потерь в линии, %.

7.4 Определение сечения жилы провода в линии, с равномерно распределенной нагрузкой

В реальных условиях нагрузка распределяется вдоль линии более или менее равномерно, см. рис. 7.2. При таком включении потери в проводе и выбираемое сечение жилы уменьшаются в (K) раз.

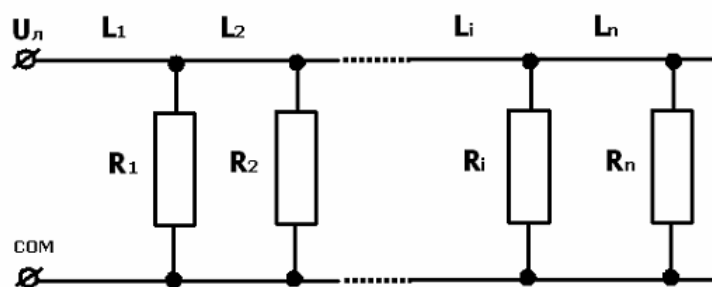


Рис. 7.2 Равномерное распределение нагрузки в трансляционной линии

Определим значение K для случая, когда нагрузка состоит из N громкоговорителей, равномерно расположенных вдоль линии. Длины участков между громкоговорителями (рис. 7.2) одинаковы: $L_1 = L_2 = \dots L_i \dots L_{n-1} = L_n$.

В этом случае коэффициент (K) можно представить как, среднее арифметическое между худшим случаем, при длине линии $L = L_1 + L_2 + \dots L_i + \dots L_{n-1} + L_n$ и лучшим случаем, при длине $L = L_1 = L_2 = \dots L_i = \dots L_{n-1} = L_n = L/N$. Тогда коэффициент K можно определить следующим образом:

$$K = (1 + N) / 2N$$

где N – количество громкоговорителей в линии.

Приведенная выше формула справедлива как для одного громкоговорителя, т.е. для $N = 1$, $K = 1$, так и для большого количества громкоговорителей (при $N > 10$, $K \sim 0,5$), см. таблицу 7.5.

Таблица 7.5

Расчет коэффициента учитывающего потери в линии

N	$K = (1+N)/2N$
1	1,000
2	0,750
3	0,667
4	0,625
5	0,600
6	0,583
7	0,571
8	0,563
9	0,556
10	0,550
20	0,525
50	0,510
100	0,505

Учет потерь при электроакустическом расчете

Применим результат, полученный при решении задачи 7.1, для электроакустических расчетов.

В задаче 7.1 был продемонстрирован удобный подход, в котором заложив ожидаемую величину потерь, сечение жилы легко определяется по одной формуле (в одно касание). При этом эту самую ожидаемую величину потерь (по напряжению равную 10%) можно изначально заложить в электроакустические расчеты, например, в формулу для расчета звукового давления громкоговорителя:

$$P = SPL + 10 \lg(P_{гр})$$

где $P_{гр}$ – мощность громкоговорителя, Вт.

Учитывая зависимость мощности громкоговорителя ($P_{гр}$) от квадрата напряжения в линии ($P_{гр} = U_{л}^2/Z$), при потерях по напряжению $\Pi = 10\%$, $U_{л} = 0,9 U$, окончательная формула для определения звукового давления примет вид:

$$P \sim SPL + 10 \lg(0,8P_{гр})$$

Значение звукового давления, рассчитанное таким образом, можно интерпретировать как запас на потери и после этого обосновано пользоваться таблицей 7.4.

Примеры (алгоритмы) расчета

Исходные данные:

L – протяженность линии, м;

P_n – суммарная мощность нагрузки в линии, Вт;

$U_{\text{л}}$ – напряжение в линии В.

Выбора сечения токопроводящей жилы в зависимости от нагрузки в линии

- 1) Рассчитаем значение тока (J_n) в линии (7.8).
- 2) Определим сечение жилы в зависимости от тока (7.9).

Расчет потерь в линии

- 1) Рассчитаем сопротивление нагрузки линии (7.12).
- 2) Определим сопротивление линии (таблица 7.3).
- 3) Определим потери в линии (формула 7.13).

Выбор сечения токопроводящей жилы в зависимости от нагрузки, длины и потерь в линии

- 1) Зададимся величиной потерь Π , %.
- 3) Определим сечение жилы по формуле (7.16).

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Свод правил СП 3.13130-2009.
2. Приказ МЧС РФ от 20 июня 2003 г. N 323 "Об утверждении норм пожарной безопасности. Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях" (НПБ 104-03).
3. НПБ 77-98 – Общетехнические требования к СОУЭ.
4. Проектирование систем оповещения и управления эвакуацией людей при пожарах в общественных зданиях, пособие (к СНиП 2.08.02-89).
5. Технические средства и системы оповещения людей о пожаре.
6. Акустика, Учебник. Ред. Проф. Ю.А. Ковалгина, Москва, 2009 г.
7. О. Б. Попов, С. Г. Рихтер Цифровая обработка сигналов в трактах звукового вещания, Москва, 2007 г.
8. IEC 60849 “Sound system for emergency purposes”.
9. Годный В. Г. ГОЧС системы оповещения и их особенности.
10. Три взгляда на акустику помещений, проф. МТУСИ А. П. Ефимов.
11. Сайт группы компаний “Escort”, г. Москва www.escortpro.ru
12. Сайт компании ООО “Статус-Связь”, г. Москва www.evacs.ru
13. Пожарное оповещение, электроакустический расчет, Тромбон, Москва, 2008г.
14. В.Г. Бастанов. 300 практических советов. Московский рабочий, 1986г.

ПРИЛОЖЕНИЯ

УРОВНИ ШУМА

№ п.п.	Назначение помещений	Уровень звука постоянного шума, дБА	Нормативный документ
1	Учебные заведения		
1.1	классные помещения, учебные кабинеты, аудитории учебных заведений, конференцзалы, читальные залы библиотеки	40	ГОСТ 12.1.036-81
2	Административные здания:		
2.1	помещения офисов, рабочие помещения, кабинеты в административных зданиях, конструкторских, проектных и научно-исследовательских организациях	50	ГОСТ 12.1.036-81
3	Предприятия торговли:		
3.1	торговые залы	60	ГОСТ 12.1.036-81
4	Медицинские учреждения:		
4.1	кабинеты врачей	40	ГОСТ 12.1.036-81
4.2	палаты больниц и санаториев	35	ГОСТ 12.1.036-81
5	Вокзалы и аэропорты:		
5.1	пассажирские залы	60	ГОСТ 12.1.036-81
6	Производство	зависит от конкретного производственного процесса	
7	Развлекательные и спортивные сооружения:		
7.1	спортивные залы	60	ГОСТ 12.1.036-81
7.2	зрительные залы клубов и кинотеатров	40	ГОСТ 12.1.036-81
7.3	фойе театров и кино театров	55	ГОСТ 12.1.036-81
8	Предприятия общественного питания:		
8.1	залы кафе, ресторанов, столовых	55	ГОСТ 12.1.036-81
9	Жилые помещения:		
9.1	квартиры, дома отдыха, пансионаты, дома-интернаты для престарелых и инвалидов, спальные помещения в детских дошкольных	40	ГОСТ 12.1.036-81

	учреждениях, спальных помещениях школ-интернатов		
9.2	гостиницы и общежития	45	ГОСТ 12.1.036-81
9.3	холлы гостиниц, общежитий и учреждений отдыха	50	ГОСТ 12.1.036-81
10	Культовые здания	40	ГОСТ 12.1.036-81
11	Уличные территории		
11.1	непосредственно прилегающие к зданиям больниц и санаториев городской местности	45	СН 2.2.4/2.1.8.562-96
11.2	непосредственно прилегающие к жилым домам, зданиям поликлиник, зданиям амбулаторий, диспансеров, домов отдыха, пансионатов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, детских дошкольных учреждений, школ и других учебных заведений, библиотек	55	СН 2.2.4/2.1.8.562-96
11.3	непосредственно прилегающие к зданиям гостиниц и общежитий	60	СН 2.2.4/2.1.8.562-96
11.4	площадки отдыха на территории больниц и санаториев	35	СН 2.2.4/2.1.8.562-96
11.5	площадки отдыха на территории микрорайонов и групп жилых домов, домов отдыха, пансионатов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, площадки детских дошкольных учреждений, школ и др. учебных заведений	45	СН 2.2.4/2.1.8.562-96

СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки»

РАСЧЕТ ПЛОЩАДИ ОЗВУЧИВАЕМОЙ НАСТЕННЫМ ГРОМКОГОВОРТЕЛЕМ С УЗКОЙ ШДН

Громкоговорители с узкой *ШДН*, как правило имеют большее звуковое давление, устанавливаются на больших высотах с большим углом наклона *УН*.

На рис.1, представлена диаграмма излучения (вид сбоку) и проекция излучения на плоскость проведенную параллельно полу на высоте 1,5м (вид сверху).

Продолжая увеличивать угол наклона (*УН*) громкоговорителя (см. главу 4), мы столкнемся с ситуацией (при $УН > ШДН/2$), когда верхняя образующая конуса также так же пересечет плоскость на отметке 1,5 м. Результатом такого пересечения будет эллипс. В этом случае, эффективная площадь озвучиваемая громкоговорителем будет совпадать с площадью эллипса:

$$S_{эл} = \pi \times A \times B$$

где *A* – большая полуось эллипса, м;

B – малая полуось эллипса, м.

Рассчитаем полуоси эллипса *A* и *B*, для этого перепишем значения $|OL_1|$ и $|OL_2|$ (см. формулы 4.3, 4.4):

Большая полуось эллипса:

$$A = (|OL_1| - |OL_2|) / 2$$

$$|OL_1| = (H - 1,5) / \operatorname{tg}(УН - ШДН/2)^5$$

где $|OL_1|$ – расстояние от стены (с установленным громкоговорителем) до точки *L*₁ (проекция верхней образующей конуса на отметку 1,5м), м.

$|OL_2|$ – расстояние от стены (с установленным громкоговорителем) до точки *L*₂ (проекция нижней образующей конуса на отметку 1,5м), м.

Для получения значения *B* обратимся к рис.1, вычислим длину отрезка:

$$|DC| = \sqrt{(H - 1,5)^2 + |OC|^2}$$

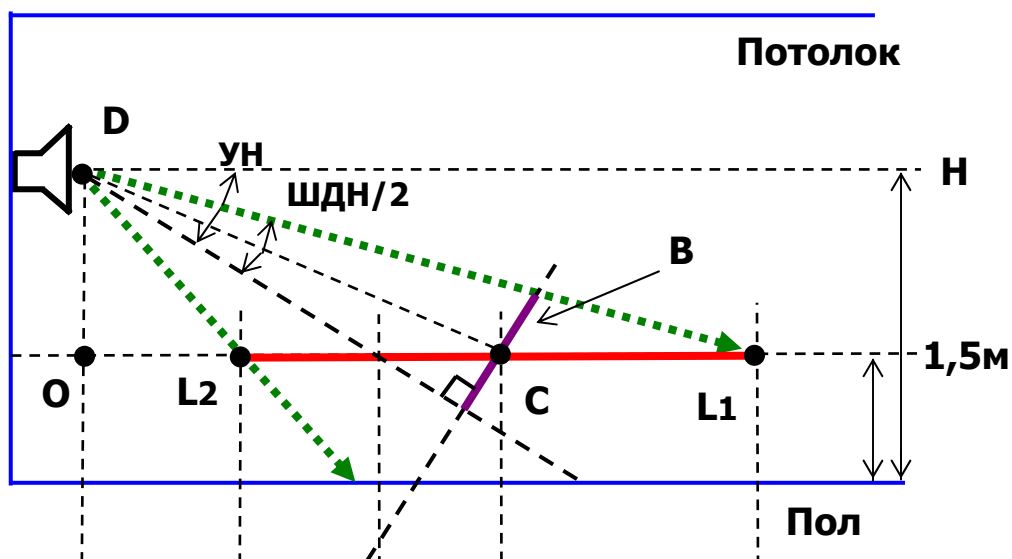
где $|OC| = (|OL_1| + |OL_2|)/2$

Можно видеть, что отрезок $|OC|$ встречается с плоскостью 1,5м, в точке (*C*), соответствующей середине эллипса. Таким образом, малая ось эллипса (*B*) может быть рассчитана: $B = |DC| \times \operatorname{tg}(ШДН/2)$

На практике для таких расчетов желательно пользоваться программными средствами, например, приложением Microsoft Excel.

⁵ Данная зависимость справедлива при $УН > ШДН/2$

ВИД СБОКУ



ВИД СВЕРХУ

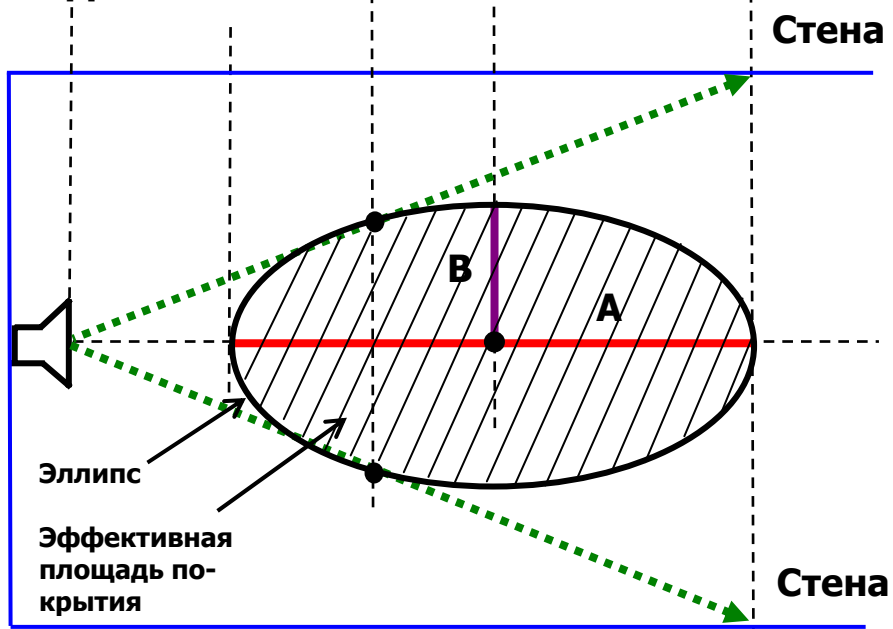


Рис. 1 К расчету площади, озвучиваемой настенным громкоговорителем с узкой диаграммой направленности

Критерием правильности выбора громкоговорителя в рассматриваемом случае будет соотношение, при котором верхняя образующая конуса будет доставать до отметки 1,5 м (до точки L_1):

$$(H - 1,5) / \sin(\gamma H - DH/2) < L$$

Результаты сравнения площади сектора $S_{ск}$ (для громкоговорителей с широкой ШДН) и площади эллипса $S_{эл}$ (для громкоговорителя с узкой ШДН) в виде процентного соотношения (D) представлены в таблице 1:

Таблица 1

УН, град.	ШДН, град.	$S_{ск}$, м.кв.	$S_{эл}$, м.кв.	D%
35,0	90,0	151,0	151,0	0,0
35,0	60,0	63,0	60,0	4,7
35,0	50,0	11,3	12,2	7,5
35,0	40,0	3,2	4,2	23,9
35,0	30,0	1,0	1,6	42,2
35,0	20,0	0,2	0,6	61,3

В таблице показана разница (в процентах) между площадью сектора и площадью эллипса при различных значениях ШДН. Из таблицы видно, что при ШДН от 50 до 90 град., различия между площадью эллипса и площадью сектора практически нет, но при узкой ШДН, оно появляется.

Для большинства рупорных громкоговорителей ШДН = 40 град. Для ШДН=40 град., отличие составляет 23%, следовательно, для рупорного громкоговорителя площадь можно рассчитать как площадь сектора и умножить полученное значение на коэффициент 1,23 (из таблицы).

КОМБИНИРОВАННАЯ НАСТОЛЬНАЯ СИСТЕМА ОПОВЕЩЕНИЯ И МУЗЫКАЛЬНОЙ ТРАНСЛЯЦИИ SX-240/480

Назначение

Комбинированная система оповещения SX-240/480 это моноблок, настольного исполнения, см. рисунок 1.

Данная система может эффективно использоваться на объектах различного назначения, например в учебных заведениях, супермаркетах, административных учреждениях и т. д. Блок стыкуется с системой пожарной сигнализации (СПС) и позволяет в автоматическом и полуавтоматическом режимах, осуществлять экстренное оповещение. Блок имеет встроенную систему автоматического контроля линий. К моноблоку может быть подключено до 4-х приоритетных дистанционных микрофонных консолей, что позволяет применять его на объектах с необходимостью постоянных объявлений, например автовокзалах, железнодорожных станциях. Встроенный универсальный музыкальный модуль, позволяет применять данную систему в торговых, спортивных, развлекательных комплексах.



Рис. 1 Комбинированная настольная система оповещения
и музыкальной трансляции SX-240/480

Состав

- Встроенный усилитель мощности 240/480Вт/100, 70В, 4 Ома;
- Встроенный предварительный усилитель-микшер;
- Встроенный селектор на 5 зон;
- Встроенный блок цифровых сообщений;
- Встроенный электретный микрофон;
- Встроенный громкоговоритель;
- Блок автоматического контроля линий;
- Встроенный mp3/WMA-декодер, FM-тюнер.

Встроенный блок цифровых сообщений

В состав комбинированной системы оповещения SX-240/480 входит блок цифровых сообщений. Блок сообщений интегрирован непосредственно в моноблок.

Блок цифровых сообщений, предназначен для автоматического и полуавтоматического аварийного оповещения о пожаре, позволяет записывать и хранить в цифровом виде речевое сообщение длительностью до 60 секунд. Сообщение хранится во внутренней памяти блока. Перезапись сообщения осуществляется как при помощи дополнительных внешних источников (через микрофонный и линейный входы), так и при помощи встроенного конденсаторного микрофона, для оперативного изменения текста сообщения.

В автоматическом режиме: При поступлении на вход моноблока сигнала управления от СПС, происходит автоматическое включение селектора, (выходы усилителя коммутируются к выходным клеммам), блока цифровых сообщений. В качестве сигнала управления могут быть использованы: открытый коллектор NPN-транзистора или нормально разомкнутый контакт реле. При замыкании контактов реле от СПС (кратковременное или постоянное) начинается воспроизведение предварительно записанного сообщения, повторяющегося до ручного отключения. Для постоянного воспроизведения сообщения, к выходу СПС подключают контакты (STAT и GND). При снятии сигнала управления воспроизведение прекращается.

В ручном режиме: Ручной (полуавтоматический) режим в данном приборе имеет самый высокий приоритет, активируется нажатием кнопки ALL на селекторе зон, происходит включение всех зон, при этом оператор имеет 2 возможности: 1) Сделать объявление через встроенный или выносной микрофоны. 2) Включить заранее записанное цифровое сообщение.

Встроенный блок автоматического контроля линий

В состав комбинированной системы оповещения SX-240/480 входит блок автоматического контроля линий. Блок контроля интегрирован непосредственно в моноблок.

Блок автоматического контроля линий предназначен для автоматического и ручного контроля состояния 5-ти линий громкоговорителей. Блок контроля включен в разрыв между встроенным селектором зон и контактами, к которым подключаются линии громкоговорителей. Принцип работы блока основан на измерении текущего состояния линии и сравнении измеренного значения со значением, полученным при контрольном измерении. Измерение импеданса линии происходит автоматически, по истечению интервала, установленного при помощи программного таймера или в ручном режиме. В случае отклонения измеренных значений, от контрольных (запомненных при тестировании), срабатывает сигнализация. Состояние линий отображается посредством световой, звуковой индикации, а также включения реле неисправности для осуществления удаленного контроля.

Встроенный музыкальный модуль

В состав комбинированной системы оповещения SX-240/480 входит музыкальный модуль. Данный модуль интегрирован непосредственно в моноблок. Данная функция позволяет применять блок для фонового озвучивания. Музыкальный модуль имеет низкий приоритет, который автоматически блокируется высшими приоритетами, микрофонными консолями, VOICE-активацией, экстренным оповещением.

В состав музыкального модуля входят: FM-тюнер, аудио декодер, поддерживающим форматы mp3, wma. Модуль снабжен дополнительными разъемами для установки USB/SD/MIMC-карт. Выбор и управление музыкальными источниками, осуществляется как с самого прибора, так и при помощи пульта дистанционного управления. Регулировка уровня и тембра осуществляется как при помощи регуляторов на самом приборе, так и при помощи пульта дистанционного управления. Для визуального отображения текущей информации номера трека, канала, функции, состояния, используется наглядный цифровой дисплей.

Приоритеты

Комбинированная система оповещения SX-240/480 – это многоприоритетная система.

Экстренное звуковое сообщение в автоматическом или полуавтоматическом режиме, транслируется по высокому приоритету, блокируя при этом работу более низких приоритетов. Многоприоритетность позволяет дежурному или оператору, при нестандартном развитии событий или в режиме тревоги, отключить (блокировать) низкий приоритет, например, музыкальную трансляцию.

В системе SX-240/480 реализованы следующие приоритеты (в порядке убывания):

- 1) Полуавтоматическое управление, автоматическое пожарное оповещение.
- 2) Управление микрофонной консолью 1.
- 3) Управление микрофонной консолью 2.
- 4) Управление микрофонной консолью 3.
- 5) Управление микрофонной консолью 4.
- 6) Аудио сигнал на линейном входе LINE.
- 7) Аудио сигнал на микрофонном входе MIC.
- 8) Аудио сигнал на музыкальном входе AUX, встроенные музыкальные источники.

Функции управления

Кроме вышеперечисленных, в состав комбинированной системы оповещения SX-240/480 входят следующие модули: встроенный селектор зон, многоприоритетный предварительный усилитель, усилитель мощности (240/480Вт). Эти блоки интегрированы непосредственно в моноблок.

Встроенный селектор на 5 зон:

Предназначен для ручной или автоматической коммутации 100В выхода усилителя к нужной линии громкоговорителей. Коммутация осуществляется при помощи (мощных) встроенных реле. К высоковольтным выходам селектора необходимо подключать только специализированные громкоговорители, содержащие трансформатор. Суммарная мощность всех линий не должна превышать 240/480 Вт. Коммутация линий осуществляется как в ручном, так и в автоматическом режимах.

Встроенный многоприоритетный предварительный усилитель (микшер).

К входу микшера может быть подключено несколько источников аудио сигнала, каждый из которых имеет свой приоритет. На передней панели расположены регуляторы уровней входных сигналов, регуляторы тембра и общего уровня звукового сигнала.

Встроенный усилитель мощности:

Встроенный усилитель мощности, предназначен для усиления звукового сигнала с целью его дальнейшей трансляции на низкоомные и трансформаторные громкоговорители. Выходной каскад усилителя содержит трансформатор, дополнительно повышающий напряжение усиленного сигнала. Кроме высоковольтных, усилитель имеет “низкоомные” выводы, для подключения стандартных высококачественных акустических систем.

Индикаторы уровня показывают уровень сигнала на выходе усилителя мощности относительно номинального значения в децибелах. При настройке необходимо добиться оптимального уровня сигнала (0дб), не допуская перегрузки (+3дБ).

Управление от микрофонных консолей SX-R31

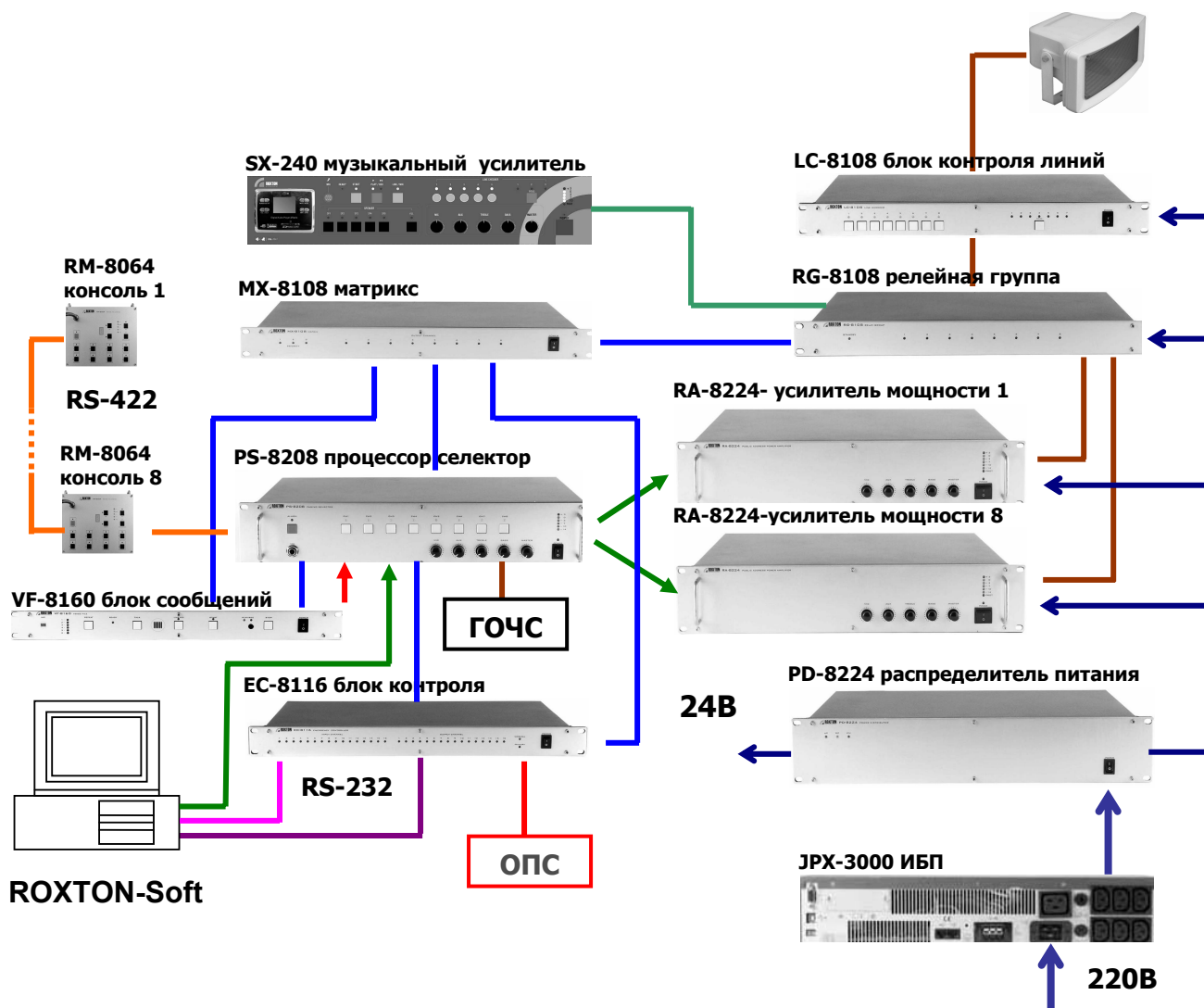
Микрофонная консоль SX-R31 работает совместно с комбинированной системой SX-240/480.

Микрофонная консоль - это устройство, совмещающее в себе функции селектора зон, микшера и микрофона. Консоль предназначена для дистанционного выбора и включения нужных зон (до 5 зон), передачу в них речевого сообщения с микрофона или музыкального источника, подключенного к разъему на задней панели. Консоль осуществляет дистанционное управление комбинированной системой SX-240/480, в заданном приоритете (1~4 приоритеты). Приоритеты означают, что консоль с высшим приоритетом, прерывает (блокирует) работу консоли с низшим (меньшим) приоритетом. Приоритет консоли устанавливается при помощи Dip-переключателя на задней панели.

Консоль питается от комбинированной системы SX-240/480 по информационному кабелю. Конструктивно консоль выполнена в пластиковом корпусе, имеет настольное исполнение.

8-МИ КАНАЛЬНАЯ 64 ЗОННАЯ, 14 ПРИОРИТЕТНАЯ СИСТЕМА ОПОВЕЩЕНИЯ, С ВОЗМОЖНОСТЬЮ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ РАБОТЫ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА (ROXTON)

На рисунке ниже изображена функциональная схема системы оповещения ROXTON 8000 серия.



**Структурная схема системы оповещения
на базе оборудования ROXTON**

Сигнал от СПС в виде сухого контакта поступает на блок контроля EC-8116. В обычном режиме (при нормальном функционировании ПО и компьютера) происходит активация (заранее настроенного) алгоритма

оповещения, соответствующего номеру сухого контакта. На выходе контроллера ЕС-8116 возникают сигналы управления, которые поступают на процессор PS-8208 для подключения нужных линий. Заранее записанные аварийные сообщения (звуковые файлы) с выхода звуковой карты поступают на аудио вход процессора. В случае неисправности компьютера (контроль по RS-232) на дополнительных клеммах контроллера ЕС-8116 формируются сухие контакты, которые далее поступают на высокоприоритетный вход матрикса MX-8108. Контрольный выходной сухой контакт матрикса запускает блок цифровых сообщений VF-8160. Заранее записанное цифровое сообщение с блока VF-8160 поступает на приоритетный вход процессора PS-8208, далее на усилитель и в линию громкоговорителей, соответствующую номеру сухого контакта.

Процессор-селектор PS-8208 является центральным блоком системы. На его базе можно реализовать до 12-ти различных приоритетов, подключить до 8-ми микрофонных консолей RM-8064. Каждая консоль работает по своему приоритету. Приоритет определяется установкой DIP-переключателей на задних панелях консолей. Консоли осуществляют управление селектором PS-8208 по протоколу RS-485.

Сигналы ГОЧС поступают на высокоприоритетный вход процессора PS-8208, и далее в линии, соответствующие замыкаемым контактам.

Выходные сухие контакты селектора PS-8208 соединены со средним (одним из 3-х) приоритетом матрикса MX-8108. Матрикс – управляет релейной группой, передает до 8-ми сухих контактов с 3-х входов на 1 выход, в зависимости от приоритета.

Релейная группа RG-8108 осуществляет коммутацию 100В выходов, 2-х групп по 8 усилителей RA-8212/8224/8236 к 8-ми линиям громкоговорителей. Первая группа усилителей – аварийные. Аудио сигнал на эти усилители поступает с выхода микшера, встроенного в процессор PS-8208. Выходы усилителей коммутируются с линиями громкоговорителей автоматически, при поступлении управляющего сухого контакта на вход блока реле RG-8108. Вторая группа усилителей – музыкальные (SX-240). Аудио сигнал с выхода музыкальных усилителей поступает в линии громкоговорителей через нормально-замкнутые контакты релейной группы RG-8108. При активации нужной линии музыкальный канал отключается и его место замещает аварийный.

Самый высокий приоритет в данной системе имеет полуавтоматический режим, в котором служебное или аварийное сообщение может быть

подано с электретного микрофона, встроенного в блок сообщений VF-8160, для аварийного включения зон на селекторе PS-8208 имеется аварийная кнопка ALARM.

Для питания системы применен распределитель PD-8224. Данный распределитель раздает напряжение питания AC-220В и DC-24В блокам системы. В дежурном режиме часть блоков (например, усилители) могут быть обесточены, для этого они должны быть запитаны от так называемой динамической розетки распределителя, на выходе которой в дежурном режиме напряжение отсутствует. При поступлении на аварийные клеммы распределителя сухого контакта, на динамических клеммах и розетке возникают напряжения для питания нужных блоков.

Для резервирования по питанию, используется блок бесперебойного питания JРХ-3000, рассчитанный на работу с большими нагрузками.

Учебное издание

Олег Владимирович Кочнов

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ОПОВЕЩЕНИЯ

Учебное пособие

Издание печатается в авторской редакции

Выпускающий редактор

А.М. Коськин

Издательство «Стерх» ИП Коськин А.М.

Лиц. изд. ИД № 06366.

Подписано в печать 31.10.2012. Формат 60x84/16.

Бумага для множит. техники. Гарнитура Times. Заказ № 28.

Усл. печ. л. 8,95. Уч.-изд. л. 6,58. Тираж 100 экз.

Адрес: 602200, Владимирская область,
г. Муром, ул. Муромская д. 3 кв.19.

sterx06366@rambler.ru