

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ШУМОЗАЩИТНЫХ ЭКРАНОВ ПРИ ЗАЩИТЕ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ ОТ ТРАНСПОРТНОГО ШУМА

ЦУКЕРНИКОВ И.Е.<sup>1</sup>, ТИХОМИРОВ Л.А.<sup>1</sup>, ЩУРОВА Н.Е.<sup>1</sup>, НЕВЕНЧАННАЯ Т.О.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Научно-исследовательский институт строительной физики РААСН, Москва, Россия

<sup>2</sup>Московский политехнический университет (МПУ), Москва, Россия.

**Аннотация.** В статье выполняется оценка влияния транспортного шума на фасады высотных зданий с целью выявить наиболее подверженные влиянию транспортного шума этажи на примере двух объектов в г. Москва. В качестве источников шума рассмотрены потоки автомобильного и железнодорожного транспорта. Шумовые характеристики источников шума определяли с помощью натурных измерений и расчетом на основании данных об интенсивности движения. Прогноз уровней звука в 2 м от фасадов зданий выполнен с использованием апробированного программного комплекса, реализующего положения ГОСТ 31295.2-2005. Показано, что без применения шумозащитных экранов на рассматриваемых объектах возникают значительные превышения допустимых уровней звука, в особенности на фасадах, выходящих непосредственно на источники шума. Выполнено расчетное компьютерное моделирование шумозащитных экранов с целью оценки возможности их эффективного использования для снижения уровней шума на разных этажах рассматриваемых зданий. Проиллюстрировано, что применение шумозащитных экранов имеет ограниченный эффект защиты от шума для высотных зданий в зависимости от близости расположения экрана к источнику шума. Для защиты верхних этажей рассматриваемых зданий применение шумозащитных экранов неэффективно.

**Ключевые слова:** транспортный шум, шумовая карта, компьютерное моделирование, шумозащитный экран.

## EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF NOISE PROTECTION SCREENS IN PROTECTING HIGH-RISE BUILDINGS FROM TRAFFIC NOISE

TSUKERNIKOV I.E.<sup>1</sup>, TIHOMIROV L.A.<sup>1</sup>, SHCHUROVA N.E.<sup>1</sup>, NEVENCHANNAYA T.O.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Research Institute of Construction Physics of RAACS, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Moscow Polytechnic University, Moscow, Russia.

**Abstract.** The article assesses the impact of traffic noise on the facades of high-rise buildings in order to identify the floors most affected by traffic noise using the example of two objects in Moscow. The sources of noise are considered streams of road and rail transport. Noise characteristics of noise sources were determined using field measurements and calculations based on data on the intensity of traffic flows. The forecast of sound levels at 2 m from the facades of buildings was made using approved software that implements the provisions of GOST 31295.2-2005. It is shown that without the use of noise protection screens on the objects in question, significant exceedances of permissible sound levels occur, especially on facades that go directly to noise sources. A computer simulation of noise protection screens has been carried out in order to assess the possibility of their effective use to reduce noise levels on different floors of the buildings under consideration. It is illustrated that the use of noise protection screens has a limited effect of protection against noise for high-rise buildings, depending on the proximity of the location of the screen to the source of noise. To protect the upper floors of the buildings in question, the use of noise screens is inefficient.

**Keywords:** traffic noise, noise map, computer modeling, noise barrier.

## Введение

На сегодняшний день одной из серьезных проблем в России и за рубежом в рамках обеспечения комфортной среды проживания человека является защита от транспортного шума [1, 2]. Большинство жилой застройки в городах подвержено влиянию повышенного транспортного шума [3]. Одним из наиболее распространенных способов борьбы с транспортным шумом является установка шумозащитных экранов [4-6]. Увеличение этажности застройки может привести к тому, что использование шумозащитных экранов для защиты от транспортного шума не сможет обеспечить соблюдение санитарных норм для жителей всех этажей.

В данной работе рассматривается два примера воздействия транспортного шума на высотные жилые здания и возможности применения шумозащитных экранов для снижения воздействия транспортного шума.

В первом случае рассматривается жилой комплекс «Долина Сетунь», расположенный по адресу г. Москва Минская ул., 2. Комплекс состоит из двух корпусов высотой 36 и 38 этажей (далее Объект 1). Вторым объектом является строящийся многофункциональный гостиничный комплекс с апартаментами и подземной автостоянкой по адресу г. Москва, Бульварный проезд, вл.2/2». Комплекс состоит из двух корпусов высотой 20 этажей каждый (далее Объект 2).

Оба рассматриваемых объекта характеризует близкое расположение к источнику транспортного шума. В первом случае источником является автомобильный транспорт, движущийся по Минской улице. Расстояние от источника шума до ограждающих конструкций жилого комплекса – 20 м. Во втором случае источником шума является участок железной дороги, расположенный на расстоянии 25 м от запроектированного комплекса.

Для прогнозирования шумового воздействия в обоих случаях необходимо рассчитать ожидаемые уровни шума в 2 м от фасадов в ночной и дневной периоды, рассматривая автомобильную и железную дороги в качестве протяженных источников шума. Поскольку оба рассматриваемых объекта включают в себя два практически идентичных корпуса, равноудаленных от источника шума, для расчетов на каждом объекте был взят один из корпусов.

## Модели и методы

Для выполнения акустических расчетов и построения карт шума и шумовых разрезов применяли программный комплекс АРМ «Акустика» версия 3.2.6, разработанный и поставляемый на рынок программных продуктов российской компанией ООО «Технопроект» (Санкт-Петербург). В данном программном комплексе для расчета распространения шума реализуются положения ГОСТ 31295.2-2005 [7] Апробация комплекса была выполнена сотрудниками НИИСФ РААСН [8].

Шумовые характеристики потоков автомобильного транспорта в виде максимальных и эквивалентных уровней звука на расстоянии 7,5 м от ближней к Объекту 1 полосы движения определяли посредством натурных измерений, проведенных в дневное и ночное время в соответствии с ГОСТ 20444-2014 [9]. В виду невозможности непосредственного измерения шумовые характеристики железной дороги в виде максимальных и эквивалентных уровней звука на расстоянии 25 м от оси ближнего к объекту пути движения, определяли расчетом на основании данных об интенсивности движения поездов на рассматриваемом участке железной дороги, предоставленных ГАУ «Институт Генплана Москвы», с использованием формул, приведенных в ГОСТ 33325 [10] и СП 276.1325800 [5]. Шумовые характеристики источников шума представлены в таблице 1.

Схема расположения зданий относительно источников шума, рассматриваемые фасады и расположение использованных в расчете шумозащитных экранов приведены на рис.1. Результаты прогнозного расчета ожидаемых эквивалентных уровней шума для дневного и ночного периодов представлены в виде шумовых карт фасадов и приведены на рис.2, 3.

Таблица 1 - Шумовые характеристики источников шума.

Источник шума	$L_{Aeq}$		$L_{Amax}$	
	День	Ночь	День	Ночь
Автомобильная дорога	82,4	82	91,4	89,7
Железная дорога	66,5	63.1	85,3	85.3

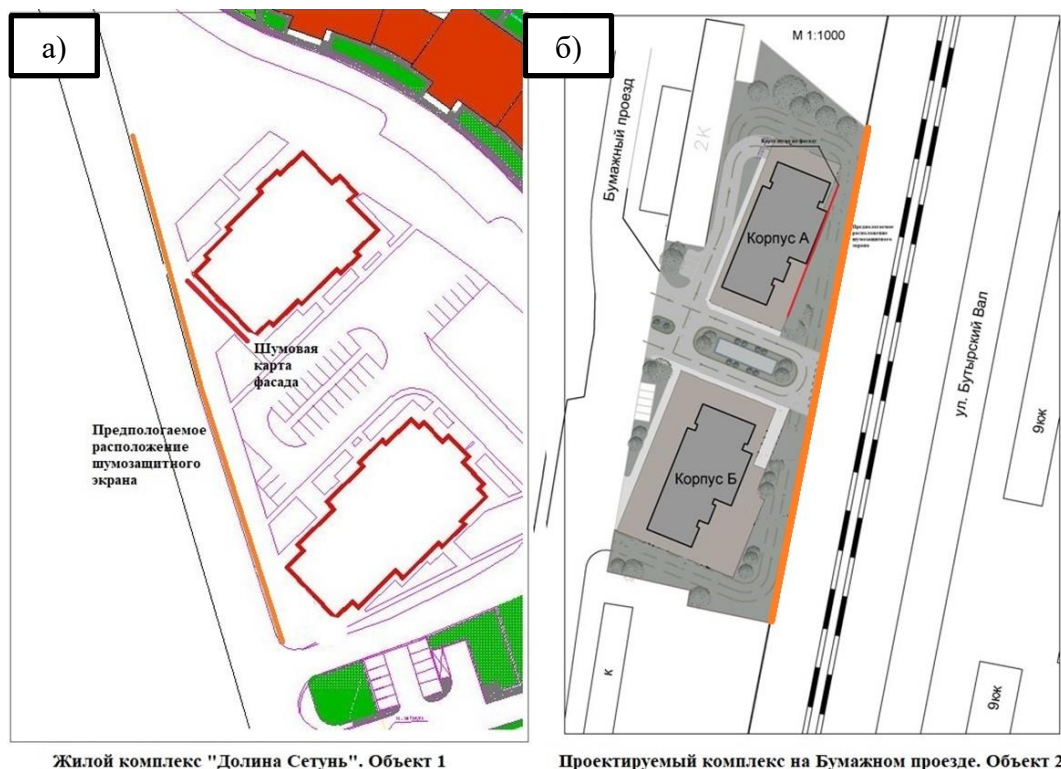


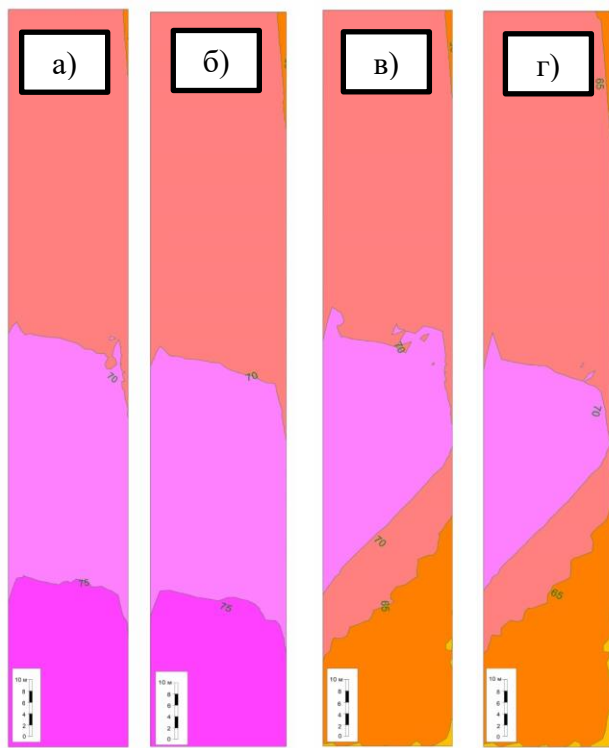
Рисунок 1 – Схема расположения рассматриваемых объектов: а) Объект 1, б) Объект 2

### Результаты исследования и их анализ

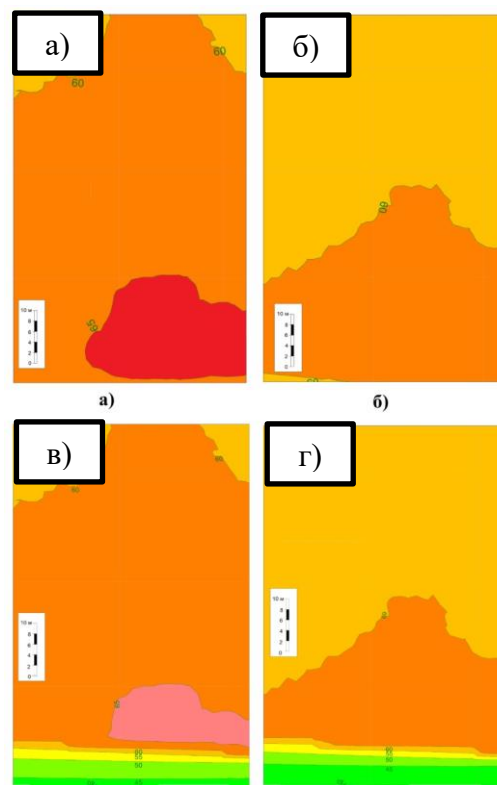
Из результатов расчета видно, что без шумозащитных экранов, эквивалентные и максимальные уровни звука по фасадам рассматриваемых зданий значительно превышают допустимые уровни звука. Для первого объекта превышения в дневной период составляют более 20 дБА, на первых этажах, и снижаются до 10 дБА на последних в дневной период. Максимальные уровни шума превышают допустимые значения на высоте до 70 м. Величина превышений составляет 20 дБ на высоте до 15 м, и постепенно снижается до 5 дБ на высоте 45 м. В ночной период уровни звука по фасадам практически не отличаются от уровней для дневного периода, что приводит к превышениям норм шума в 30 дБА на первых этажах, которые постепенно снижаются до 20 дБА к последнему этажу. Величина и распределение превышений максимальных уровней шума в ночной период, соответствуют дневному периоду. Результаты расчета по второму объекту показывают, что без применения шумозащитного экрана по всей высоте фасада как в дневной, так и в ночной периоды времени будут зафиксированы превышения уровней звука более чем на 15 и 20 дБА соответственно. Превышения максимальных уровней шума в дневной и ночной периоды составят 20 дБ на уровнях до 15 м. С равномерным снижением до 10 дБ на уровнях последнего этажа.

В качестве меры защиты от транспортного шума в расчете рассматривали шумозащитные экраны высотой 6 м с дополнительным полуметровым козырьком. В случае первого объекта экран располагали вдоль участка автомобильной дороги на расстоянии 6 м от сере-

дины ближней к объекту полосы. Для второго объекта шумозащитный экран устанавливали по границе территории застройки на расстоянии 15 м от оси ближнего к объекту пути. Протяженность шумозащитного экрана в соответствии с требованием [5] (п. 11.1.4) в первом случае принимали равной 200 м, во втором – 160 м. Шумовые карты фасадов после установки экранов приведены на рисунках 2, 3.



*Рисунок 2 – Шумовые карты фасадов после установки экранов для Объекта 1: а) без экрана в дневной период, б) без экрана в ночной период, в) с экраном в дневной период, г) с экраном в ночной период)*



*Рисунок 3 – Шумовые карты фасадов после установки экранов для Объекта 2: а) без экрана в дневной период, б) без экрана в ночной период, в) с экраном в дневной период, г) с экраном в ночной период)*

Из результатов расчета видно, что установка экрана вблизи первого объекта приведет к снижению уровней шума до высоты 30 м, однако данного снижения будет недостаточно для удовлетворения санитарных норм, и превышения составят 10 дБ в дневной период и 15 дБ в. Начиная с высоты приблизительно 30 метров, эффект от применения шумозащитного экрана отсутствует, и уровни превышений останутся такими же как и в предыдущем расчете. С превышениями максимальных уровней шума наблюдается такая же картина. На уровне до 30 м превышения максимальных уровней шума будут отсутствовать. Начиная с высоты 30 м допустимые максимальные уровни шума будут превышены на 10 дБ. На втором объекте установка шумозащитных экранов позволит привести уровни шума к допустимым значениям до высоты 12 м, уровни шума на вышележащих этажах будут аналогичны варианту расчета без экрана. В ночной период экран позволит выполнить нормы до отметки в 8 м.

### Выводы

1. Применение шумозащитных экранов имеет ограниченный эффект защиты от шума для высотных зданий. В зависимости от близости расположения экрана к источнику шума положительный эффект от экрана высотой 6 м наблюдается до высоты от 10 до 30 м. Для защиты верхних этажей подобных зданий применение шумозащитных экранов неэффективно.

2. При выполнении прогнозной оценки и разработке проектов шумозащиты необходимо выполнять акустические расчеты уровней шума на селитебной территории с использо-

ванием аттестованных программных продуктов, удовлетворяющих требованиям ГОСТ Р 56234-2014 [11].

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. И.Е. Цукерников, Л.А. Тихомиров, Е.О. Соломатин, И.П.Салтыков, Н.А. Кочкин. Решение задач строительной акустики как фактора, обеспечивающего безопасность и комфортность проживания в зданиях // Жилищное строительство. 2014, №6, с. 49-52
2. L.C. (Eelco) den Boer, A. (Arno) Schrotten. Traffic noise reduction in Europe. Health effects , social costs and technical and policy options to reduce road and rail traffic noise. Report. Delft, August 2007. 70 p. DOI 07/4451.27.
3. Доклад «О состоянии окружающей среды в городе Москве в 2017 году» /Под ред. А.О. Кульбачевского. М.: ДПиООС, 2018. — 358 с.
4. ОДМ 218.2.013-2011. Методические рекомендации по защите от транспортного шума территорий, прилегающих к автомобильным дорогам. М.: Технорматив, 2013. 116 с.
5. СП 276.1325800.2016 Здания и территории. Правила проектирования защиты от шума транспортных потоков. М.: Минстрой России. 2016. 85 с.
6. Benz Kotzen, Colin English. Environmental noise barriers. A guide to their acoustic and visual design. 2nd edition. – Tailor & Francis, London, New York, 2009. – 257 p.
7. GOST 31295.2-2005. "Noise. Sound attenuation during propagation on the ground. Part 2. General method of calculation. М.: Standardinform, 2006. 23 p.
8. Цукерников И.Е., Тихомиров Л.А. Сравнение результатов расчета автодорожного шума жилого района г. Москвы, полученных при использовании трех программных средств. Защита от повышенного шума и вибрации: Сб. докладов IV Всерос. науч.-практич. конференции с международным участием, БГТУ, СПб, 2013, с. 409 – 419.
9. ГОСТ 20444–2014 Шум. Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики. М.: Стандартинформ, 2015. 18 с.
10. ГОСТ 33325-2015 Шум. Методы расчета уровней внешнего шума, излучаемого железнодорожным транспортом. М.: Стандартинформ, 2016. 27 с.
11. ГОСТ Р 56234-2014. Акустика. Программное обеспечение для расчетов уровней шума на местности. Требования к качеству и критерии тестирования. . М.: Стандартинформ, 2015. 27 с.

### REFERENCES

1. I.E. Tsukernikov, L.A. Tikhomirov, E.O. Solomatin, I.P.Saltykov, N.A. Kochkin. Solving problems of building acoustics as a factor ensuring the safety and comfort of living in buildings. Housing construction. 2014, № 6, p. 49-52
2. L.C. (Eelco) den Boer, A. (Arno) Schrotten. Traffic noise reduction in Europe. Health effects , social costs and technical and policy options to reduce road and rail traffic noise. Report. Delft, August 2007. 70 p/. DOI 07/4451.27.
3. Report "On the state of the environment in the city of Moscow in 2017" / Ed. A.O. Kulbachevsky. - Moscow.: DPiEP, 2018. 358 p.
4. ODM 218.2.013-2011. Guidelines for protection from traffic noise areas adjacent to roads. Moscow: Technical Regulations, 2013. 116 p.
5. Building Code of Russia SP 276.1325800.2016 Buildings and grounds. Rules for the design of protection from traffic noise. Moscow: Ministry of Russia. 2016. 85 p.
6. Benz Kotzen, Colin English. Environmental noise barriers. A guide to their acoustic and visual design. 2nd edition. Tailor & Francis, London, New York, 2009. – 257 p.
7. Tsukernikov I.E., Tikhomirov L.A. Comparison of the results of the calculation of road noise of a residential area of Moscow, obtained using three software tools. Protection against increased noise and vibration: Sat. reports IV All-Russia. scientific practical conferences with international participation, BSTU, St. Petersburg, 2013, Pp. 409 - 419.
8. Russian standard GOST 20444–2014 Noise. Traffic flows. Methods for determining the noise characteristics. Moscow: Standardinform, 2015. 18 p.
9. Russian standard GOST 20444–2014 Noise. Traffic flows. Methods for determining the noise characteristics. M: Standardinform, 2015. 18 p.
10. Russian standard GOST 33325-2015 Noise. Methods for calculating the levels of external noise emitted by rail. Moscow: Standardinform, 2016. 27 p.

11. Russian standard GOST R 56234-2014. Acoustics. Software for calculating noise levels on the ground. Quality requirements and testing criteria. Moscow: Standardinform, 2015. 27 p.

**Информация об авторах:**

**Цукерников Илья Евсеевич**

Научно исследовательский институт строительной физики российской академии архитектуры и строительных наук, г. Москва, Россия.

Д-р техн. наук, проф. Гл. науч. сотр,

E-mail: 3342488@mail.ru

**Тихомиров Леонид Александрович**

Научно исследовательский институт строительной физики российской академии архитектуры и строительных наук, г. Москва, Россия.

Инженер, науч. сотр.

E-mail: niisf@mail.ru

**Щурова Наталья Евгеньевна**

Научно исследовательский институт строительной физики российской академии архитектуры и строительных наук, Москва, Россия.

Инженер, вед. науч. сотр.

E-mail: tel4823712@yandex.ru

**Невенчанная Татьяна Олеговна**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский политехнический университет» МПУ, Москва, Россия.

Д-р. техн. наук, профессор,

E-mail: nevento@mail.ru

**Information about authors:**

**Tsukernikov I. E.**

Research Institute of Building Physics: Moscow, Russia.

doctor in tech. sc., prof., chief researcher,

E-mail: 3342488@mail.ru

**Tihomirov L. A.**

Research Institute of Building Physics: Moscow, Russia.

Engineer, researcher.

E-mail: niisf@mail.ru

**Shchurova N.E.**

Research Institute of Building Physics: Moscow, Russia.

Engineer, leading researcher.

E-mail: tel4823712@yandex.ru

**Nevenchannaya T. O.**

Press and Media Industry Higher School, Moscow Polytechnic University, Moscow, Russia.

doctor in tech. sc., prof.,

E-mail: nevento@mail.ru