

УДК: 534.836.2
OECD: 534.836.2

Сравнение методов расчета распространения шума железнодорожного транспорта в различных типах застройки

Шабарова А.В.^{1*}, Буторина М.В.², Куклин Д.А.³

¹ Ассистент кафедры «Экология и производственная безопасность»
^{2,3} Д.т.н., профессор кафедры «Экология и производственная безопасность»
^{1,2,3} Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ»
им. Д.Ф. Устинова, Санкт-Петербург, РФ

Аннотация

В связи с тем, что железные дороги часто проходят через населенные пункты, как крупные города, так и небольшие сельские поселения, множество людей подвержено негативному воздействию шума. В существующих расчетных методиках процесс затухания шума в застройке описан недостаточно подробно и не учитывает различные типы застроек. В работе приводится сравнение расчетов снижения шума по методикам ГОСТ 31295.2-2005, СП 276.1325800.2016 и при помощи различных программных средств с результатами эксперимента. В качестве примеров рассматривается жилая застройка различных типов, городская и сельская. На основании полученных расчетов был сделан вывод о точности расчетных методик и возможности их применения для корректного определения снижения шума за счет дифракции в массиве жилых домов.

Ключевые слова: распространение шума, метод расчета, снижение шума в застройке, шум железнодорожного транспорта.

Comparison of methods for calculating the propagation of railway transport noise in various types of building

Shabarova A.V.^{1}, Butorina M.V.², Kuklin D.A.³*

¹ *Assistant of the department of Ecology and Industrial Safety*
^{2,3} *PhD, Professor of the department of Ecology and Industrial Safety*
^{1,2,3} *Baltic State Technical University "VOENMEH" named after D.F. Ustinov, St. Petersburg, Russia*

Abstract

Due to the fact that railways often pass through settlements, both large cities and small rural settlements, many people are exposed to the negative effects of noise. In the existing calculation methods, the process of noise attenuation in building is described in insufficient detail and does not take into account various types of buildings. The paper compares noise reduction calculations according to the methods of GOST 31295.2-2005, SP 276.1325800.2016 and using various software tools with the results of the experiment. Residential buildings of various types, urban and rural, are considered as examples. Based on the calculations obtained, a conclusion was made about the accuracy of the calculation methods and the possibility of their application to correctly determine the noise reduction due to diffraction in an array of residential buildings.

Keywords: *noise distribution, calculation method, noise reduction in buildings, railway transport noise.*

Введение

Влиянию повышенного шума железнодорожного транспорта подвержено большое количество людей, проживающих вблизи железных дорог как в больших городах, так и в сельской местности [1]. По данным Роспотребнадзора [2] в 2021 году большее число жалоб населения на физические факторы воздействия приходилось на шум (66,4 %), что говорит о том, что данная проблема является очень значимой для населения.

Для защиты людей от повышенного воздействия шума железнодорожного транспорта разрабатываются различные шумозащитные мероприятия, основанные на расчетах распространения шума от источника в застройку. При проведении подобных расчетов часто используются карты шума, построенные при помощи программных средств.

Методы расчета распространения шума от железнодорожного транспорта, используемые в России, представлены в ГОСТ 33325-2015 [3], ГОСТ 31295.2-2005 (данная методика соответствует международной методике расчета ИСО 9613-2:1996) [4], СП 276.1325800.2016 [5], в качестве программных средств для расчета используются «Эколог шум», «АРМ Акустика» и «SoundPLAN», которые реализуют расчетную методику ГОСТ 31295.2-2005 (ИСО 9613-2:1996).

Снижение шума в данных расчетных методиках описывается при помощи поправок на затухание шума в свободном поле, звукопоглощение атмосферой, поверхностью земли, затухание в листве, жилой и промышленной застройке, а также отражение звука. Все эти процессы описаны в методике достаточно полно и корректно, однако затухание шума за счет дифракции в массиве жилой застройки не учитывает особенности различных типов застройки, расположения зданий по отношению к источнику шума и друг к другу. Так как расположение, форма, площадь зданий может по-разному влиять на процесс затухания, точность расчета может быть ощутимо снижена. [6]

В данной статье проводится сравнение результатов расчета распространения шума в условиях застройки различного типа по разным методикам и при помощи программных средств с результатами, полученными экспериментально.

В ходе проведения эксперимента были выполнены измерения эквивалентных и максимальных уровней звука на селитебной территории в различных типах застройки, городской (многоэтажной) и сельской (малоэтажной). Измерения проводились в соответствии с ГОСТ 23337-2014 [7] на расстоянии 25 м, 50 м, 100 м и 200 м от источника шума, кроме того в соответствии с ГОСТ 20444-2014 [8] были определены шумовые характеристики потоков железнодорожного транспорта.

Снижения уровней звука определялись путем вычитания значения уровня звука в точке, находящейся дальше от источника шума, из значения уровня звука в точке, находящейся ближе к источнику.

В качестве критерия соответствия значений, полученных расчетным путем, значениям, полученным экспериментально, принимается разница между данными значениями. При хорошей сходимости (соответствии рассчитанных значений экспериментальным) разница между этими значениями не должна превышать 2 дБА [9-11].

1. Сравнение различных методик расчета распространения шума железнодорожного транспорта в условиях городской застройки

В качестве примеров ниже будет рассмотрено четыре участка железной дороги, к которым прилегает городская застройка: пос. Железнодорожный, ст. Лосиноостровская, ст. Столбовая и ст. Путепровод.

На схеме 1 показано расположение контрольных точек на территории застройки на разных участках.



Рис. 1. Схема расположения контрольных точек

Для участка пос. Железнодорожный характерна многоэтажная жилая застройка, со зданиями, ориентированными фасадами к железной дороге, жилые дома расположены на одном уровне с железнодорожными путями.

Затухание уровня звука при распространении от точки 1 в точку 2 обусловлено затуханием звука в свободном поле. Дальнейшее затухание звука при распространении в точку 4 обусловлено наличием экранирующих сооружений (17-ти этажных зданий, обращенных фасадами к железной дороге) справа и слева от контрольных точек. Здесь и далее при проведении ручных расчетов распространения звука данный эффект учитывался при помощи поправки A_{hous} .

Также на данном участке, справа и слева от жилых домов располагается лесной массив, в котором также были выполнены измерения уровней шума на расстояниях 25 м, 50 м, 100 м и 200 м. Лесной массив располагается в низине, приблизительно на 5 м ниже железнодорожных путей.

На графике, представленном на рисунке 2 показаны значения затуханий звука в застройке при распространении от 25 м до 50 м, от 50 м до 100 м и от 100 м до 200 м от источника шума, рассчитанные при помощи различных программ и методик, а также, полученные путем измерений.

Как видно из графика, расчетная методика СП 276 дает заниженные значения затухания звука при распространении от 25 м до 50 м, что может быть обусловлено тем, что при расчете не учитывается эффект снижения шума небольшими зданиями,

стоящими сбоку от расчетных точек. Также низкие значения затухания наблюдаются при распространении звука от 100 м до 200 м, где снижение уровня звука обусловлено в основном затуханием в жилом массиве. Расчеты по методике ГОСТ 31295.2 показали хорошую сходимость с результатами измерений. Программа SoundPLAN показала высокую сходимость с результатами эксперимента, АРМ Акустика показала несколько заниженные результаты затухания звука при распространении от 25 м до 50 м, значения затуханий, полученные в программе Эколог шум, получились завышенными при распространении звука от 100 м до 200 м.

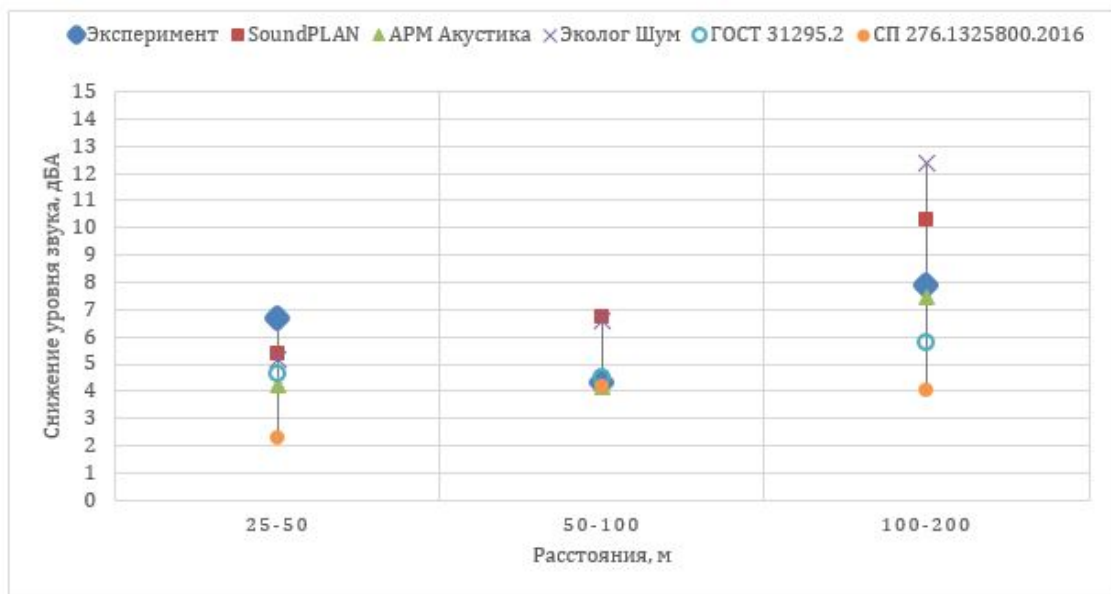


Рис. 2. Сравнение результатов расчетов и измерений пос. Железнодорожный

На рисунке 3 показан график сравнения значений затуханий звука в лесу.

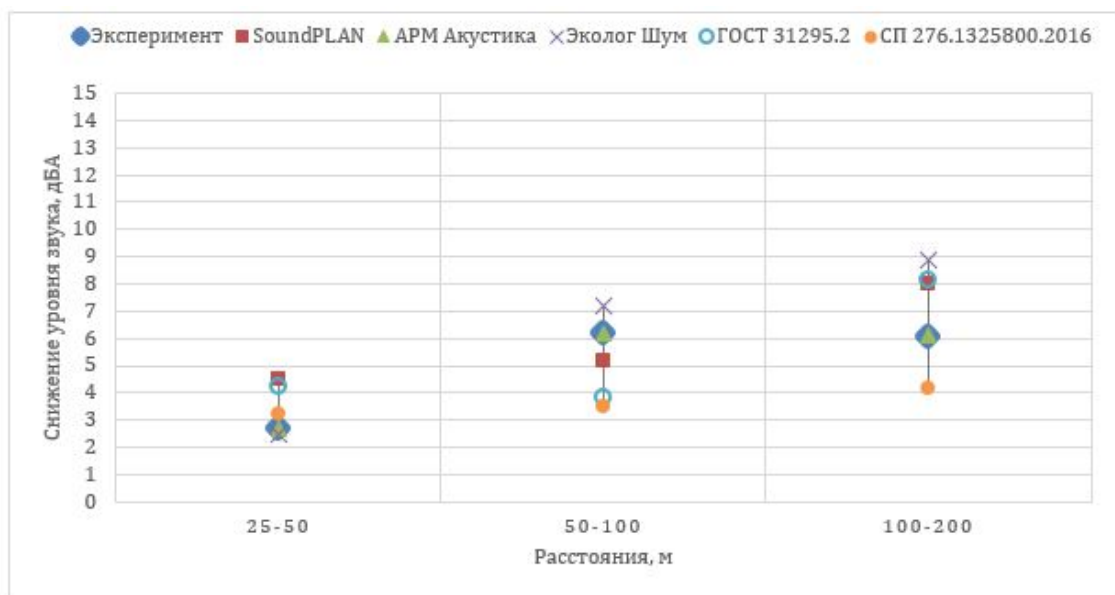


Рис. 3. Сравнение результатов расчетов и измерений пос. Железнодорожный (лесной массив)

При расчете затухания уровней звука в лесном массиве все расчетные методики и программные средства показали хорошую сходимость с результатами эксперимента, несколько заниженные значения (разница с экспериментом 2,7 – 2,8 дБА) дали лишь методика СП 276 и программа Эколог-Шум.

На участке ст. Лосиноостровская располагается преимущественно многоэтажная застройка. Вдоль железной дороги располагается здание длиной 430 м, имеющее по центру арку шириной 4,5 м и высотой 6 м. Контрольная точка на расстоянии 200 м располагается напротив арки. Железная дорога проходит на насыпи высотой 3-5 м. Затухание звука при распространении из контрольной точки 1 в контрольную точку 3 обусловлено затуханием звука в свободном поле, затухание звука при распространении из точки 3 в точку 4 обусловлено в основном снижением уровня звука за протяженным зданием, которое, однако, нельзя рассматривать как полноценное экранирующее сооружение для данной контрольной точки, так как звук в данную точку распространяется через арку, также эффект снижения шума оказывают дома, стоящие справа и слева от контрольной точки 4.

На рисунке 4 представлен график, на котором показано сравнение затуханий звука.

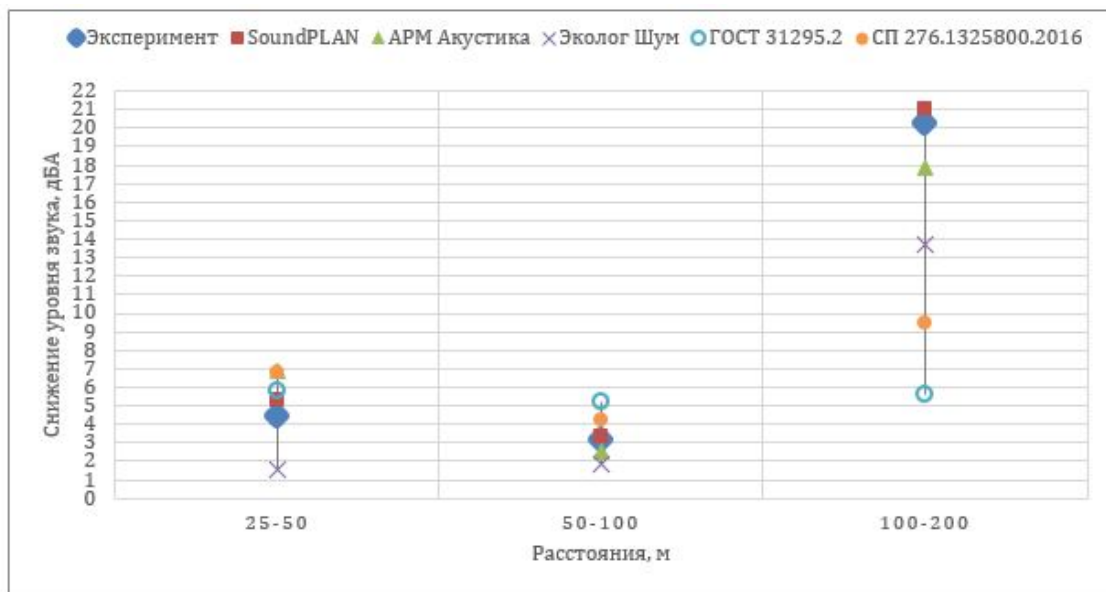


Рис. 4. Сравнение результатов расчетов и измерений ст. Лосиноостровская

При ручном расчете обе расчетные методики (СП 276 и ГОСТ 31295) показали хорошую сходимость при определении снижения уровня звука при распространении от 25 м до 100 м, однако при расчете снижения шума на расстоянии 200 м обе методики показали заниженные значения. Расчеты, выполненные при помощи программ SoundPLAN и АРМ Акустика, сошлись с результатами эксперимента, программа Эколог шума показала заниженные значения затуханий звука от 25 до 50 м и от 100 до 200 м.

На участке ст. Столбовая расположены среднеэтажная жилая застройка и малоэтажные частные дома, измерения уровней шума проводились в массиве среднеэтажных домов, обращенных фасадами к источнику шума. Железнодорожные пути проходят на одном уровне с жилой застройкой. На затухание шума при распространении из 1 контрольной точки во 2 и из 2 в 3 влияет в том числе снижение шума за счет экранирования низкими подсобными зданиями, расположенными справа и слева от контрольных точек. Снижение шума при распространении от контрольной точки

3 в контрольную точку 4 обусловлено в основном снижением шума за 5-и этажными зданиями, расположенными параллельно источнику шума.

На графике, представленном на рисунке 5 показано сравнение затуханий звука.

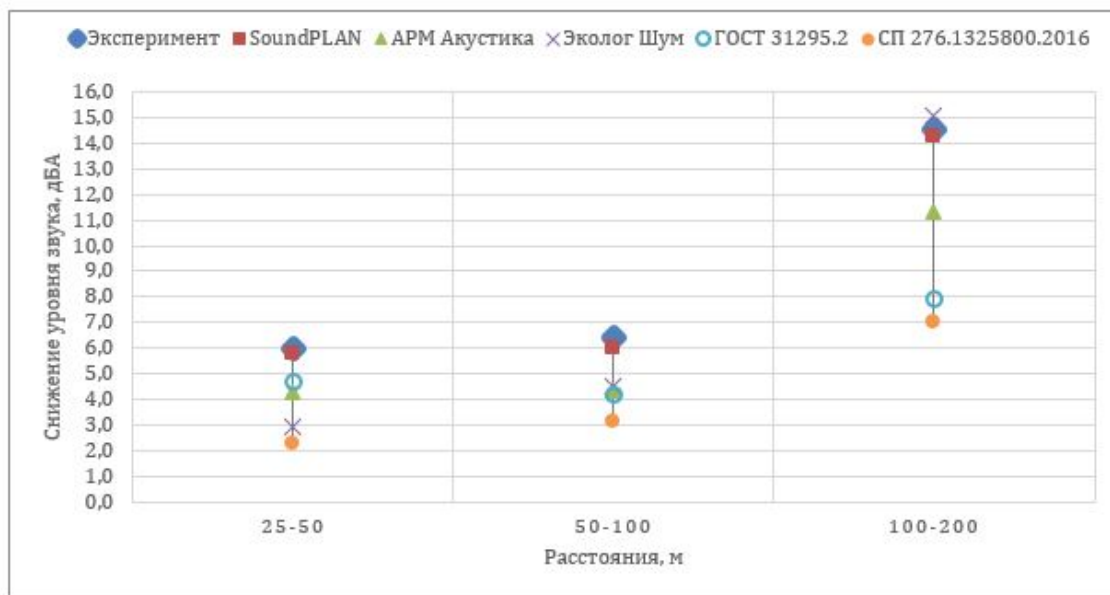


Рис. 5. Сравнение результатов расчетов и измерений ст. Столбовая

Как видно из графика, расчетная методика СП 276 дает заниженные значения затухания звука во всех контрольных точках (разница с экспериментальными значениями от 3,2 до 7,5 дБА), причем большая разница в значениях наблюдается в точке, расположенной на 200 м от источника, на затухание в которой основное влияние оказывает затухание в жилом массиве. Расчеты по методике ГОСТ 31295.2 показали заниженные значения затухания только в случае снижения шума при распространении от 100 м до 200 м, то есть в жилом массиве. Программа Эколог шум показала заниженные значения снижения звука при распространении от 25 м от 50 м, а программа АРМ Акустика – при распространении от 100 м от 200 м. В остальных случаях все программные средства показали хорошую сходимость с экспериментом.

Для участка ст. Путепровод характерна многоэтажная жилая застройка, перед жилыми домами, располагаются гаражи. Железная дорога проходит на насыпи высотой около 2 м. На данном участке измерения в контрольной точке на расстоянии 200 м (в контрольной точке 4) не проводились по причине наличия большого количества помех.

На затухание шума при распространении из 1 контрольной точки во 2 и из 2 в 3 влияет в том числе снижение шума за счет экранирования низкими подсобными зданиями, расположенными справа и слева от контрольных точек. Снижение шума при распространении от контрольной точки 3 в контрольную точку 4 обусловлено в основном снижением шума в жилом массиве.

На рисунке 6 представлен график, на котором показано сравнение затуханий звука.

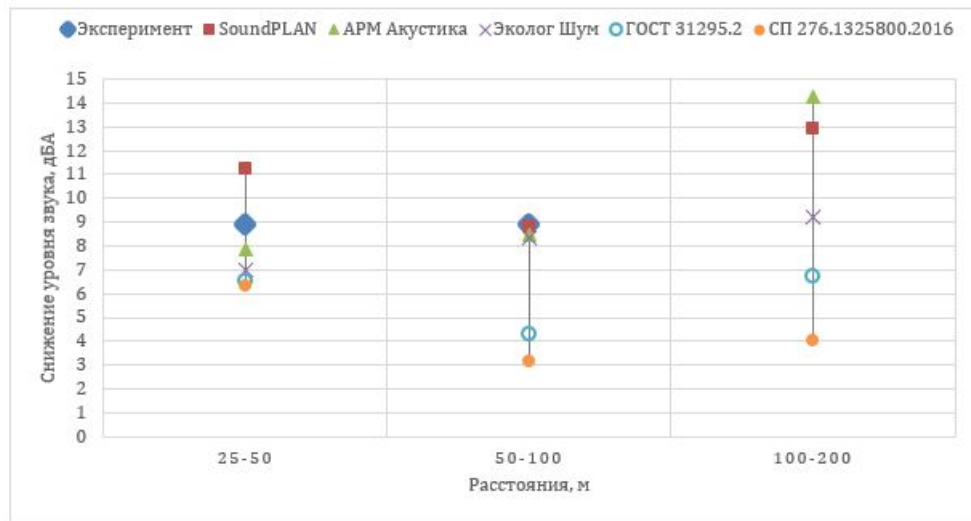


Рис. 6. Сравнение результатов расчетов и измерений ст. Путепровод

Как и в случае с участком ст. Столбовая ручной расчет по методикам СП 276 и ГОСТ 31295.2 показал заниженные результаты, в случае с СП 276 для всех расстояний, в случае с ГОСТ 31295.2 для точек на расстоянии 50 м и 100 м, где эффект снижения шума в застройке наибольший. Все программные расчеты показали хорошую сходимость с результатами эксперимента.

Для возможности сравнения результатов расчета на всех четырех участках и оценки численных значений затуханий уровней звука, результаты расчета представлены в виде таблицы. В таблице 1 представлены значения снижений уровней звука на различных участках.

Таблица 1

Снижения уровней звука на различных участках

Участок	Расстояние, м	Снижение уровня звука, дБА					
		Эксперимент	SoundPLAN	АРМ Акустика	Эколог Шум	ГОСТ 31295.2	СП 276.1325800.2016
пос. Железнодорожный	25 – 50	6,7	5,4	4,2	5,2	4,7	2,3
	50 – 100	4,3	6,7	4,1	6,6	4,5	4,2
	100 – 200	7,9	10,3	7,4	12,4	5,8	4,0
ст. Лосиноостровская	25 – 50	4,5	5,3	6,9	1,6	5,9	6,8
	50 – 100	3,2	3,3	2,5	1,8	5,2	4,2
	100 – 200	20,3	21	17,9	13,7	5,7	9,4
ст. Столбовая	25 – 50	6,0	5,8	4,3	2,9	4,7	2,3
	50 – 100	6,4	6,0	4,4	4,5	4,2	3,2
	100 – 200	14,5	14,3	11,4	15,1	7,9	7,0
ст. Путепровод	25 – 50	8,9	11,2	7,9	7,0	6,6	6,3
	50 – 100	8,9	8,8	8,5	8,4	4,3	3,2
	100 – 200	-	12,9	14,3	9,2	6,8	4,0

На рисунках 7 – 9 представлены графики, на которых показано сравнение затуханий звука на различных участках на одних и тех же расстояниях.

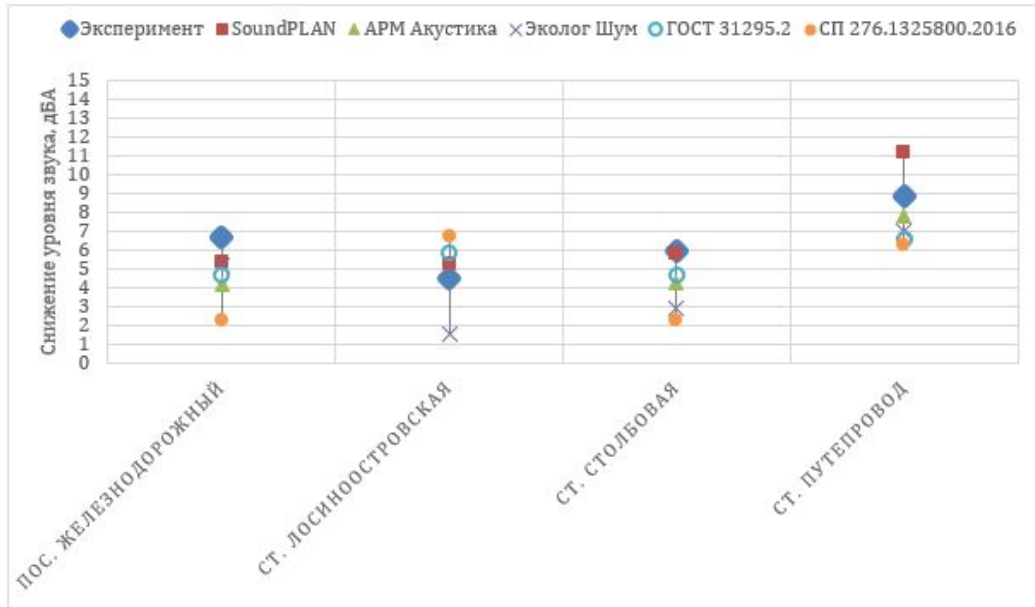


Рис. 7. Сравнение результатов расчетов и измерений при затухании звука с 25 м до 50 м

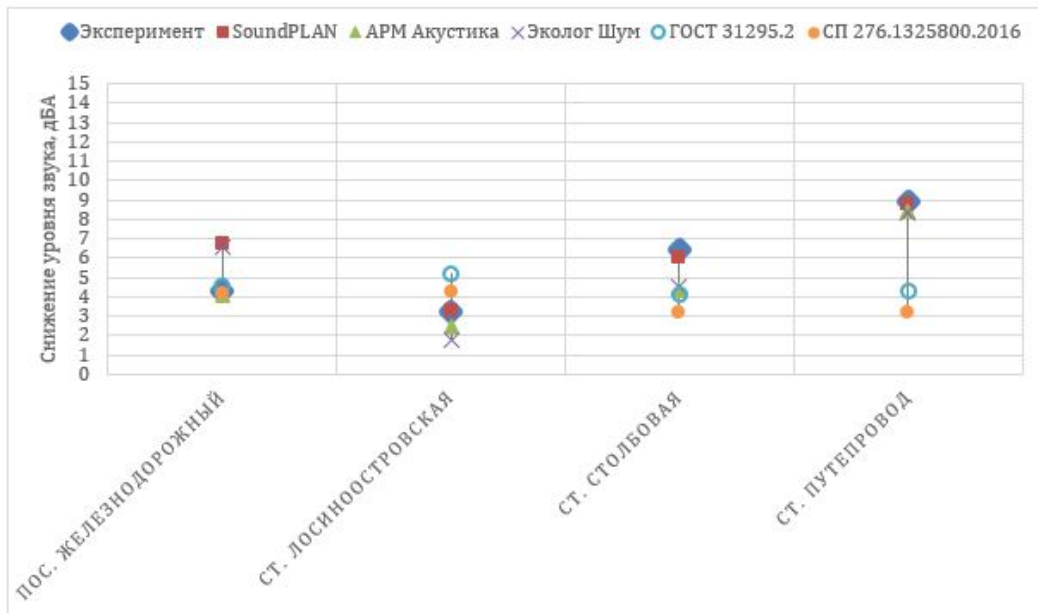


Рис. 8. Сравнение результатов расчетов и измерений при затухании звука с 50 м до 100 м

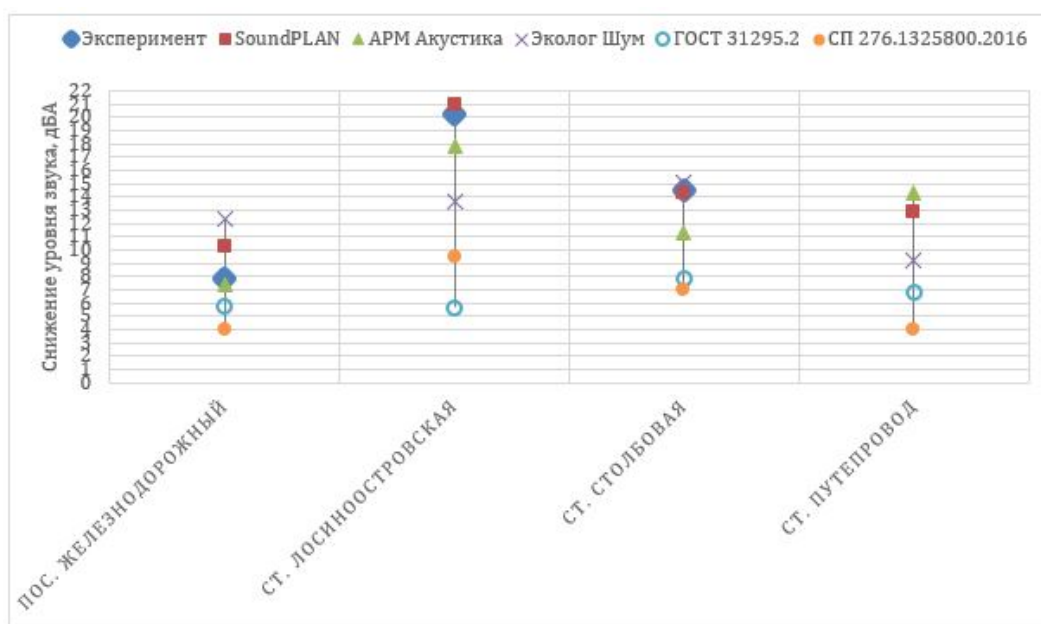


Рис. 9. Сравнение результатов расчетов и измерений при затухании звука с 100 м до 200 м

По графикам, представленным на рисунках 7-8 можно увидеть, что затухания звука, при распространении от 25 м до 50 м, полученные путем проведения ручных расчетов по методике СП 276, оказались заниженными во всех случаях, кроме ст. Лосиноостровская, где на затухание не влияли близко расположенные сооружения. Значения снижения уровня звука, при распространении от 50 м до 100 м, определенные по данной методике, показали заниженные значения в двух случаях, когда снижение шума было обусловлено в том числе, наличием низких зданий, расположенных рядом с контрольными точками. Однако в случае, со ст. Железнодорожной, методика СП 276 показала результат, аналогичный, результатам измерения, в данном случае контрольные точки на расстоянии 50 м и 100 м находились в прямой видимости, через просвет между многоквартирными домами. Затухания звука, при распространении от 100 м до 200 м, полученные путем проведения ручных расчетов по методике СП 276, оказались заниженными во всех случаях.

При ручном расчете по ГОСТ 31295.2 снижения уровней звука, при распространении от 25 м до 50 м показали хорошую сходимость с экспериментальными значениями. Затухания звука при распространении от 50 м до 100 м оказались занижены только на участке ст. Путепровод, где контрольные точки 2 и 3 находятся не в прямой видимости. Затухания звука при распространении со 100 м до 200 м, полученные путем проведения ручных расчетов по методике ГОСТ 31295.2, оказались заниженными во всех случаях.

2. Сравнение различных методик расчета распространения шума железнодорожного транспорта в условиях сельской застройки

В качестве примеров ниже будет рассмотрено четыре участка железной дороги, к которым прилегает сельская малоэтажная застройка: ст. Кубинка, ст. ЗИП, СНТ Клязьма и ст. Варениковская.

На схеме 10 показано расположение контрольных точек на территории застройки на разных участках.

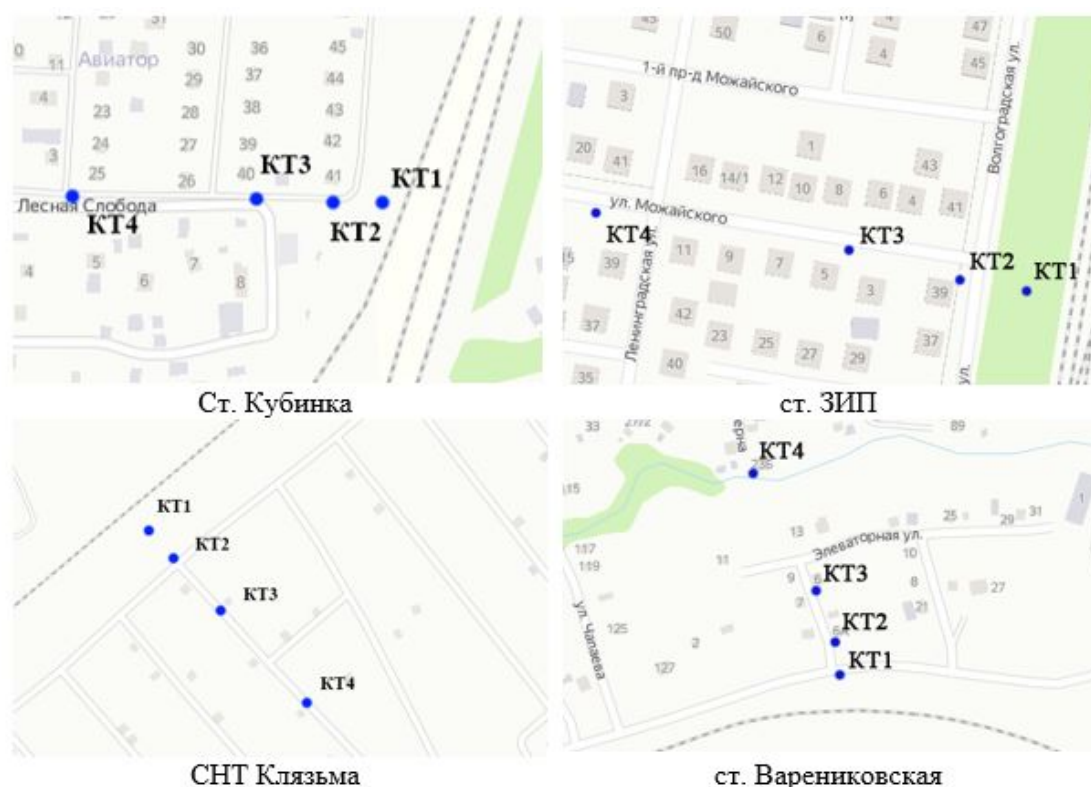


Рис. 10. Схема расположения контрольных точек

На участке ст. Кубинка расположены малоэтажные частные дома. Железнодорожные пути отделены друг от друга. Ближайший к жилой застройке располагается на насыпи высотой 0,5 м, дальние пути располагаются на индивидуальных насыпях 4,5-6,0 м и частично проходят по железнодорожному мосту.

Затухание звука на пути распространения от контрольной точки 1 до контрольной точки 2 обусловлено затуханием звука в свободном поле. Затухание звука на пути распространения от контрольной точки 2 до контрольной точки 4 обусловлено расположением расчетных точек в условиях однородной малоэтажной застройки (здесь и далее при проведении ручных расчетов распространения звука данный эффект учитывался при помощи поправки A_{hous}).

На рисунке 11 представлен график, показывающие различные значения затуханий уровня звука на удалении от железной дороги.

По результатам расчета затуханий уровней звука от 25 до 200 м методики СП 276 и ГОСТ 31295, применяемые для ручного расчета показали заниженные значения, кроме того, результаты расчетов во всех программных средствах также показали результаты ниже экспериментальных (за исключением программы Эколог-Шум при расчете затухания от 100 м до 200 м).

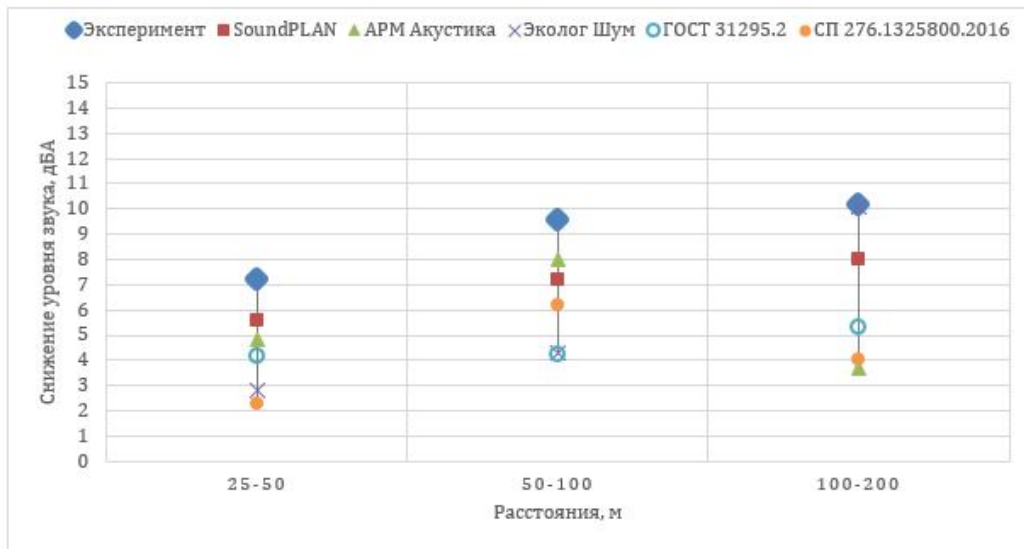


Рис. 11. Сравнение результатов расчетов и измерений ст. Кубинка

На участке ст. ЗИП располагаются малоэтажные частные дома, застройка более плотная, чем на участке ст. Кубинка, железнодорожные пути проходят на насыпи высотой 2,5 м.

Затухание звука на пути распространения от контрольной точки 1 до контрольной точки 2 обусловлено наличием зеленых насаждений (при проведении ручных расчетов не учитывалось по причине слишком узкой полосы зеленых насаждений). Затухание звука на пути распространения от контрольной точки 2 до контрольной точки 4 обусловлено наличием экранирующих сооружений (1 – 2-х этажных жилых и подсобных зданий, заборов) на пути распространения звука.

На графике, представленном на рисунке 12 показаны различные значения затуханий уровня звука на удалении от железной дороги.

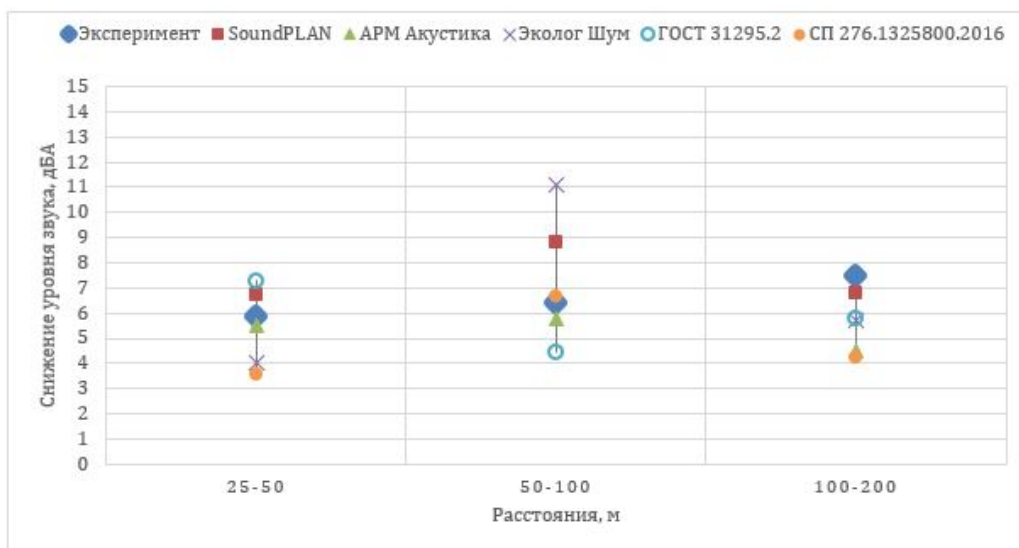


Рис. 12. Сравнение результатов расчетов и измерений ст. ЗИП

При расчете снижения шума при распространении со 100 до 200 м по методике СП 276 полученные результаты оказались на 3,3 дБА ниже экспериментальных. В остальных случаях ручной расчет показал хорошую сходимость с результатами эксперимента. Программа Эколог шум показала завышенные значения затуханий звука при распространении от 50 м до 100 м, в остальном все программные расчеты сошлись с результатами эксперимента.

Для участка СНТ Клязьма характерна очень редкая частная малоэтажная застройка, железнодорожные пути проходят на насыпи высотой 0,5- 0,7 м.

Затухание звука на пути распространения от точки 1 до точки 2 обусловлено наличием густых зеленых насаждений вдоль железной дороги. Затухание звука на пути распространения от точки 2 до точки 4 обусловлено наличием редко расположенных малоэтажных зданий, не являющихся эффективными экранирующими сооружениями.

На графике, представленном на рисунке 13 показаны различные значения затуханий уровня звука на удалении от железной дороги.

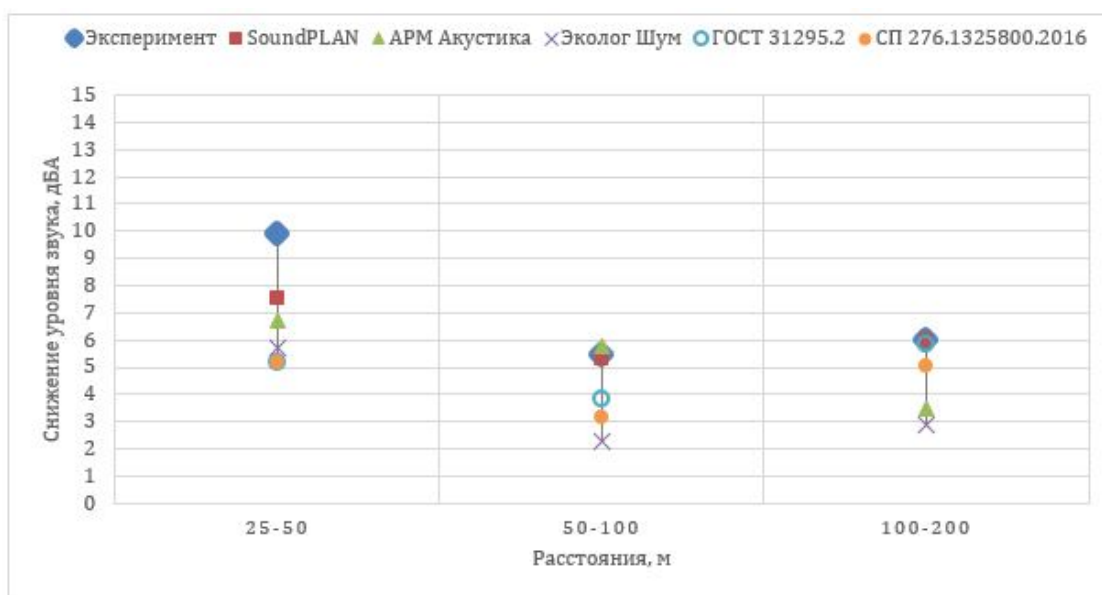


Рис. 13. Сравнение результатов расчетов и измерений СНТ Клязьма

При ручном расчете снижения уровней звука полученные с помощью методик СП 276 и ГОСТ 31295.2 значения оказались занижены лишь в случае распространения шума от 25 м до 50 м от железной дороги, что может быть связано со слишком низкой поправкой на затухание звука в зеленых насаждениях. Расчеты, проведенные в программе Эколог шум, показали заниженные значения затухания во всех расчетных точках. Программы SoundPLAN и АРМ Акустика показали заниженные результаты затухания звука при распространении от 25 м до 50 м.

На участке ст. Варениковская располагаются преимущественно малоэтажные частные дома, железнодорожные пути проходят на насыпи высотой 1,8 м.

Затухание звука на пути распространения от контрольной точки 1 до контрольной точки 2 обусловлено затуханием звука в свободном поле. Затухание звука на пути распространения от контрольной точки 2 до контрольной точки 3 обусловлено наличием экранирующих сооружений (1 – 2-х этажных жилых и подсобных зданий) на пути распространения звука. Затухание звука на пути распространения от контрольной точки 3 до контрольной точки 4 обусловлено затуханием звука в свободном поле.

На графике, представленном на рисунке 14 показаны различные значения затуханий уровня звука на удалении от железной дороги.

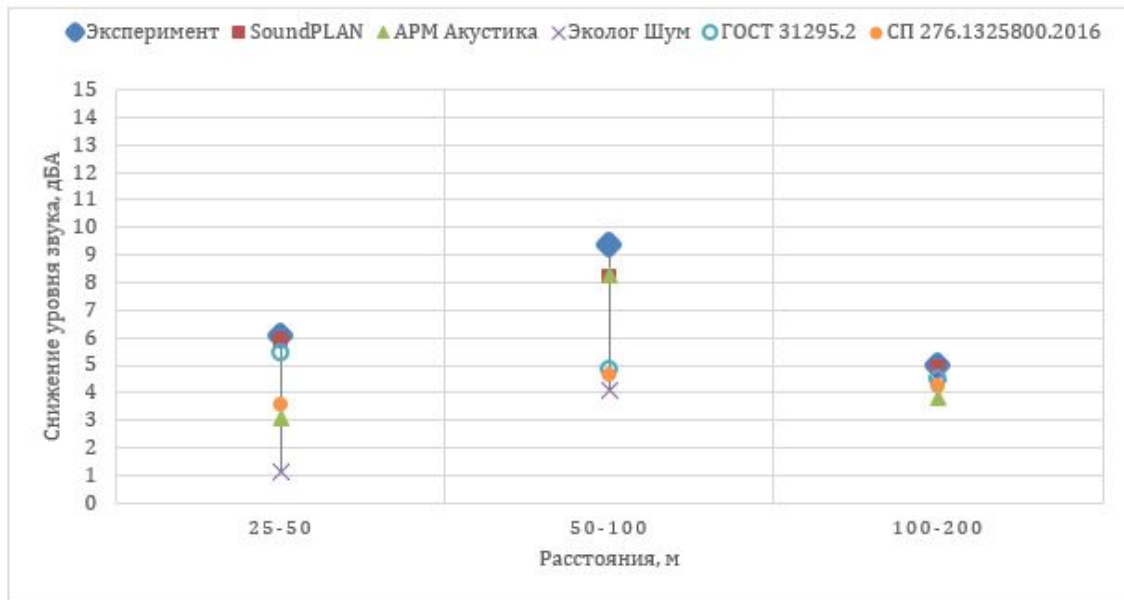


Рис. 14. Сравнение результатов расчетов и измерений ст. Варениковская

Как видно из графика, расчетная методика СП 276 дает заниженные значения затухания звука в контрольных точках на расстояниях 50 м и 100 м, причем большая разница в значениях наблюдается в точке, расположенной на 100 м от источника, на затухание в которой основное влияние оказывает затухание в жилом массиве. Расчеты по методике ГОСТ 31295.2 показали заниженные значения затухания только в случае снижения шума при распространении от 50 м до 100 м, то есть в жилом массиве. При расчете затухания шума от 100 м до 200 м обе расчетные методики показали хорошую сходимость. Что можно объяснить отсутствием влияния застройки. Программа SoundPLAN показала хорошую сходимость с результатами измерений. АРМ Акустика показала заниженные результаты снижения звука при распространении от 25 м до 50 м, которые совпали с результатами расчета по методике СП 276. Программа Эколог шум показала заниженные результаты расчета затухания звука при распространении от 25 м до 100 м.

Для возможности сравнения результатов расчета на всех четырех участках и оценки численных значений затуханий уровней звука, результаты расчета представлены в виде таблицы. В таблице 2 представлены значения снижений уровней звука на различных участках.

На рисунках 15 – 17 представлены графики, на которых показано сравнение затуханий звука на различных участках на одних и тех же расстояниях.

Таблица 2

Снижения уровней звука на различных участках

Участок	Расстояние, м	Снижение уровня звука, дБА					
		Эксперимент	SoundPLAN	АРМ Акустика	Эколог Шум	ГОСТ 31295.2	СП 276.1325800. 2016
ст. Кубинка	25 – 50	7,2	5,6	4,8	2,8	4,2	2,3
	50 – 100	9,6	7,2	8,0	4,3	4,2	6,2
	100 – 200	10,2	8,0	3,7	10,1	5,3	4,0
ст. ЗИП	25 – 50	5,9	6,7	5,5	4,0	7,3	3,5
	50 – 100	6,4	8,8	5,8	11,1	4,4	6,6
	100 – 200	7,5	6,8	4,5	5,7	5,8	4,2
СНТ Клязьма	25 – 50	9,9	7,5	6,7	5,7	5,2	5,2
	50 – 100	5,5	5,3	5,8	2,3	3,8	3,2
	100 – 200	6,0	6	3,5	2,9	5,8	5,0
ст. Варениковская	25 – 50	6,1	5,9	3,1	1,1	5,5	3,5
	50 – 100	9,4	8,2	8,3	4,1	4,9	4,6
	100 – 200	5,0	4,9	3,8	4,7	4,6	4,2

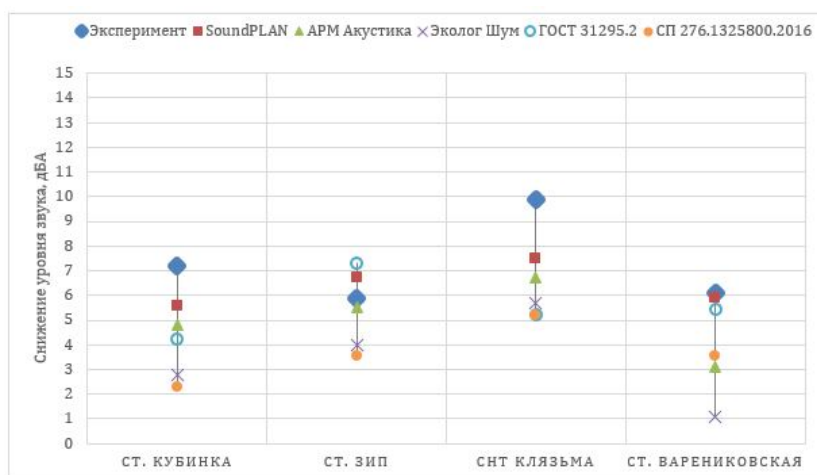


Рис. 15. Сравнение результатов расчетов и измерений при затухании звука с 25 м на 50 м

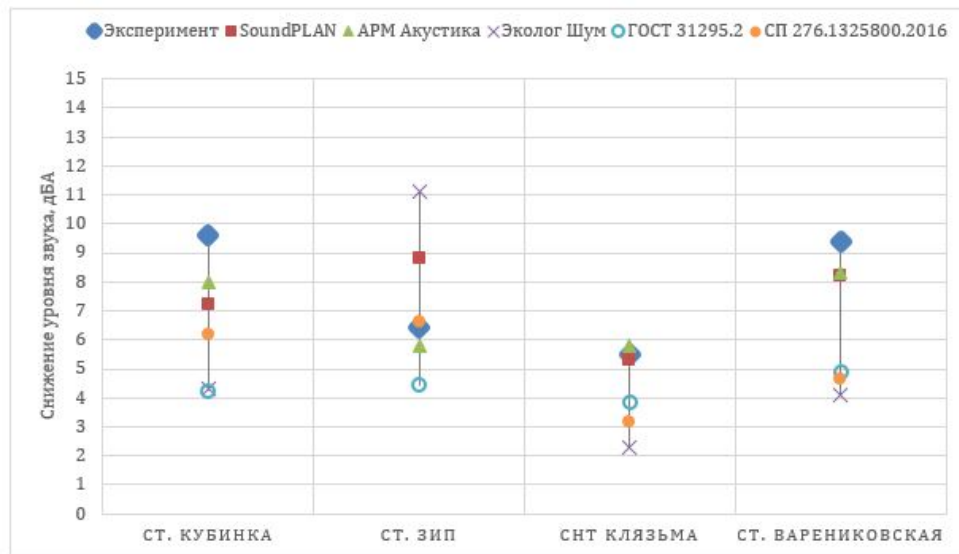


Рис. 16. Сравнение результатов расчетов и измерений при затухании звука с 50 м на 100 м

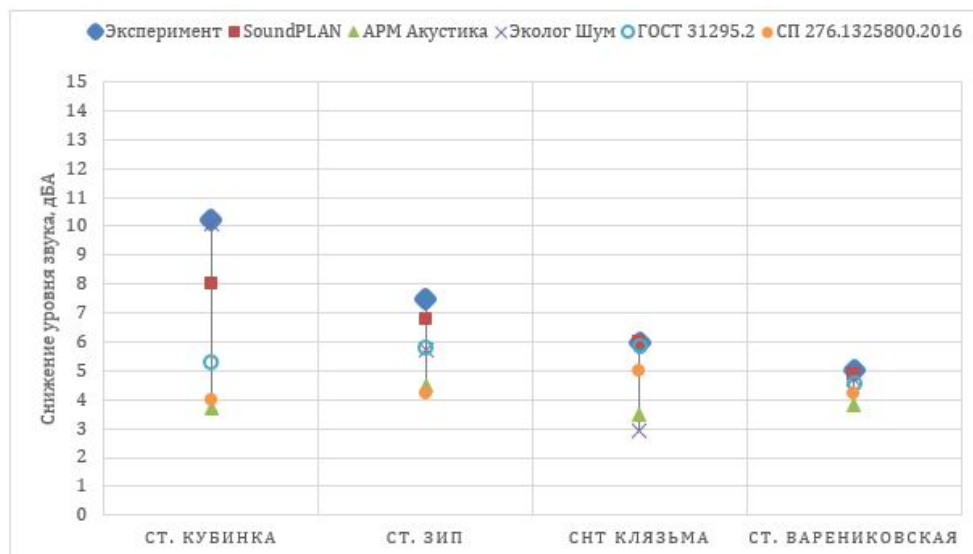


Рис. 17. Сравнение результатов расчетов и измерений при затухании звука с 100 м на 200 м

По графикам, представленным на рисунках 15 – 17 можно сделать вывод, что затухания звука, при распространении от 25 м до 50 м, полученные путем проведения ручных расчетов по методике СП 276, во всех случаях оказались ниже экспериментальных значений, однако наибольшая разница между расчетом и экспериментом наблюдается на участке СНТ Клязьма, где затухание звука обусловлено в том числе снижением шума в зеленых насаждениях. Значения снижения уровня звука, при распространении от 50 м до 100 м, определенные по данной методике, показали заниженные значения в двух случаях, из четырех. Можно отметить, что на двух участках, где была выявлена хорошая сходимость экспериментальных данных с расчетными (ст. ЗИП и СНТ Клязьма) особенность застройки заключается в том, что в СНТ Клязьма дома расположены очень далеко друг от друга, а на участке ст. ЗИП застройка, напротив, плотная, и образует четкие «линии» улиц, в связи с чем контрольные точки располагались на одной

линии, в прямой видимости друг с другом и источником шума. Затухания звука, при распространении от 100 м до 200 м, полученные путем проведения ручных расчетов по методике СП 276, также оказались заниженными в двух случаях из четырех. Хорошая сходимость была выявлена двух участках, где застройка очень редкая и не оказывает значительного влияния на распространение звука.

При ручном расчете по ГОСТ 31295.2 снижения уровней звука, при распространении от 25 м до 50 м показали хорошую сходимость с экспериментальными значениями в двух случаях, в одном из которых затухание обусловлено снижением шума в зеленых насаждениях. Затухания звука, при распространении от 50 м до 100 м также оказались занижены только в двух случаях, аналогично СП 276. Затухания звука, при распространении от 100 м до 200 м, полученные путем проведения ручных расчетов по методике ГОСТ 31295.2, оказались заниженными только в одном случае, на участке ст. Кубинка.

Как было указано выше, на участке ст. Кубинка все расчетные методики и программные средства показали значения ниже экспериментальных, особенностью данного участка является то, что участок железной дороги там криволинейный и «огихает» массив застройки в котором были расположены расчетные точки.

Заключение

Проанализировав процесс распространения шума в различных типах застройки и сравнив различные расчетные методики можно сделать следующие выводы:

- расчетная методика СП 276.1325800.2016 дает заниженные результаты снижения шума в условиях городской застройки различных типов, а также в условиях плотной сельской застройки;

- расчетная методика ГОСТ 31295.2 при проведении ручных расчетов дает заниженные значения результатов расчета снижения шума в условиях плотной многоэтажной застройки, при наличии зданий, обращенных фасадами к источнику шума, а также в условиях плотной сельской застройки;

- расчеты снижения шума в городской застройке в программе АРМ Акустика в целом показали хорошую сходимость с результатами эксперимента, в случае с сельской застройкой результаты расчета снижения шума в некоторых случаях получились несколько заниженными;

- результаты расчета снижения шума в застройке, полученные в программе Эколог Шум, в большинстве случаев дают заниженный результат;

- результаты расчетов в программе SoundPLAN показали хорошую сходимость с результатами расчета;

- снижение шума в городской застройке различно и зависит от типов зданий и их расположения по отношению к источнику шума;

- снижение шума в сельской застройке, представленной малоэтажными домами, зависит от плотности застройки и расположения домов по отношению друг к другу.

Таким образом методики расчета снижения шума в жилых массивах необходимо уточнить с учетом различных типов городской и сельской застройки.

Список литературы

1. Васильев А.П. Оценка шума железнодорожного транспорта как фактора риска здоровью населения / А. П. Васильев, А. В. Шабарова, М. В. Буторина, Д. А. Куклин // Молодежь. Техника. космос: труды X Общероссийской молодежной научно-технической конференции, Санкт-Петербург, 18–20 апреля 2018 года. – Санкт-Петербург: Балтийский государственный технический университет "Военмех", 2018. – С. 319-324
2. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2021 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека – 2022 – 340 с.
3. ГОСТ 33325-2015 Шум. Методы расчета уровней внешнего шума, излучаемого железнодорожным транспортом (с Поправкой, с Изменением N 1) М.: Стандартиформ, 2019 год
4. ГОСТ 31295.2-2005 (ИСО 9613-2:1996) Шум. Затухание звука при распространении на местности. Часть 2. Общий метод расчета М.: Стандартиформ, 2006 год
5. СП 276.1325800.2016 Здания и территории. Правила проектирования защиты от шума транспортных потоков М.: Стандартиформ, 2017 год
6. Буторина М.В. Разработка научных и методических основ картирования шума транспорта на территории городской застройки: диссертация ... доктора технических наук: 01.04.06 / Буторина Марина Вадимовна; [Место защиты: ФГБОУ ВО «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»]. -Санкт-Петербург, 2020. - 429 с.
7. ГОСТ 23337-2014 Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий (с Поправками) М.: Стандартиформ, 2019 год
8. ГОСТ 20444-2014 Шум. Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики (с Поправкой) М.: Стандартиформ, 2019 год
9. ГОСТ Р 56394-2015 Шум. Карты шума оперативные для железнодорожного транспорта. Общие требования и методы составления М.: Стандартиформ, 2019 год
10. Буторина М.В. Учет погрешностей при построении карт шума / М. В. Буторина, А. В. Осетров, В. В. Светлов, К. П. Фиев // Noise Theory and Practice. – 2020. – Т. 6. – № 4(22). – С. 81-89
11. Берндт, А. Неопределенности в моделировании шума окружающей среды. Proceedings of ACOUSTICS, Голд-кост, Австралия, 3-5 ноябрь, 2004, С. 443-446.

References

1. Vasiliev A.P., Assessing railway noise as a risk factor for public health, A.P. Vasiliev, A.V. Shabarova, M.V. Butorina, and D.A. Kuklin, Youth. Technique. Space: Proceedings of the X All-Russian Youth Scientific and Technical Conference, St. Petersburg, April 18–20, 2018. - St. Petersburg: Baltic State Technical University "Voenmeh", 2018. - P. 319-324
2. On the state of sanitary and epidemiological well-being of the population in the Russian Federation in 2021: State report. M.: Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare - 2022 – P. 340
3. GOST 33325-2015 Noise. Calculation methods for external noise emitted by railway transport (with Amendment, with Amendment N 1) M.: Standartinform, 2019
4. GOST 31295.2-2005 (ISO 9613-2:1996) Noise. Attenuation of sound during propagation outdoors. Part 2. General method of calculation M.: Standartinform, 2006

-
5. SP 276.1325800.2016 Buildings and territories. Protection design rules from traffic noise M.: Standartinform, 2017
 6. Butorina M.V. Development of scientific and methodological bases for mapping traffic noise on the territory of urban development: dissertation ... Doctor of Technical Sciences: 01.04.06 / Butorina Marina Vadimovna; [Place of protection: FSBEI HE Baltic State Technical University "VOENMEH" named after. D.F. Ustinov"]. - St. Petersburg, 2020. – P. 429
 7. GOST 23337-2014 Noise. Methods of noise measurement in residential areas and in the rooms of residential, public and community buildings (as amended) M.: Standartinform, 2019
 8. GOST 20444-2014 Noise. Traffic flows. Methods of noise characteristic determination (as amended) M.: Standartinform, 2019
 9. GOST R 56394-2015 Noise. Operative noise maps for railway transport. General requirements and methods of development M.: Standartinform, 2019
 10. Butorina M.V. Accounting for errors in the construction of noise maps / M. V. Butorina, A. V. Osetrov, V. V. Svetlov, K. P. Fiev // Noise Theory and Practice. - 2020. - Vol. 6. - No. 4 (22). - P. 81-89
 11. Berndt, A. Uncertainties in environmental noise modelling. Proceedings of ACOUSTICS 2004, Gold Coast, Australia, 3-5 November, 443-446, (2004)