



Столыпинский  
вестник

Научная статья

Original article

УДК 629.331

**ПОСТРОЕНИЕ ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ ШУМА  
НЕПОДВИЖНОГО ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ**  
CONSTRUCTION OF NOISE DIRECTIVITY DIAGRAM FOR STATIONARY  
PASSENGER CAR

**Дранкова Анна Сергеевна**, Студент кафедры Кафедра Экология и промышленная безопасность, Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (105005, Россия, Москва, ул. 2-я Бауманская, 5) тел. 8(965) 328-08-76, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-4094-8781>, [chechevitsa@ro.ru](mailto:chechevitsa@ro.ru)

**Щукин Вячеслав Александрович**, Студент кафедры Кафедра Экология и промышленная безопасность, Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (105005, Россия, Москва, ул. 2-я Бауманская, 5) тел. 8(905) 391-08-73, ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-7120-5027>, [volkswagen03@yandex.ru](mailto:volkswagen03@yandex.ru)

**Лаухин Даниил Андреевич**, Студент кафедры Кафедра Экология и промышленная безопасность, Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (105005, Россия, Москва, ул. 2-я Бауманская, 5) тел. 8(903) 317-12-48, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-2850-3499>, [laukhinda@bmstu.ru](mailto:laukhinda@bmstu.ru)

**Иванов Михаил Витальевич**, Студент кафедры Кафедра Экология и промышленная безопасность, Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (105005, Россия, Москва, ул. 2-я Бауманская, 5)

тел. 8(965) 328-08-76, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5327-2753>,  
[mivanov@bmstu.ru](mailto:mivanov@bmstu.ru)

**Drankova A Sergeevna**, Student at the Department of Ecology and Industrial Safety, Bauman Moscow State Technical University (105005, Russia, Moscow, 2nd Baumanskaya Street, 5), Tel. 8(965) 328-08-76, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-4094-8781>, [chechevitsa@ro.ru](mailto:chechevitsa@ro.ru)

**Schukin V Aleksandrovich**, Student at the Department of Ecology and Industrial Safety, Bauman Moscow State Technical University (105005, Russia, Moscow, 2nd Baumanskaya Street, 5), Tel. 8(905) 391-08-73, ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-7120-5027>, [volkswagen03@yandex.ru](mailto:volkswagen03@yandex.ru)

**Laukhin D Andreevich**, Student at the Department of Ecology and Industrial Safety, Bauman Moscow State Technical University (105005, Russia, Moscow, 2nd Baumanskaya Street, 5), Tel. 8(903) 317-12-48, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-2850-3499>, [laukhinda@bmstu.ru](mailto:laukhinda@bmstu.ru)

**Ivanov M Vitalievich**, Student at the Department of Ecology and Industrial Safety, Bauman Moscow State Technical University (105005, Russia, Moscow, 2nd Baumanskaya Street, 5), Tel. 8(965) 328-08-76, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5327-2753>, [mivanov@bmstu.ru](mailto:mivanov@bmstu.ru)

**Аннотация.** Научная статья рассматривает проблему мониторинга шумового загрязнения от легковых автомобилей в мегаполисах. Авторы исследуют возможность применение диаграмм направленности шума для точного определения источников шума, их интенсивности и расположения, а также для улучшения мер по снижению шума. Исследование проводилось в лесном открытом пространстве, соответствующем требованиям свободного звукового поля. Результаты исследования могут быть использованы для оптимизации конфигурации автомобилей, разработки активных систем подавления шума и эффективных звукоизоляционных материалов. Исследование также указывает на

возможность дальнейшего исследования шума при движении автомобиля для разработки шумоизоляционных решений для городской среды.

**Abstract.** The scientific article considers the problem of monitoring noise pollution from passenger cars in megacities. The authors explore the possibility of using noise patterns to accurately identify noise sources, their intensity and location, as well as to improve noise reduction measures. The study was conducted in a forest open space that meets the requirements of a free sound field. The results of the study can be used to optimize the configuration of cars, develop active noise suppression systems and effective sound insulation materials. The study also points to the possibility of further investigation of noise when driving a car to develop sound insulation solutions for the urban environment.

**Ключевые слова:** *диаграмма направленности, двигатель автомобиля, уровень звукового давления, звукоизоляция.*

**Keywords:** *directivity diagram, car engine, sound pressure level, sound insulation.*

## ВВЕДЕНИЕ

Из-за возрастающего количества транспортных средств в мегаполисах, все большую актуальность приобретает проблема мониторинга шумового загрязнения от легковых автомобилей [1]. Для решения этой проблемы исследователи все активнее применяют такие инструменты как диаграммы направленности шума, позволяющие более точно определять источники шума, их интенсивность и расположение, а также совершенствовать меры по снижению шумового загрязнения.

Диаграмма направленности шума является важным инструментом при исследовании акустического загрязнения окружающей среды. Она позволяет локализовать источник шума и определить его интенсивность в каждом направлении.

В настоящей научной статье мы определяем диаграмму направленности шума легкового автомобиля с целью выявления наилучшего расположения средств идентификации, снижения погрешности в дальнейших акустических исследованиях потока транспортных средств и обнаружения наиболее шумных

автомобилей. Результаты исследования могут быть использованы также для оптимизации конфигурации строения машин, в активных системах подавления шума, для определения эффективности звукоизоляционных материалов автомобилей [2].

## **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ.**

### **ОПИСАНИЕ МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЯ**

В качестве объекта исследования было использовано исправное легковое транспортное средство типа универсал с малым пробегом [3]. Местом проведения эксперимента было выбрано лесное открытое пространство площадью около 6 Га, удовлетворяющее требованиям свободного звукового поля [4]. Измерения проводились при помощи ручного шумомера фирмы Brüel & Kjær модели 2270 [5]. Время измерения определялось требованием ГОСТ 52231-2004 [6]. Была использована ветрозащита, которая необходима даже при малых значениях скорости ветра. Эксперимент проводился при следующих атмосферных условиях:

- температура воздуха 24°C,
- скорость ветра 1 м/с<sup>2</sup>,
- относительная влажность воздуха 45%,
- атмосферное давление 99,8 кПа.

### **ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА**

В ходе эксперимента проводилось 2 серии измерений эквивалентного уровня звукового давления для разных расстояний от источника – 7,5 и 10 метров. Точки измерений представлены на рисунке 1.

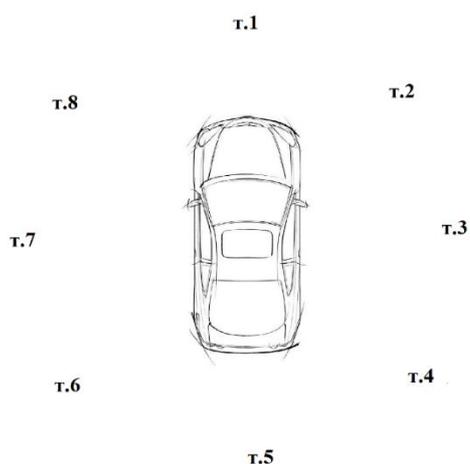


Рисунок 1. Схематическое отображение точек проведения измерений

В каждой точке было произведено 3 измерения УЗД и вычислено среднее значение для каждого положения [7]. Фоновое значение УЗД составило 47.7 дБ. Результаты с учетом поправки для учета фонового шума в соответствии с МУК 4.3.3722-21 представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты измерений

№ точки	7,5 метров				10 метров			
	УЗД <sub>i</sub>			<УЗД>	УЗД <sub>i</sub>			<УЗД>
1	54,5	53,9	53,5	54,0	50,8	50,2	50,7	50,6
2	51,1	51	51,1	51,1	48,2	47,2	47,4	47,6
3	49,8	50,6	50,8	50,4	47,8	47	46,5	47,1
4	49,4	50,5	49,9	49,9	47,3	46,1	46,2	46,5
5	51,6	51,7	52,9	52,1	48,6	49,9	49,7	49,4
6	49,6	50,5	50,6	50,2	47,5	47,4	47	47,3
7	50,9	50,8	50,8	50,8	47,8	47,2	46,4	47,1
8	50,8	51,7	50,8	51,1	48,1	48,2	47,1	47,8

Диаграмма направленности автомобиля (графическое представление зависимости коэффициента усиления шума от направления измерения) в заданной плоскости в горизонтальной плоскости в дБ на холостом ходу 900-1000 оборотов на расстояниях 7.5 и 10 м представлена ниже:

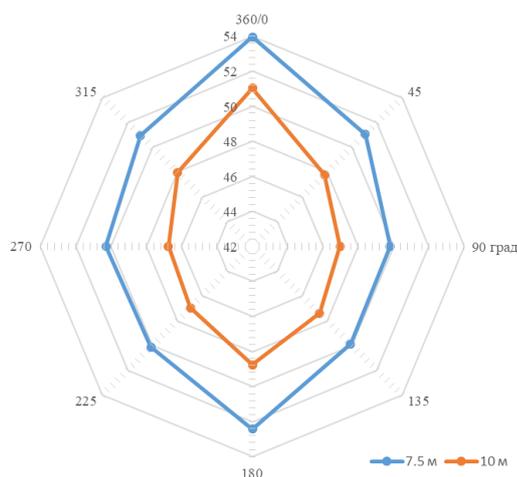


Рисунок 2. Диаграмма направленности легкового автомобиля на расстояниях 7.5 м и 10 м на холостом ходу

Диаграмма направленности автомобиля на холостом ходу обычно имеет достаточно равномерную структуру, но может изменяться в зависимости от типа модели автомобиля, от его состояния, конструкции выхлопной системы и звукоизоляции салона [8], поэтому необходимо ее измерение в каждом индивидуальном случае. В полученных результатах преобладает шум двигателя и выхлопной системы.

### Выводы

Исходя из полученных результатов, наибольший уровень звукового давления наблюдается в головной части автомобиля, то есть основной вклад в уровень шума вносит двигатель. Вероятно, при установке на транспортное средство с низким качеством прямоточной выхлопной системы или ее высокой изношенности диаграмма направленности будет иметь иную форму с более высокими значениями уровня звука в тыльной части автомобиля.

Однако, в случае движения автомобиля, на диаграмме направленности возникают дополнительные источники шума за счет взаимодействия ходовой части с дорожным покрытием и за счет аэродинамических воздушных вихрей, окружающих движущееся авто [6]. В дальнейшем возможно исследовать уровень шума для движущегося транспортного средства, рассмотреть, какие его части возможно шумоизолировать, таким образом адаптировав для городской среды.

### Литература

1. Заславский Ю. М., Заславский В. Ю., Соков А. М. Акустическое и сейсмическое поле движущихся источников шума и вибрации (регистрация решеткой микрофонов и сейсмической косой) //Ученые записки физического факультета Московского университета. – 2017. – Т. 5. – С. 1751405-1.
2. Кочергин А. В. и др. Диаграмма направленности шума, излучаемого двигателем внутреннего сгорания неподвижного автомобиля «Камаз» //Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – Т. 15. – №. 16. – С. 227-229.
3. Lamotte L. et al. A theoretical and experimental comparison of the deconvolution methods for moving sources //Berlin Beamforming Conference (BebeC). – 2016.
4. ГОСТ Р ИСО 26101-2014. Акустика. Экспериментальные методы определения условий свободного звукового поля
5. ГОСТ 179187-81. Шумомеры. Общие технические требования и методы испытаний.
6. ГОСТ 52231-2004. Внешний шум автомобилей в эксплуатации. Допустимые уровни и методы измерения
7. ГОСТ Р 53838-2010. Двигатели автомобильные. Допустимые уровни шума и методы измерения. – М.: «Московский печатник», 2010.
8. Deryabin I. Localization of car engine noise sources //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Т. 376.
9. Заславский Ю. М., Заславский В. Ю., Соков А. М. Акустический шум движущегося легкового автомобиля //Вестник научно-технического развития. – 2017. – №. 1. – С. 29-37.

### References

1. Zaslavsky, Yu. M., Zaslavsky, V. Yu., Sokov, A. M. Acoustic and seismic field of moving noise and vibration sources (registration by a microphone array and a seismic array) // Scientific Notes of the Faculty of Physics, Moscow University. - 2017. - Vol. 5. - P. 1751405-1.

2. Kochergin, A. V., et al. Directivity diagram of noise emitted by the internal combustion engine of a stationary "Kamaz" vehicle // Bulletin of Kazan Technological University. - 2012. - Vol. 15. - No. 16. - P. 227-229.
3. Lamotte, L., et al. A theoretical and experimental comparison of deconvolution methods for moving sources // Berlin Beamforming Conference (BebeC). - 2016.
4. GOST R ISO 26101-2014. Acoustics. Experimental methods for determining free-field conditions.
5. GOST 179187-81. Sound level meters. General technical requirements and test methods.
6. GOST 52231-2004. External noise of vehicles in operation. Permissible levels and measurement methods.
7. GOST R 53838-2010. Automotive engines. Permissible noise levels and measurement methods. - Moscow: "Moskovsky Pechatnik", 2010.
8. Deryabin, I. Localization of car engine noise sources // E3S Web of Conferences. - EDP Sciences, 2023. - Vol. 376.
9. Zaslavsky, Yu. M., Zaslavsky, V. Yu., Sokov, A. M. Acoustic noise of a moving passenger car // Bulletin of Scientific and Technical Development. - 2017. - No. 1. - P. 29-37.

*© Дранкова А. С., Щукин В. А., Лаухин Д. А., Иванов М.В., 2023 Научный сетевой журнал «Столыпинский вестник» 5/2023*

**Для цитирования:** Дранкова А. С., Щукин В. А., Лаухин Д. А., Иванов М.В. ПОСТРОЕНИЕ ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ ШУМА НЕПОДВИЖНОГО ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ // Научный сетевой журнал «Столыпинский вестник» 5/2023