

DOI: 10.15593/2409-5125/2019.04.10

УДК 711, 534.8

А.Е. Семина

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

БЕСПЛАТНЫЕ МОБИЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ОЦЕНКИ ШУМОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

Мониторинг шумового загрязнения среды часто требует особого дорогостоящего оборудования и обычно проводится аттестованными учреждениями или в составе академических исследований. В то же время развитие технологий привело к появлению множества программ-шумомеров, которые устанавливаются на смартфон. Рассмотрены четыре бесплатные программы для измерения уровня шума, установленные на смартфон на базе Android. Замеры уровня шума проводились в рамках исследования фактического шумового загрязнения на территориях детских учебных учреждений. Результаты измерений автор сравнивает со значениями, полученными с помощью аттестованного шумомера 2-го класса точности. Для бесплатных программ определение требуемого уровня звука по шкале А, приближенной по частотным характеристикам к чувствительности человеческого уха, – дополнительная платная опция. Поэтому в данном исследовании применялась методика, описанная в нормативной литературе, для перевода полученных значений из дБ в дБА. Полученные значения показали, что использование бесплатных мобильных приложений без необходимого функционала дает погрешность в измерениях. Описание данной проблемы мало представлено в российской научной литературе, а дальнейшие исследования могли бы быть полезны для определения наиболее точных способов измерения уровня шумового загрязнения с помощью мобильных приложений. Бесплатные мобильные приложения могут применяться как для измерения уровня шума в бытовых целях, так и для мониторинга состояния городской среды. Исследования, направленные на распространение использования программ-шумомеров, могут инициировать использование смартфонов как инновационной технологии для исследования шумового загрязнения среды обитания.

Ключевые слова: уровень шума, шумомер, бесплатные мобильные приложения, низкая стоимость оборудования, смартфон, программа-шумомер.

Проблема шумового загрязнения в крупных городах становится все актуальнее. Городской шум складывается из шумов промышленных предприятий, шума коммунально-бытового характера, шума автотранспорта [1]. Доказано, что продолжительный шум приводит к ряду проблем со здоровьем: нарушения слуха, сердечно-сосудистые заболевания, гипертония, наруше-

Семина А.Е. Бесплатные мобильные приложения как инструмент оценки шумового воздействия транспортных потоков // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2019. – № 4 (35). – С. 106–114. DOI: 10.15593/2409-5125/2019.04.10

Semina A.E. Free mobile applications as a tool for assessing the noise impact of traffic flows. PNRPU. Applied ecology. Urban development. 2019. No. 4 (35). Pp. 106-114. DOI: 10.15593/2409-5125/2019.04.10

ние сна, психологические, социальные и поведенческие проблемы. Всемирная организация здравоохранения установила, что у 466 миллионов людей зафиксирована постепенная потеря слуха [2].

Оценка шумового загрязнения среды обычно проводится аттестованными учреждениями или в составе академических исследований, что требует множество ресурсов и финансирования. Такой мониторинг часто требует особого дорогостоящего оборудования и инструментов. Для определения шума в частном порядке экономически нецелесообразно приобретать аттестованные приборы и следить за состоянием их поверки [3]. Развитие технологий позволило пользоваться шумомером, установленным на смартфоне [4].

Смартфоны стали обязательным гаджетом для большинства взрослого городского населения в развитых странах. Развитие технологий, связанных с мобильными телефонами, и их вклад в исследование шумового загрязнения окружающей среды только недавно стали объектом внимания в научной литературе. Смартфоны вполне могут стать базой для инновационной технологии в рамках исследования шумового загрязнения среды обитания.

Международные и российские стандарты (IEC 61672 [5], ГОСТ 17187–2010) предъявляют требования к классу точности шумомера, к качеству микрофонов, диапазону измерения шума (Гц) [6]. Мощность смартфонов сегодня сопоставима с мощностью персонального компьютера, а встроенное в смартфон оборудование для записи и обработки звука часто удовлетворяет требованиям стандартов для измерительных приборов [7].

Согласно недавним лабораторным исследованиям, точность программ-шумомеров в смартфонах сопоставима с аттестованными приборами. Так, например, в исследовании Е. Мерфи и Е.А. Кинга были протестированы в специальном помещении 100 смартфонов [8]. Целью исследования было выявление отличий показаний в зависимости от модели смартфона. Исследование показало, что смартфоны на базе Android в разных приложениях давали менее точные результаты, чем смартфоны на базе iOS. Исследователи отмечают, что отклонение от истинных значений уровня звука по шкале А практически для всех устройств и приложений было в пределах ± 5 дБА.

С другой стороны, полевые исследования при создании шумовой карты на улицах города показывают противоречивые результаты – от высокой точности таких измерений до большой погрешности [9].

Ключевым вызовом в подобных исследованиях является определение точности измерений с помощью мобильных приложений, а также

определением погрешности, которая может быть вызвана заменой аттестованного оборудования смартфоном. Кроме того, для исследователей представляет интерес возможность внедрения методов с низкой стоимостью (low-cost) [10].

В рамках исследования фактического уровня шума и соответствия нормам на территориях детских учреждений в городе Перми производилась оценка шумового загрязнения [11]. Измерялся уровень шума от транспортных потоков вблизи границы детских образовательных учреждений на улицах города Перми. В составе транспортного потока преобладали легковые автомобили, их доля составила свыше 80 %.

Для измерения уровня шума использовался аттестованный шумомер 2-го класса точности «Center 325», а также приложения-шумомеры, установленные на смартфон на базе Android. Приложения были установлены на телефон Sony Xperia M2.

Всего тестировалось четыре мобильных приложения (табл. 1). Главным критерием для всех приложений, протестированных в данном исследовании, была возможность бесплатного использования.

Таблица 1

Мобильные приложения для тестирования

Наименование	Разработчик	Ссылка
Sound level meter	Abc Apps	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.gamebasic.decibel&hl=en_US
Sound Analyser Free	Nobapp	https://play.google.com/store/apps/details?id=jp.nokubi.nobapp.soundanalyzer.free
Spectroid	Carl Reinke	https://play.google.com/store/apps/details?id=org.intoorbit.spectrum
Decibel X	SkyPaw Co., Ltd	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.skypaw.decibel

Для данных бесплатных приложений, измеряющих уровень шума, стояла проблема автоматического перевода из дБ в дБА. В каждом из четырех приложений калибровка по шкале А – дополнительный платный функционал.

Согласно СП 51.13330.2011 «Защита от шума», акустический расчет проводится по уровням звукового давления в восьми октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц или по уровням звука по частотной коррекции «А». В первом случае уровень звукового давления выражают в дБ, во втором – в дБА. Уровень звука по шкале А – это характеристика, приближенная к частотной характеристике чувствительности человеческого уха. Расчет

проводят с точностью до десятых долей децибела, а окончательный результат округляют до целых значений.

Для всех приложений потребовался перевод и калибровка по шкале А, так как бесплатно такой функционал в приложениях не представлен.

Для перевода по шкале А использовалась методика из ГОСТ 31295.2–2005. В соответствии с этим ГОСТом перевод из октавных уровней звука в уровни звука по шкале А выражается как сумма уровня звука L_i и частотной коррекции k_i на определенной полосе частот i , а затем применяется формула

$$L_A = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_i+k_i)} \right). \quad (1)$$

Частотные характеристики (коррекции) шкалы А принимались по таблице из ГОСТ Р 53188.1:

Частота, Гц	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Частотная характеристика, дБ	-39,4	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	+1,2	+1,0	-1,1

Для каждого полученного измерения вычислялся уровень звуковой мощности или давления, скорректированные уровни по шкале А и уровень звука по шкале А. На рис. 1 отображен пример графического представления данных и представление результатов в табличной форме.



Рис. 1. Спектрограмма из приложения Spectroid и таблица корректировки уровня шума по шкале А

Полученные результаты сравнивались с результатами аттестованного шумомера «Center 325» (2-го класса точности). В соответствии с инструк-

цией к прибору замеры проводились при отсутствии атмосферных осадков, при скорости ветра менее 5 м/с и $T_{\text{возд}} = -5 \text{ } ^\circ\text{C}$.

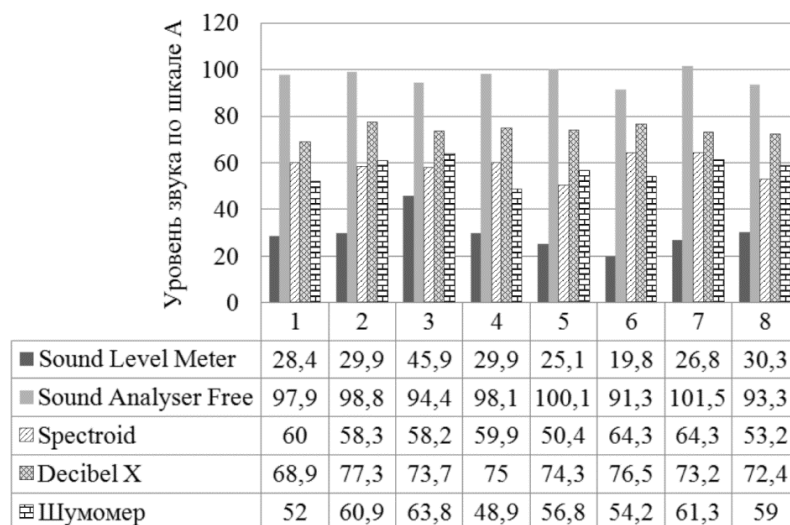


Рис. 2. Диаграмма результатов эксперимента, дБА

Согласно полученным результатам, приведенным по шкале А, дБА, наибольшее превышение выявлено в приложении Sound Analyser Free, а в приложении Sound Level Meter, наоборот, получены заниженные результаты. Наиболее точным приложением оказался Spectroid, для которого средняя величина отклонения от эталонного значения составила 6,56 дБА.

Для приложений Sound Analyser Free и Spectroid важным является определение мощности микрофона устройства, на котором установлены данные программы. Уровень звука определяется в них относительно установленной максимальной мощности микрофона. Поэтому до начала исследований необходимо выяснить, возможно ли определить мощность микрофона на устройстве [12].

В табл. 2 представлены максимальная, минимальная и средняя величина отклонения значений уровня шума от значений, полученных аттестованным прибором.

Таблица 2

Максимальные и минимальные отклонения

	Max, дБА	Min, дБА	Среднее значение, дБА
Sound Level Meter	34,5	17,9	27,6
Sound Analyser Free	49,2	37,1	39,81
Spectroid	11	2,6	6,56
Decibel X	26,1	9,9	16,8

Результаты исследования показывают, что использование бесплатных приложений для смартфонов на базе Android для измерения шума возможно только с погрешностью. При этом величина погрешности зависит от выбранного приложения.

В данном исследовании не удалось приблизиться к значениям отклонений от истинных значений в ± 5 дБА, как это было в рассмотренных выше исследованиях. Для измерений не были созданы лабораторные условия с одинаковым уровнем фонового шума, поэтому возникающие погрешности также могут быть связаны с использованием шумомеров в полевых условиях [12, 13].

Таким образом, при измерении фактического уровня шума и соответствия нормам на территориях детских учреждений в городе Перми, согласно показаниям аттестованного шумомера «Center 325», было выявлено, что по всем точкам наблюдений уровень шума транспортных потоков на участках УДС в среднем превышает допустимое значение 12,7 дБА. Расчетные значения эквивалентного уровня шума ($L_{\text{Аэкв}}$, дБА) сравнивались с допустимой величиной эквивалентного уровня звука, установленной СН 2.2.4/2.1.8.562–96 для территорий жилых зданий и учебных заведений, в дневное время равной 55 дБА. Согласно трем из четырех мобильных приложений среднее превышение уровня шума было выше, чем у шумомера, а в приложении Sound Level Meter превышений не выявлено.

Исследование проводилось в рамках изучения уровня шума для детских дошкольных учреждений, однако использование шумомеров в смартфоне может применяться для построения шумовых карт, для измерения уровня шума в бытовых целях и для мониторинга при наличии заболеваний, связанных с нарушением слуха [14–16]. Использование смартфонов сегодня доступно практически каждому, а бесплатные приложения могут загружать все владельцы смартфонов.

В российской научной литературе вопрос использования программ-шумомеров на базе смартфонов практически не рассмотрен. Более подробное изучение возможностей подобных мобильных приложений даст количественную оценку погрешностям при производимых измерениях. А исследование акустических свойств звукозаписывающего оборудования в смартфонах позволит выявить наиболее подходящие модели для точных измерений.

Список литературы

1. Новохатская Э.А. Шумовое загрязнение мегаполиса и его влияние на здоровье человека // Социальная политика и социология. – 2010. – № 9. – С. 135–144.
2. Официальный сайт Всемирной организации здравоохранения. Глухота и потеря слуха [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss> (дата обращения: 18.06.2019).

3. Bronzaft L.A., Hagler L. Noise: The Invisible Pollutant that Cannot Be Ignored // *Emerging Environmental Technologies*. – Springer. – Dordrecht, 2009. – № II. – P. 75–96. DOI: 10.1007/978-90-481-3352-9_4
4. Геншпирнг Д.М. Возможность использования программных шумомеров для измерения уровней шума в бытовых условиях // *Международный школьный научный вестник*. – 2018. – № 5-1. – С. 147–154.
5. IEC 61672-1. Electroacoustics sound level meters, Part 1: Specifications, standard [Электронный ресурс] / International Electrotechnical Commission. – 2013. – URL: https://global.ihs.com/doc_detail.cfm?document_name=IEC%2061672%2D1&item_s_key=00397501&csf=TIA (accessed 18 June 2019).
6. Celestina M., Hrovata J., Kardous C.A. Smartphone-based sound level measurement apps: Evaluation of compliance with international sound level meter standards // *Applied Acoustics*. Elsevier. – 2018. – № 139. – P. 119–128.
7. Kardous A.C., Shaw P. Evaluation of smartphone sound measurement applications // *The Journal of the Acoustical Society of America*. – 2014. – № 135. – URL: <https://asa.scitation.org/doi/10.1121/1.4865269> (accessed 10 July 2019). DOI: 10.1121/1.4865269
8. Murphy E., King E. A. Testing the accuracy of smartphones and sound level meter applications for measuring environmental noise // *Applied Acoustics*. Elsevier. – 2016. – № 106. – P. 16–22.
9. A study of the accuracy of mobile technology for measuring urban noise pollution in large scale participatory sensing campaigns / P. Aumond, C. Lavandier, C. Ribeiro, E.B. Gonzalez, K. Kamboja, E. D'Hondt, P. Delaitre // *Applied Acoustics*. – Elsevier, 2017. – № 117, part B. – P. 219–226. DOI: 10.1016/j.apacoust.2016.07.011
10. Mydlarz C. The implementation of low-cost urban acoustic monitoring devices // *Applied Acoustics*. – Elsevier, 2016. – № 117. – P. 207–218. DOI: 10.1016/j.apacoust.2016.06.010
11. Максимова С.В., Семина А.Е. К вопросу о нормировании площади земельных участков детских образовательных учреждений // *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика*. – 2019. – № 1. – С. 36–52. DOI: 10.15593/2409-5125/2019.01.03
12. Kardous A.C., Shaw P., Murphy W. Evaluation of smartphone sound measurement applications using external microphones – a follow-up study // *Journal of the Acoustical Society of America*. – 2016. – № 139. – URL: <https://asa.scitation.org/doi/10.1121/1.4964639> (accessed 10 July 2019).
13. Roberts B., Kardous C., Neitzel R. Improving the accuracy of smart devices to measure noise exposure // *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*. – 2016. – № 13 (11). – P. 840–846. DOI: 10.1080/15459624.2016.1183014
14. Pilot study of methods and equipment for in-home noise level measurements / R.L. Neitzel, M.S. Heikkinen, C.C. Williams, S.M. Viet, M. Dellarco // *Applied Acoustics*. – Elsevier, 2016. – № 102. – P. 1–11. DOI: 10.1016/j.apacoust.2015.08.018
15. Кошурников Д.Н., Максимова Е.В. Обзор зарубежной и отечественной практики шумового картирования (Noise Mapping) в условиях плотной городской застройки // *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика*. – 2018. – № 3. – С. 27–43. DOI: 10.15593/2409-5125/2018.03.03
16. Murphy E., King E.A. *Environmental noise pollution: noise mapping, public health and policy*. – Amsterdam: Elsevier, 2014. – 282 p.

References

1. Novohatskaya E. A. Shumovoe zagryaznenie megapolisa i ego vliyanie na zdorov'e cheloveka [Noise pollution of the metropolis and its impact on human health]. *Social'naya politika i sociologiya*, 2010. no. 9, pp. 135-144.
2. Oficial'nyj sajt Vsemirnoj organizacii zdavoohraneniya. Gluhota i poterya sluha [The official site of the World Health Organization. Deafness and hearing loss] [Online]. Available at: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss> (Accessed 18.06.2019).
3. Bronzaft L.A., Hagler L. Noise: The Invisible Pollutant that Cannot Be Ignored. *Emerging Environmental Technologies*. Springer. Dordrecht, 2009. no. II. pp. 75-96. DOI: 10.1007/978-90-481-3352-9_4.
4. Genshpirnng D.M. Vozmozhnost' ispol'zovaniya programmnyh shumomerov dlya izmereniya urovnej shuma v bytovyh usloviyah [The possibility of using software sound level meters to measure noise

levels in the domestic environment]. *Mezhdunarodnyj shkol'nyj nauchnyj vestnik* [International School Scientific Herald]. 2018. No. 5-1, pp. 147-154.

5. IEC 61672-1. Electroacoustics sound level meters, Part 1: Specifications, standard. International Electrotechnical Commission. 2013. Available at: https://global.ihc.com/doc_detail.cfm?document_name=IEC%2061672%2D1&item_s_key=00397501&csf=TIA (Accessed 18.06.2019).

6. Celestina M., Hrovata J., Kardous C. A. Smartphone-based sound level measurement apps: Evaluation of compliance with international sound level meter standards. *Applied Acoustics. Elsevier*, 2018, no. 139, pp. 119-128.

7. Kardous A. C., Shaw P. Evaluation of smartphone sound measurement applications. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2014. no. 135. DOI: 10.1121/1.4865269. Available at: <https://asa.scitation.org/doi/10.1121/1.4865269> (accessed 10.07.2019).

8. Murphy E., King E. A. Testing the accuracy of smartphones and sound level meter applications for measuring environmental noise. *Applied Acoustics. Elsevier*, 2016. no. 106, pp. 16-22.

9. Aumond P., Lavandier C., Ribeiro C., Gonzalez E.B., Kambona K., D'Hondt E., Delaire P. A study of the accuracy of mobile technology for measuring urban noise pollution in large scale participatory sensing campaigns. *Applied Acoustics. Elsevier*, 2017, no. 117, part B. pp. 219-226. DOI: 10.1016/j.apacoust.2016.07.011.

10. Mydlarz C. The implementation of low-cost urban acoustic monitoring devices. *Applied Acoustics. Elsevier*, 2016, no. 117, pp. 207-218. DOI: 10.1016/j.apacoust.2016.06.010

11. Maksimova S., Semina A. Revisiting the issue of normalization of land plot areas for children's educational institutions. *PNRPU. Applied ecology. Urban development*. 2019, no. 1, pp. 36-52. DOI: 10.15593/2409-5125/2019.01.03.

12. Kardous A. C., Shaw P., Murphy W. Evaluation of smartphone sound measurement applications using external microphones – A follow-up study. *Journal of the Acoustical Society of America*. 2016. no. 139. DOI: 2036-2036. 10.1121/1.4950017. Available at: <https://asa.scitation.org/doi/10.1121/1.4964639> (accessed 10.07.2019).

13. Roberts B., Kardous C., Neitzel R. Improving the accuracy of smart devices to measure noise exposure. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*. 2016, no.13(11), pp. 840–846. DOI: 10.1080/15459624.2016.1183014

14. Neitzel R.L., Heikkinen M.S., Williams C.C., Viet S.M., Dellarco M. Pilot study of methods and equipment for in-home noise level measurements. *Applied Acoustics. Elsevier*, 2016. no. 102, pp. 1–11. DOI: 10.1016/j.apacoust.2015.08.018.

15. Koshurnikov D.N., Maksimova E.V. Review of foreign and domestic practices of noise mapping in dense urban areas. *PNRPU. Applied ecology. Urban development*. 2018, no. 3, pp. 27-43. DOI: 10.15593/2409-5125/2018.03.03

16. Murphy E., King E.A. Environmental noise pollution: noise mapping, public health and policy. Amsterdam: Elsevier, 2014, 282 p.

Получено 16.07.2019

A. Semina

FREE MOBILE APPLICATIONS AS A TOOL FOR ASSESSING THE NOISE IMPACT OF TRAFFIC FLOWS

Monitoring of noise pollution often requires special expensive equipment and tools and is usually carried out by certified institutions or as part of academic researches. With the development of technology, today there are many sound level meter applications which could be installed on any smartphone. In the article four free programs for measuring the noise level installed in a smartphone based on Android OS are examined. Noise level measurements were carried out as part of a study of actual noise pollution in the territories of children's educational institutions. The results of measurement were compared with

the values obtained using a certified sound level meter of the 2nd accuracy class. For free programs, determining the required sound level on the A scale (approximated by the frequency characteristics to the sensitivity of the human ear) is an additional paid option. Therefore, in this study, the technique described in the regulatory literature was used to translate the obtained values in dB to dBA. The obtained values showed that the use of free mobile applications without necessary functionality gives an error in the measurements. It is noted that the description of this problem is poorly presented in the Russian scientific literature, and further studies would be useful to determine the most accurate methods of measuring noise pollution using mobile applications. Free mobile applications can be used both for measuring the noise level for domestic purposes, and for monitoring the state of urban environment. Researches aimed at disseminating the use of sound level meter applications can be a catalyst for the use of smartphones as an innovative technology for studying noise pollution in the environment.

Keywords: noise level, sound meter, free mobile applications, low cost equipment, smartphone, sound level meter program.

Семина Анастасия Евгеньевна (Пермь, Россия) – аспирант, ассистент кафедры «Архитектура и урбанистика», Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: semina.ae@yandex.ru).

Semina Anastasiia (Perm, Russian Federation) – Postgraduate Student, Assistant of the department “Architecture and Urban Planning”, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: semina.ae@yandex.ru).