



ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

HUMAN ECOLOGY

DOI: 10.22363/2313-2310-2024-32-3-259-273


EDN: VNIWOW

УДК 504.75.05

Научная статья / Research article

Шумозащитная эффективность зеленых насаждений города Брянска

В.М. Нестеренко  

*Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского,
г. Брянск, Российская Федерация
 vivo.mih@gmail.com*

Аннотация. Серьезнейшим отрицательным фактором для жизнедеятельности, а еще более для рекреации человека в городских условиях является городской шум, уровень которого за последнее время значительно возрос. Не исключением является и город Брянск – административный центр Нечерноземья Российской Федерации, в котором сосредоточено большое количество парков, скверов, лесопарков. Поэтому проведение оценки физических параметров уровня шума на улицах г. Брянска достаточно актуально. В исследовании рассмотрено состояние зеленых насаждений, расположенных вблизи магистралей общегородского значения, улиц районного значения и жилых, а также способность зеленых насаждений поглощать шум. Определен допустимый уровень звука в расчетных точках и сопоставлен с нормативными критериями. Выявлены характеристики полос зеленых насаждений с наиболее эффективной шумозащитой.

Ключевые слова: шумовое загрязнение, зеленые насаждения, уровень шума, спектр шума, Нечерноземье РФ

История статьи: поступила в редакцию 10.11.2023; доработана после рецензирования 12.11.2023; принята к публикации 15.02.2024.

© Нестеренко В.М., 2024




This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

Для цитирования: Нестеренко В.М. Шумозащитная эффективность зеленых насаждений города Брянска // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2024. Т. 32. № 3. С. 259–273. <http://doi.org/10.22363/2313-2310-2024-32-3-259-273>

The effectiveness of noise protection of the green spaces of the city of Bryansk

Victoria M. Nesterenko  

Bryansk State Academician I.G. Petrovski University, Bryansk, Russian Federation

 vivo.mih@gmail.com

Abstract. The most serious negative factor for life, and even more so for human recreation in urban conditions, is urban noise, the level of which has increased significantly recently. The city of Bryansk is also an exception – the administrative center of the Non-Chernozem region of the Russian Federation, in which a large number of parks squares, and forest parks are concentrated. The evaluation of the physical characteristics of the main noise sources forming the noise regime and the averaged sample values of noise on the streets of Bryansk is quite relevant. The study considers the condition of green spaces located near highways of citywide significance, streets of district significance and residential, as well as the ability of green spaces to absorb noise. The permissible sound level at the calculated points was determined and compared with the regulatory criteria. The characteristics of the strips of green spaces with the most effective noise protection are revealed.

Keywords: noise pollution, green spaces, noise level, noise spectrum, non-Chernozem region of the Russian Federation

Article history: received 10.11.2023; revised 12.11.2023; accepted 15.1002.2024.

For citation: Nesterenko VM. The effectiveness of noise protection of the green spaces of the city of Bryansk. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2024;32(3):259–273. (In Russ.) <http://doi.org/10.22363/2313-2310-2024-32-3-259-273>

Введение

Экологическая ситуация крупных городов на сегодняшний день весьма далека от экологического баланса, это напрямую связано с образованием урбанизированных территорий. Изменение естественных природных ландшафтов в ходе урбанизации неизбежно ведет к образованию квазинативных сообществ или полуприродных ландшафтов. Данный процесс неразрывно связан с развитием человеческого общества и идет в ногу со всеобщей индустриализацией. Увеличение городского населения значительно ускоряет данный процесс. Во всем мире окружающая среда в настоящее время претерпевает значительные изменения, в ходе которых образуются новые

антропогенные ландшафты, которые, в отличие от естественных ландшафтов, уже не могут отвечать социально-биологическим потребностям человека¹ [1; 2].

Анализируя санитарную и экологическую обстановку урбанизированных территорий, следует отметить возрастание шумового загрязнения в жилых районах, что, в свою очередь, оказывает негативное воздействие на здоровье населения и производительность труда. Корень проблемы полностью исходит из стремительного роста транспортных потоков в городах².

Цель исследования – оценка физических характеристик основных источников шума, формирующих шумовой режим, и усредненных выборочных значений шума на улицах крупной урбоэкосистемы Брянска (Нечерноземье РФ).

Материалы и методы исследования

Изучение шумового загрязнения проходило на территории города Брянска, который является административным центром Нечерноземья РФ. Уличная сеть города была разбита на три основные группы: магистрали (улицы с высокой интенсивностью движения транспорта), районные (средняя интенсивность движения транспортного потока), жилой застройки (улицы с низкой интенсивностью движения транспорта). К улицам с высокой интенсивностью движения транспорта относятся улицы Красноармейская, Ульянова, Никитинская, проспект Московский. К улицам со средней интенсивностью движения транспортного потока – проспект Станке Димитрова, проспект Ленина, улицы 3 Июля, имени Калинина, имени Горького, имени Куйбышева, XXII съезда КПСС, Молодежная, имени Дзержинского, имени Менжинского. К улицам с низкой интенсивностью движения транспорта – улицы Советская, имени Тютчева, имени Фокина, Пролетарская. По данной уличной сети происходит наибольший поток городского транспорта.

При измерении шумового загрязнения на данных территориях были исключены дополнительные шумоизолирующие экраны, а также посторонние источники шума и отсутствие больших перепадов в рельефе местности.

В измерениях применялось два аналогичных комплекта измерительной аппаратуры. Измерения шумового загрязнения проводились при помощи шумомера ШИ-01.

В ходе измерения были отобраны участки дорог с установленным скоростным режимом и удаленностью от перекрестков на 30–50 м. Обязательным условием проведения измерений на проезжей части было отсутствие осадков и ветра со скоростью, превышающей 3 м/с, которые могут исказить достоверность проводимых измерений. Все проводимые замеры осуществлялись во время наибольшего движения транспорта.

¹ Денисов В.В., Курбатова А.С., Денисова И.А. *Экология города: учебное пособие для студентов высших учебных заведений*. М.; Ростов н/Д: МарТ, 2008. 831 с.

² Там же.

Основными критериями при выборе количества точек измерения являлись длина улицы, типы перекрестков, профиль улицы, категория транспорта.

При условии отсутствия резких перепадов высот точка измерения уровня шума находилась в середине исследуемой улицы. В случаях присутствия уклона местности точка измерения располагалась в начале подъема. В местах пересечения нескольких улиц с высоким уровнем транспортного потока измерения на таком перекрестке проводились на расстоянии 100 м от места пересечения.

Были выделены характерные по функциональному использованию территории городских садов и скверов с последующей выборкой измерений.

Измерение шумового загрязнения проходило в двух локациях: первая – область непосредственного влияния главных источников шума на исследуемой территории; вторая – область в глубине сада и сквера. Все проводимые замеры были выполнены в течение суток. В течение каждого часа было проведено 4–6 замеров, с 7 часов утра до 23 часов вечера. Вместе с тем в течение каждого получаса были выполнены выборочные замеры по установлению эквивалентных уровней звука ($L_{экв}$).

Во время выполнения замеров уровня шума, исходящего от транспортного потока, состоящего из различного вида транспорта, микрофон шумомера был расположен за пределами проезжей части на расстоянии 7,5 м от центра дороги, на высоте 1,5 м от поверхности Земли, и направлен перпендикулярно движению транспорта. Выполняющий замеры оператор был удален на расстояние вытянутой руки от микрофона шумомера, в среднем данное расстояние равнялось 0,5 м.

За время проведения шумовых измерений, а именно с 7 ч утра до 23 ч вечера, количество зафиксированных транспортных средств, движущихся в обоих направлениях, варьировалось в пределах 800–1000 единиц. Фиксация каждого замера шума проходила с интервалом в 2–3 с, независимо от наличия или отсутствия на проезжей части транспортных средств.

Анализ спектральных характеристик проводился в стандартных полосах со среднегеометрическими частотами: 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц. Продолжительность измерения, как правило, составляла 1–2 мин, с последующим занесением данных в полевой журнал. Для выявления погрешности замеров были выполнены контрольные измерения, которые показали отклонение не более 0,5–1,5 дБА при повторных замерах.

Кроме изучения распространения уровня шума был определен состав и интенсивность движения. После определения $L_{экв}$ в каждой точке исследовалась зависимость уровня шума от удаленности источника.

Результаты и их обсуждение

На основании проведенного комплексного анализа озелененных территорий г. Брянска было установлено, что все они имеют искусственное происхождение и несут высокую рекреационную нагрузку. Видовой состав зеленых

насаждений ограничен, как правило, 2-3 видами древесных растений, занимающих доминантную позицию в общем ансамбле насаждений. Также присутствует небольшое количество некоторых видов кустарников, пересекающих дорожно-тропиночную сеть, которая составляет 30-50 % от общей площади парка или сквера.

Обследование объектов показало, что при средней плотности размещения растений 200 шт./га древесные растения на них имеют недостаточные площадь питания и пространство для формирования нормально развитой кроны, вследствие чего у растений наступает преждевременное старение, которое усугубляется отрицательным влиянием городских условий.

Представленное видовое разнообразие и структура расположения зеленых насаждений являются характерными особенностями для крупных городов. Для каждой зеленой зоны города характерно свое видовое богатство, санитарно-эстетическое состояние зеленых насаждений, конфигурация, месторасположение, площадь, а также экологическая ситуация данной зоны и другие показатели, представленные в табл. 1.

Таблица 1. Характеристика объектов исследования

№ п/п	Наименование объектов исследования	Площадь объектов, м ²	Месторасположение			Состояние насаждений и дорожно-тропиночной сети
			магистраль	перекресток	жилая зона	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Сквер (ул. Красноармейская)	7200	+			Удовлетворительное
2.	Сквер имени В. Сафроновой (ул. Красноармейская)	6500	+			Удовлетворительное
3.	Сад жилой зоны (ул. Красноармейская)	8800	+			Хорошее
4.	Сквер имени Ф.И. Тютчева (проспект Ленина)	6200		+		Удовлетворительное
5.	Сквер имени Вальцевой (проспект Ленина)	3300	+			Удовлетворительное
6.	Памятник архитектуры «Покровская Гора»	6000			+	Удовлетворительное
7.	Сквер Круглый (пл. имени Карла Маркса)	10500		+		Удовлетворительное
8.	Сквер перед ТЮЗом (ул. имени Горького)	2300			+	Удовлетворительное
9.	Сквер (ул. Пролетарская)	2600			+	Удовлетворительное
10.	Сквер (пл. Славянская, ул. имени Калинина)	7400	+			Удовлетворительное
11.	Сквер имени Кравцова (ул. имени Калинина)	2300		+		Удовлетворительное
12.	Сад жилой зоны (ул. Советская)	4800			+	Удовлетворительное
13.	Сквер 3 Июля (улица 3 Июля)	5300	+			Хорошее
14.	Сквер (ул. имени Пушкина)	8200	+			Удовлетворительное
15.	Сквер у ДК имени Кравцова	10200	+			Удовлетворительное
16.	Сквер имени В.И. Ленина (ул. имени Никитина)	4200	+			Удовлетворительное
17.	Сквер у ДК имени Горького (ул. имени Никитина)	3400	+			Удовлетворительное

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
18.	Сквер (ул. имени Ульянова)	7200	+			Удовлетворительное
19.	Сквер ДК «Юность» (ул. Комсомольская)	4700			+	Удовлетворительное
20.	Сад жилой зоны (ул. Брянской Пролетарской Дивизии)	1500			+	Удовлетворительное
21.	Сквер у ДК БМЗ (ул. имени Ульянова)	7500	+			Удовлетворительное
22.	Сквер имени Фокина (ул. имени Дзержинского)	6800		+		Удовлетворительное
23.	Сквер (ул. имени Б. Хмельницкого)	3400			+	Удовлетворительное
24.	Сквер у школы № 27 (проспект Московский)	2300	+			Удовлетворительное
25.	Сквер у стадиона «Брянских партизан» (ул. имени Менжинского)	2600	+			Удовлетворительное

Источник: составлено авторами.

Table 1. Characteristics of the objects of study

№	Name objects research	Area of objects, m ²	Location			Condition of plantings and road-path network
			high-way	cross-roads	living sector	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Square (st. Krasnoarmeyskaya)	7200	+			Satisfactory
2.	Name Square V. Safronova (st. Krasnoarmeyskaya)	6500	+			Satisfactory
3.	Living area garden (st. Krasnoarmeyskaya)	8800	+			Good
4.	Name Square F.I. Tyutchev (Lenin Avenue)	6200		+		Satisfactory
5.	Name Square Valtseva (Lenin Avenue)	3300	+			Satisfactory
6.	Monument of architecture «Pokrovskaya Gora»	6000			+	Satisfactory
7.	Square Round (area named after Karl Marx)	10500		+		Satisfactory
8.	Square in front of the Youth Theater (st. named after Gorky)	2300			+	Satisfactory
9.	Square (st. Proletarskaya)	2600			+	Satisfactory
10.	Square (sq. Slavyanskaya, st. named after Kalinin)	7400	+			Satisfactory
11.	Name Square Kravtsova (st. named after Kalinin)	2300		+		Satisfactory
12.	Living area garden (st. Sovietskaya)	4800			+	Satisfactory
13.	Square 3 July (st. 3rd of July)	5300	+			Good
14.	Square (st. named after Pushkin)	8200	+			Satisfactory
15.	Square near the Kravtsov Palace of Culture	10200	+			Satisfactory
16.	Name Square V.I. Lenin (st. named after Nikitin)	4200	+			Satisfactory
17.	Square near the Palace of Culture named after Gorky (st. named after Nikitin)	3400	+			Satisfactory
18.	Square (st. named after Ulyanov)	7200	+			Satisfactory

End of Table 1

1	2	3	4	5	6	7
19.	Square near the Palace of Culture «Youth» (st. Komsomolskaya)	4700			+	Satisfactory
20.	Living area garden (st. of the Bryansk Proletarian Division)	1500			+	Satisfactory
21.	Square near the House of Culture «Bryansk Machine-Building Plant» (st. named after Ulyanov)	7500	+			Satisfactory
22.	Fokin Square (st. named after Dzerzhinsky)	6800		+		Satisfactory
23.	Square (st. named after B. Khmel'nitsky)	3400			+	Satisfactory
24.	Square near school number 27 (Moskovsky Prospect)	2300	+			Satisfactory
25.	Square near the stadium «Bryansk partisans» (st. named after Menzhinsky)	2600	+			Satisfactory

Source: compiled by the authors.

В преобладающем большинстве случаев изучаемые участки находились в удовлетворительном состоянии.

Также опытным путем был установлен уровень шума, исходящий от общего потока транспортных средств на улично-дорожной сети, а также получены усредненные выборочные значения шума на самих территориях объектов исследования.

Результаты исследования измерения шума сведены в табл. 2.

Таблица 2. Шумовая характеристика объектов исследования

№ п/п	Наименование объектов исследования	Площадь объектов, м ²	Интенсивность транспорта, авт./ч			Уровень шума, дБА		L _{экв.}
			легкового	грузового	общая	у магистрали	за зел. насаж.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Сквер (ул. Красноармейская)	7200	2164	350	2514	68 70 67	55 53 55	65
2.	Сквер имени В. Сафроновой (ул. Красноармейская)	6500	1987	275	2262	72 72 74	62 64 66	70
3.	Сад жилой зоны (ул. Красноармейская)	8800	1850	230	2080	70 71 69	55 55 53	56
4.	Сквер имени Ф.И. Тютчева (проспект Ленина)	6200	230	24	254	57 55 57	48 48 49	51
5.	Сквер имени Вальцевой (проспект Ленина)	3300	1560	85	1645	70 72 70	62 64 63	65
6.	Памятник архитектуры «Покровская Гора»	6000	50	–	50	45 40 42	30 30 30	35
7.	Сквер Круглый (пл. имени Карла Маркса)	10500	150	5	155	55 57 55	45 45 43	45

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8.	Сквер перед ТЮЗом (ул. имени Горького)	2300	150	5	155	55 55 53	45 47 45	45
9.	Сквер (ул. Пролетарская)	2600	30	–	30	53 54 52	35 35 33	35
10.	Сквер (пл. Славянская, ул. имени Калинина)	7400	1600	130	1730	75 77 75	62 64 61	63
11.	Сквер имени Кравцова (ул. имени Калинина)	2300	1565	116	1681	68 70 68	52 53 50	63
12.	Сад жилой зоны (ул. Советская)	4800	665	74	739	62 63 61	55 55 53	54
13.	Сквер 3 Июля (улица 3 Июля)	5300	1365	156	1521	68 70 68	55 57 54	62
14.	Сквер (ул. имени Пушкина)	1800	2100	300	2400	72 74 72	65 65 63	70
15.	Сквер у ДК имени Кравцова	3400	280	70	350	62 64 62	53 55 52	62
16.	Сквер имени В.И. Ленина (ул. имени Никитина)	4200	850	85	935	67 65 67	56 54 55	61
17.	Сквер у ДК имени Горького (ул. имени Никитина)	2700	1500	75	1575	70 72 70	62 64 63	63
18.	Сквер (ул. имени Ульянова)	6200	780	115	895	69 71 68	58 59 57	62
19.	Сквер у ДК «Юность» (ул. Комсомольская)	4700	340	40	380	55 57 55	44 46 44	50
20.	Сад жилой зоны (ул. Брянской Пролетар- ской Дивизии)	1500	58	–	58	45 47 45	35 35 33	42
21.	Сквер у ДК БМЗ (ул. имени Ульянова)	7500	750	45	795	72 70 74	64 63 65	65
22.	Сквер имени Фокина (ул. имени Дзержинского)	6800	1800	130	1930	75 72 74	63 62 64	65
23.	Сквер (ул. имени Б. Хмельницкого)	3400	290	10	300	62 61 63	55 55 54	58
24.	Сквер у школы № 27 (проспект Московский)	2300	1650	230	1880	73 71 72	65 63 64	70
25.	Сквер у стадиона «Брянских партизан» (ул. имени Менжинского)	2600	230	25	255	67 65 69	55 54 57	60

Источник: составлено авторами.

Table 2. Noise characteristics of research objects

№	Name objects research	Area of objects, m ²	Transport intensity, cars/hour			Noise level, dBA		L _{экв.}
			passenger	cargo	general	the highway	or green spaces	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Square (st. Krasnoarmeyskaya)	7200	2164	350	2514	68 70 67	55 53 55	65
2.	Name Square V. Safronova (st. Krasnoarmeyskaya)	6500	1987	275	2262	72 72 74	62 64 66	70
3.	Living area garden (st. Krasnoarmeyskaya)	8800	1850	230	2080	70 71 69	55 55 53	56
4.	Name Square F.I. Tyutchev (Lenin Avenue)	6200	230	24	254	57 55 57	48 48 49	51
5.	Name Square Valtseva (Lenin Avenue)	3300	1560	85	1645	70 72 70	62 64 63	65
6.	Monument of architecture «Pokrovskaya Gora»	6000	50	–	50	45 40 42	30 30 30	35
7.	Square Round (area named after Karl Marx)	10500	150	5	155	55 57 55	45 45 43	45
8.	Square in front of the Youth Theater (st. named after Gorky)	2300	150	5	155	55 55 53	45 47 45	45
9.	Square (st. Proletarskaya)	2600	30	–	30	53 54 52	35 35 33	35
10.	Square (sq. Slavyanskaya, st. named after Kalinin)	7400	1600	130	1730	75 77 75	62 64 61	63
11.	Name Square Kravtsova (st. named after Kalinin)	2300	1565	116	1681	68 70 68	52 53 50	63
12.	Living area garden (st. Sovietskaya)	4800	665	74	739	62 63 61	55 55 53	54
13.	Square 3 July (st. 3rd of July)	5300	1365	156	1521	68 70 68	55 57 54	62
14.	Square (st. named after Pushkin)	1800	2100	300	2400	72 74 72	65 65 63	70
15.	Square near the Kravtsov Palace of Culture	3400	280	70	350	62 64 62	53 55 52	62
16.	Name Square V.I. Lenin (st. named after Nikitin)	4200	850	85	935	67 65 67	56 54 55	61
17.	Square near the Palace of Culture named after Gorky (st. named after Nikitin)	2700	1500	75	1575	70 72 70	62 64 63	63
18.	Square (st. named after Ulyanov)	6200	780	115	895	69 71 68	58 59 57	62
19.	Square near the Palace of Culture «Youth» (st. Komsomolskaya)	4700	340	40	380	55 57 55	44 46 44	50

End of Table 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
20.	Living area garden (st. of the Bryansk Proletarian Division)	1500	58	–	58	45 47 45	35 35 33	42
21.	Square near the House of Culture «Bryansk Machine-Building Plant» (st. named after Ulyanov)	7500	750	45	795	72 70 74	64 63 65	65
22.	Fokin Square (st. named after Dzerzhinsky)	6800	1800	130	1930	75 72 74	63 62 64	65
23.	Square (st. named after B. Khmel'nitsky)	3400	290	10	300	62 61 63	55 55 54	58
24.	Square near school number 27 (Moskovsky Prospect)	2300	1650	230	1880	73 71 72	65 63 64	70
25.	Square near the stadium «Bryansk partisans» (st. named after Menzhinsky)	2600	230	25	255	67 65 69	55 54 57	60

Source: compiled by the authors.

По результатам полученных данных были построены графики. На рис. 1 показано изменение спектров шума применительно к постоянному (*a*) и непостоянному (*b*) движению.

На рис. 2 представлены спектры частот для различного вида транспорта.

На рис. 3–5 даны спектры проявления шума в зависимости от расположения объектов исследования.

Установлено, что человек не воспринимает октавную полосу со среднегеометрической частотой 63 Гц, в связи с чем исследование по шумозащитной эффективности зеленых зон в данном диапазоне не проводилось.

Следует отметить, что исследуемые нами транспортные потоки издают шум в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 125 и 250 Гц. В связи с этим эффективность зеленых насаждений в данном диапазоне наблюдается незначительно, поскольку шумовая нагрузка от транспорта поглощается и рассеивается почвой. Особенно данное явление наблюдается при наличии пористого слоя, уровень которого может меняться за счет опавших листьев, тем самым увеличивая коэффициент поглощения.

Таким образом, тенденция уменьшения уровня звука в октавной полосе со среднегеометрической частотой 125 Гц зелеными насаждениями не наблюдается, что отображено на рис. 3–5.

Рассматривая средние значение спектра звука в диапазоне от 500–2000 Гц, наблюдается так называемый эффект «звукового окна» – область пониженной шумозащитной эффективности зеленых насаждений, данное явление наблюдается на всех обследованных участках, что также отмечено в работах других авторов [4–6 и др.].

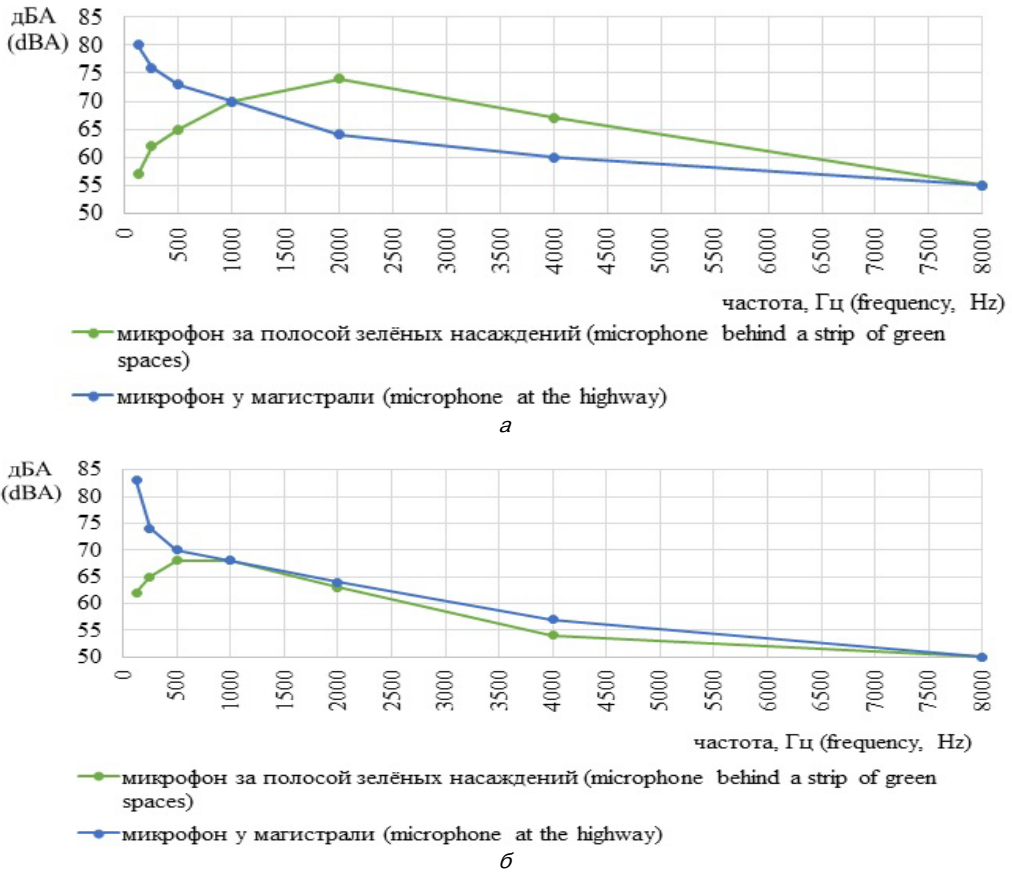


Рис. 1. Сравнение широкополосных октавных спектров шума применительно к постоянному (а) и непостоянному (б) движению.
 Источник: составлено авторами.

Figure 1. Comparison of broadband octave noise spectra in relation to constant (a) and non-constant (b) motion
 Source: compiled by the authors.

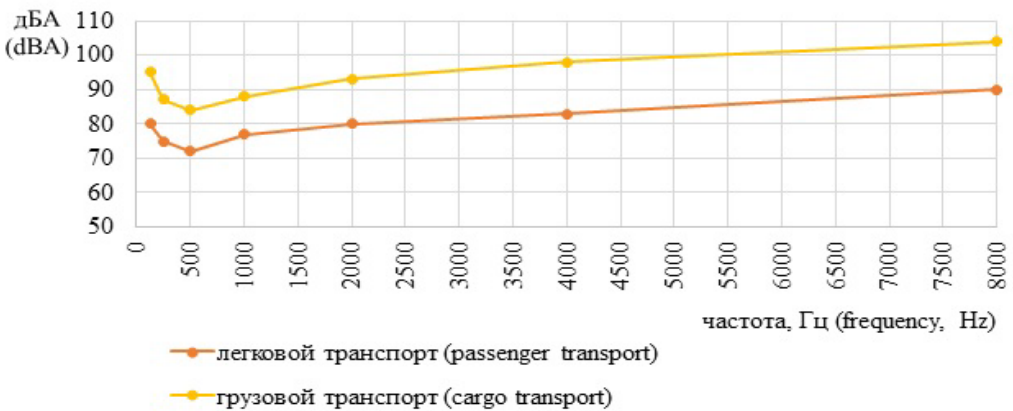


Рис. 2. Спектр октавного диапазона частоты для автотранспорта
 Источник: составлено авторами.
 Figure 2. Spectrum of the octave frequency range for motor vehicles
 Source: compiled by the authors.

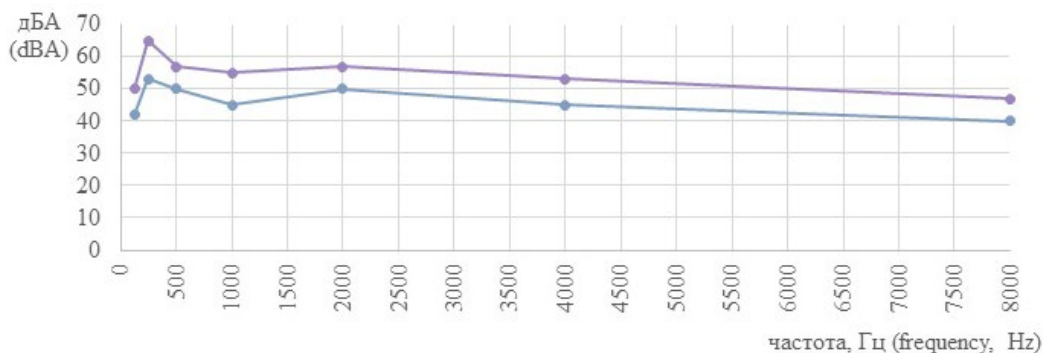


Рис. 3. Спектр проявления шума в городском сквере
Источник: составлено авторами.
Figure 3. Spectrum of noise manifestation in the city square
Source: compiled by the authors.

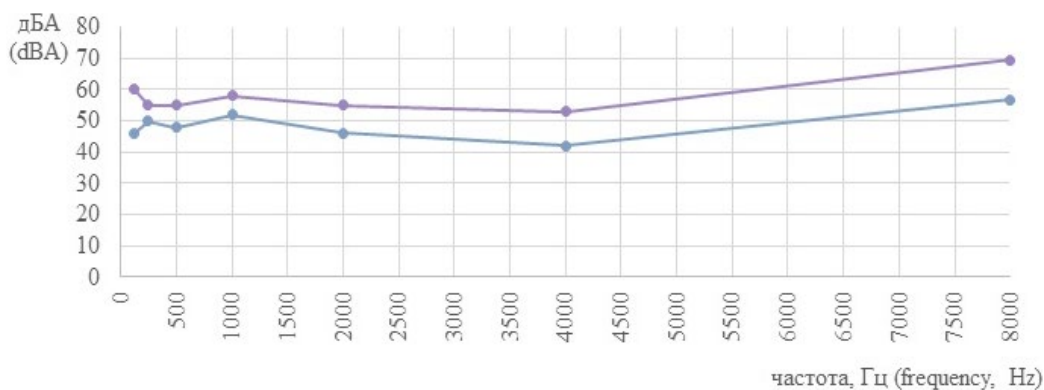


Рис. 4. Спектр проявления шума в садах жилой зоны
Источник: составлено авторами.
Figure 4. Spectrum of noise manifestation in residential area gardens
Source: compiled by the authors.

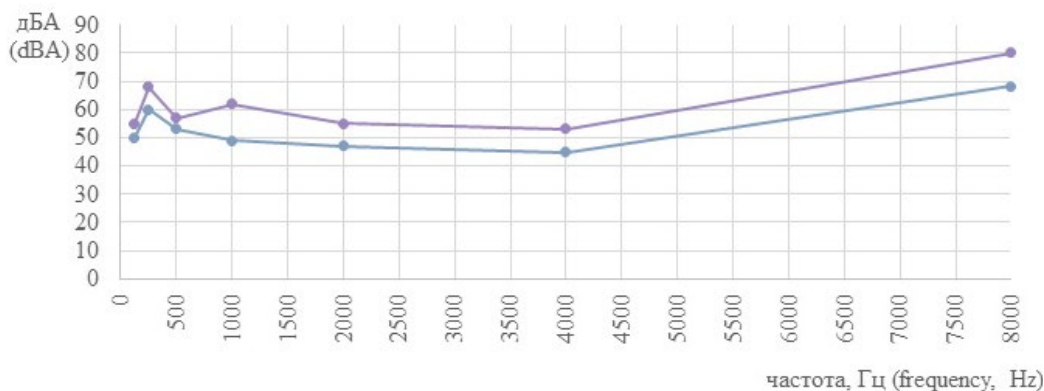


Рис. 5. Спектр проявления шума на магистрали
Источник: составлено авторами.
Figure 5. Spectrum of noise manifestation on the highway
Source: compiled by the authors.

Пониженная шумовая эффективность зеленых насаждений в диапазоне средних частот обусловлена многочисленными отражениями звука от зеленой массы деревьев, их стволов и веток. В результате рассеянный звук достигает земли, где происходят интерференционные наложения звуковых волн и, как следствие, их усиление. Таким образом, роль зеленых насаждений шириной 30–40 м в поглощении уровня шума в пределах средних частот колеблется в пределах 1–4 дБ.

Анализируя спектр звука высоких частот, наблюдается прямо пропорциональная закономерность снижения энергии как результата звукопоглощения и, как следствие, снижения уровней звука, начиная с октавной полосы со среднегеометрической частотой 2000 Гц, что приводит к увеличению эффективности зеленых насаждений в спектре высоких частот. Таким образом, даже узкие полосы зеленых насаждений имеют высокую эффективность поглощения, составляющую 5–10 дБ.

При рассмотрении спектра шумов на идентичных территориях можно наблюдать некоторые сходства в спектральных характеристиках, а именно при отсутствии зеленой биомассы наблюдаются те же закономерности, что и при ее наличии. При построении графика динамики спектральных характеристик можно отметить следующие тенденции. Первая закономерность выявлена на подъеме эффективности при частоте 250 Гц, вторая выражена в просадке шумозащитной эффективности на средних частотах, третья закономерность характеризуется увеличением шумозащитной функции на высоких частотах.

В результате изучения изменения графика спектра проявления шума высоких частот на уровне 8000 Гц в большинстве рассмотренных нами участков наблюдается снижение шумозащитной эффективности на 3,5–5,5 дБ при отсутствии зеленой биомассы насаждений. Данная закономерность позволяет говорить о влиянии биомассы зеленых насаждений на шумозащитную эффективность в высокочастотном диапазоне.

В целом изменение сезона (лето-осень) незначительно влияет на снижение уровня шума, так как происходит компенсация влияния одного фактора за счет другого. Так, в осенний период уменьшение шумозащитной эффективности из-за снижения концентрации листвы компенсируется повышенным коэффициентом поглощения почвы за счет опавших листьев. К началу вегетационного периода (весна) шумозащитная эффективность лиственной подстилки приблизилась к нулю. Наблюдается снижение эффективности зеленых зон (при ширине 20–65 м) на 2–4 дБА.

Анализируя уровень шума за зелеными полосами, различными по качеству и видовой структуре, отслеживается общая закономерность уменьшения шумозащитной эффективности на 1–3 дБА в самой удаленной точке. Наименьшая степень просадки шумозащитной эффективности, в зависимости от удаленности, наблюдается в местах наличия кустарников под кроной деревьев. Наличие разрывов в зеленых насаждениях, а также неравномерность в посадке пород снижают акустическую эффективность.

Снижение уровня шума биомассой зеленых насаждений было рассмотрено в результате исследования сезонных изменений. Все многообразие растительности в большинстве своем составляли породы древесно-кустарникового яруса лиственного типа (около 80 %). Около 20 % ассортимента растений было представлено смешанным типом. При рассмотрении эффективности зеленых полос в период отсутствия листвы наблюдается два условия: первое – отсутствие зеленой биомассы у лиственного и смешанного типа растений, а также у кустарников; второе – образование лиственной подстилки.

Снижение громкости на свободной улице вызывается наличием растительности – деревьев или кустарников, так как препятствия в звуковом поле лучше поглощают прямой луч.

На частотах в 250 Гц при густой растительности можно ожидать снижение шума примерно на 3 дБ. Однако уже при 500 Гц была обнаружена большая абсорбция (в случае если звук под углом проходит через густую листву, например живую изгородь). Тогда на участке снижение громкости, соответственно, будет от 7 до 10 дБ. Для высоких частот (1000 Гц и более) абсорбция растет в принципе гораздо сильнее. Для 1000 Гц она составляет 7 дБ, для 2000 Гц – 12 дБ и для 4000 дБ вплоть до 15 дБ на участках.

Достигнутые максимальные величины снижения звука получены при проходе звука через плотную листву. Это означает, что ряд деревьев с плотными, тесно примыкающими друг к другу кронами снижает шум уличного движения. Также можно отметить, что деревья не оказывают заметного влияния на коротком отрезке на низкие частоты уличного движения. На основном уровень шума уличного движения нельзя существенно повлиять путем глушения высоких частот, однако можно несколько изменить характер шума. Так как более низкие шумы менее неприятны, чем высокие, то озеленение благоприятно сказывается на смягчении шума уличного движения [7].

Заключение

На основании проведенного исследования следует, что совместная высадка деревьев и кустарников в общую зеленую полосу наилучшим образом оказывает влияние на снижение шумового загрязнения, пропуская шум через зеленую биомассу, поглощая его и рассеивая. Основная масса зеленых насаждений должна быть представлена деревьями и кустарниками, отличающимися высокими темпами роста. Расстояние между высаженными экземплярами растений должно быть минимально допустимым. Насаждения, занимающие кустарниковый ярус, должны плотно закрывать пустое пространство под кроной деревьев, для максимального повышения шумозащитной эффективности над поверхностью Земли. Наибольшей эффективностью будут отличаться посадки с расположением зеленых насаждений в шахматном порядке. В перспективе образования густого насаждения возможна свободная схема рассадки растений.

Список литературы

- [1] *Бондарик Г.К.* Экологическая проблема и природно-технические системы. М.: Икар, 2004. 152 с.
- [2] *Бузмаков С.А.* Антропогенная трансформация природной // Географический вестник. 2012. № 4. С. 46–50.
- [3] *Аксенов И.Я.* Транспорт и охрана окружающей среды. М.: Транспорт, 1986. 176 с.
- [4] *Карагодина И.Л.* Борьба с шумом и вибрацией в городах. М.: Медицина, 2000. 160 с.
- [5] *Крестьяшин С.И.* Проектирование зон защиты жилой застройки от шума транспортных магистралей: дис. ... канд. архитектуры. Л., 1992. 120 с.
- [6] *Осипов Г.Л.* Градостроительные меры борьбы с шумом. Стройиздат, 1975. 215 с.
- [7] *Нестеренко В.М.* Шумозащитная эффективность зеленых насаждений города Брянска // Материалы XLIV Международной научно-практической интернет-конференции «Проблемы и перспективы развития современной науки в странах Европы и Азии»: сборник научных трудов. Переяслав, 2022. С. 22–25.

References

- [1] Bondarik GK. *Ecological problem and natural-technical systems*. Moscow: Ikar; 2004 (In Russ.).
- [2] Buzmakov SA. Anthropogenic transformation of the natural environment. *Geographical Bulletin*. 2012;4:46–50. (In Russ.).
- [3] Aksenov IYa. *Transport and environmental protection*. Moscow: Transport; 1986 (In Russ.).
- [4] Karagodina IL. *Struggle with noise and vibration in cities*. Moscow: Meditsina; 2000 (In Russ.).
- [5] Krestyashin SI. Design of residential development protection zones from traffic noise (dissertation). Leningrad, 1992, 120 p. (In Russ.).
- [6] Osipov GL. Town-planning measures to combat noise Moscow: Stroyizdat; 1975 (In Russ.).
- [7] Nesterenko VM. Noise protection efficiency of green plantings of the city of Bryansk. *Materials of the XLIV International scientific and practical Internet conference «Problems and prospects of development of modern science in Europe and Asia»*. Collection of scientific papers. Pereyaslav, 2022;22-25. (In Russ.).

Сведения об авторе:

Нестеренко Виктория Михайловна, аспирант, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского», Российская Федерация, 241036, г. Брянск, ул. Бежицкая, д. 14. ORCID: 0009-0007-7153-4500. E-mail: vivo.mih@gmail.com

Bio note:

Victoria M. Nesterenko, Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education «Bryansk State Academician I.G. Petrovski University», 14 Bezhitskaya St, Bryansk, 241036, Russian Federation. ORCID: 0009-0007-7153-4500. E-mail: vivo.mih@gmail.com