

EDN: **ILPLGB**

УДК 692.214 : 699.844 (08)

**А. А. ТРУСКАЛОВА, Н. Г. ПРИЩЕНКО, А. С. НЕМЧИНОВ**ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»,  
Российская Федерация, Донецкая Народная Республика, г. о. Макеевка, г. Макеевка

## **СНИЖЕНИЕ ШУМА ВНЕШНИХ БЛОКОВ КОНДИЦИОНЕРОВ ОФИСНОГО ЗДАНИЯ В Г. ДОНЕЦКЕ НА ПРИЛЕГАЮЩЕЙ СЕЛИТЕБНОЙ ТЕРРИТОРИИ**

**Аннотация.** Статья посвящена вопросам защиты от шума наружных блоков систем вентиляции и кондиционирования воздуха на прилегающей к офисному зданию территории. При работе используют стандартные методики выполнения расчетов и проектирования систем шумоглушения. Основными источниками шума офисного здания являются внешние блоки системы вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования воздуха, расположенные на фасаде и покрытии здания. Всего выявлено 12 наружных источников шума, расположенные на фасаде (ИЗ, И4), покрытии здания (И1, И2, И5-И12). По технической документации фирм-изготовителей определены шумовые характеристики оборудования офисного здания. На основе теоретических расчетов в трех точках на селитебной территории суммарные уровни звука превышают нормативные величины для дневного времени суток от 9,1 до 12,5 дБА. С целью снижения шума до нормативных величин для каждого источника разработаны шумозащитные конструктивные решения акустических укрытий.

**Ключевые слова:** шум, шумовой режим, шумозащитные конструктивные решения, акустические укрытия, дБ, дБА.

### **ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ**

В Государственном докладе «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2019 году» разработанным Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека указывается, что наиболее значимым из физических факторов, оказывающих влияние на человека, является шум, который в условиях населенных пунктов продолжает возрастать.

При этом в городах наблюдается тенденция уплотнения застройки, расположение на минимальных расстояниях жилья и образовательных учреждений от офисных зданий с системами вентиляции и системы воздушного отопления и кондиционирования воздуха. Как следствие наружные блоки данных систем излучают шум, превышающий нормативные уровни для данных территорий.

Эффективным способом борьбы с шумом является ослабление его в источнике возникновения, однако часто это технически сложно или требует значительных финансовых затрат. Поэтому единственным способом является снижение шума на пути от источника до расчетных точек на селитебной территории за счет использования акустических экранов.

### **АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ**

Среди ученых, которые внесли существенный вклад в решение проблемы защиты от шума акустическими экранами в нашей стране и за рубежом следует отметить В. П. Гусева, Г. Л. Осипова, Л. И. Шубина, И. И. Иванова, Б. Г. Пруткова, а также Д. Арена, М. Крокера, С. Редферна, Д. Маскову, М. Ретингера, А. Андерсена.

Следует отметить, что в каждом конкретном случае акустическая эффективность экранов зависит от их конструктивного решения, расстояния между экраном и источником, от высоты расположения расчет-



ной точки и расстояния от нее до экрана. При этом остается еще ряд вопросов, без решения которых нельзя обеспечить нормативный шумовой режим.

## ЦЕЛИ

Исследование шумового режима на прилегающей территории к офисному зданию и разработка конструктивных решений акустических укрытий для снижения шума источников данного здания.

## ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Градостроительная ситуация существующей селитебной территории с расположением источников шума и схемы расположения расчетных точек представлены на рис. 1.

Ближайшим к офисному зданию является здание горного техникума. Основными источниками шума офисного здания являются системы вентиляции и кондиционирования воздуха, расположенные на фасаде и на покрытии офисного здания.

Установлено 12 источников шума. Определены расчетные точки РТ1, РТ2 расположенные на уровне окон четвертого этажа на расстоянии 2 м от фасадов здания горного техникума и точка РТ3 расположенная на высоте 1,5 м от уровня земли и на расстоянии 2 м от фасада здания техникума.

Шумовые характеристики приняты согласно технической документации фирм-изготовителей.

Допустимые уровни звука на территории застройки следует принимать по табл. 1 [2] и составляют 55 дБА.

Допустимые уровни звука на селитебной территории, примыкающей к зданию техникума при работе систем кондиционирования воздуха, воздушного отопления и вентиляции для дневного времени суток составляют 50 дБА.

Уровень звука в расчетной точке на территории (если известен уровень звуковой мощности источника,  $L_w$ , дБА) определяется по формуле (1), [2]:

$$L = L_w - 20 \lg r - 10 \lg \Omega, \quad (1)$$

где  $r$  – расстояние между источником шума и расчетной точкой, м;  
 $\Omega$  – пространственный угол излучения (в полупространство  $\Omega = 2\pi$ ), рад.

Уровень звука в расчетной точке на территории определяется по формуле (2), [1, п. 8.9.1]:

$$L_{\text{Атер}} = L_{\text{Аэкв}} - 20 \lg \frac{r}{r_0} - \Delta L_{\text{Экр}}, \quad (2)$$

где  $\Delta L_{\text{Экр}}$  – шумовая характеристика источника шума в дБА, равная уровню звука на расстоянии  $r_0$ ;  
 $\Delta L_{\text{Экр}}$  – снижение уровня звука акустическим экраном на пути распространения звука в дБА, определяется в зависимости от источника шума и числа Френеля  $N$ , по формуле (3) [3, п. 11.1.9-11.1.14]:

$$N = 2\delta / \lambda, \quad (3)$$

где  $\delta$  – разница длин пути звукового луча;  
 $\lambda$  – расчетная длина звуковой волны, которую принимают для источников шума в середине застройки жилых зданий – 0,21 м.

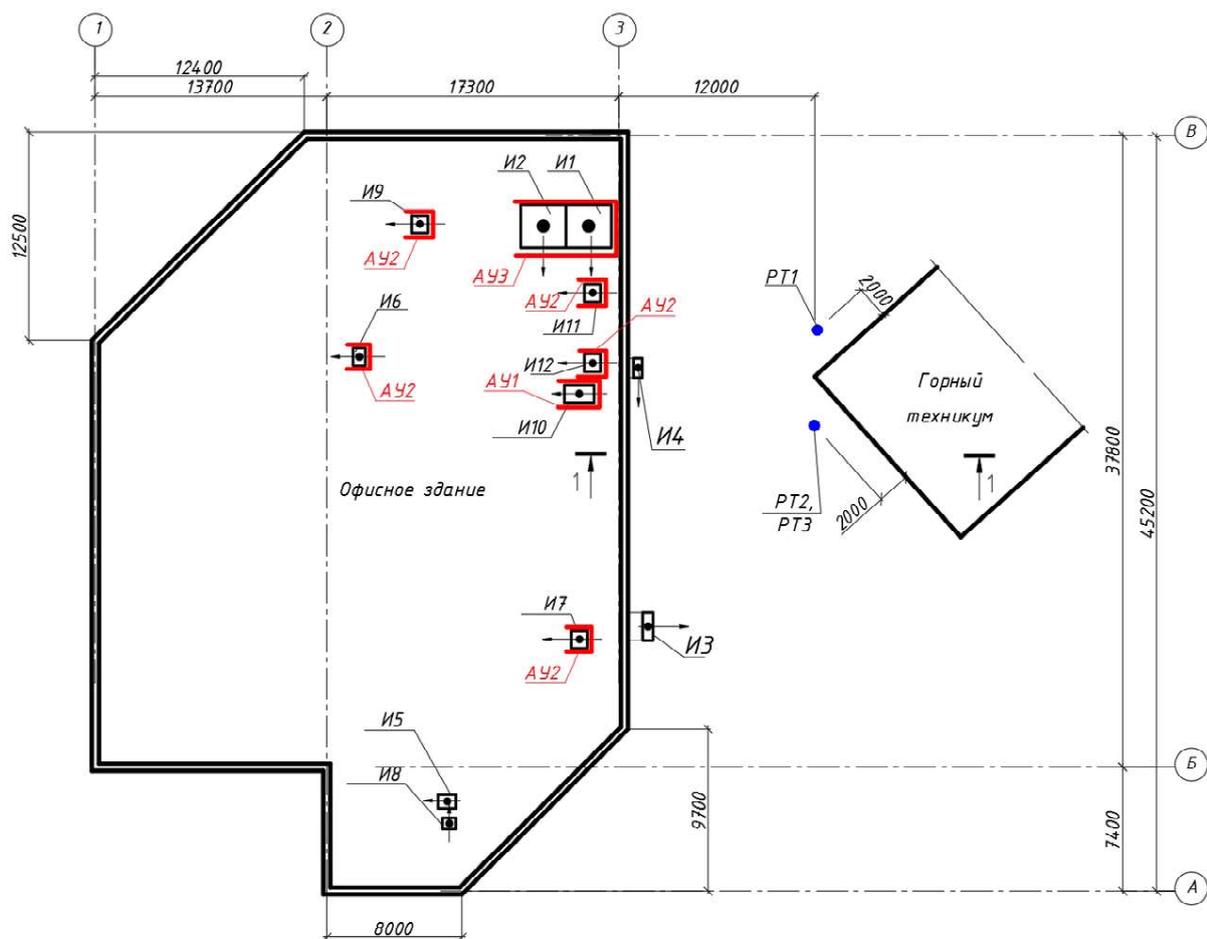
По числу Френеля и на основании графика Маекавы находят акустическую эффективность экрана (кривая 2 на рис. 11.4 [3]).

Используя данные шумовых характеристик оборудования, расстояние между расчетными точками и источниками шума офисного здания определяем расчетные уровни звука в расчетных точках РТ1-РТ3.

Анализ результатов расчета уровней звука на селитебной территории показал, что уровни звука во всех расчетных точках превышают нормативные величины [2].

На шумовой режим в расчетной точке РТ1, РТ2 и РТ3 оказывает влияние двенадцать источников. Основной вклад в шумовой режим вносят источники И1, И2, И6, И7, И9-И12. Суммарные уровни соответственно составляют 62,5; 61,8 и 59,1 дБА. Таким образом, для дневного времени суток уровни шума превышают нормативные величины на 12,5; 11,8 и 9,1 дБА соответственно.

Для снижения шума источников И1, И2, И6, И7, И9-И12, расположенных на покрытии офисного здания, необходимо применить акустические экраны (укрытия). Схема расположения акустических экранов приведена на рис. 1.



**Рисунок 1** – Градостроительная ситуация существующей селитебной территории с расположением источников шума, расчетных точек и акустических укрытий АУ1-АУ3.

Уровни звука в расчетных точках после применения строительно-акустических методов снижения шума приведены в таблице.

С целью снижения шума до нормативных величин для наиболее шумных источников разработаны конструктивные решения акустических укрытий.

Каркас акустических экранов АУ1, АУ2 и АУ3 выполнен из квадратной трубы  $\square 100 \times 4$ . Устойчивость конструкции должна быть обеспечена штормовыми оттяжками. Наружные стороны стен каркаса облицовывается профилированным листом С21-1000-07, а покрытие выполнено из профилированного листа НС44-1000-07. С внутренней стороны каркаса располагается звукопоглощающая минераловатная плита ТЕХ-НОФЛОР ПРОФ корпорации ТехноНИКОЛЬ плотностью  $170 \text{ кг/м}^3$ , толщиной 100 мм, которая закрывается негорючей стеклотканью ЭЗ-100, сверху электроприхваткой к каркасу натягивается тканная оцинкованная сетка с ячейкой  $4 \times 4$  мм из проволоки диаметром 1 мм.

Всего запроектировано семь акустических укрытий, в том числе одно АУ1, пять АУ2, один АУ3 (рис. 2).

## ВЫВОДЫ

Анализ градостроительной ситуации, схемы расположения источников шума и их акустических характеристик позволил определиться с методами расчета распространения шума на территории.

Установлено, что на фасаде и покрытии офисного здания находятся 12 источников шума. При этом только 7 источников оказывают влияние на шумовой режим прилегающей к зданию горного техникума территории. В расчетных точках РТ1-РТ3 уровни звука превышают нормативные на 9,1...12,5 дБА, для дневного времени суток.

Рекомендовано устройство семи акустических экранов (укрытий) с разработкой их конструктивных решений.

**Таблица 1** – Сводная таблица расчета уровней звука в дБА в расчетных точках РТ1, РТ2, РТ3 после применения строительно-акустических методов снижения шума

Номер расчетной точки РТ-м	Обозначение на плане	Уровень звуковой мощности оборудования, дБА	Уровень звука на расстоянии 1 м, дБА	Расстояние, м	Снижение уровня звука расстоянием, дБА	Снижение уровня звука укрытием, дБА	Уровень звука в расчетной точке, дБА	Суммарный уровень звука, дБА	Прим.*
		$L_p$	$L_{Aэкв}$	$r_{м-п}$	$\Delta L_{Aрас}$		$L_{Aтер}$	$L_{A РТм сум}$	
РТ1	И1	88		14,8	23,4	16	40,6	48,7	АУ
	И2	86		17,3	24,8	16	37,2		АУ
	И3		58	20,3	26,1		23,9		
	И4		58	10,8	20,7		37,3		
	И5		72	35,7	31,1		40,9		
	И6		78	27,1	28,7	16	33,3		АУ
	И7		71	23,2	27,3	16	37,7		АУ
	И8		70	36,6	31,3		38,7		
	И9		74,3	24,3	27,7	16	30,6		АУ
	И10		75	14,6	23,3	16	35,7		АУ
	И11	86		13,5	22,6	16	39,4		АУ
	И12	87		13,4	22,5	16	40,5		АУ
РТ2	И1	88		17,8	25,0	16	39	49,4	АУ
	И2	86		19,9	26,0	16	36		АУ
	И3		58	15,5	23,8		34,2		
	И4		58	11,0	20,8		37,2		
	И5		72	31,2	29,9		42,1		
	И6		78	27,2	28,7	16	33,3		АУ
	И7		71	18,9	25,5	16	39,5		АУ
	И8		70	32,1	30,1		39,9		
	И9		74,3	26,2	28,4	16	39,9		АУ
	И10		75	14,0	22,9	16	36,1		АУ
	И11	86		15,3	23,7	16	38,3		АУ
	И12	87		13,6	22,7	16	40,3		АУ
РТ3	И1	88		19,6	25,8	16	38,2	44,4	АУ
	И3		58	17,6	24,9		33,1		
	И4		58	11,0	20,8		37,2		
	И11	86		15,5	23,8	16	38,2		АУ
	И12	87		16,8	24,5	16	38,5		АУ

Реализация предложенных строительно-акустических мероприятий уровни звука на селитебной территории, прилегающей к офисному зданию, не будут превышать нормативные величины.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- СП 271.1325800.2016. Системы шумоглушения воздушного отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха = Noise reduction system of air heating, ventilating and air conditioning. Rules of design : издание официальное : утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 16 декабря 2016 г. N 959/пр и введен в действие с 17 июня 2017 г. : введен впервые : дата введения 2017-06-17 / исполнитель: Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук (НИИСФ РААСН). – Москва : Минстрой России, 2016. – 65 с. – Текст : непосредственный.



**Рисунок 2** – Конструкция акустических укрытий АУ1, АУ2, АУ3: а) крепление стенки к каркасу (узел 1); б) покрытие (узел 2); в) стенка (узел 3).

2. СНиП 23-03-2003. Защита от шума = Sound protection : издание официальное : приняты и введены в действие постановлением Госстроя России от 30 июня 2003 г. № 136) : взамен СНиП П-12-77 : дата введения 2004-01-01 / разработаны Научно-исследовательским институтом строительной физики (НИИСФ) РААСН. – Москва : Минстрой России, 2016. – 34 с. – Текст : непосредственный.
3. СП 276.1325800.2016. Здания и территории. Правила проектирования защиты от шума транспортных потоков = Buildings and territories. Protection design rules from traffic noise : утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 3 декабря 2016 г. № 893/пр и введен в действие с 4 июня 2017 г. : введен впервые : дата введения 2017-06-04 / исполнители: федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук» (НИИСФ РААСН), федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Балтийский государственный технический университет "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова» (БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова). – Москва : Минстрой России, 2016. – 154 с. – Текст : непосредственный.
4. Чернышева, Т. А. Исследование звукоизоляции легких многослойных ограждений / Т. А. Чернышева, Г. Т. Космин, Н. Г. Прищенко. – Текст : электронный // Современное промышленное и гражданское строительство. – 2017. – Том 13, № 4. – С. 197–207. – URL: [http://donnasa.ru/publish\\_house/journals/spgs/2017-4/03\\_chernysheva\\_kosmin\\_prishchenko.pdf](http://donnasa.ru/publish_house/journals/spgs/2017-4/03_chernysheva_kosmin_prishchenko.pdf) (дата обращения: 20.03.2024).
5. Шумовой режим на селитебной территории от источников АОЗТ ДГМЗ № 2 / Н. Г. Прищенко, Т. А. Чернышева, А. Н. Дудник [и др.]. – Текст : электронный // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2021. – Выпуск 2021-4(150) Научно-технические достижения студентов строительной архитектурной отрасли – С. 116–128. – URL: [http://donnasa.ru/publish\\_house/journals/spgs/2017-4/03\\_chernysheva\\_kosmin\\_prishchenko.pdf](http://donnasa.ru/publish_house/journals/spgs/2017-4/03_chernysheva_kosmin_prishchenko.pdf) (дата обращения: 20.03.2024).

Получена 06.05.2024

Принята 24.05.2024

ANTONINA TRUSKALOVA, NIKOLAY PRISHCHENKO, ARTEM NEMCHINOV  
 NOISE REDUCTION OF EXTERNAL AIR CONDITIONING UNITS OF AN OFFICE  
 BUILDING IN DONETSK IN THE ADJACENT RESIDENTIAL AREA  
 FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture», Russian Federation,  
 Donetsk People's Republic, Makeevka

**Abstract.** The article is devoted to the issues of noise protection of outdoor units of ventilation and air conditioning systems in the territory adjacent to the office building. When working, standard methods of performing calculations and designing noise reduction systems are used. The main sources of noise in an office building are the external units of the ventilation, air heating and air conditioning system located on the facade and covering of the building. In total, 12 external noise sources were identified, located on the facade (S3, S4), the coating of the building (S1, S2, S5-S12). According to the technical documentation of the manufacturers, the noise characteristics of the office building equipment are determined. Based on theoretical calculations, at three points in the residential area, the total sound levels exceed the standard values for daytime from 9,1 to 12,5 dBA. In order to reduce noise to standard values, noise-proof design solutions for acoustic shelters have been developed for each source.

**Keywords:** noise, noise mode, noise-proof design solutions, acoustic shelters, dB, dBA.

**Трускалова Антонина Антоновна** – магистр; ассистент кафедры проектирования зданий и строительной физики ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: архитектурно-строительная акустика, энергоэффективность зданий.

**Прищенко Николай Григорьевич** – кандидат технических наук, доцент кафедры проектирования зданий и строительной физики ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: архитектурно-строительная акустика, энергоэффективность зданий, обследование и реконструкция зданий и сооружений.

**Немчинов Артём Сергеевич** – магистрант ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: архитектурно-строительная акустика.

**Truskalova Antonina** – Master; Assistant, Building Design and Structural Physics Department, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture». Scientific interests: architectural and construction acoustic, energy efficiency of buildings.

**Prishchenko Nikolay** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Building Design and Structural Physics Department, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture». Scientific interests: architectural and construction acoustic, energy efficiency of buildings, auscultation and reconstruction of buildings and related structures.

**Nemchinov Artem** – master's student, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture». Scientific interests: architectural and construction acoustic.