

---

# **НАУЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ АРХИТЕКТУРЫ, ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКОЛОГИИ**

---

## **SCIENTIFIC PROBLEMS OF ARCHITECTURE, TOWN PLANNING AND ECOLOGY**

Известия вузов. Строительство. 2022. № 7. С. 79–91.

ISSN 0536-1052

News of Higher Educational Institutions. Construction. 2022; (7): 79–91.

ISSN 0536-1052

Научная статья

УДК 711.4-112:534.835/836

DOI: 10.32683/0536-1052-2022-763-7-79-91

### **КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД В СОЗДАНИИ АКУСТИЧЕСКИ КОМФОРТНЫХ ОБЩЕСТВЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ НА ТЕРРИТОРИЯХ, ОГРАНИЧЕННЫХ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРОЙ**

**Валерий Иванович Теличенко<sup>1</sup>, Никита Сергеевич Рудь<sup>1</sup>,**

**Михаил Дмитриевич Васильев<sup>2</sup>, Татьяна Юрьевна Демченко<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), Москва, Россия

<sup>2</sup>Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук (НИИСФ РААСН), Москва, Россия

**Аннотация.** Предложено наделение участков, ограниченных транспортной инфраструктурой, общественной функцией, что может стать компромиссным решением при соблюдении баланса озелененных и застроенных территорий города. Авторами предложено проектирование общественных пространств с учетом акустических характеристик территории и создания звуковой идентичности местности.

Представлено универсальное решение реновации акустически дискомфортных участков, ограниченных объектами транспортной инфраструктуры в Москве на примере двух участков треугольной формы на территории Новомосковского административного округа, Сосенского поселения, пос. Коммунарка. Предложена типология шумозащитных решений, наполненных общественной функцией. Благодаря использованию разработанных авторами функционально совмещенных архитектурно-акустических решений для общественных территорий, на выбранном участке получено снижение шума от 27 до 48 % (на 18–35 дБА в различных точках участка), что является значительным результатом.

**Ключевые слова:** экологическая безопасность, комфортная среда жизнедеятельности, здоровьесбережение, акустический комфорт, общественные пространства, устойчивое развитие, городская среда

**Для цитирования:** Теличенко В.И., Рудь Н.С., Васильев М.Д., Демченко Т.Ю. Комплексный подход в создании акустически комфортных общественных пространств на территориях, ограниченных транспортной инфраструктурой // Известия вузов. Строительство. 2022. № 7. С. 79–91. DOI: 10.32683/0536-1052-2022-763-7-79-91.

Original article

## **AN INTEGRATED APPROACH TO DESIGNING ACOUSTICALLY COMFORTABLE PUBLIC SPACES ON PLOTS BOUNDED BY TRANSPORT INFRASTRUCTURE**

**Valery I. Telichenko<sup>1</sup>, Nikita S. Rud<sup>1</sup>, Mikhail D. Vasilev<sup>2</sup>, Tatyana Yu. Demchenko<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Moscow State University of Civil Engineering (National Research University),  
Moscow, Russia

<sup>2</sup> Research Institute of Construction Physics of the Russian Academy of Architecture  
and Construction Sciences, Moscow, Russia

**Abstract.** The authors propose the allocation of sites limited by transport infrastructure, a public function, which can be a compromise solution for maintaining the balance of green and built urban environment. Moreover, the authors propose the design of public spaces considering the acoustic characteristics of the territory and the creation of area's soundscape.

A universal solution for the renovation of acoustically uncomfortable areas limited by transport infrastructure facilities in Moscow is presented on the two triangular-shaped sites on the territory of the Novomoskovsky administrative district of Moscow. A typology of noise protection solutions filled with public function is proposed. According to the acoustic simulation results noise reduction from 27 to 48 % (by 18–35 dBA at various points of the site) was obtained on the selected site using functionally combined architectural and acoustic solutions developed by the authors.

**Keywords:** environmental safety, comfortable living environment, health preserving, acoustic comfort, public spaces, sustainable development, urban environment

**For citation:** Telichenko V.I., Rud N.S., Vasilev M.D., Demchenko T.Yu. An integrated approach to designing acoustically comfortable public spaces on plots bounded by transport infrastructure. *News of Higher Educational Institutions. Construction*. 2022; (7): 79–91. (In Russ.). DOI: 10.32683/0536-1052-2022-763-7-79-91.

**Введение.** Акустический комфорт – один из основополагающих факторов, обеспечивающих высокий уровень комфортности среды жизнедеятельности. Звук как физическое явление – это волнообразно расходящиеся колебания частиц упругой среды. Другими словами, звук есть результат колебательного процесса, распространяющегося в упругой, в частности, в воздушной среде. Звук как физиологическое явление – это специфическое ощущение, вызываемое действием звуковых волн на орган слуха. Таким образом, человеческое восприятие звука имеет первостепенное значение в формировании комфортной звуковой среды.

Кратковременное, особенно хроническое воздействие высоких уровней шума (звукового давления) для человека является средовым стрессором, в значительной степени влияющим как на физическое, так и на психическое здоровье. Ввиду стремительной урбанизации и развития промышленности количество источников шума увеличилось, шум известных источников (specific sound) стал интенсивнее, например, шум от автомобильного и железнодорожного транспорта, что привело к повышению уровня общего шума (total sound).

Реакция организма на стресс, вызванный воздействием на человека высокого уровня звукового давления, – активация работы гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси [1]. Шум воспринимается наружным, а затем средним ухом. Во внутреннем ухе (улитке) механическое колебание в воздушной среде преобразуется в электрический импульс, который обрабатывается слухо-

вым анализатором центральной извилины коры больших полушарий. Если стрессор экстремальный, данный сигнал обрабатывается таламусом, а затем гипоталамусом. Релизинг-фактор гипоталамуса вызывает усиленную секрецию в гипофизе адренокортикотропного гормона (АКТГ), который, в свою очередь, стимулирует усиленную секрецию гормонов коры надпочечников – глюкокортикоидов. При хроническом стрессе высокий уровень глюкокортикоидов, в частности кортизола, в крови увеличивает риск возникновения сердечно-сосудистых заболеваний – гипертонии, ишемической болезни сердца, инфаркта миокарда [2–8], заболеваний желудочно-кишечного тракта, неврологических заболеваний [9], эндокринных патологий (сахарного диабета второго типа), психических расстройств – депрессии, посттравматического расстройства [10, 11].

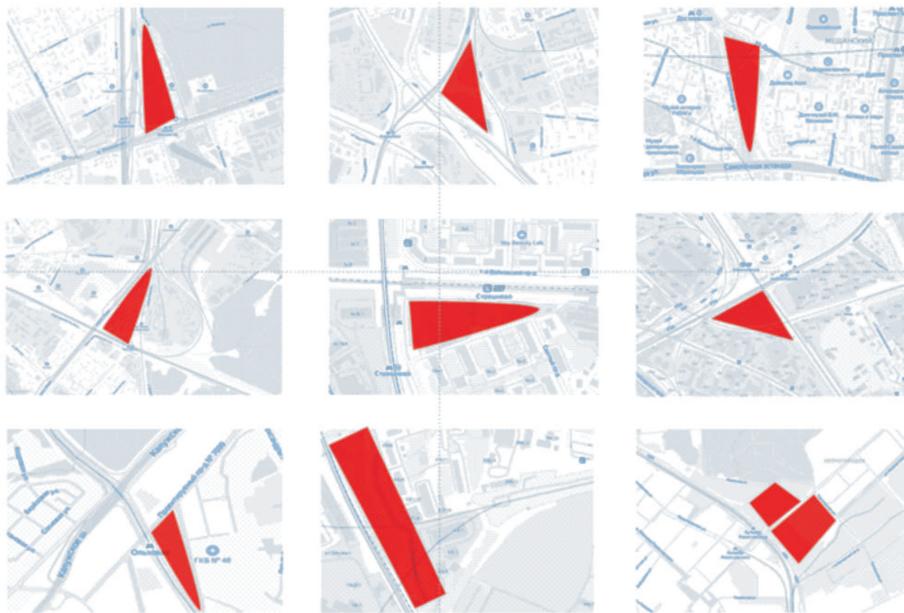
В исследовании сотрудников Медицинского Университета КНР определена взаимосвязь воздействия на человека в течение 24 ч звукового давления Leq в пределах 56,67 $\pm$ 16,5 дБА с увеличением артериального давления у людей в возрасте от 18 до 32 лет. Установлено, что при возрастании уровня звукового давления на 5 дБА систолическое артериальное давление (САД) повышается на 1,43 мм рт. ст., а диастолическое (ДАД) на 1,40 мм рт. ст. [12]. Согласно результатам исследования [13], отношение шансов (ОШ) возникновения гипертонии составило 1,38 при увеличении уровня звукового давления на 5 дБА. Также подтверждено значительное повышение риска развития гипертонии (ОШ 3,47, 95 % доверительный интервал (ДИ) 1,27–9,43) среди людей, подверженных воздействию шума от дорожного транспорта, равного 55 дБА, в сравнении с людьми, на которых воздействует шум 45 дБА. В [14] установлены граничные значения, по достижении которых возрастает риск сердечно-сосудистых заболеваний, Leq равно или выше 50 дБА (ОШ 1,55, 95 % ДИ 1,00–2,40). Исследования, проведенные на факультете общественного здравоохранения Мичиганского Университета, показали, что снижение уровня шума на 5 дБА уменьшает риск возникновения гипертонии на 1,4 %, а сердечно-сосудистых заболеваний на 1,8 %. При этом планируемая ежегодная экономия средств, затрачиваемых на лечение и профилактику сердечно-сосудистых заболеваний, составит 3,9 млрд долл. США [14].

Таким образом, для создания комфортной и здоровьесберегающей среды жизнедеятельности необходимо обеспечить снижение шумового загрязнения от объектов транспортной инфраструктуры как внутренней среды жилых и общественных зданий, так и общественных пространств от объектов транспортной инфраструктуры.

Учитывая радиально-кольцевую структуру г. Москвы, транспортная инфраструктура формирует участки площадью от 0,71 до 2,13 га, ограниченные магистральными, региональными автомобильными дорогами, трамвайными, железнодорожными путями (рис. 1). Суммарная площадь аналогичных участков на территории Москвы составляет более 200 га.

Цель работы – формирование типологии шумозащитных конструкций, наполненных общественной функцией, описание подхода к проектированию общественных пространств на участках, ограниченных транспортной инфраструктурой с учетом акустических характеристик территории, и созданию звуковой идентичности местности.

**Материалы и методы.** Для исследования был выбран участок на территории Новомосковского административного округа Москвы, Сосенского



*Рис. 1. Участки, ограниченные объектами транспортной инфраструктуры с потенциалом развития до общественных пространств*

*Fig. 1. Areas bounded by transport infrastructure facilities with the potential for development of public spaces*

поселения, пос. Коммунарка, ограниченный с севера Калужским шоссе, с востока Юдинским бульваром, с запада участком метрополитена Сокольнической линии «Солнцево–Бутово–Варшавское шоссе» (рис. 2). Определяющими критериями при выборе участка стали:

– различные типы объектов транспортной инфраструктуры, являющиеся главными источниками шумового загрязнения магистральных улиц непре-



*Рис. 2. Участок исследования*

*Fig. 2. Researched plot*

рывного движения, магистральных улиц общегородского и районного значения, а также метрополитена;

– близлежащие общественные здания: городская клиническая больница № 40 (1500 пациентов); префектура ТиНАО;

– жилая застройка – квартал № 152. Население района 5200 человек;

– станция метро «Ольховая». Пассажиропоток 110 000 чел./сут.

Для определения уровня шумового загрязнения участка проводились измерения в 31 точке. Метеорологические условия 17.08. и 19.08.2021 г. удовлетворяли требованиям ГОСТ 204444–2014 «Шум. Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики». При замерах использовался ручной одноканальный всепогодный шумомер Svantec SV 200, оснащенный преполяризованным конденсаторным микрофоном МК250–1/2". Эквивалентный уровень звукового давления А (LAeq) от автомобильного и железнодорожного транспорта для контрольного времени «день» в точках измерения рассчитывался в соответствии с ГОСТ 204444–2014 (таблица). Карта измерений приведена на рис. 3.

По произведенным измерениям уровней звукового давления в контрольных точках была смоделирована карта шума с применением программного комплекса АРМ «Акустика» (рис. 4).

**Результаты.** На основании результатов акустического моделирования шумового загрязнения участка исследования и градостроительного анализа определялись границы участков для проектирования акустически безопасных общественных пространств (см. рис. 2). Акустически безопасное общественное пространство предполагает устройство шумозащитных конструкций по периметру проектируемого парка, вдоль объектов транспортной инфраструктуры для снижения загрязнения от главных источников звукового воздействия. Классические защитные конструкции от транспортного шума – различные виды шумозащитных экранов: экраны-стенки (простые и составные), насыпи, выемки, тоннелеобразные системы полиэкранов. Учитывая



*Рис. 3. Карта точек измерения*

*Fig. 3. Measurements map*

## Результаты измерений уровня шумового загрязнения

### Results of measurements of noise pollution level

№ измерения	Координаты точки измерения	LAeq, дБА	№ измерения	Координаты точки измерения	LAeq, дБА
1	55.568080, 37.450082	73	17	55.571427, 37.459067	66
2	55.567404, 37.451989	68	18	55.570697, 37.460247	85
3	55.565921, 37.452847	74	19	55.571220, 37.460956	87
4	55.566456, 37.454542	87	20	55.570199, 37.462329	77
5	55.567830, 37.456431	87	21	55.569944, 37.461449	67
6	55.568292, 37.454950	61	22	55.568808, 37.460385	65
7	55.570055, 37.453877	72	23	55.567130, 37.462273	66
8	55.573121, 37.454238	77	24	55.566983, 37.463851	79
9	55.571687, 37.455954	75	25	55.566983, 37.463851	64
10	55.570276, 37.457113	77	26	55.574521, 37.459357	75
11	55.568975, 37.458164	85	27	55.573695, 37.459572	71
12	55.567759, 37.459645	78	28	55.575000, 37.462657	87
13	55.566260, 37.461161	81	29	55.574745, 37.462443	68
14	55.565104, 37.462459	80	30	55.574526, 37.464438	81
15	55.574166, 37.456279	87	31	55.576277, 37.466520	88
16	55.571454, 37.459210	72			

необходимость интеграции шумозащитных конструкций протяженностью примерно 3100 м, первоочередной задачей является подбор не типовых, но в то же время предельно эффективных шумозащитных мероприятий по периметру проектируемого общественного пространства.

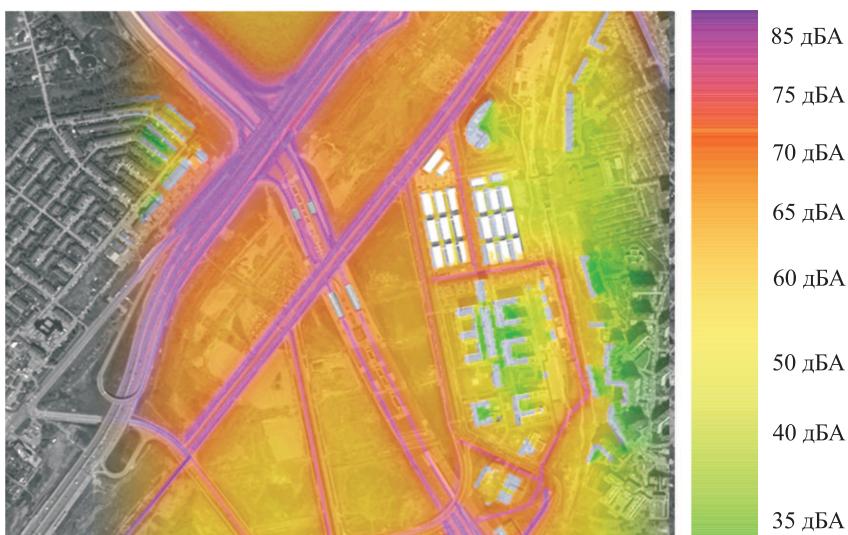
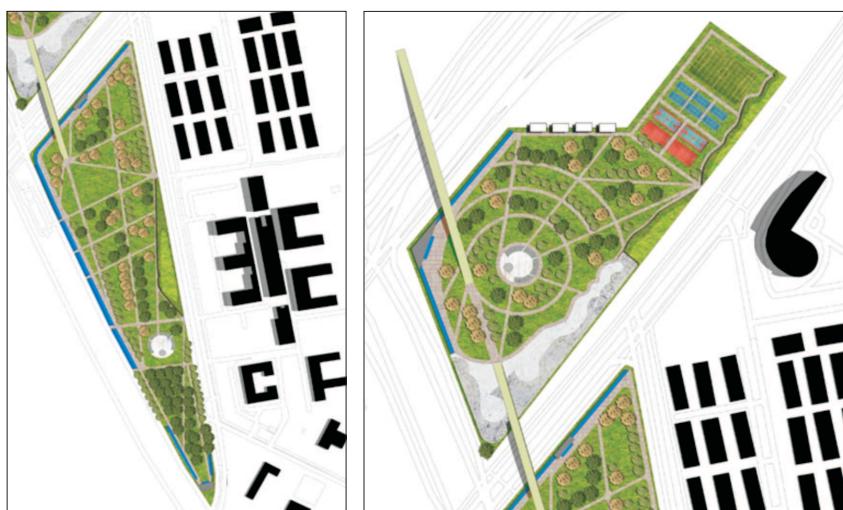


Рис. 4. Карта шума

Fig. 4. Noise map

Важный принцип при подборе архитектурно-акустических решений – наполнение шумозащитной конструкции общественной функцией, отвечающей потребностям пользователей парка. Так, авторы запроектировали фонтаны вдоль западной границы северного и южного участков парка для эффективного отражения шума метрополитена. Также фонтаны и водопады размещены вдоль северной границы северного и южного участков для защиты от автотранспортного шума бульвара Мечникова и Калужского шоссе соответственно. Вдоль юго-восточной границы северного участка запроектирована протяженная рампа скейт-парка высотой 3,7 м, продолжением которой являются ландшафтные холмы высотой 3,4 м, обеспечивающие защиту от автотранспортного шума бульвара Мечникова. Ландшафтный холм высотой 4 м запроектирован и на западной границе южного участка парка с целью снижения автотранспортного шума Юдинского бульвара. В южной части южного участка расположена область шириной от 24 до 64 м для высадки лиственных деревьев как одного из способов борьбы с транспортным шумом. Кроме того, в проектируемом парке предусмотрены два эcodука, обеспечивающие комфортное и беспрепятственное перемещение посетителей между северным, южным участками и расположенным севернее хутора Лоза, что в значительной степени способствует развитию зеленого каркаса рассматриваемой территории (рис. 5).

После интеграции вышеописанных шумозащитных решений в проект общественного пространства было произведено очередное акустическое моделирование территории в программном комплексе АРМ «Акустика» (рис. 6). По результатам акустического моделирования авторам удалось добиться снижения уровня звукового давления А на 29–35 дБА от размещенных по периметру железобетонных шумозащитных конструкций (рампа скейт-парка, фонтаны и водопады, гроты, тоннели) и 18–26 дБА от применения решений, затрагивающих пластику ландшафта и зеленые насаждения.



*Рис. 5. Эскизный проект общественного пространства*

*Fig. 5. Preliminary design of public space*



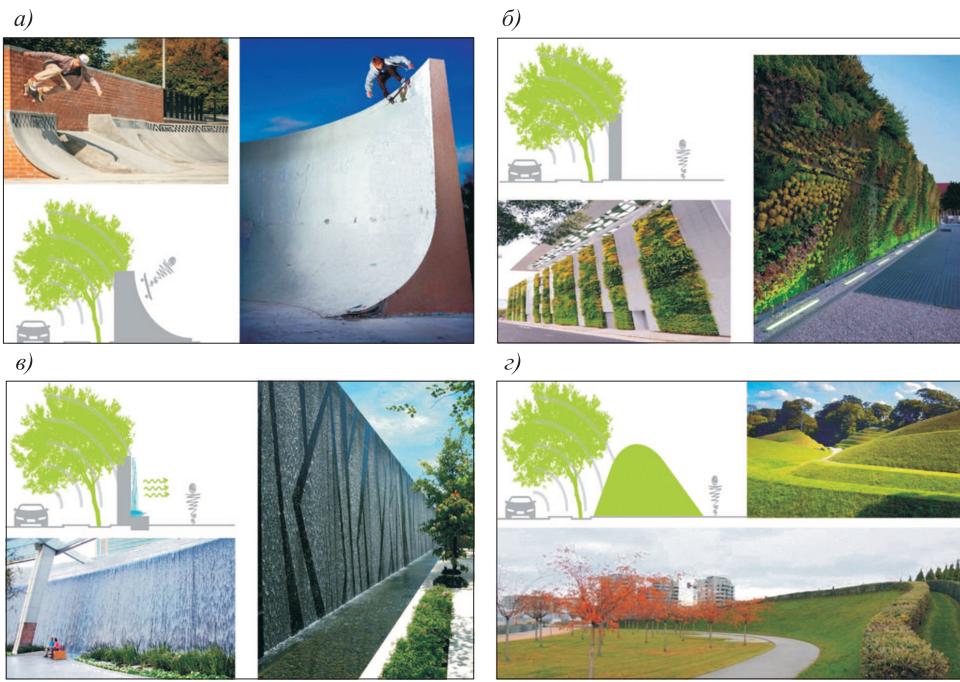
*Рис. 6. Карта шума с учетом интеграции шумозащитных конструкций*

*Fig. 6. Noise map after integration of noise-protective structures*

**Обсуждение.** Гипотетическое размещение общественного пространства на рассматриваемой территории является обоснованным в части градостроительного планирования. На данном этапе сотрудники, посетители и пациенты ГКБ № 40, сотрудники префектуры ТиНАО, жители многоэтажных домов, расположенных восточнее ГКБ № 40, а также пользователи перспективной жилой или офисной застройки западнее участка метрополитена «Солнцево–Бутово–Варшавское шоссе» лишены полноценного общественного рекреационного пространства, необходимого для сбалансированного территориального развития [15].

Один из наиболее широко изученных эффектов озеленения зданий – положительное влияние на психическое здоровье людей. Исследования [16, 17] демонстрируют важность биофилического дизайна в снижении стресса и эмоционального выгорания, смягчении эмоциональных состояний, таких как гнев, тревога и депрессия, на различных уровнях – создания пространств для физической активности, предоставление дополнительных рекреационных зон, укрепление социальных связей. В ряде исследований [18–20] подчеркивается, что благоприятный вид из окон здания на природный ландшафт имеет положительный эффект в снижении стресса, и это может даже способствовать ускорению процесса восстановления госпитализированных пациентов, что напрямую связано с одной из основных функций рассматриваемой территории. Критерии M02 «Nature and place», M09 «Enhanced access to nature» международного «зеленого» стандарта WELL (WELL Building Standard 2021) и критерий Hea 06 «View out» международного «зеленого» стандарта BREEAM (BREEAM New Construction v6 2020) регламентируют вид из окна на природу, парк, зеленые насаждения, а критерий M09 WELL рекомендует располагать проектируемые здания в зоне пешей доступности (радиусе 200 м) от элементов водно-зеленого каркаса города.

Акустический комфорт рассматриваемого общественного пространства обеспечен применением новой типологии шумозащитных конструкций,



*Рис. 7. Варианты шумозащитной конструкции*

*a – рампа скейт-парка; б – зеленая стена; в – фонтаны и водопады; г – ландшафтные холмы*

*Fig. 7. A variation of noise-protective structure*

*a – skate ramp; b – green wall; c – fountains and waterfalls; d – landscape hills*

наполненных общественной функцией. Так, рампы скейт-парка (рис. 7, *a*), зеленые стены, вертикальные фонтаны и водопады (рис. 7, *б*, *в*) высотой более 3 м, основной конструкцией которых является железобетонная стена или стена из мелкотщучных каменных материалов толщиной не менее 300 мм, эффективно отражают высокочастотный шум. А «зеленые» стены, фонтаны и водопады отвечают концепции биофилического дизайна [21, 22]. Несмотря на то что звуки фонтанов и искусственных водопадов не самые приятные из звуков воды [23], они оказывают на человека положительный психоэмоциональный эффект [24, 25]. К тому же, звуки воды представляют эффективный инструмент городского саундмаскинга [26] и вносят значительный вклад в формирование звуковой идентичности местности [27, 28].

Ландшафтные холмы также использовались авторами в качестве шумозащитного элемента (рис. 7, *г*). Исследование [29] показало, что природный ландшафт и зеленые насаждения оказали значительное влияние на благоприятное восприятие среды и повышение акустического комфорта респондентов, в то время как наличие фонтана и звуков воды оказалось меньшее удовлетворение качеством среды.

**Выводы.** По результатам исследования разработан новый подход к проектированию общественных пространств с учетом акустических характеристик территории и созданию звуковой идентичности местности. Представлено универсальное решение реновации акустически дискомфортных участков, ограниченных объектами транспортной инфраструктуры в г. Москве.

Рассмотрен частный случай – два участка треугольной формы площадью 0,83 га: разработан пример создания акустически комфортного общественно-го пространства с учетом геометрических, функциональных и контекстных особенностей территории, при условии наличия в Москве еще более 200 га подобных акустически дискомфортных участков, требующих «акустической» реновации.

Предложены варианты внедрения шумозащитных решений, наполненных общественной функцией и учитывающих контекст местности. Благодаря использованию разработанных авторами функционально совмещенных архитектурно-акустических решений для общественных территорий, на выбранном участке по результатам моделирования получено снижение шума от 27 до 48 % (на 18–35 дБА в различных точках участка), что является значительным результатом.

Учитывая высокую степень актуальности рассматриваемого вопроса в контексте высоких темпов урбанизации, авторы планируют дальнейшие исследования по определению экономической эффективности реализации разработанных решений, их влияние на развитие социального капитала и экологическую устойчивость рассматриваемой территории с последующей аprobацией результатов.

#### **Список источников**

1. Herman J.P., Cullinan W.E. Neurocircuitry of stress: central control of the hypothalamo-pituitary-adrenocortical axis // Trends Neurosci. 1997. Vol. 20. P. 78–84.
2. Jarup L., Babisch W., Houthuijs D. et al. Hypertension and exposure to noise near airports: the HYENA study // Env. Heal. Perspect. 2008. Vol. 116, no. 3. P. 329–333.
3. Babisch W. Updated exposure-response relationship between road traffic noise and coronary heart diseases: A meta-analysis // Noise Heal. 2014. Vol. 16, no. 68. P. 1.
4. Babisch W., Beule B., Schust M., Kersten N., Ising H. Traffic noise and risk of myocardial infarction // Epidemiology. 2005. Vol. 16, no. 1. P. 33–40.
5. Kaltenbach M., Maschke C., Klinke R. Health Consequences of Aircraft Noise // Dtsch Aerzteblatt Online. 2008. Vol. 105, no. 31-32. P. 548–556.
6. Eriksson C., Willers S., Bellander T., Nilsson M., Gidhagen L., Pershagen G. Traffic noise and cardiovascular health in Sweden: The roadside study // Noise and Health. 2012. Vol. 14, no. 59. P. 140.
7. Boyan Zhang, Jian Kang. Effect of environmental contexts pertaining to different sound sources on the mood states // Building and Environment. 2021. Vol. 207, no. 2. P. 108456.
8. Hänninen O., Knol A. European Perspective on Environmental Burden of Disease—Estimates for Nine Stressors in Six European Countries // Natl. Inst. Heal. Welfare Rep. 2011. No. 1. P. 95.
9. Belojević G., Öhrström E., Rylander R. Effects of noise on mental performance with regard to subjective noise sensitivity // Int. Arch. Occup. Environ. Health. 1992. Vol. 64, no. 4. P. 293–301.
10. Sailer U., Hassenzahl M. Assessing noise annoyance: An improvement-oriented approach // Ergonomics. 2000. Vol. 43, no. 11. P. 1920–1938.
11. Dudarewicz A. The Impact of Low Frequency Noise on Human Mental Performance // Int. J. Occup. Med. Env. Heal. 2005. Vol. 18, no. 2. P. 185–199.
12. Chang T.Y., Lai Y.A., Hsieh H.H., Lai J.S., Liu C.S. Effects of environmental noise exposure on ambulatory blood pressure in young adults // Environ. Res. 2009. Vol. 109, no. 7. P. 900–905.

13. Bluhm G.L., Berglind N., Nordling E., Rosenlund M. Road traffic noise and hypertension // Occup. Environ. Med. 2007. Vol. 64, no. 2. P. 122–126.
14. Swinburn T.K., Hammer M.S., Neitzel R.L. Valuing Quiet: An economic assessment of US environmental noise as a cardiovascular health hazard // Am. J. Prev. Med. 2015. Vol. 49, no. 3. P. 345–353.
15. Zhipeng Zhu, Junyi Li, Ziru Chen. Green space equity: spatial distribution of urban green spaces and correlation with urbanization in Xiamen, China // Environment Development and Sustainability. 2022.
16. Engemann K., Pedersen C.B., Arge L., Tsirogiannis C. Residential green space in childhood is associated with lower risk of psychiatric from adolescence into adulthood // PNAS. 2019. № 116(11). P. 5188–5193.
17. Di Nardo F., Saulle R., La Torre G. Green areas and health outcomes: A systematic review of the scientific literature // Ital. J. Public Health. 2010. Vol. 7. P. 402–413.
18. Andreucci M.B., Russo A., Olszewska-Guizzo A. Designing Urban Green Blue Infrastructure for Mental Health and Elderly Wellbeing // Sustainability. 2019. Vol. 11, no. 22. P. 6425.
19. Kondo M.C., Fluehr J.M., McKeon T., Branaz Ch.C. Urban Green Space and Its Impact on Human Health // Int. J. Environ. Res. Public. Health. 2018. Vol. 15, no. 3. P. 445.
20. Rigolon A., Browning M., McAnirlin O. Green Space and Health Equity: A Systematic Review on the Potential of Green Space to Reduce Health Disparities // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2021. Vol. 18, no. 5. P. 2563.
21. Niranjika Wijesooriya, Arianna Brambilla. Biophilic Water Criteria: Exploring a Technique to Develop an Environmentally Sustainable Biophilic Design Framework // Advanced Studies in Efficient Environmental Design and City Planning. 2021.
22. Bonnie Carter King. The Biophilia Hypothesis and Mental Health: A Call for Biophilic Design. Emerging Approaches in Design and New Connections With Nature. 2022.
23. Patón D., Delgado P., Galet C. Using acoustic perception to water sounds in the planning of urban gardens // Building and Environment. 2020. Vol. 168, no. 106510. P. 1–10.
24. Social investigation on passersby perception of urban fountain sounds // The Journal of the Acoustical Society of America. 2018. Vol. 143, no. 3. P. 1806–1806.
25. Rådsten-Ekman M., Lundén P. Similarity and pleasantness assessments of water-fountain sounds recorded in urban public spaces // The Journal of the Acoustical Society of America. 2015. Vol. 138, Issue 5. P. 3043–3052.
26. Haiyan Shu, Ying Song, Huan Zhou. Assessment of Music and Water Sounds for Urban Noise Masking. Conference: TENCON 2018 – 2018 IEEE Region 10 Conference.
27. Jun Cai, Jiahang Liu. Effect of water sound masking on perception of the industrial noise. July 2019 // Applied Acoustics. 2019. Vol. 150, no. 5. P. 307–312.
28. Hong J.Y., Lam B., Ong Z.-T., Ooi K., Gan W.-S., Kang J., ... Tan S.-T. The effects of spatial separations between water sound and traffic noise sources on soundscape assessment // Building and Environment. 2019. 106423.
29. Martijn Lugten, Merve Karacaoglu. A VR experiment testing the effects of fountain sound and visible vegetation on soundscape quality in areas exposed to aircraft noise. Conference: Internoise. 2017.

## References

1. Herman J.P., Cullinan W.E. Neurocircuitry of stress: central control of the hypothalamo-pituitary-adrenocortical axis. *Trends Neurosci.* 1997; 20: 78–84.
2. Jarup L., Babisch W., Houthuijs D. et al. Hypertension and exposure to noise near airports: the HYENA study. *Env. Heal. Perspect.* 2008; 116(3): 329–333.

3. Babisch W. Updated exposure-response relationship between road traffic noise and coronary heart diseases: A meta-analysis. *Noise Heal.* 2014; 16(68): 1.
4. Babisch W., Beule B., Schust M., Kersten N., Ising H. Traffic noise and risk of myocardial infarction. *Epidemiology.* 2005; 16(1): 33–40.
5. Kaltenbach M., Maschke C., Klinke R. Health Consequences of Aircraft Noise. *Dtsch Aerzteblatt Online.* 2008; 105(31-32): 548–556.
6. Eriksson C., Willers S., Bellander T., Nilsson M., Gidhagen L., Pershagen G. Traffic noise and cardiovascular health in Sweden: The roadside study. *Noise and Health.* 2012; 14(59): 140.
7. Boyan Zhang, Jian Kang. Effect of environmental contexts pertaining to different sound sources on the mood states. *Building and Environment.* 2021; 207(2): 108456.
8. Hänninen O., Knol A. European Perspective on Environmental Burden of Disease—Estimates for Nine Stressors in Six European Countries. *Natl. Inst. Heal. Welfare Rep.* 2011; (1): 95.
9. Belojević G., Öhrström E., Rylander R. Effects of noise on mental performance with regard to subjective noise sensitivity. *Int. Arch. Occup. Environ. Health.* 1992; 64(4): 293–301.
10. Sailer U., Hassenzahl M. Assessing noise annoyance: An improvement-oriented approach. *Ergonomics.* 2000; 43(11): 1920–1938.
11. Dudarewicz A. The Impact of Low Frequency Noise on Human Mental Performance. *Int. J. Occup. Med. Env. Heal.* 2005; 18(2): 185–199.
12. Chang T.Y., Lai Y.A., Hsieh H.H., Lai J.S., Liu C.S. Effects of environmental noise exposure on ambulatory blood pressure in young adults. *Environ. Res.* 2009; 109(7): 900–905.
13. Bluhm G.L., Berglind N., Nordling E., Rosenlund M. Road traffic noise and hypertension. *Occup. Environ. Med.* 2007; 64(2): 122–126.
14. Swinburn T.K., Hammer M.S., Neitzel R.L. Valuing Quiet: An economic assessment of US environmental noise as a cardiovascular health hazard. *Am. J. Prev. Med.* 2015; 49(3): 345–353.
15. Zhipeng Zhu, Junyi Li, Ziru Chen. Green space equity: spatial distribution of urban green spaces and correlation with urbanization in Xiamen, China. *Environment Development and Sustainability.* 2022.
16. Engemann K., Pedersen C.B., Arge L., Tsirogiannis C. Residential green space in childhood is associated with lower risk of psychiatric from adolescence into adulthood. *PNAS.* 2019; (116): 5188–5193.
17. Di Nardo F., Saulle R., La Torre G. Green areas and health outcomes: A systematic review of the scientific literature. *Ital. J. Public Health.* 2010; 7: 402–413.
18. Andreucci M.B., Russo A., Olszewska-Guizzo A. Designing Urban Green Blue Infrastructure for Mental Health and Elderly Wellbeing. *Sustainability.* 2019; 11(22): 6425.
19. Kondo M.C., Fluehr J.M., McKeon T., Branäs C.C. Urban Green Space and Its Impact on Human Health. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2018; 15(3): 445.
20. Rigolon A., Browning M., McAnirlin O. Green Space and Health Equity: A Systematic Review on the Potential of Green Space to Reduce Health Disparities. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 2021; 18(5): 2563.
21. Niranjika Wijesooriya, Arianna Brambilla. Biophilic Water Criteria: Exploring a Technique to Develop an Environmentally Sustainable Biophilic Design Framework. *Advanced Studies in Efficient Environmental Design and City Planning.* 2021.
22. Bonnie Carter King. The Biophilia Hypothesis and Mental Health: A Call for Biophilic Design. *Emerging Approaches in Design and New Connections With Nature.* 2022.
23. Patón D., Delgado P., Galet C. Using acoustic perception to water sounds in the planning of urban gardens. *Building and Environment.* 2020; 168(106510): 1–10.

24. Social investigation on passersby perception of urban fountain sounds. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2018; 143(3): 1806–1806.
25. Rådsten-Ekman M., Lundén P. Similarity and pleasantness assessments of water-fountain sounds recorded in urban public spaces. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2015; 138(5): 3043–3052.
26. Haiyan Shu, Ying Song, Huan Zhou. Assessment of Music and Water Sounds for Urban Noise Masking. Conference: TENCON 2018–2018 IEEE Region 10 Conference.
27. Jun Cai, Jiahang Liu. Effect of water sound masking on perception of the industrial noise. July 2019. *Applied Acoustics*. 2019; 150(5): 307–312.
28. Hong J. Y., Lam B., Ong Z.-T., Ooi K., Gan W.-S., Kang J., ... Tan S.-T. The effects of spatial separations between water sound and traffic noise sources on soundscape assessment. *Building and Environment*. 2019. 106423.
29. Martijn Lugten, Merve Karacaoglu. A VR experiment testing the effects of fountain sound and visible vegetation on soundscape quality in areas exposed to aircraft noise. Conference: Internoise. 2017.

#### **Информация об авторах**

**В.И. Теличенко** – академик РААСН, доктор технических наук, профессор, PRESIDENT@mgsu.ru

**Н.С. Рудь** – аспирант, RUDbNS@gmail.com

**М.Д. Васильев** – аспирант, Mick03vasil@mail.ru

**Т.Ю. Демченко** – студент, tina.demchenko0701@gmail.com

#### **Information about the authors**

**V.I. Telichenko** – Academician RAACS, DSc, Professor, PRESIDENT@mgsu.ru

**N.S. Rud** – Post-graduate Student, RUDbNS@gmail.com

**M.D. Vasilev** – Post-graduate Student, Mick03vasil@mail.ru

**T.Yu. Demchenko** – Student, tina.demchenko0701@gmail.com

#### **Вклад авторов:**

**Теличенко В.И.** – руководство исследованием, методология.

**Рудь Н.С., Васильев М.Д.** – концептуализация, акустическое моделирование, анализ данных, эскизное проектирование, формирование типологии решений.

**Демченко Т.Ю.** – полевые исследования.

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### **Contribution of the authors:**

**Telichenko V.I.** – supervision, project administration, methodology.

**Rud N.S., Vasilev M.D.** – conceptualization, acoustic modelling, preliminary design, data analysis, typology formation.

**Demchenko T.Yu.** – field research.

The authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 19.05.2022

Одобрена после рецензирования 20.06.2022

Принята к публикации 27.06.2022

The article was submitted 19.05.2022

Approved after reviewing 20.06.2022

Accepted for publication 27.06.2022