

УДК 625:53.082

*И.Л. ШУБИН, д-р техн. наук, И.Е. ЦУКЕРНИКОВ, д-р техн. наук,
Л.А. ТИХОМИРОВ, инженер, Научно-исследовательский институт
строительной физики РААСН (Москва); А.В. НИКИФОРОВ, ведущий программист,
ООО «ТЕХНОПРОЕКТ» (Санкт-Петербург)*

Расчет автодорожного шума жилого района Москвы с использованием двух программных средств

Продолжено исследование и сравнение результатов расчета автотранспортного шума, полученных с помощью двух отечественных программ, при исключении дублирования, связанного с рекомендуемыми ГОСТ 31295.2–2005 процедурами задания угла пространственного излучения источника звука и оценки влияния покрытия грунта при распространении звука на местности.

Ключевые слова: расчет, транспортный шум, программные средства, сравнение результатов.

Сегодня все большее распространение при расчете транспортного шума получает использование различных программных средств (ПС). Безусловно, это сильно облегчает работу специалистов, ускоряет процесс расчета и позволяет строить довольно точные и сложные модели. Однако даже ПС, использующие одинаковые расчетные методики, могут использовать различные алгоритмы их реализации, что в конечном счете может давать различающиеся результаты.

Работа продолжает исследование, представленное в статье [1]. Производится сравнение результатов расчета, полученных с помощью двух отечественных программ, при исключении дублирования, связанного с рекомендуемыми в ГОСТ 31295.2–2005 «Шум. Затухание звука при распространении на местности. Часть 2. Общий метод расчета» процедурами задания угла пространственного излучения источника звука и оценки влияния покрытия грунта при распространении звука на местности.

Расчеты выполняли с помощью ПС:

- АРМ «Акустика» версии 3.1.6, разработанная российской компанией ООО «ТЕХНОПРОЕКТ» (<http://www.noiseview.ru/>);
- «Эколог-Шум» версии 2.1.0.3362, разработанных российской компанией «Интеграл» (<http://integral.ru/shop/cargo/141.html>).

Расчеты с использованием рассмотренной в работе [1] ПС Predictor произведены не были, поскольку в инструкции по ПС нет четкого указания по варьированию значения угла пространственного излучения при расчете шума от автомобильного транспорта.

Задание исходных данных для расчета

Для выполнения расчетов был взят жилой район, расположенный в Северном округе Москвы, площадью приблизительно 40 Га. Исходные данные были получены в результате измерений параметров транспортного потока (интенсивность движения, средняя скорость, доля средств грузового и общественного транспорта), опреде-

ления вида покрытия проезжей части и характера грунта между дорогами и расчетными точками. Наименования дорог и измеренные на них параметры движения приведены в табл. 1.

Расчет средней интенсивности транспортного потока, используемой при определении шумовых характеристик дорог, проводили путем суммирования среднеарифметических значений интенсивности для каждой из групп транспортных средств, при этом категории транспортных средств «Автобусы», «Тяжелые грузовики» и «Легкие грузовики» были объединены, а показатель средней интен-



Рис. 1. Схема района с расположением расчетных точек

Таблица 1

Наименование дороги	Расчетная точка	Интенсивность движения, ед./ч / скорость, км/ч				Средняя интенсивность потока для дороги	Скорость движения транспортного потока, км/ч	Доля грузового транспорта, %
		легковых автомобилей	автобусов	тяжелых грузовиков	легких грузовиков			
3-й Нижнелихоборский проезд	1	372/60	6/40	6/40	42/50	452	50	19,2
	2	357/60	6/40	15/40	99/50			
Дмитровское шоссе	3	2856/80	78/60	102/60	354/70	3390	70	15,4
	4	3258/80	96/60	108/60	318/70			
	5	2910/80	126/60	156/60	156/70			
	6	2688/80	120/40	90/40	132/50			
	7	2976/80	48/60	108/60	270/70			
Выезд на Дмитровское шоссе	8	315/60	36/40	6/40	15/50	372	50	18,1
Локомотивный проезд	9	351/40	57/20	6/20	18/30	463	50	19,1
	10	429/40	12/20	0/20	30/30			
	11	387/60	6/40	9/40	33/50			
	13	396/60	9/40	6/40	30/50			
	14	381/60	9/40	6/40	32/50			
Линейный проезд	12	60/40	0/20	6/20	6/30	72	30	16,6

сивности движения округляли в большую сторону до целого числа. Расчеты в обоих ПС выполнены без учета метеорологических поправок, а также проведены только для дневного периода. Полосность дорог не принималась во внимание. Дороги разбивали на определенное число прямолинейных участков. За основу был взят алгоритм разбиения, принятый в ПС «Эколог-Шум» как наиболее подробный.

Сопоставление результатов расчета проводили в дискретном числе расчетных точек. В качестве расчетных точек выбрано 14 точек, расположенных на расстоянии 7,5 м от середины ближней полосы движения (далее – придорожные точки), и 8 точек на внутренней территории застройки. Все точки имеют высоту 1,5 м над уровнем дороги. Вместе с тем точка 7 расположена на эстакаде Дмитровского шоссе, поэтому суммарная высота для нее составляет 8,5 м относительно общего уровня земли. В придорожных точках одновременно с измерением параметров движения были выполнены измерения уровней шума, создаваемого движением автотранспорта. Схема района с расположением дорог, застройки и расчетных точек приведена на рис. 1.

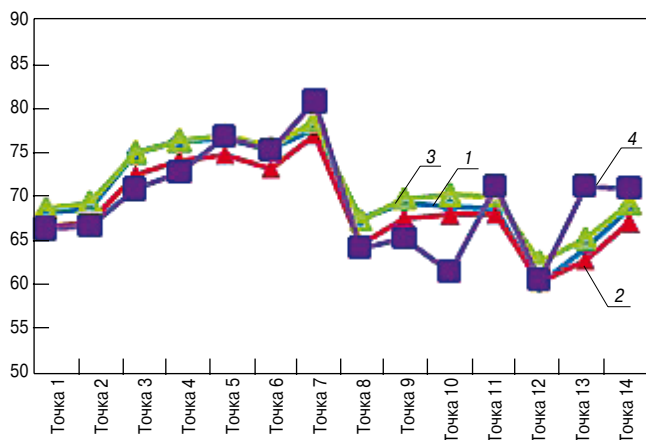


Рис. 2. Уровни звука, рассчитанные и измеренные в придорожных точках: 1 – «Эколог-Шум» $G=1$; 2 – АРМ «Акустика» $G=1$; 3 – АРМ «Акустика» $G=0$; 4 – результаты измерений

Описание алгоритмов расчета

Подробное описание алгоритмов расчета шумовых характеристик дорог, выполняемое в соответствии с методикой учебного пособия [2], дано в работе [1]. Здесь остановимся лишь на рекомендуемых ГОСТ 31295.2 алгоритмах расчета уровней шума в расчетных точках, и в частности на относящихся непосредственно к предмету настоящих исследований особенностях задания угла пространственного излучения источника звука и оценки влияния покрытия грунта.

Вычисление уровней шума в расчетных точках в соответствии с методикой ГОСТ 31295.2 производится с помощью выражения:

$$L = L_w + D_c - A, \quad (1)$$

где L – октавный уровень звукового давления, дБ; L_w – октавный уровень звуковой мощности точечного источника звука, дБ, набором которых аппроксимируют рассматриваемые участки автодорог посредством разбиения их на элементарные отрезки с точечным источником в центре; D_c – поправка на направленность излучения точечного источника звука, дБ, равная сумме показателя направленности точечного источника D_I и поправки D_{Ω} , вводимой при распространении звука в пределах телесного угла Ω менее 4π ср; A – затухание звука при распространении на местности от источника до расчетной точки, дБ.

Расчет затухания ведется по формуле:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{fol} + A_{site} + A_{hous}, \quad (2)$$

где A_{div} – затухание из-за геометрической дивергенции, дБ; A_{atm} – затухание из-за поглощения звука атмосферой, дБ; A_{gr} – затухание из-за влияния покрытия грунта, дБ; A_{bar} – затухание из-за экранирования, дБ; A_{fol} – затухание из-за влияния зеленых насаждений, дБ; A_{site} – затухание в промышленных зонах, дБ; A_{hous} – затухание в жилых массивах, дБ.

Процедуры расчета величин, входящих в выражение (2), даны в ГОСТ 31295.2.

Таблица 2

Наименование дороги	Номер точки по схеме на рис. 1	Измерения	Расчет с помощью программы					
			АРМ «Акустика»				«Эколог-Шум»	
			$\Omega=4\pi$		$\Omega=2\pi$		$\Omega=4\pi$	$\Omega=2\pi$
			G=1	G=0	G=1	G=0	G=1	
Придорожные точки								
3-й Нижнелихоборский проезд	РТ 1	65,9	66,2	68,3	69,2	71,3	67,7	70,7
	РТ 2	66,3	66,6	68,8	69,6	71,8	68,2	71,2
Дмитровское шоссе	РТ 3	70,3	71,9	74,3	75	77,3	74,3	77,3
	РТ 4	72,2	73,4	75,6	76,4	78,7	75,7	78,7
	РТ 5	76,1	74,1	76,3	77,1	79,3	75,9	78,9
	РТ 6	74,6	72,7	75	75,7	78	74,8	77,8
	РТ 7	80	75,7	77,8	79,3	80,8	76,9	79,8
Выезд на Дмитровское шоссе	РТ 8	63,9	64,2	66,9	67,4	69,9	67,1	70,1
Локомотивный проезд	РТ 9	65	67,1	69,4	70,1	72,4	68,8	71,8
	РТ 10	61,2	67,5	69,7	70,5	72,7	68,5	71,5
	РТ 11	70,7	67,6	69,6	70,6	72,6	68,2	71,2
	РТ 13	70,6	62,6	64,9	65,7	67,9	63,8	66,8
	РТ 14	70,4	66,6	68,7	69,7	71,7	68,1	71,1
Линейный проезд	РТ 12	60,4	60,1	62,2	63,1	65,2	59,9	62,9
	Точки внутренней территории застройки							
	РТ к1	–	37,8	37,8	40,9	44,6	47,6	
	РТ к2	–	46,8	47,9	49,8	50,9	54,1	57,1
	РТ к3	–	45	47,4	48	50,5	45,6	48,6
	РТ к4	–	38,4	38,4	41,4	41,4	44,1	47,1
	РТ к5	–	49,8	51,6	52,8	54,6	55,2	58,1
	РТ к6	–	52,8	55	55,8	58	55,9	58,9
	РТ к7	–	47,1	48,3	50,1	51,3	51,6	54,5
	РТ к8	–	48,2	50,4	51,2	53,4	53,3	56,3

Уровень звукового давления в расчетной точке рассчитывают с помощью выражений (1), (2) для каждого элементарного отрезка (точечного источника шума) и полученные значения энергетически суммируют для всех элементарных отрезков и всех учитываемых в расчете дорог. Рекомендации по разбиению выделенных участков дорог даны в ГОСТ 31295.2.

В рассматриваемом алгоритме расчета шум от автотранспортного потока представляется набором точечных источников шума, расположенных на высоте 1 м над акустически жесткой дорогой. В этом случае излучение в полупространство для каждого точечного источника может моделироваться либо поправкой $D_{\Omega}=3$ дБ (пространственный угол излучения 2π), либо членом A_{gr} в формуле (2), который для жесткой поверхности грунта между источником и расчетной точкой также равен 3 дБ (см. ГОСТ 31295.2, табл. 3). Если же использовать и D_{Ω} , и A_{gr} получаем лишние 3 дБ.

Действительно, поправка на пространственный угол излучения источника шума D_{Ω} введена в расчет как $10\lg(4\pi/\Omega)$, так как в снижении уровня шума за счет дивергенции (пространственного расширения звука) A_{div} принято излучение в неограниченное пространство. В результате получается $(20\lg R-11)+10\lg(4\pi/\Omega)$, что соответствует представлению звукового поля точечного источника звука в пространстве, ограниченном акустически жесткими плоскостями, т. е. углу пространственного излучения менее 4π ср (см., например, справочник [3]). Такой подход принят в СНиП 23-03–2003 «Строительные нормы и правила. Защита от шума». Параметр A_{gr} выполняет функцию учета отражения звука от под-

стилающей поверхности при жесткой поверхности и функцию учета поглощения пористой поверхностью. В случае жесткой поверхности параметр A_{gr} и поправка D_{Ω} выполняют одну и ту же функцию. При этом применение поправки D_{Ω} соответствует идеализированному случаю полного отсутствия поглощения. Применение же параметра A_{gr} позволяет учесть отражение от реальной подстилающей поверхности, которая всегда что-то поглощает. В общем случае комбинация параметра A_{gr} и учета отражений от фасадов зданий и других объектов дает полную картину изменения звукового поля источника, уже направленную. Применяя такую комбинацию (что и заложено в ГОСТ 31295.2), мы должны положить поправку $D_{\Omega}=0$ (угол пространственного излучения $\Omega=4\pi$).

Анализ результатов расчета

Результаты расчета уровней звука A , полученные в расчетных точках с помощью рассматриваемых программ, приведены в табл. 2 и графически представлены на рис. 2. Также на них представлены результаты измерений.

Из полученных данных следует, что при угле пространственного излучения 4π результаты расчета по ПС АРМ «Акустика» уменьшились на 3 дБА и в большинстве придорожных точек стали ближе к показаниям шумомера. Вместе с тем в четырех точках (РТ 7, 11, 13, 14) расхождения между результатами расчета и измерениями возросли. При этом в шести точках (РТ 5–7, 11, 13, 14) ближе к измерениям стали результаты расчета при $G=0$, что более

соответствует реальной ситуации. Среднее расхождение между результатами расчета и измерениями также уменьшилось и составило 0,8 дБА для пористого грунта ($G=0$) и 1,1 дБА для жесткого грунта ($G=1$).

Результаты расчета, выполненного по ПС «Эколог-Шум», тоже уменьшились на 3 дБА и в десяти точках (РТ 1-6, 8-10 и 12) стали ближе к результатам измерений. В четырех точках (РТ 7, 11, 13, 14), как и в расчетах по ПС АРМ «Акустика», расхождения возросли.

Следует отметить, что в ПС «Эколог-Шум» после публикации [1] внесены изменения, устраняющие отмеченные в ней недостатки: ограничение на предельное значение интенсивности транспортного потока, и неверный учет изменения рельефа местности. В результате исчезло существенное расхождение результатов расчета вблизи эстакады (РТ 7). Увеличение интенсивности движения для участков Дмитровского шоссе с 3000 до 3390 (т. е. на 13%) привело к возрастанию значений шумовых характеристик этих участков на 0,5 дБ. Они стали равны значениям, полученным по ПС АРМ «Акустика». Увеличились также на 0,4–0,6 дБА результаты расчета в точках (РТ3-РТ7 и РТк1-РТк3), в которых влияние данных участков дорог существенно.

Расхождения между результатами расчета в двух ПС существенно снизились, и в большинстве придорожных точек не превысили 2 дБА. Среднее расхождение равно 1,5 дБА. В точках же, расположенных в глубине жилой застройки, по-прежнему наблюдается существенное расхождение в результатах расчетов, превышающее во всех точках, кроме РТк3, 3 дБА и достигающее 5 дБА (РТк5, РТк8), 6 дБА (РТк4) и 7 дБА (РТк1, РТк2). В среднем расхождение

составило 4,8 дБА. Следует также отметить, что в большинстве расчетных точек результаты расчета по ПС «Эколог-Шум» оказались ближе к значениям, полученным с помощью ПС АРМ «Акустика» для показателя грунта $G=0$.

Выводы

Устранение дублирования в задании угла излучения и влияния поверхности грунта, а так же отмеченных в работе [1] недостатков ПС «Эколог-Шум», приблизило результаты расчета и измерений в придорожных точках, а также результаты расчетов по обоим ПС.

В месте с тем существенным преимуществом ПС АРМ «Акустика» по-прежнему остается возможность варьирования значения показателя грунта G для каждой расчетной точки, а также предоставление подробного протокола с пошаговыми данными расчета, позволяющего контролировать точность получаемых результатов.

Список литературы

1. Цукерников И.Е., Тихомиров Л.А. Сравнение результатов расчета автодорожного шума жилого района г. Москвы, полученных при использовании трех программных средств // Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции «Защита от повышенного шума и вибрации», Санкт-Петербург, 2013.
2. Осипов Л.Г., Бобылев В.Н., Борисов Л.А. Звукоизоляция и звукопоглощение. М.: АСТ, 2004. 450 с.
3. Юдин Е.Я., Борисов Л.А., Горенштейн И.В. и др. Борьба с шумом на производстве: Справочник / Под общ. ред. Е.Я. Юдина. М.: Машиностроение, 1985. 400 с.



«Строительство: анализ рынка и прогноз до 2015 года»

13 сентября 2013 г.

Radisson Blu Brloruskaya Hotel,
Москва, Россия

Вступительная конференция
Восточно-Европейская Ассоциация Прогнозирования Строительства
Члены Ассоциации:



(Болгария, Россия, Румыния, Сербия, Словения, Турция, Украина)

Восточно-Европейская Ассоциация Прогнозирования Строительства (EECFA), основанная в 2012 г., является объединением 7 национальных исследовательских организаций, основанном для проведения исследований и прогнозирования развития строительного комплекса.

Проводимые членами EECFA исследования региональных рынков охватывают 18 сегментов строительства в соответствии с классификацией Eurostat. Исследования проводятся по уникальной методике с использованием единых подходов к обработке данных и построению прогнозной модели, что позволяет получить сопоставимые данные для разных стран.

Подробная информация о конференции, условия участия и регистрация на сайте

<http://eecfa.com>

Все вопросы по электронной почте gs-expert@eecfa.com

тел. +7 (499) 250-4874; +7 (916) 507-8377