

УДК 69.001.5

И. Л. ПЕРШИНА, П. В. БУРЦЕВ

ФГБОУ ВПО «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова»

**К ВОПРОСУ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В
АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЕ**

Аннотация. Рассматривая звук в качестве отрицательного фактора воздействия на архитектурную пространственность и, как следствие, на человека, наряду с общепринятыми методами решения этой проблемы выделяется материаловедческий подход. Тенденция современной направленности которого стремится к трансдисциплинарности. Учитывая факт практической невозможности уменьшения количества источников шумового загрязнения архитектурного пространства больших городов и мегаполисов, некоторое решение шумовой проблемы интерьерного и даже камерного экстерьерного архитектурного пространства представляется в популяризации современных приспособлений и материалов, прямое назначение которых – шумозащита.

Ключевые слова: шумозащита, архитектурное пространство, геоника, звукопоглощающие материалы, возобновляемая энергия.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

В настоящее время для всех стран мира характерно агрессивное и концентрированное уплотнение городов. Проживание в мегаполисах (техногенных аномалиях) становится источником морального и физического дискомфорта [1]. В городах выделяют три группы экологических проблем: природно-ландшафтные, ресурсно-хозяйственные и антропоэкологические. Последняя проблема связана со здоровьем населения городов. Изменение качества городской среды в худшую сторону вызывает у людей различные заболевания. Природа и биологические свойства человека, формировавшиеся в течение многих тысячелетий, не способны изменяться такими же быстрыми темпами как мир, в котором он живёт. Несоответствие между этими процессами может приводить к конфликту между биологической природой человека и окружающей его средой. Одним из существенных раздражителей является шум антропогенного происхождения, нарушающий жизнедеятельность человека. Главным источником шумового загрязнения являются транспортные средства. Помимо транспорта (60÷80 % шумового загрязнения) другими важными источниками шума в городах являются промышленные предприятия, строительные и ремонтные работы, автомобильная сигнализация и т. д. По данным обсерватории Bruitparif [2], в некоторых районах Парижа звуковой шум достигает 80 дБ среднего предельного порога, за которым человеческое ухо находится в опасности [3]. Прямым следствием шумового фона такой мощности является психологический дискомфорт, выраженный в следующих цифрах: 26 % человек испытывают проблемы со сном из-за шумовых помех, 26 % не в состоянии сосредоточиться на своей деятельности и 25 % быстрее устают. 54 % французов считают, что основные источники шума связаны с транспортом (цифровые показатели взяты из базы официальной статистической информации TNS Sofres Франции за 2010 год и опубликованы в журнале «Le Francilofone», №10 [4]. Несмотря на то, что с момента афиширования данных прошло восемь лет, шумовой фон в мегаполисах не имеет тенденции уменьшения. Поэтому, предлагается принять приведенные статистические данные за отправную точку в формулировке проблемы).

Более половины населения Западной Европы проживает в районах, где уровень шума составляет 55÷70 дБ. Шум в определённых условиях может оказывать значительное влияние на здоровье и поведение человека. Может вызывать раздражение и агрессию, повышение артериального давления, шум в ушах, потерю слуха. Наибольшее раздражение вызывает шум в диапазоне частот 3 000÷5 000 Гц.

Человек, подвергающийся действию интенсивного шума, затрачивает в среднем на 10...20 % физических и нервно-психических усилий больше, чем работающий в комфортных по шуму условиях. У работающих в шумных производствах отмечается увеличение на 10...15 % заболеваний общего характера. При шуме на уровне более 110 дБ (предельно-допустимый уровень шума) у человека возникает звуковое опьянение, по субъективным ощущениям аналогичное алкогольному или наркотическому. При действии на головной мозг прерывистым звуком интенсивностью 120 дБ обнаружено значительное повышение окрашиваемости, что означает повреждение клеток [5]. При шуме на уровне 145 дБ у человека происходит разрыв барабанных перепонок.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Вопросами влияния шума на человека занимались Р. Тэйлор [6], Г. А. Суворов и А. М. Лихницкий [7], Е. Ц. Андреева и др. [8]. Шум, как объект специальных исследований, породил такую отрасль науки, как аудиология.

Ключевым вектором развития постиндустриальных городов должна стать экология, влияющая на качество архитектурной среды. Решение проблем возможно в рамках трансдисциплинарной науки геоники. Одним из направлений геоники, которые рассматриваются в настоящее время, – является оптимизация системы «человек-материал-среда обитания» посредством разработки новых технологий получения минералов и композитов [9], способных нивелировать акустическое загрязнение среды.

Для целенаправленной оптимизации функционирования системы «человек – материал – среда обитания», в геонике определены направления, в которых подсистема «материал», сама будучи эволюционирующим звеном, является источником воздействия на подсистему «среда обитания», а последняя, в свою очередь, на подсистему «человек» [9]. Эти наработки позволят занять достойное место на нарождающемся гигантском мировом рынке услуг по трансформации городов [10].

ЦЕЛИ

Анализ средств шумозащиты как определяющей детерминанты системы «человек-материал-среда обитания» в архитектурной геонике.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

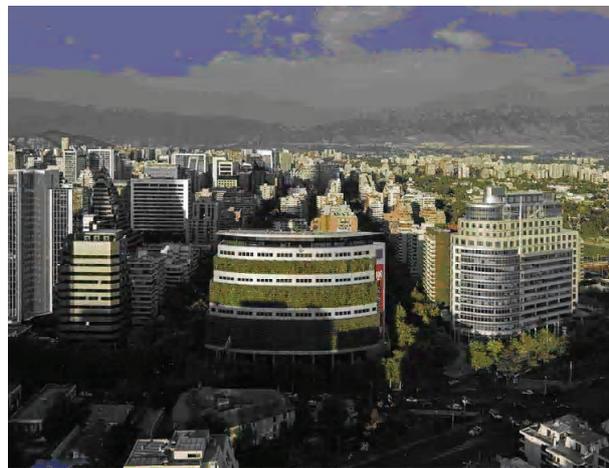


Рисунок 1 – Здание общественного назначения. Сантьяго, Чили. Архитекторы Enrique Browne, Borja Huidobro.

Использование метода проектирования «зелёной архитектуры» (рис. 1, [11]), безусловно, экологично, но приемлемо не во всех климатических поясах. Не всегда приемлема в архитектурной среде установка экранирующих звук приспособлений, таких как звукоотражающие экраны, вдоль транспортных магистралей (рис. 2, [12]). Хотя и имеет оправданную целесообразность. Например, из пластмасса РС celotex, ударная вязкость которой в 10 раз больше, чем у обычного стекла, в 3–5 раз – у гофрированного кровельного листа и в 2 раза – закаленного стекла. Т. е. она практически не разбивается. А температурные свойства исключают деформирование в диапазоне температур от –40 до 120 °С.

Для понижения уровня шума в облицовке поверхностей здания применяются различные облицовочные материалы. Например, звукопоглощающие микрослот-пластины [13], которые идеально подходят даже для горячих или испаряющихся сред, а также в гигиенических областях, так как они легко очищаются. Микрослот-пластины SonoPerf D (рис. 3) в сочетании с акустическим флисом определяют скорость поглощения звука первым классом (класс А до 0,95 А). Такой материал предпочтителен для облицовки поверхностей нелинейной архитектуры. Фактурность поверхности нечитаема, так как микросель не видна даже при очень близком расстоянии.

ряющихся сред, а также в гигиенических областях, так как они легко очищаются. Микрослот-пластины SonoPerf D (рис. 3) в сочетании с акустическим флисом определяют скорость поглощения звука первым классом (класс А до 0,95 А). Такой материал предпочтителен для облицовки поверхностей нелинейной архитектуры. Фактурность поверхности нечитаема, так как микросель не видна даже при очень близком расстоянии.

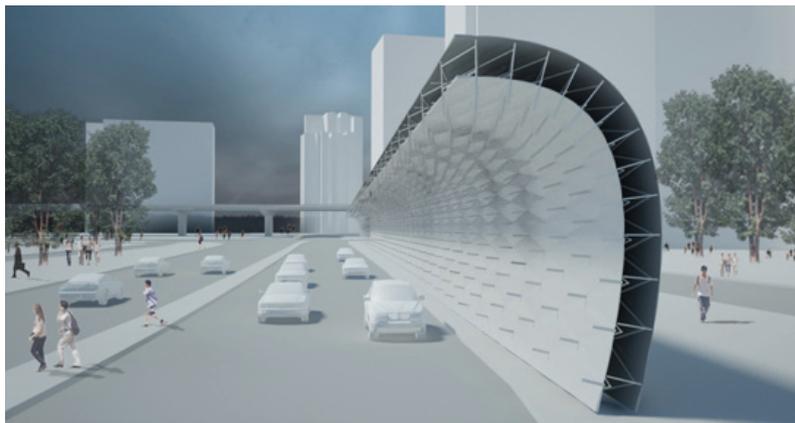


Рисунок 2 – Звукоотражающее ограждение дорог. Трёхмерная модель.

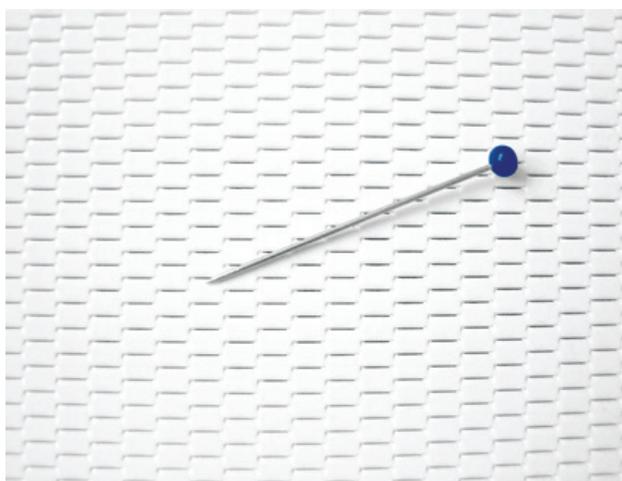


Рисунок 3 – Микрослот-пластины SonoPerf D, производитель Armstrong.

Напротив, эффектную фактурную поверхность имеет металлопена или пенометалл (рис. 4). Это прочный и легкий материал с низкими тепло- и звукопроводностью из вспененного алюминия, стали, латуни, титана и различных сплавов. Производят подобные материалы с 1990-х годов, но с совершенствованием технологии они приобретают все более невероятные свойства. Кроме звукопоглощающего эффекта пенометалл исключительно ударопрочен и, ввиду своей структурности, не тонет

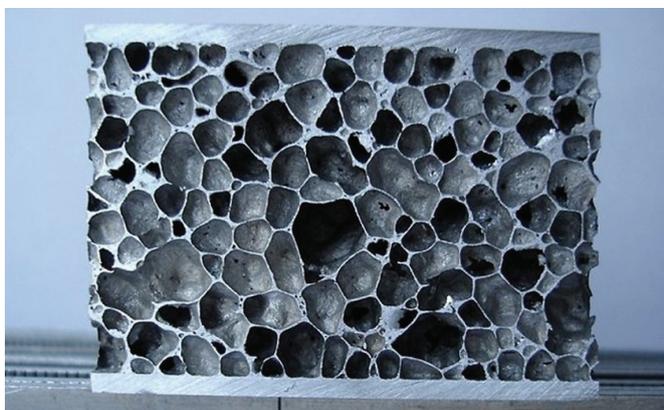


Рисунок 4 – Пенометалл.

в воде, сжимается до 80 % от своего размера под воздействием веса. Способы получения металлопены основаны на применении газов: пропускание горячих газов через расплавленный металл или использование реактивов, выделяющих газ при нагревании [14].

Особое место в геонике занимает разработка технологий получения звукопоглощающих бетонов и легких бетонных панелей с керамзитным заполнителем или с минеральными древесными волокнами. Такие бетоны можно использовать в качестве акустических барьеров или промежуточного слоя в конструктиве наружной стены, который тоже можно назвать акустическим барьером.

Факторами, которые в основном влияют на эффективность таких акустических барьеров, являются звукоизоляция, связанная с вовлеченными массами, и звукопоглощение, связанное с пористостью и формой материалов. Шумовой барьер состоит из двух слоев: одного из обычного железобетона с плотностью 2 200...2 400 кг/м³, имеющего опорную функцию, одного из легких пористых бетонов с плотностью 900...1100 кг/м³.

Смесь может быть изготовлена из лавы, керамзита или минеральных древесных волокон. Деревянные волокна дают наилучшие акустические результаты и придают фасаду более теплые цветовые оттенки.

Поскольку эти стены выполнены из бетона, значение индекса звукоизоляции очень велико (более 40 дБ). Панели становятся звукопоглощающими благодаря использованию слоя пористого бетона и неровности профиля на фасаде [15].

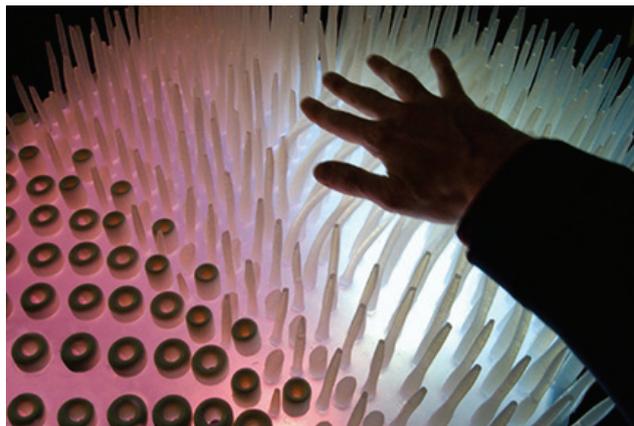


Рисунок 5 – Ковёр SHAGG. Автор изобретения Шон Лалли (Sean Lally).

Другой разновидностью инновационных решений по проблеме шумовых загрязнений города является ковер SHAGG (рис. 5). Он предназначен не для помещения, а для улицы. Его поверхность – толстые щупальца – защищают от постороннего шума, а специальный материал, взаимодействуя с энергией земли, обеспечивает постоянное тепло [16].

Окружающий шум может стать одним из наиболее распространенных источников энергии. Вибрации могут обеспечить обильную энергию и могут передаваться через многие среды, делая эту форму кинетической энергии очень полезной. Считая эту концепцию основополагающей, в геонике отведено особое место материалам, способным за счёт вибраций под действием звуковых волн поглощённого звука вырабатывать электроэнергию.

В 2010 году исследователи Цено Гальчевым и Халил Наджафи из Университета Мичигана изобрели пьезоэлектрические мини-генераторы, способные производить 500 мкВт каждый, с идеей, что этого может быть достаточно для питания небольших электрических устройств, таких, как кардиостимуляторы. Используя эту идею, группа французских архитекторов Julien Bourgeois, Olivier Colliez, Savinien de Pizzol, Cédric Dounval, Romain Grouselle запроектировала в 2013 году небоскрёб «Soundscraper» (Звукоскрёб) (рис. 6). Это невероятная башня, покрытая звукопоглощающим материалом, спроектирована, чтобы «впитывать» городской шум и конвертировать его в энергию.

«Soundscraper» расположен рядом с основными транспортными инфраструктурами, в основном за пределами городских центров, где шумовое загрязнение максимально велико. Автомагистраль, железнодорожный узел представляют собой участки на городской территории с наибольшей эффективностью для производства энергии.

Фасад небоскреба вибрирует в зависимости от силы и преобладающего направления городских шумов. Во всей башне высотой 100 метров встроено 84 000 электроактивных ресниц. Ресницы покрыты звуковыми датчиками P.F.I.G (генераторы с параметрической частотой). Специализированный энергетический комбайн PFIG преобразует звуковые колебания, вызванные окружающими шумами, для захвата кинетической энергии, после чего для преобразования механической энергии в электричество используется массив ячеек преобразователя, использующий новый метод срабатывания. Затем электрический ток переносится в отделение для основной памяти, чтобы перераспределить его в город. В то же время эта возобновляемая энергия может участвовать в сокращении выбросов CO₂ [17].

ВЫВОДЫ

Таким образом, средствами современных композитов можно решить сразу две задачи – чрезмерное шумовое загрязнение и энергетические проблемы.

Шум является частью нашей городской среды и нашей повседневной жизни, и это одна из наиболее распространенных форм загрязнения в городах, но это также важный источник энергии, который еще не оценен. Шум является основной помехой, ощущаемой в городе, далеко идущей впереди

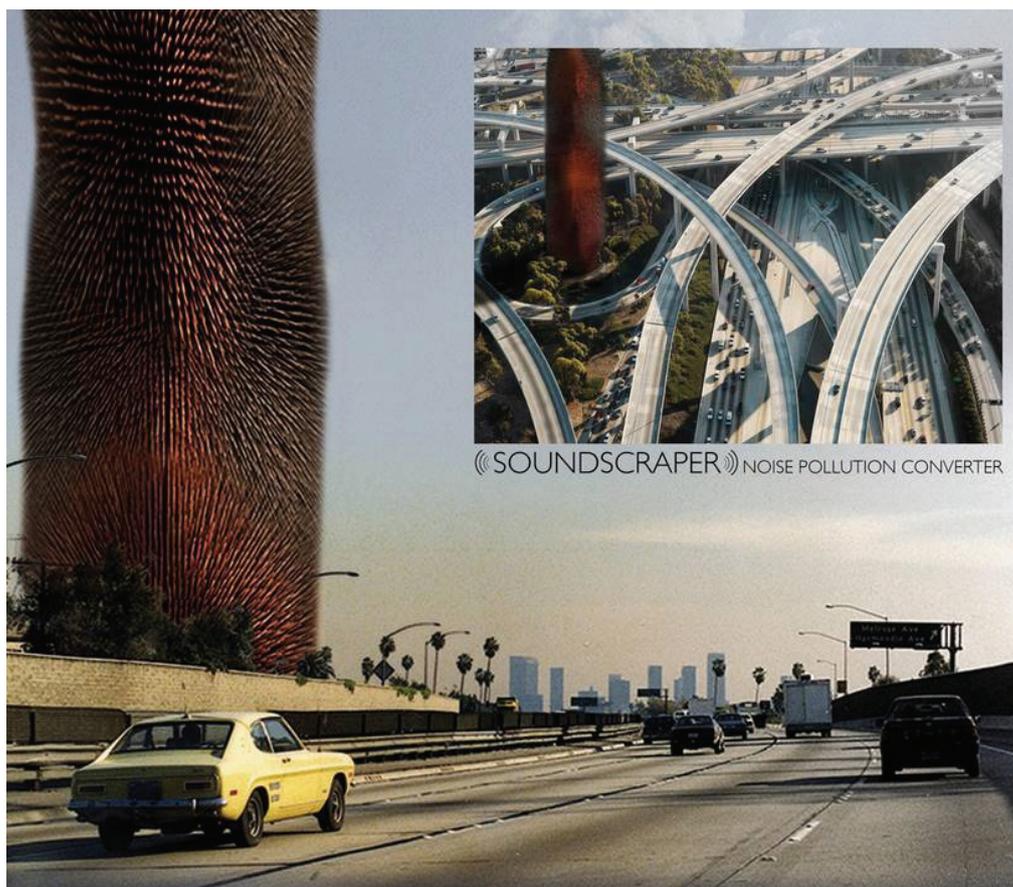


Рисунок 6 – Трёхмерная модель Soundscaper.

загрязнения воздуха или плохих жилищных условий. В системе «человек-материал-среда обитания», звено «материал» является той областью знаний современной науки, которая позволит справиться с такой глобальной экологической проблемой урбанизации, как шумовое загрязнение. А также предоставит архитекторам возможность создания концепций в формообразовании и создании благоприятных пространств, благодаря использованию инновационных строительных материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лесовик, В. С. Архитектурная геоника [Текст] / В. С. Лесовик // Жилищное строительство. – 2013. – № 1. – С. 9–12.
2. Le rôle de Bruitparif [Ressource électronique]. – Mode d'accès : <https://www.bruitparif.fr/le-role-de-bruitparif1/>. – Titre de l'écran.
3. Futur: le bruit, nouvelle source d'énergie [Ressource électronique] // Le Parisien. – [S. v. : S. é.]. – Mode d'accès : <http://www.leparisien.fr/magazine/grand-angle/futur-le-bruit-nouvelle-source-d-energie-17-06-2013-2904413.php>. – Titre de l'écran.
4. TNS Sofres de la France [Text] // Le Francilofone. – 2010. – № 10. – P. 1–11.
5. Романов, С. Н. Биологическое действие вибрации и звука. Парадоксы и проблемы XX века [Текст] / С. Н. Романов. – Ленинград : «Наука», 1991. – 158 с.
6. Тэйлор, Р. Шум [Текст] / Р. Тэйлор. – [Б. м.] : Мир, 2003. – 308 с.
7. Суворов, Г. А. Импульсный шум и его влияние на организм человека [Текст] / Г. А. Суворов, А. М. Лихницкий. – Ленинград : Медицина. Ленингр. отд-ние, 1975. – 207 с.
8. Шум и шумовая болезнь [Текст] / Е. Ц. Андреева-Галанина, С. В. Алексеев, А. В. Кадыскин, Г. А. Суворов ; Под ред. проф. Е. Ц. Андреевой-Галаниной. – Ленинград : Медицина. Ленингр. отд-ние, 1972. – 303 с.
9. Лесовик, В.С. Геоника (геомиметика). Примеры реализации в строительном материаловедении [Текст] : монография / В. С. Лесовик, 2-изд., Белгород : [Б. и.], 2016. – 286 с.
10. Щукин, Алексей Кризис города [Электронный ресурс] / Алексей Щукин // Эксперт. – 2010. – № 18(703). – Режим доступа : http://expert.ru/expert/2010/18/krizis_goroda/.

11. Browne, Enrique Edificio Consorcio Santiago [Electronic resource] / Enrique Browne + Borja Huidobro // Plataforma Arquitectura. – [2006]. – Access mode : <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-14392/edificio-consorcio-sede-santiago-enrique-browne-borja-huidobro>. – ISSN 0719-8914.
12. Highway Noise Barrier [Electronic resource] // Shanda Noise Barrier Engineering. – Access mode : <https://www.noisebarrier.org/soundbarrier/highway-noise-barrier.html>. – Screen title.
13. SonoPerf Micro-slotted, absorbent, acoustic metal panels [Electronic resource] // ANDRITZ FIEDLER. – 2010. – Access mode : <https://docplayer.net/22182937-Sonoperf-micro-slotted-absorbent-acoustic-metal-panels.html>. – Screen title.
14. Иванова, Ж. Материалы будущего, которые можно использовать уже сегодня [Электронный ресурс] / Ж. Иванова // Let's work Together. – 06–10 Sept. – 2019. – Режим доступа : <https://design-mate.ru/read/an-experience/materials-of-future-that-you-can-use-today>.
15. Sound-absorbing concrete and lightweight concrete panels [Electronic resource] // FIP INDUSTRIALE. – Access mode : <http://www.fipindustriale.it/index.php?area=106&menu=96&lingua=1>.
16. Дремо, В. Энергия вместо кирпичей [Электронный ресурс] / В. Дремо // CABLOOK. – [2015]. – Режим доступа : <http://www.cablook.com/extracreative/energiya-vmesto-kirpichej/>.
17. Soundscaper Captures Sound Kinetic Energy while Reducing Noise Pollution [Ressource électronique] / Julien Bourgeois, Olivier Colliez, Savinien de Pizzol, Cédric Dounval [et d.] // Architectural Magazine «eVolo». – [2013]. – Mode d'accès : <http://www.evolo.us/soundscaper-captures-sound-kinetic-energy-while-reducing-noise-pollution/#more-23424>. – Titre de l'écran.

Получено 11.03.2019

І. Л. ПЕРШИНА, П. В. БУРЦЕВ
ДО ПИТАННЯ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ШУМОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ В
АРХІТЕКТУРНОМУ СЕРЕДОВИЩІ
ФДБОУ ВО «Белгородський державний технологічний університет ім. В. Г. Шухова»

Анотація. Розглядаючи звук як негативний фактор впливу на архітектурну просторовість і, як наслідок, на людину, поряд із загальноприйнятими методами вирішення цієї проблеми виділяється матеріалознавчий поттерн. Тенденція сучасної спрямованості якого прагне до трансдисциплінарності. З огляду на факт практичної неможливості зменшення кількості джерел шумового забруднення архітектурного простору великих міст і мегаполісів, деяке рішення шумової проблеми інтер'єрного і навіть камерного екстер'єрного архітектурного простору убачається в популяризації сучасних пристосувань і матеріалів, пряме призначення яких – шумозахист.

Ключові слова: шумозахист, архітектурний простір, геоніка, звукопоглинальні матеріали, відновлювальна енергія.

IRINA PERSHINA, PAVEL BURTSEV
TO THE ISSUE OF SOLVING PROBLEMS OF NOISE POLLUTION IN THE
ARCHITECTURAL ENVIRONMENT
The Federal State Budget Educational of Higher Education «Belgorod State Technological
University named after V. G. Shukhov»

Abstract. Considering sound as a negative factor of influence on architectural spatiality and, as a result, on a person, along with the generally accepted methods for solving this problem, the material science pattern is highlighted. The trend of the modern trend which seeks to transdisciplinarity. Considering the fact that it is practically impossible to reduce the number of sources of noise pollution in the architectural space of large cities and megalopolises, some solution to the noise problem of the interior and even in the chamber exterior architectural space seems to popularize modern appliances and materials whose direct purpose is noise protection.

Key words: noise protection, architectural space, geonics, sound-absorbing materials, renewable energy.

Першина Ирина Леонидовна – аспирант кафедры архитектуры и градостроительства ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова». Научные интересы: акустическое воздействие на архитектурную пространственность; геофакторное влияние на архитектурное пространство; феноменологический метод исследования архитектурного пространства, основанный на чувственном восприятии.

Бурцев Павел Владимирович – бакалавр кафедры теплогазоснабжения и вентиляции ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова». Научные интересы: способы шумоглушения вентустановок, акустические расчеты, акустические материалы.

Першина Ирина Леонідівна – аспірант кафедри архітектури та містобудування ФДБОУ ВО «Белгородський державний технологічний університет ім. В. Г. Шухова». Наукові інтереси: акустичний вплив на архітектурну просторовість; геофакторное вплив на архітектурний простір; феноменологічний метод дослідження архітектурного простору, заснований на чуттєвому сприйнятті.

Бурцев Павло Володимирович – бакалавр кафедри теплогазопостачання та вентиляції ФДБОУ ВО «Белгородський державний технологічний університет ім. В. Г. Шухова». Наукові інтереси: способи шумоглушення вентустановок, акустичні розрахунки, акустичні матеріали.

Pershina Irina – graduate student, Architecture and Urban Planning Department, The Federal State Budget Educational of Higher Education «Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov». Scientifics interests: acoustic impact on architectural spatiality; geofactor influence on the architectural space; a phenomenological method of studying architectural space based on sensory perception.

Burtsev Pavel – bachelor, Heat and Gas Supply and Ventilation Department, The Federal State Budget Educational of Higher Education «Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov». Scientifics interests: sound attenuation methods for ventilation installations, acoustic calculations, acoustic materials.