

УДК: 534.836.2
OECD: 1.03. AA

Зависимость снижения шума железнодорожного транспорта в городской застройке от ее параметров

Васильева А.В.*

Ассистент кафедры «Экология и производственная безопасность»
Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ»
им. Д.Ф. Устинова, Санкт-Петербург, РФ

Аннотация

В данной статье рассматривается проблема снижения шума железнодорожного транспорта в условиях его распространения в жилой застройке. Актуальность выбранной темы обусловлена отсутствием точного метода расчета снижения звука при его прохождении через городскую застройку, в связи чем предлагается учитывать в расчете ранее не рассматриваемые параметры. В ходе проведения оценки влияния различных параметров застройки на снижение шума было выделено четыре типичных для городской застройки жилых массива в которых по-разному происходит процесс распространения шума: строчная параллельная застройка, строчная перпендикулярная застройка, периметральная застройка и ленточная застройка. Среди параметров, влияющих на снижение шума были выделены: плотность застройки, отношение длин сторон зданий, отношение длины пролетов между зданиями к общей длине участка, а также шероховатость застройки.

Ключевые слова: шум железнодорожного транспорта, снижение шума на жилой территории, распространение звука, экранирование, дифракция.

Dependence of noise reduction of railway transport in urban development on its parameters

Vasileva A.V.*

Assistant of the department of Ecology and Industrial Safety Baltic State Technical University 'VOENMEH',
St. Petersburg, Russia

Abstract

This article discusses the problem of reducing the noise of railway transport in conditions of its spread in residential buildings. The relevance of the chosen topic is due to the lack of an accurate method for calculating sound reduction when it passes through urban development, and therefore it is proposed to take into account previously not considered parameters in the calculation. During the assessment of the impact of various building parameters on noise reduction, four residential areas typical of urban development were identified in which the process of noise propagation occurs in different ways: lowercase parallel building, lowercase perpendicular building, perimeter building and ribbon building. Among the parameters affecting noise reduction, the following were highlighted: building density, the ratio of the lengths of the sides of buildings, the ratio of the length of the gaps between buildings to the total length of the site, as well as the roughness of the building.

Keywords: noise of railway transport, noise reduction in residential areas, sound propagation, shielding, diffraction.

*E-mail: shabarova_av@voenmeh.ru (Васильева А.В.)

Введение

Снижение шума железнодорожного транспорта в условиях его распространения в городской застройке зависит от различных параметров. Существующие методики расчета снижения шума при его распространении по территории, ГОСТ 31295.2-2005 [1] и СП 276.1325800.2016 [2], предлагают использовать в расчете такие параметры как плотность застройки, длина траектории распространения шума через просветы между домами, размеры разрывов между домами на линии застройки и расстояний между линиями застройки. Однако оба этих метода, как показывает практика, дают заниженные результаты [3]. ГОСТ 31295 в п. А.3.1 предлагает выполнять расчет отдельно поправки на экранирование звука и на его отражение, а расчет поправки на затухание в жилом массиве, в случае если все-таки выбран данный метод расчета, проверять экспериментально. Таким образом можно сделать вывод, что данный расчет является лишь ориентировочным, а процесс затухания шума при его прохождении через застройку является более сложным, так как на него может влиять помимо отражения звука от строений и экранирования, также дифракция звука на сложных сооружениях, ограничение угла видимости, наличием разрывов между зданиями.

1. Выявление характерных типов городской застройки

Среди различных вариантов расположения зданий в жилых массивах можно выделить некоторые типовые варианты их размещения. [4, 5, 6]. На рисунке 1 представлено 4 типа расположения зданий в городской застройке. Строчная застройка подразумевает расположение зданий параллельно друг другу, в контексте размещения застройки вблизи источника шума можно выделить параллельную и перпендикулярную строчную застройку в зависимости от того, перпендикулярно или параллельно расположены здания по отношению к железной дороге. Периметральная застройка представляет собой здания, образующие внутри себя двор, огороженный от источника шума с трех сторон. Ленточная застройка представляет собой протяженное здание, параллельное источнику шума, за которым располагается все остальная жилая застройка.

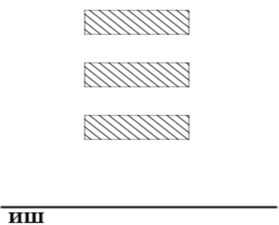
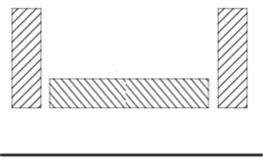
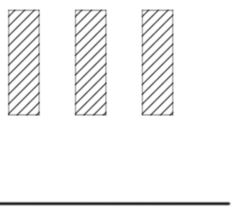

	
Строчная параллельная застройка	Периметральная застройка
	
Строчная перпендикулярная застройка	Ленточная застройка

Рис. 1. Выделенные характерные типы городской застройки

В случае строчной параллельной застройки снижение шума происходит за счет экранирования первым эшелонм зданий. Наибольшее снижение будет достигнуто на территории ближе к центру зданий, по краям за счет боковой дифракции снижение шума будет ниже. В строчной перпендикулярной застройке эффект экранирования шума зданиями отсутствует, однако снижение все же будет наблюдаться за счет ограничения угла видимости источника шума [7], также будет иметь место эффект переотражения звука между двумя зданиями. В случае периметральной застройки снижение шума обусловлено экранированием зданиями с трех сторон, а на территорию внутреннего двора шум проникает через проемы между зданиями. В случае ленточной застройки здание первого эшелона является экранирующим сооружением для все последующей застройки, боковая дифракция в данном случае не оказывает такого существенного влияния как в случае строчной параллельной застройки.

2. Выявление параметров, оказывающих влияние на затухание шума в застройке

На затухание звука в застройке может влиять ее плотность (отношение площади всех участков под домами к площади участка целиком), данный параметр используется в ГОСТ 31295.2-2005 [1] для расчета поправки на затухание звука в жилых массивах. Была проведена оценка зависимости затухания шума от плотности застройки для 13 территорий, расположенных в непосредственной близости от железной дороги. Затухание звука при его распространении на селитебной территории было определено экспериментально [3, 8], путем проведения измерений шума на селитебной территории по ГОСТ 23337-2014 п. 7.20 [9]. Измерения уровней шума на территории проводились посредством измерения уровней звукового воздействия при проезде отдельных поездов и преследующей обработке результатов измерений с учетом интенсивности движения поездов по участку, что позволяет исключить влияние других источников шума на полученные результаты. Помимо измерений шума на территории, также были проведены расчеты в программном комплексе SoundPLAN, которые показали хорошую (в пределах 3 дБА) сходимость с результатами эксперимента [3, 8]. Из графика, представленного рисунке 2 следует, что затухание звука в застройке зависит не только от плотности, но от других параметров, которые будут рассмотрены ниже.

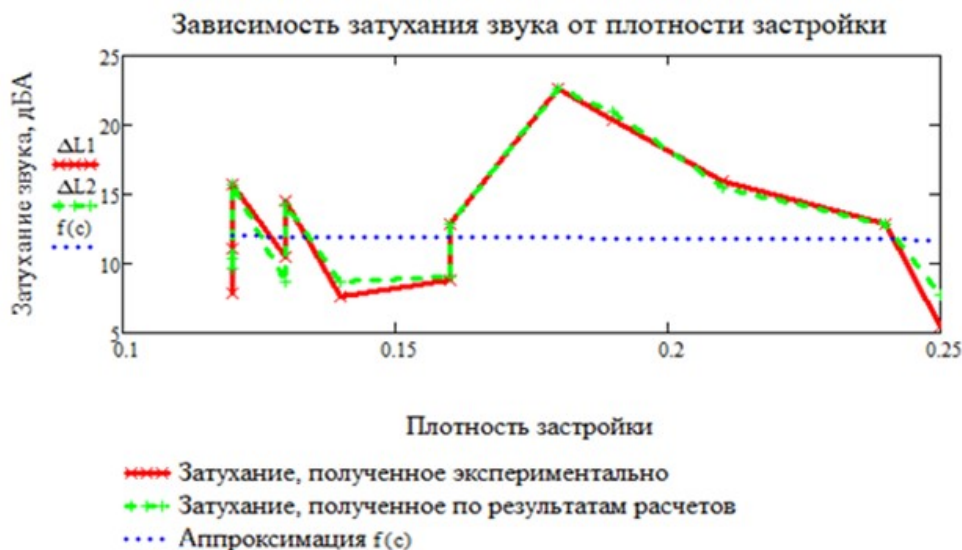


Рис. 2. Зависимость затухания звука в застройке от ее плотности

На рисунке 3 показана ситуация, в которой, при одинаковой плотности застройки затухание в массиве домов будет различным за счет различного их расположения. Во втором и третьем случае будет иметь место экранирование звука, причем в третьем случае оно будет ниже за счет боковой дифракции, а в первом случае снижение шума будет обусловлено ограничением угла видимости.

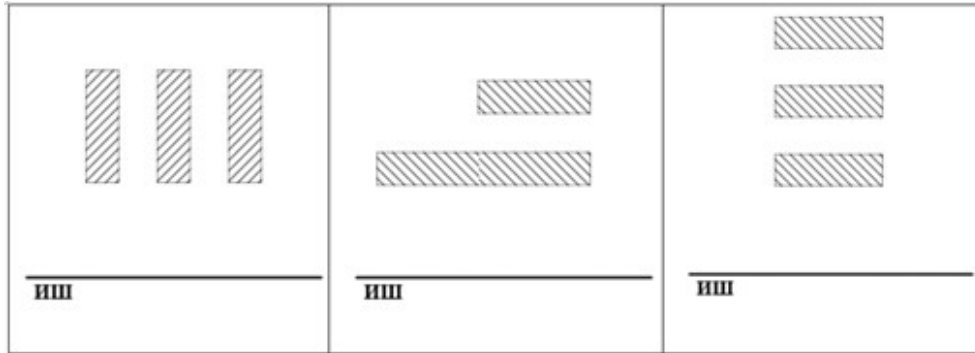


Рис. 3. Пример различного расположения зданий в застройке с одинаковой плотностью

Было выдвинуто предположение, что затухание звука может зависеть от отношения длин сторон здания, а именно отношения длины фасада параллельного источнику шума к длине фасада перпендикулярного источнику шума. Для строчной параллельной застройки это значение будет больше единицы, а для строчной перпендикулярной – меньше единицы. В [10] исследована зависимость затухания звука от различного расположения зданий относительно от нелинейного источника шума. На рисунке 4 показана зависимость затухания звука от отношения длин фасадов здания с учетом статистической обработки.

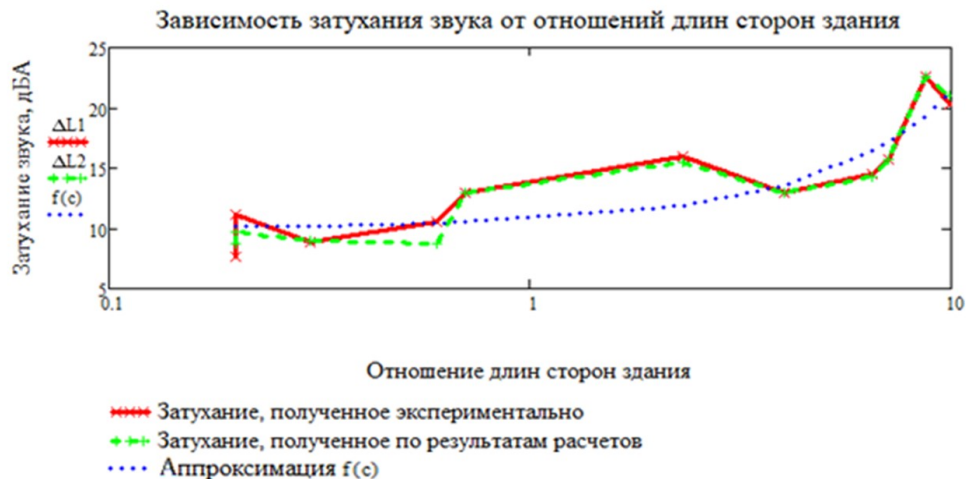


Рис. 4. Зависимость затухания звука в застройке от отношения длины фасадов зданий

Из графика, представленного на рисунке 3, следует, что затухание звука в застройке зависит от отношения длин фасадов здания.

Еще одним параметром влияющим за затухание звука является отношение длины проветров между домами к общей длине рассматриваемого участка (см. рис. 5).



Рис. 5. Зависимость затухания звука в застройке от длины проветров между домами к общей длине рассматриваемого участка

В таблице 1 представлены значения описанных выше параметров, определенные для различных типов застройки.

Таблица 1

Значения параметров, описывающих городскую застройку

Участок	Плотность застройки	Отношение длин фасадов здания	Отношение длины проветров к общей длине	Затухание
Строчная параллельная застройка				
Ст. Столбовая	0,13	6,50	0,35	14,5
Ст. Путепровод	0,16	4,00	0,31	12,90
Ст. Бугач	0,12	7,10	0,08	15,70
Среднее	0,14	5,90	0,25	14,30
Строчная перпендикулярная застройка				
Ст. Детская	0,12	0,20	0,78	11,10
Марьино Роща (северный участок)	0,16	0,30	0,78	8,80
Ст. Куровская	0,14	0,20	0,59	7,60
пл. Верхние котлы	0,13	0,60	0,58	10,50
Среднее	0,16	0,30	0,67	8,70
Периметральная застройка				
ст. Матвеевская – ст. Очаково	0,24	0,70	0,08	12,90
пл. Маленковская	0,21	2,30	0,08	16,00
Среднее	0,23	1,50	0,08	11,60

Ленточная застройка				
Ст. Лосиноостровская	0,19	9,90	0,01	20,30
Ст. Северное шоссе – ст. Бугач	0,18	8,70	0,08	22,60
Среднее	0,19	9,30	0,05	21,50

Помимо выделенных выше параметров затухание звука в застройке может зависеть также от шероховатости застройки (параметр, зависящий от средней высоты застройки) [11, 12]. В таблице 2 представлены значения затухания в зависимости от шероховатости застройки.

Таблица 2

Зависимость затухания звука в застройке от ее шероховатости

Тип застройки	Высота, м	Шероховатость Z_0 , м	Затухание с удвоением расстояния, дБА
Пористая поверхность $G=1$ (трава)	0,2	0,02	4,5
Сельская застройка 1 – 2 этажа	5-8	1	7,4
Городская застройка 3 – 5 этажей	11-15	1,5	8,4
Городская застройка более 5	15-30	3	13,0

На затухание звука на пути его распространения помимо экранирующих сооружений могут влиять также такие факторы, как затухание звука в атмосфере, которое зависит от климатических особенностей региона. Данный вопрос был подробно рассмотрен в [13, 14].

Заключение

Для повышения точности расчета снижения шума в условиях его распространения в городской застройке были выявлены следующие параметры застройки, влияющие на процесс затухания:

- плотность застройки;
- отношение длин фасадов здания;
- отношение длины пролетов между домами к общей длине рассматриваемого участка;
- шероховатость застройки.

Также были выделены четыре типа городской застройки:

- строчная параллельная застройка;
- строчная перпендикулярная застройка;
- периметральная застройка;
- ленточная застройка.

Наиболее высокие снижения шума были отмечены в ленточной и строчной параллельной застройке, где на снижение шума в первую очередь влияет процесс

экранирования, в периметральной застройке были получены чуть более низкие значения, и самое низкое снижение наблюдается в строчной перпендикулярной застройке.

Список литературы

1. ГОСТ 31295.2-2005 (ИСО 9613-2:1996) «Шум. Затухание звука при распространении на местности. Часть 2. Общий метод расчета» Официальное издание. М.: Стандартиформ, 2006 год.
2. СП 276.1325800.2016 «Здания и территории. Правила проектирования защиты от шума транспортных потоков (с Изменениями N 1, 2)» Официальное издание. М.: Стандартиформ, 2017 год
3. Шабарова А.В. Сравнение методов расчета распространения шума железнодорожного транспорта в различных типах застройки / Шабарова А.В., Буторина М.В., Куклин Д.А. // Noise Theory and Practice. 2022. №3 (30) С. 16–33.
4. Калабин А.В. Виды жилой застройки: современное состояние // Академический вестник УралНИИпроект РААСН – 2017 № 4 (35) – С. 50-58.
5. Шабарова А. В. Формирование акустического комфорта в различных типах городской застройки / А. В. Шабарова, М. В. Буторина // Инвестиции, градостроительство, технологии как драйверы социально-экономического развития территории и повышения качества жизни населения: Материалы XIV Международной научно-практической конференции. В 2-х частях, Томск, 12–14 марта 2024 года. – Томск: Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2024. – С. 465-472.
6. Результаты картирования шума Санкт-Петербурга / М. В. Буторина, Н. И. Иванов, А. В. Кудаев [и др.] // Безопасность жизнедеятельности. – 2009. – № 8(104). – С. 9-12.
7. ОДМ 218.2.013-2011 «Методические рекомендации по защите от транспортного шума территорий, прилегающих к автомобильным дорогам». Отраслевой дорожный методический документ от 13.12.2012 N 218.2.013-2011.
8. Воронова, А. А. Выбор мероприятий для защиты от железнодорожного шума в городской и сельской застройке / А. А. Воронова, А. В. Шабарова, М. В. Буторина // Защита от повышенного шума и вибрации: сборник трудов конференции IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Санкт-Петербург, 26–28 апреля 2023 года. – Санкт-Петербург: Институт акустических конструкций, 2023. – С. 272-279.
9. ГОСТ 23337-2014 «Шум. Методы измерения шума на территориях жилой застройки и в помещениях жилых и общественных зданий» Официальное издание. М.: Стандартиформ, 2019 год.
10. Тупов, В. Б. Влияние геометрических характеристик препятствий на снижение шума энергетического оборудования / Тупов В. Б., Мухаметов А. Б. // Электрические станции: ежемесячный производственно-технический журнал / Министерство промышленности и энергетики РФ [и др.]. Москва. 2023. № 2 (1099). С. 52 – 57.
11. Шабарова А.В. Снижение шума железнодорожного транспорта в различных типах жилой застройки / А.В. Шабарова, М.В. Буторина // Акустика среды обитания: Материалы IX Всероссийской конференции молодых ученых и специалистов, Москва, 32-24 мая 2024 года. – Москва: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), 2024.
12. Попова И. В., Любимова Е. В., Куролап С. А. Вычисление параметров

шероховатости и оценка аэрационного потенциала городских территорий. Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура 2018 № 1(4) С. 79 – 87.

13. Тупов В.Б. Влияние региональных климатических факторов на снижение уровня шума от энергетического оборудования / Тупов В.Б., Тараторин А.А., Скворцов В.С. //Теплоэнергетика, №11, 2018, С.72-77.

14. Тараторин А.А. Влияние региональных климатических факторов на акустические расчеты и выбор мер по снижению шума / Тараторин А.А., Тупов В.Б. //48-й Международный конгресс по инженерному шумоподавлению, Мадрид, Испания, 16-19 июня 2019 г.

References

1. GOST 31295.2-2005 (ISO 9613-2:1996) "Noise. Sound attenuation during propagation on the ground. Part 2. General calculation method" Official publication. Moscow: Standartinform, 2006.

2. SP 276.1325800.2016 "Buildings and territories. Rules for the design of noise protection of traffic flows (with Amendments N 1, 2)" Official publication. Moscow: Standartinform, 2017

3. Comparison of methods for calculating the propagation of noise from railway transport in various types of buildings / Shabarova A.V., Butorina M. V., Kuklin D. A. / Noise Theory and Practice 2022. Vol. 8, No. 3(30) P. 16-33.

4. Kalabin A.V. Types of residential development: current state // Academic Bulletin of UralNIIproekt RAASN – 2017 No. 4 (35) – P. 50-58.

5. Formation of acoustic comfort in various types of urban development / A.V. Shabarova, M. V. Butorina // Investments, urban planning, technologies as drivers of socio-economic development of the territory and improvement of the quality of life of the population: Proceedings of the XIV International Scientific and Practical Conference. In 2 parts, Tomsk, March 12-14, 2024. Tomsk: Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering, 2024. - P. 465-472.

6. Results of noise mapping in St. Petersburg / M. V. Butorina, N. I. Ivanov, A.V. Kudaev [et al.] // Life safety. – 2009. – № 8(104). – P. 9-12.

7. ODM 218.2.013-2011 "Methodological recommendations for the protection of territories adjacent to highways from traffic noise". Industry road methodological document dated 13.12.2012 N 218.2.013-2011.

8. Voronova, A. A. The choice of measures to protect against railway noise in urban and rural buildings / A. A. Voronova, A.V. Shabarova, M. V. Butorina // Protection from increased noise and vibration: proceedings of the IX All-Russian Scientific and practical conference with international participation, St. Petersburg, April 26-28, 2023. – St. Petersburg: Institute of Acoustic Structures, 2023. – P. 272-279.

9. GOST 23337-2014 "Noise. Methods of measuring noise in residential areas and in residential and public buildings" Official publication. Moscow: Standartinform, 2019

10. Тупов, В. В. The influence of geometric characteristics of obstacles on noise reduction of power equipment / Тупов В. В., Mukhametov A. B. // Electric stations: monthly production and technical journal / Ministry of Industry and Energy of the Russian Federation [et al.]. Moscow. 2023. No. 2 (1099). – P. 52-57.

11. Reducing the noise of railway transport in various types of residential buildings / A.V. Shabarova, M.V. Butorina // Acoustics of the habitat: Proceedings of the IX All-Russian Conference of Young Scientists and Specialists, Moscow, May 32-24, 2024. – Moscow: Bauman Moscow State Technical University (National Research University), 2024.

12. Calculation of roughness parameters and assessment of aeration potential of urban areas. / Popova I. V., Lyubimova E. V., Kurolap S. A. / Housing and Communal infrastructure 2018 No. 1(4) P. 79-87.

13. Тупов В.В. Influence of regional climatic factors on noise reduction from power equipment / Тупов В.В., Taratorin A.A., Skvortsov V.S. //Теплоэнергетика, No.11, 2018, pp.72-77.

14. Taratorin, A.A. Influence of regional climatic factors on acoustic calculations and on the choice of noise reduction measures / Taratorin, A.A., Тупов, В.В. //48 th International Congress on Noise Control Engineering, Madrid, Spain, 16-19 June 2019.