

# ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

---

УДК 621.395.5

## ОБ ИСПЫТАНИЯХ РУПОРНЫХ ГРОМКОГОВОРИТЕЛЕЙ НА ОТКРЫТЫХ ПЛОЩАДКАХ

© 2019 О. В. Кочнов, А. В. Кочегаров, А. С. Мальцев, С. А. Бабкин, С. А. Кончаков

ООО «ЕскортГрупп» (Москва, Россия)

Воронежский институт – филиал Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России, (Воронеж, Россия)

*В данной статье рассматривается методика акустического расчета на открытых площадках для объектовых (ОСО) и локальных (ЛСО) систем оповещения, но и для систем оповещения и управления эвакуацией людей (СОУЭ). Описаны испытания по карте контрольных точек, при помощи акустического спектр анализатора и результат электроакустических испытаний.*

*Ключевые слова: методика расчета, оптимизация количества технических средств, акустический расчет, звуковая информация.*

Практика показывает, что большинство проектировщиков не имеют четкого представления о методике выполнения электроакустических расчетов на открытых площадках, однако, необходимость такого расчета продиктована повсеместным внедрением систем оповещения: систем оповещения о пожаре, систем оповещения населения при чрезвычайных ситуациях, систем оповещения в сфере транспорта.

Акустический расчет на открытых площадках актуален не только для объектовых (ОСО) и локальных (ЛСО) систем оповещения, но и для систем оповещения и управления эвакуацией людей (СОУЭ). По существующей НД [1] СОУЭ должны осуществлять оповещение как внутренней части защищаемого здания, так и внешней, прилегающей к нему территории.<sup>1</sup>

Для зданий категорий А и Б по взрывопожарной и пожарной опасности, в которых предусмотрено устройство СОУЭ 3-го типа, в дополнение к речевым пожарным оповещателям, установленным внутри зданий, должна быть предусмотрена установка речевых пожарных оповещателей снаружи этих зданий. Способ прокладки соединительных линий СОУЭ и расстановка пожарных оповещателей снаружи зданий определяется проектной организацией. К зданиям категории А и Б относятся: производственные и складские здания, стоянки для автомобилей, архивы, книгохранилища.

В сфере транспорта системы оповещения решают самый широкий круг задач, связанных с оповещением людей на ж/д платформах, вокзалах, автовокзалах, при вокзальных площадках, метрополитенах. Озвучивание внешних территорий актуально при построении системы оповещения (СО) на автозаправках, в парках, зонах отдыха, выставочных территориях, и мн. др. Но главная, и наиболее ответственная задача – громкое оповещение опасных объектов и

---

Кочнов Олег Владимирович – заместитель генерального директора ООО "ЕскортГрупп", Москва, Россия, ok <okochnov@yandex.ru>

Бабкин Сергей Александрович – Воронежский институт-филиал Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России, канд. техн. наук, доцент, babkinsk@mail.ru.

Кочегаров Алексей Викторович – Воронежский институт-филиал Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России доктор техн. наук, профессор, kochiegharov77@mail.ru.

Мальцев Алексей Сергеевич – Воронежский институт-филиал Ивановской пожарно-спасательной академии

---

ГПС МЧС России канд. техн. наук, доцент, m.zin1@mail.ru.

Кончаков – Воронежский институт-филиал Ивановской по Сергей Александрович жарно-спасательной академии ГПС МЧС России канд. техн. наук, доцент, konchakov82@mail.ru.

территорий, прилегающих к ним. Во всех вышеперечисленных задачах применяются системы речевого оповещения, проектирование которых должно сопровождается электроакустическим расчетом, основная задача которого направлена на обеспечение:

- необходимого (требуемого) уровня звукового давления;
- минимально-необходимого качества – разборчивости речевой информации.

При обеспечении данных требований, не следует забывать об оптимизации (количества) технических средств, необходимых для их реализации.

Что касается второго требования, то ранее оно предусматривалось, но не конкретизировалось. Так, например, в [1]:

Количество звуковых и речевых (громкоговорителей) пожарных оповещателей, их расстановка и мощность должны обеспечивать уровень звука во всех местах постоянного или временного пребывания людей в соответствии с нормами настоящего свода правил.

Звуковые сигналы СОУЭ должны обеспечивать общий уровень звука (уровень звука постоянного шума вместе со всеми сигналами, производимыми оповещателями) не менее 75 дБА на расстоянии 3 м от оповещателя, но не более 120 дБА в любой точке защищаемого помещения.

Установка громкоговорителей и других речевых оповещателей в защищаемых помещениях должна исключать концентрацию и неравномерное распределение отраженного звука.

Речевые оповещатели (громкоговорители) должны быть расположены таким образом, чтобы в любой точке защищаемого объекта, где требуется оповещение людей о пожаре, обеспечивалась разборчивость передаваемой речевой информации.

А вот в требованиях к системам оповещения, используемым в сфере транспорта [8], уже предложена количественная величина (оценка) речевой разборчивости.

Основные требования содержат две меры – количественную и качественную, являющиеся взаимосвязанными, так как основным критерием разборчивости, является такая оценка, как отношение Сигнал / Шум, где под сигналом следует понимать уровень звукового давления в расчетной точке (РТ), точное значение которого, в основном, и определяет коэффициент речевой разборчивости, следовательно и качество восприни-

маемой информации – четкость и слышимость.

Но не менее важной, в этом смысле, является и точное определение величины шума. Практические измерения, проведенные в городских условиях (в условиях плотной застройки) показывают лишь частичное, а в некоторых случаях полное несоответствие результатам, полученным при выполнении расчетов по [2].

Частичного устранения несоответствий можно достигнуть использованием методов, указанных в [3] СНиП 23-03-2003. Защита от шума (Sound protection) от 2004-01-01, но и этот источник, как показала практика, нуждается в адаптации. Казалось бы, что для разрешения проблем достаточно опираться (применять) на существующие ГОСТы, например СП 51.13330.2011 или ГОСТ 31295.2-2005 “Шум. Затухание звука при распространении на местности” [2], который можно (и нужно) рассматривать в качестве методики определения необходимого уровня звукового давления, после его прохождения на открытой местности. Однако, для большинства практических задач, применение данного стандарта, оказывается весьма затруднительным. Так в нем, совершенно не определена специфика применения (использования) речевого оповещателя (громкоговорителя), в [9], [10] – окончательного технического средства оповещения.

Наиболее проблематичными для определения, согласно [2], на наш взгляд являются:

- 1)  $D_c$  – поправка, учитывающая направленность точечного источника.
- 2)  $A$  – затухание в октавной полосе частот при распространении звука от точечного источника шума к приемнику, дБ.
- 3)  $C_{met}$  – поправки на метеорологические условия.
- 4) Учет всех отражений, требующий точные сведения как по коэффициентам поглощения отражающих поверхностей, так и по характеристикам направленности используемых громкоговорителей – окончательных технических средств оповещения.

Что касается применения [12]. Практические измерения, проведенные в городских условиях (в условиях плотной застройки) подтверждают факт катастрофической недостаточности приводимых в нем данных. Так, единственно присутствующие в данном СП значения уровня шума для внешних территорий (площадки, отдыха, территории прилегающие к общественным зданиям) –

55дБА. Однако программа звукофикации крупных городов предполагает озвучивание улиц (например, Москвы) проходящих вдоль автотрасс. Проводимые измерения показали, что на улицах вблизи автострад, среднее значение шума в Час Пик, усреднение по ГОСТ 12.1.003-2014 в течении 4-х часов составляет (дает) величину 75-80дБА. А эле-

ментарные расчеты показывают, что разница в 20дБА низводит слоговую разборчивость до уровня “плохая”.

Для акустического расчета на открытых площадках был собран заранее (в лаборатории) испытательный стенд согласно схемы, рисунок 1.

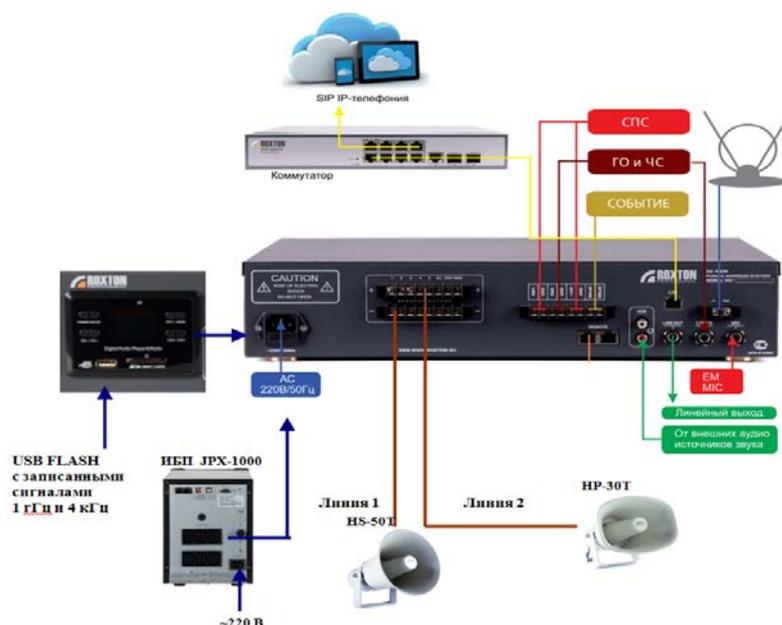


Рисунок 1. Схема подключения 2-х линий громкоговорителей к комбинированной системе SX-480N, зарезервированной по питанию от ИБП JPX-1000.

Питание комбинированной системы ROXTON SX-480N осуществлялось с полностью (100 %) заряженного ИБП JPX-1000. Звуковая информация (тональные сигналы на частотах 1/4кГц), записанные на FLASH карту подавалась со встроенного проигрывателя на вход встроенного усилителя мощности. Регуляторы уровня установлены в крайнее правое положение (максимальное усиление (100В на выходе). К первой зоне встроенного 5-ти зонного селектора подключен рупорный громкоговоритель HS-50T, ко 2-й зоне HP-30T. Рупоры

(уже на полигоне) закреплялись (монтировались) на специализированную стойку, рисунок 2.

На полигоне выполнялись следующие подготовительные операции (задачи):

- 1) Монтаж оборудования.
- 2) Определение направления и скорости ветра (ветер ю/з 14м/с), влажности (79 %).
- 3) Разметка (определение углов 45/90/135/180/225/270/315 градусов) и разметка 16-ти контрольных точек, согласно схемы (карте), рисунки 2, 3.

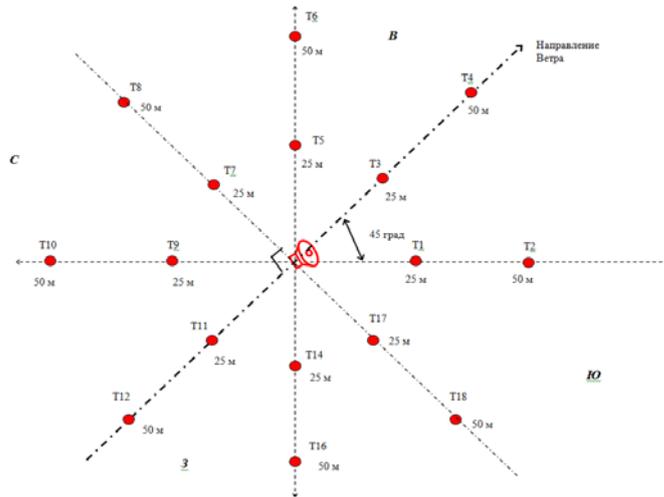


Рисунок 2. Карта контрольных точек по первому эксперименту.

Измерения производились при помощи акустического спектр анализатора – Digital Sound Level Meter MS6708 по шкале дБА, не требующей коррекции для 1кГц (1 дБ на 4кГц). Всего было выполнено не менее 120

замеров в 16-ти контрольных точках по первому эксперименту и в 2-х точках ( $T_1=75$ дБ и  $T_2=85$ дБ) по второму эксперименту, рисунок 3.

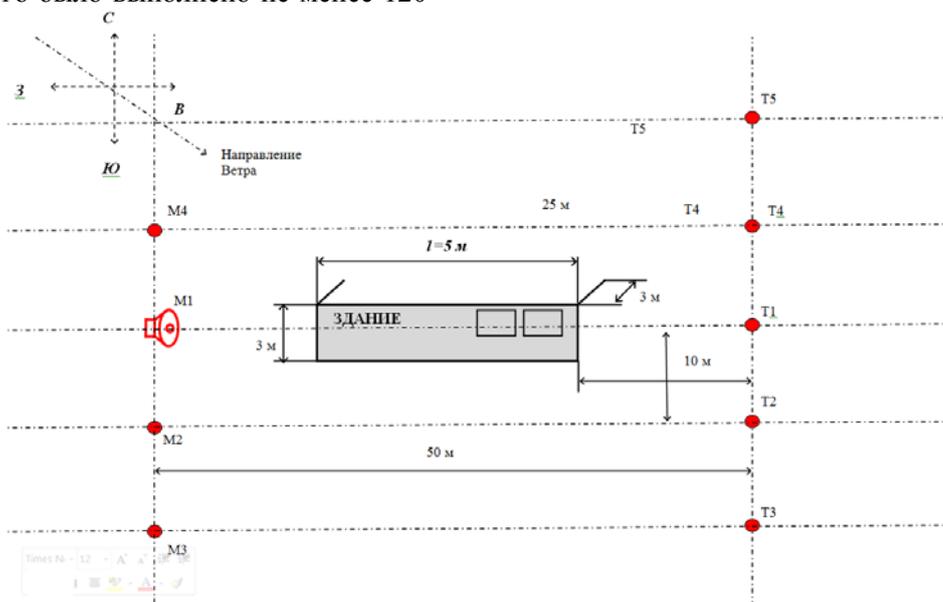


Рисунок 3. Карта контрольных точек по второму эксперименту.

По первому эксперименту замеры проводились на 2-х частотах (1кГц и 4кГц) для 2-х рупорных громкоговорителей НС-50Т и

НР-30Т. Результаты измерений – значения уровней звукового давления (дБА), приведены в (таблице 1).

Таблица 1  
 Результаты измерений рупорных громкоговорителей RIXTON HS-50T и HP-30T на 2-частотах  
 1/4 кГц в 16-ти контрольных точках.

Рупор	Точки	T1 (0 гр, 25 м)	T2 (0 гр, 50 м)	T3 (45 гр, 25 м)	T4 (45 гр, 50 м)	T5 (90 гр, 25 м)	T6 (90 гр, 50 м)	T7 (135 гр, 25 м)	T8 (135 гр, 50 м)
HS-50T	1 кГц ИЗМ1	98	92	95	85	91	71	82	74
	1 кГц ИЗМ2	105	92	96	78	91	69	85	72
	1 кГц СР	101,5	92	95,5	81,5	91	70	83,5	73
	4 кГц ИЗМ1	90	86	75	62	61	65	65	61
	4 кГц ИЗМ2	83	79	75	57	70	53	62	55
	4 кГц СР	86,5	82,5	75	59,5	65,5	59	63,5	58
HP-30T	1 кГц ИЗМ1	93	84	93	89	91	79	89	78
	1 кГц ИЗМ2	93	84	93	89	91	77	89	78
	1 кГц СР	93	84	93	89	91	78	89	78
	4 кГц ИЗМ1	87	81	79	81	73	66	72	62
	4 кГц ИЗМ2	84	79	77	71	71	60	72	60
	4 кГц СР	85,5	80	78	76	72	63	72	61
HS-50T	Точки	T9 (180 гр, 25 м)	T10 (180 гр, 50 м)	T11 (225 гр, 25 м)	T12 (225 гр, 50 м)	T13 (270 гр, 25 м)	T14 (270 гр, 50 м)	T15 (315 гр, 25 м)	T16 (315 гр, 50 м)
	1 кГц ИЗМ1	90		82	76	87	78,7	91	88
	1 кГц ИЗМ2	89	74	83	77	88	78	92	88
	1 кГц СР	89,5		82,5	76,5	87,5	78,35	91,5	88
	4 кГц ИЗМ1	76,5		64	68	69	67	70	66,3
	4 кГц ИЗМ2	73	61	62	60	66	61	69	66
4 кГц СР	74,75		63	64	67,5	64	69,5	66,15	
HP-30T	Точки	T9 (180 гр, 25 м)	T10 (180 гр, 50 м)	T11 (225 гр, 25 м)	T12 (225 гр, 50 м)	T13 (270 гр, 25 м)	T14 (270 гр, 50 м)	T15 (315 гр, 25 м)	T16 (315 гр, 50 м)
	1 кГц ИЗМ1	92		88	75	91	85	91	87
	1 кГц ИЗМ2	92		88	72	89	85	91	86
	1 кГц СР	92		88	73,5	90	85	91	86,5
	4 кГц ИЗМ1	72		66	69	71	70	76	69
	4 кГц ИЗМ2	72		59	63	71	66	77	68
4 кГц СР	72		62,5	66	71	68	76,5	68,5	

В результате обработки полученных данных, были построены диаграммы, изображенные на (рис. 4, 5).

Диаграмма направленности рупорного громкоговорителя HS-50T,  
 измеренная на 1/25/50 м на частоте 4 кГц

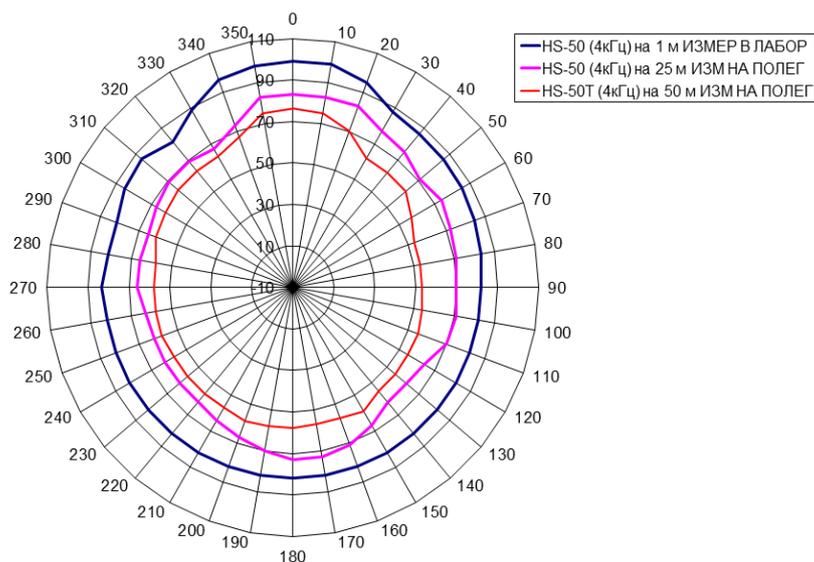


Рисунок 4. Диаграммы направленности рупорного громкоговорителя ROXTON HS-50T.

Диаграмма направленности рупорного громкоговорителя НР-30Т,  
измеренная на 50 м на 1/4кГц

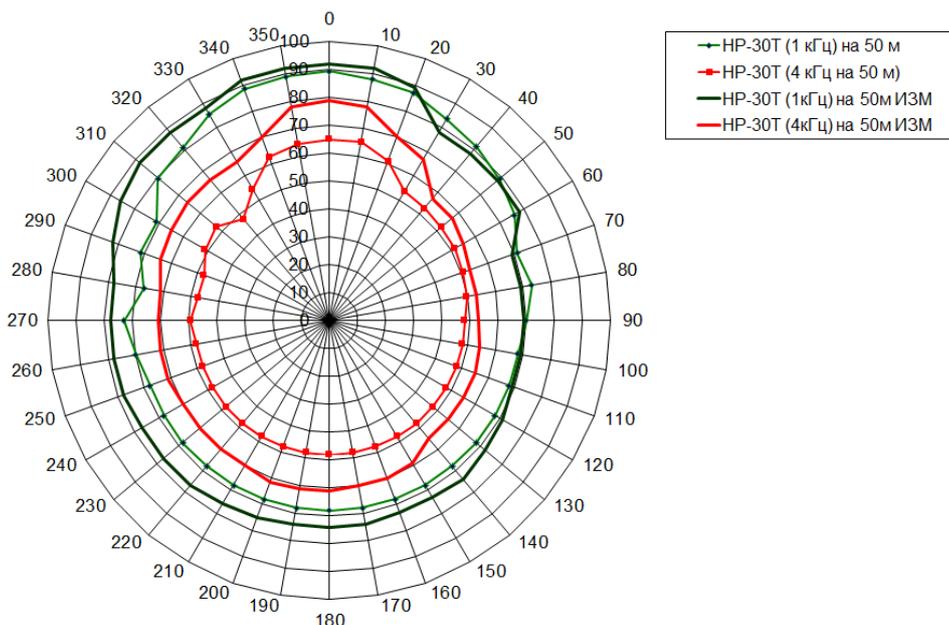


Рисунок 5 Диаграммы направленности рупорного громкоговорителя ROXTON НР-30Т.

Из полученных диаграмм, следует, что при удалении (увеличении расстояния от громкоговорителя до РТ), направленность громкоговорителя (индекс направленности), вопреки ожиданиям, не только притупляется, чего от нас требует операция логарифмирования согласно ГОСТ Р 53575-2009 (МЭК 60268-5:2003) Громкоговорители. Методы электроакустических испытаний), но и наоборот обостряется, что может быть объяснено, например, дополнительными дивергенциями на высоких частотах. Во всяком случае, мы четко

видим, что для расчета звукового давления при том или ином угле отклонения, необходим метод расчета, а именно, указание способа определения чувствительности (звукового давления на 1м) на определенном (конкретном) угле раскрытия, в качестве которого необходимо брать значение, измеренное (полученное) в лабораторных условиях. А далее, для получения адекватного результата – уровня звукового давления в расчетной точке (РТ), останется только рассчитать уменьшение звукового давления на расстоянии (см. ГОСТ 31295.2-2005).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Актуальные вопросы образования и науки, 30/06/2017, Ч.1, Тамбов 2017 (Кочнов О.В. “Методика расчета индекса направленности”).
2. ГОСТ 31295.2-2005 (редакция 2006г.). Шум. Затухание звука при распространении на местности. Часть 1, дата введения 01/01/2007.
3. ГОСТ 31295.2-2005. Шум. Затухание звука при распространении на местности. Часть 2. Общий метод расчета, дата введения 2007-01-01.
4. ГОСТ Р 43.3.01-2014 “Технические средства оповещения населения”.
5. ГОСТ Р 53575-2009 (МЭК 60268-5:2003) Громкоговорители. Методы электроакустических испытаний.

6. Кочнов О.В. “Основы проектирования и построения систем оповещения”, Т.1, Тверь 2016 г.
7. Постановление Правительства РФ от 26 сентября 2016 г. N 969 "Об утверждении требований к функциональным свойствам технических средств обеспечения транспортной безопасности и Правил обязательной сертификации технических средств обеспечения транспортной безопасности".
8. Свод правил СП-3-13130-2009 от 2009 г. “Требования пожарной безопасности к звуковому и речевому оповещению и управлению эвакуацией людей”.
9. Свод правил СП 133.13330.2012 “Сети проводного вещания

о оповещения в зданиях и сооружениях. Нормы проектирования”.

10. СНиП 23-03-2003. Защита от шума (Sound protection) от 2004-01-01.

11. СП 51.13330.2011 – Защита от шума.

12. Ш.Я. Вахитов, Ю.А. Ковалгин, А.А. Фадеев, Ю.П. Шевьев. Акустика (Москва, 2009г.).

## **ON TESTS OF HARVESTER SPEAKERS IN OPEN AREA**

© 2019 O. V. Kochnov, A. V. Kochegarov, A. S. Maltsev, S. A. Babkin, S. A. Konchakov

*LLC "Escort Group" (Moscow, Russia*

*Voronezh Institute - a branch of the Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Emergencies Ministry of Russia (Voronezh, Russia)*

*This article discusses the method of acoustic calculation in open areas for object (CCA) and local (LSO) warning systems, but also for warning systems and people evacuation control (SOUE). The tests on the map of control points, using the acoustic spectrum of the analyzer and the result of electroacoustic tests are described.*

*Key words: calculation method, optimization of the number of hardware, acoustic calculation, sound information.*