

DOI 10.15593/2409-5125/2016.04.06

УДК 628.5

О.С. Карманова, О.А. Шутова

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

АНАЛИЗ КОМФОРТНОСТИ ТЕРРИТОРИЙ ПО АКУСТИЧЕСКОМУ РЕЖИМУ ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА В Г. ПЕРМИ

Одной из основных проблем создания благоприятных условий жизнедеятельности в центре и в ближайших к нему районах города является снижение уровня шума. На автотранспорт приходится огромная доля загрязнения атмосферы и возникновения шума. С каждым годом автопарк увеличивается в геометрической прогрессии, поэтому оценка акустического дискомфорта на линиях застройки является крайне актуальной в настоящее время. Для анализа комфортности территории по акустическому режиму выбран жилой комплекс, расположенный в Мотовилихинском районе города Перми. Комплекс состоит из шести шестиэтажных домов, один из которых расположен параллельно автомобильной улице Лядовской, которая также является выездом из города. Поскольку одно из зданий расположено вдоль улицы с высокой интенсивностью движения, то для него необходимо оценить уровень шума и рассмотреть варианты его снижения. Для данного дома описана методика оценки шумового воздействия автомобильного транспорта на линию жилой застройки. По результатам расчетов сделаны выводы об акустической величине дискомфорта или степени комфорта. В случаях, где расчеты выявили акустический дискомфорт, рассмотрены методы обеспечения благоприятного шумового режима на линии жилой застройки. Благодаря анализу всех приемов борьбы с шумом от автотранспорта выбраны наиболее экономичные и эффективные способы достижения акустического комфорта для жилого дома, расположенного вблизи с автодорогой.

Ключевые слова: эквивалентный уровень звука, поправка, акустический комфорт, акустический дискомфорт.

Сегодня многие считают наиболее престижным и комфортным жильем в центре города и в ближайших к нему районах. Но не всегда эти районы являются комфортными для проживания. Проблема таких территорий в первую очередь связана с увеличением автомобильного транспорта.

В последнее время на пыль, загрязнение атмосферы и шум, вызванные автотранспортом, все чаще жалуются жители перифе-

рийных районов городов. Это связано с тем, что на окраинах городов строятся крупные жилые районы, где практически каждая семья имеет автомобиль. Кроме этого, новые жилые районы нередко проектируются вдоль оживленных городских улиц и дорог, что также ведет к повышенной экологической нагрузке на микрорайон.

За последние 5 лет на 80 % повысился уровень загрязнения атмосферы и шума от автомобильного транспорта, и теперь главной задачей градостроителей стало создание наиболее комфортных условий для проживания, как в центральных районах, так и в удаленных от него территориях [1].

Основной причиной дискомфорта жители называют шум, который может вызывать сердечно-сосудистые, нервные заболевания и влиять на психику [2, 15].

Вредным для здоровья считается уровень громкости 90 дБ, длительный звук в 155 дБ вызывает ожог, громкость 180 дБ смертельна [2].

Чтобы оценить фактор зашумленности жилой территории, необходимо выявить основные источники шума и их размещение по отношению к исследуемой территории. Главными внешними источниками транспортного шума являются автотранспортные потоки на улицах и дорогах, автомобильные стоянки, автозаправочные станции.

Шум транспортных потоков складывается из шума отдельных транспортных единиц автомобилей, автобусов и зависит от структуры и интенсивности потоков, продольного профиля проезжей части, скорости движения, характера застройки.

В Перми также продолжается строительство новых микрорайонов. Один из них расположен в Мотовилихинском районе города Перми, в микрорайоне Запруд. Строящийся жилой комплекс с севера и запада ограничен жилыми кирпичными домами высотой 3–5 этажей, с востока граничит с частным сектором, а с юга – улицей Лядовской, которая также является выездом из города.

Жилой комплекс (рис. 1) состоит из шести домов, пять из которых расположены перпендикулярно главной улице Лядовской, а один – параллельно ей. Дома шестизэтажные со встроенными офисными помещениями на первом этаже.

Поскольку одно из зданий расположено вдоль улицы с высокой интенсивностью движения, то для него необходимо оценить уровень шума и рассмотреть варианты его снижения. Для этого необходимо определить расчетный уровень звука от транспортных потоков.



Рис. 1. Эскиз жилого комплекса по улице Лядовская в микрорайоне Запруд

Расчетный уровень звука в источнике устанавливается на стандартном расстоянии 7,5 м от оси первой полосы движения транспорта и определяется по формуле

$$L_{\text{Аэкв}} = f(N, V_{\text{ср.взв}}, P_{\text{гр}}, P_{\text{д}}, P_{\text{тр}}, i) = L_{\text{А7,5}} + \Delta L_{\text{застр}}, \quad (1)$$

где $L_{\text{Аэкв}}$ – эквивалентный уровень звука в 7,5 м от оси движения первой полосы автотранспорта, дБА; N – часовая интенсивность движения транспорта в двух направлениях, нат. ед/ч; $V_{\text{ср.взв}}$ – средневзвешенная скорость транспортного потока, км/ч; $P_{\text{гр}}$ – процент грузового и общественного транспорта в потоке; $P_{\text{д}}$ – процент грузовых автомобилей с дизельным двигателем; $P_{\text{тр}}$ – процент трамваев в потоке; i – продольный уклон магистрали, ‰.

По исследуемому объекту имеем следующие данные:

- интенсивность в обоих направлениях соответствует 701 ед/ч;
- средневзвешенная скорость 50 км/ч;
- 13 % грузового и общественного транспорта;
- 5 % дизельного автотранспорта;

- рельсового транспорта нет;
- продольный уклон 12 ‰.

Расчетный эквивалентный уровень звука на улицах и дорогах вычисляется по формуле

$$L_{A7,5} = L'_{A7,5} + \sum_i \Delta L_{Ai}, \quad (2)$$

где $L_{A7,5}$ – расчетный эквивалентный уровень звука, дБА; $\sum_i \Delta L_{A7,5}$ – сумма поправок на отличие конкретных условий от принятых для определения основной зависимости $L'_{A7,5}$, дБА; $L'_{A7,5}$ – эквивалентный уровень транспортного шума, дБА, определяется по формуле

$$L'_{A7,5} = 44,6 + 10 \cdot \lg N, \quad (3)$$

где N – суммарная часовая интенсивность движения на участке, в натуральных единицах в двух направлениях.

$\sum L_{Ai}$ складывается из следующих поправок:

- средневзвешенная скорость потока

$$\Delta L_v = (0,098 - 0,013 \cdot \lg N) \cdot (V_{\text{ср.взв}} - 40); \quad (4)$$

- процент грузового и общественного транспорта в потоке

$$\Delta L_p = (0,123 - 0,023 \cdot \lg N) \cdot P_{\text{гр}} - 60); \quad (5)$$

- процент дизельного транспорта

$$\Delta L_d = (0,25 - \lg N / 60) \cdot P_d; \quad (6)$$

- процент трамваев в потоке

$$\Delta L_{\text{тр}} = 0,1 \cdot P_{\text{тр}} \text{ при } P_{\text{тр}} \text{ до } 40 \%; \quad (7)$$

- продольный уклон транспортной магистрали

$$\Delta L_i = 0,04 \cdot i. \quad (8)$$

Помимо основных поправок нужно учесть дополнительные поправки, которые учитывают тип и характер застройки, наличие регулирования движения, тип дорожного покрытия, ширину раз-

делительных полос между проезжими частями. Поправка, учитывающая тип застройки, зависит от разрыва между домами на линии застройки и расстоянием между линией застройки и краем проезжей части, принимается по табл. 3.5 [3], соответствует 2 дБА.

Для исследуемого объекта найдем эквивалентный уровень звука по формуле (3):

$$L'_{A7,5} = 44,6 + 10 \cdot \lg(701) = 73,05 \text{ дБА.}$$

Рассчитаем поправки для проходящего по улице Лядовская автотранспорта. Из формулы (4) найдем средневзвешенную скорость потока:

$$\Delta L_v = (0,098 - 0,013 \cdot \lg(701)) \cdot (50 - 40) = 0,61 \text{ дБА.}$$

Поправка для грузового и общественного транспорта рассчитаем по формуле (5):

$$\Delta L_p = (0,123 - 0,023 \cdot \lg(701)) \cdot (13 - 60) = -2,71 \text{ дБА.}$$

Для дизельного транспорта найдем ее по уравнению (6):

$$\Delta L_d = (0,25 - \lg(701) / 60) \cdot 5 = 1,01 \text{ дБА.}$$

Трамваев в исследуемом микрорайоне нет, следовательно, $\Delta L_{\text{тр}} = 0$.

Из уравнения (8) получаем поправку на продольный уклон:

$$\Delta L_i = 0,04 \cdot 12 = 0,48 \text{ дБА.}$$

Подставляя полученные значения в уравнение (2), получаем

$$L_{A7,5} = L'_{A7,5} + \sum_i L_{Ai} = 73,05 + 0,61 + (-2,71) + 1,01 + 0,48 = 72,45 \text{ дБА.}$$

Тогда эквивалентный уровень звука будет равен из формулы (1):

$$L'_{\text{эkv}} = L_{A7,5} + \Delta L_{\text{застр}} = 72,45 + 2 = 74,45 \text{ дБА.}$$

Далее проанализируем величину акустического дискомфорта на линии застройки. Степень обеспеченности акустическим комфортом или величину акустического дискомфорта следует вычислить по формуле

$$\gamma = L_{\text{Адоп}} - L_{\text{Аi}}, \quad (9)$$

где γ – критерий обеспеченности акустическим комфортом; $L_{\text{Аi}}$ – ожидаемый уровень звука в расчетной точке, наиболее характерной для данного объекта, дБА.

Допустимый уровень шума на линии застройки принят 55 дБА в дневное время, что соответствует санитарным нормам уровня шума (табл. 1 СП 51.13330.2011).

Уровень шума на линии застройки с учетом снижения за счет расстояния, без каких-либо защитных мероприятий, определяется по формуле

$$L_{\text{Аi}} = L_{\text{А7,5}} - \Delta L_{\text{Арасст}}, \quad (10)$$

где $L_{\text{Аi}}$ – ожидаемый уровень звука в рассматриваемой точке, дБА; $L_{\text{А7,5}}$ – расчетный уровень звука в 7,5 м от источника шума, дБА; $\Delta L_{\text{Арасст}}$ – снижение уровня звука в зависимости от расстояния от рассматриваемой точки до источника шума, дБА;

Значение снижения звука, зависящего от расстояния, принимается 6 дБА [4].

Подставляя значения в уравнение (10), получим

$$L_{\text{Аi}} = L_{\text{А7,5}} - \Delta L_{\text{Арасст}} = 74,45 - 6 = 68,45 \text{ дБА.}$$

Пользуясь формулой (9), рассчитаем величину акустического дискомфорта или степень акустического комфорта:

$$\gamma = L_{\text{Адоп}} - L_{\text{Аi}} = 55 - 68,45 = -13,45 \text{ дБА.}$$

Как видно из полученных данных, на линии застройки преобладает акустический дискомфорт. Рассмотрим все возможные методы борьбы с шумом и произведем необходимые расчеты, чтобы выяснить, какой метод эффективнее.

Акустического комфорта можно добиться при помощи увеличения расстояния от источника шума до линии застройки, но это возможно сделать только на стадии проектирования. При благоустройстве территории помогут снизить уровень звука зеленые насаждения, препятствия, стены, откосы, размещенные на пути движения звука. Если высота преграды более 6–10 м, то уровень звука получится снизить до 25 дБА. Звуковая энергия поглощает-

ся на 26 % кронами лиственных деревьев. Наиболее эффективна шахматная посадка деревьев. Зеленые насаждения должны иметь ветвистые кроны с плотной и густой листвой. Высота посадки должна быть не менее 5–8 м. Даже наличие травяного покрова уменьшает уровень звука на 5–7 фонов. Звукоизоляция ограждающими конструкциями позволит уменьшить шум на 50 дБА. Акустический экран работает по принципу создания зоны звуковой тени за ним. Стенки-экраны проектируются из разнообразных материалов, таких как металлические панели, монолитный и сборный железобетон. Поверхность экранирующей стенки должна иметь поверхностную плотность не меньше 32 кг/м². Также экраны могут быть облицованы звукопоглощающим материалом. Установка приточно-вытяжной системы позволяет снизить уровень звука до 31 дБА. При такой системе в помещениях создается комфортный микроклимат, можно проветривать помещения, не открывая окон [5, 6, 10].

Проанализируем наиболее подходящие и относительно недорогостоящие методы, такие как посадка зеленых насаждений, установка приточно-вытяжной системы. Снизить уровень шума экраном на данном объекте не получится, так как в п. 11.6 СП 42.13330.2011 расстояние от шумозащитного устройства до линии застройки принимается 25 м. Расстояние от дороги до жилой застройки не позволяет поставить экран.

В расчетных точках ожидаемые уровни звука от автотранспортных потоков определяются по формуле

$$L_{Ai} = L_{A7,5} - \Delta L_{\text{Арасст}} - \Delta L_{\text{Азел}} - \Delta L_{\text{Аокн}}, \quad (11)$$

где L_{Ai} – ожидаемый уровень звука в рассматриваемой точке, дБА; $L_{A7,5}$ – расчетный уровень звука в 7,5 м от источника шума, дБА; $\Delta L_{\text{Арасст}}$ – снижение уровня звука в зависимости от расстояния от рассматриваемой точки до источника шума, дБА; $\Delta L_{\text{Азел}}$ – снижение уровня звука зелеными насаждениями, дБА; $\Delta L_{\text{Аокн}}$ – снижение уровня шума при помощи оконных проемов, дБА.

Уровень звука зависит от типа источника шума и расстояния от источника шума до расчетной точки, принимается по рис. 8.24 [4] и соответствует 6 дБА.

Снижение уровня звука зелеными насаждениями зависит от ряда посадки деревьев, принимается по табл. 8.16 [4] и соответ-

ствуется 0 дБА. Снижение звука при помощи оконных проемов зависит от типа заполнения оконного проема, принимается по табл. 8.20 [4]. При открытых окнах снижение равно 5 дБА, при открытых форточках – 10 дБА.

Поскольку помещения, окна которых выходят на улицу Лядовская, не имеют приточно-вытяжной вентиляции, то снижение уровня звука следует учитывать при условии открытой форточки или окна:

- уровень звука при открытых форточках

$$L_{Ai} = L_{A7,5} - \Delta L_{\text{Арасст}} - \Delta L_{\text{Аокн}} = 74,45 - 6 - 10 = 58,45 \text{ дБА};$$

- уровень звука при открытых окнах

$$L_{Ai} = L_{A7,5} - \Delta L_{\text{Арасст}} - \Delta L_{\text{окн}} = 74,45 - 6 - 5 = 63,45 \text{ дБА}.$$

Из формулы (9) определим величину дискомфорта или степень комфорта:

- при открытых форточках

$$\gamma = L_{\text{доп}} - L_{Ai} = 55 - 58,45 = -3,45 \text{ дБА};$$

- при открытых окнах

$$\gamma = L_{\text{доп}} - L_{Ai} = 55 - 63,45 = -8,45 \text{ дБА}.$$

Знак минус говорит о том, что мы получили дискомфорт.

Рассмотрим два метода избавления от акустического дискомфорта.

Первый метод заключается в посадке зеленых насаждений между линией застройки и проезжей частью. Двухрядная посадка озеленения при расстоянии между рядами 3 м позволит уменьшить уровень звука на 4 дБА [4, 7, 14].

Из формул (9) и (10) следует:

$$L_{Ai} = L_{A7,5} - \Delta L_{\text{Арасст}} - \Delta L_{\text{окн}} = 74,45 - 6 - 10 - 4 = 54,45 \text{ дБА},$$

$$\gamma = L_{\text{доп}} - L_{Ai} = 55 - 54,45 = 0,55,$$

что говорит об акустическом комфорте;

$$L_{Ai} = L_{A7,5} - \Delta L_{\text{Арасст}} - \Delta L_{\text{окн}} = 74,45 - 6 - 5 - 4 = 59,45 \text{ дБА},$$

$$\gamma = L_{\text{доп}} - L_{Ai} = 55 - 59,45 = -4,45 ,$$

что говорит о дискомфорте.

Такой способ понизить уровень звука эффективен только для случая, когда открыты форточки (рис. 2). Шум уменьшился на 27 % .

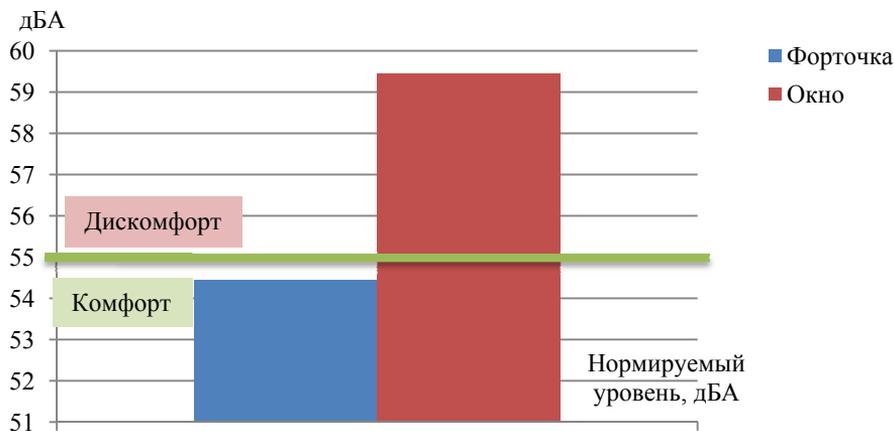


Рис. 2. Зависимость уровня звука от открытых окон и форточек

Второй метод – это создание в помещениях приточно-вытяжной вентиляции. Тогда необходимость в открытых окнах станет не актуальной. Произведем расчет (без учета озеленения) при закрытых окнах в одинарном переплете без прокладок в притворах (уровень звука принимается по табл. 8.20 [4] и равняется 18 дБА) по формуле (10):

$$L_{Ai} = 74,45 - 6 - 18 = 50,45 \text{ дБА.}$$

Из формулы (9) получаем

$$\gamma = L_{\text{доп}} - L_{Ai} = 55 - 50,45 = 4,55 ,$$

что говорит об акустическом комфорте.

Такой метод позволил уменьшить уровень звука на 32 % . Стоит отметить, что при использовании окон с более высокими характеристиками, такими как спаренный или двойной переплет, воздушный промежуток между стеклами и применение прокладок при притворах, степень обеспеченности акустическим комфортом будет увеличиваться.

Диаграмма, приведенная на рис. 3, позволяет сравнить два метода, рассмотренные нами.



Рис. 3. Зависимость уровня звука от озеленения и приточно-вытяжной системы

Таким образом, сравнивая два метода избавления от акустического дискомфорта, следует отметить, что окна из одинарного переплета избавляют от шума на 5 % лучше, чем озеленение между линией застройки и проезжей частью. Установка приточно-вытяжной системы обеспечивает акустический комфорт пребывания в здании. С другой стороны, посадка зеленых насаждений обойдется дешевле, чем установка приточно-вытяжной системы в помещениях. Если в помещениях есть форточки, то метод с посадкой деревьев наиболее рационален, так как при открытых окнах в квартирах или офисах акустический дискомфорт останется.

Библиографический список

1. Телегин В.Г., Клевко В.И. Проблемы транспортной системы города Перми и пути их решения // Сборник научных трудов SWorld. – Одесса, 2014. – Т. 1, № 1. – С. 11–17.
2. Измеров Н.Ф., Суворов Г.А., Прокопенко Л.В. Человек и шум // ГЭОТАР-МЕД. – М., 2001. – 380 с.
3. Булавина Л.В., Колосовская Г.В. Индексация жилых территорий по транспортно-экологическим факторам: учеб.-метод. пособие. – Екатеринбург, 2005. – 82 с.
4. Архитектурная физика / В.К. Лецкевич, Л.И. Макриненко, И.В. Мигалина, Н.В. Оболенский, А.Г. Осипов, Н.И. Щепетков. – М.: Архитектура-С, 2007. – 442 с.
5. Шишкин И.А., Левин Ю.П., Папков М.С. Шумозащитные мероприятия и средства в жилой застройке и местах отдыха от внешнего шума городских источников: учеб. пособие / МИСИ. – М., 1989. – 70 с.

6. Мальков Ю.Г. Санитарно-гигиеническая роль городских зеленых насаждений: дис. ... канд. биол. наук. – Красноярск, 1987. – 140 с.
7. Винников Ю.А. Исследование звукопоглощающих свойств массивов зеленых насаждений в градостроительстве по методике коэффициентов звукопоглощения // Вестник МГСУ. – 2010. – № 1. – С. 294–298.
8. Заборщикова Н.П., Пестрякова С.В. Шум города. Оценка и регулирование шумового режима селитебных территорий: учеб. пособие / С.-Пб. ГАСУ. – СПб.: Изд-во АСВ, 2004. – 112 с.
9. Kotzen B. Environmental Noise Barriers. A guide to their acoustic and visual design. – Taylor & Francis e-Library, London and New York, 2009. – 257 p.
10. Highway Noise Barrier Design Handbook / G.G. Fleming, H.S. Knauer, C.S.Y. Lee, S. Pedersen // Design for environmental barriers. Design manual for roads and bridges. Design Environmental design and management. Environmental barriers. – 2001. – Section 5, part 1. – P. 174.
11. Борьба с шумом в городах / Г.Л. Осипов, Б.Г. Прутков, И.А. Шишкин, И.Л. Карагодина. – М.: Стройиздат, 1987. – 193 с.
12. Градостроительство: справочник проектировщика / под общ. ред. проф. В.Н. Белоусова. – М.: Стройиздат, 1976. – 367 с.
13. The potential of building envelope greening to achieve quietness / T. Van Renterghem [et al.] // Building and Environment. – 2013. – Vol. 62. – P. 34–44.
14. Sander H., Polasky S., Haight R.G. The value of urban tree cover// Ecological Economics. – 2010. – Vol. 69, № 8. – P. 1646–1656.
15. Green space, urbanity, and health: how strong is the relation? / J. Maas, R.A. Verheij, P.P. Groenewegen, S. De Vries, P. Spreeuwenberg // Journal of Epidemiology and Community Health. – 2006. – Vol. 60, № 7. – P. 587–592.
16. Кашапова К.П., Клевеко В.И., Моисеева О.В. Анализ величины шумового воздействия на здания Пермского национального исследовательского политехнического университета // Экология и научно-технический прогресс. Урбанистика. – 2014. – № 1. – С. 115–119.

References

1. Telegin V.G., Kleveko V.I. Problemy transportnoj sistemy goroda Permi i puti ikh resheniya [The problems of urban transport systems in Perm and it's solutions]. *Sbornik nauchnykh trudov SWorld*. Odessa, 2014, vol.1, no.1, pp. 11–17.
2. Izmerov N.F., Suvorov G.A., Prokopenko L.V. Chelovek i shum [Man and noise]. *GEOTAR-MED*. Moscow, 2001. 380 p.
3. Bulavina L.V., Kolosovskaya G.V. Indeksatsiya zhilykh territorij po transportno-ekologicheskim faktoram [Indexation of residential areas on the transport and environmental factors]. Ekaterinburg, 2005. 82 p.
4. Leckevich V.K., Makrinenko L.I., Migalina I.V., Obolenskij N.V., Osipov A.G., Shchepetkov N.I. Arkhitekturnaya fizika [Architectural Physics]. Moscow: Arkhitektura-S, 2005. 448 p.
5. Shishkin I.A., Levin Yu.P., Papkov M.S. Shumozashchitnye meropriyatiya i sredstva v zhiloj zastroyke i mestakh otdykha ot vneshnego shuma gorodskikh istochnikov

[Noise events and facilities in residential areas and recreational areas of the city outside noise sources]. Moscow, 1989. 70 p.

6. Mal'kov Yu.G. Sanitarno-gigienicheskaya rol' gorodskikh zelenykh nasazhdenij [Sanitary-hygienic role of urban green spaces]. Ph.D. thesis. Krasnoyarsk, 1987. 140 p.

7. Vinnikov Yu.A. Issledovanie zvukopogloshchayushchikh svoystv massivov zelenykh nasazhdenij v gradostroitel'stve po metodike koeffitsientov zvukopogloshcheniya [Study of sound-absorbing properties of the array of green space in urban planning by the method of sound absorption coefficient]. *Vestnik MGSU*, 2010, no. 1, pp. 294–298.

8. Zaborshchikova N.P., Pestryakova S.V. Shum goroda. Otsenka i regulirovanie shumovogo rezhima selitebnykh territorij [The noise of the city. Assessment and management of noise modes residential areas]. Saint Petersburg, 2004. 112 p.

9. Kotzen B. Environmental Noise Barriers. A guide to their acoustic and visual design. Taylor & Francis e-Library, London and New York, 2009. 257 p.

10. Fleming G.G., Knauer H.S., Lee C.S.Y., Pedersen S. Highway Noise Barrier Design Handbook. *Design for environmental barriers. Design manual for roads and bridges. Design Environmental design and management. Environmental barriers*, 2001, Section 5, part 1, pp. 174.

11. Osipov G.L., Prutkov B.G., Shishkin I.A., Karagodina I.L. Bor'ba s shumom v gorodakh [Noise abatement in cities]. Moscow: Strojizdat, 1987. 193 p.

12. Gradostroitel'stvo: spravochnik proektirovshchika [City: guide the designer]. Ed. by V.N. Belousova. Moscow: Strojizdat, 1976. 367 p.

13. Van Renterghem T. [et al.] The potential of building envelope greening to achieve quietness. *Building and Environment*, 2013, vol. 62, pp. 34–44.

14. Sander H., Polasky S., Haight R.G. The value of urban tree cover. *Ecological Economics*, 2010, vol. 69, no. 8, pp. 1646–1656.

15. Maas J., Verheij R.A., Groenewegen P.P., De Vries S., Spreeuwenberg P. Green space, urbanity, and health: how strong is the relation? *Journal of Epidemiology and Community Health*, 2006, vol. 60, no. 7, pp. 587–592.

16. Kashapova K.R., Kleveko V.I., Moiseeva O.V. Analiz velichiny shumovogo vozdejstviya na zdaniya Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta [An analysis of the magnitude of the noise impact on the building of the Perm National Research Polytechnic University]. *Ekologiya i nauchno-tekhnicheskij progress. Urbanistika*, 2014, no. 1, pp. 115–119.

Получено 18.04.2016

O. Karmanova, O. Shutova

**TERRITORY ACOUSTIC COMFORT ANALYSIS
BASED ON ACOUSTIC MODE OF A RESIDENTIAL
COMPLEX IN PERM**

One of main problems in creating favorable living conditions in a city centre and its neighboring areas is the reduction of noise level. Transport causes a great amount of air pollution and noise. Each year the number of vehicles is growing exponentially, so now the assessment of acoustic discomfort for site developments is extremely important. A residential complex located in the Motovilikhinsky district of Perm was chosen to analyze if the acoustic mode is acceptable. The complex consists of six six-storey houses; one of them is located parallel to Lyadovskaya street motorway which is also an exit road from the city. As one of the buildings is located along the streets with high traffic intensity, it is necessary to assess the noise and consider options to reduce it. For this block of flats we described the method of noise assessment coming from the motorway. Based on the calculation results we made the conclusions about the level of acoustic discomfort or level of comfort. In some cases where the calculations have revealed the acoustic discomfort, we considered the methods enabling a comfortable noise regime at the area of residential development. Having analyzed all techniques reducing noise pollution from vehicles, we have selected the most cost-effective and efficient ways of achieving the acoustic comfort for a residential house located near a motorway.

Keywords: equivalent sound level, corrective, acoustic comfort, acoustic discomfort.

Карманова Ольга Сергеевна (Пермь, Россия) – магистрант кафедры строительного производства и геотехники, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: wow_mmm@bk.ru).

Шутова Ольга Александровна (Пермь, Россия) – старший преподаватель кафедры строительного производства и геотехники, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail:gshperm@mail.ru).

Karmanova Olga (Perm, Russian Federation) – Undergraduate Student, Perm National Research Polytechnic University (614990, 29 Komsomolsky prospekt, Perm, Russia, e-mail: wow_mmm@bk.ru).

Shutova Olga (Perm, Russian Federation) – Senior Lecturer of Construction Production and Geotechnics Department, Perm National Research Polytechnic University (614990, 29 Komsomolsky prospekt, Perm, Russia, e-mail: gshperm@mail.ru).