

УДК 574.628.517:2

УЧЕТ ФАКТОРА ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ

Захаров Ю.И., Саньков П.Н., Захаров В.Ю., Ткач Н.А.

*ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры»,
Днепропетровск, e-mail: petr_sankov@mail.ru*

Настоящая работа посвящена оценке шумового загрязнения территории жилого квартала, размещенного в Ленинградской области, Тосненском районе, дер. Федоровское, ул. Почтовая, 1, от рабочего процесса строительства спортивного зала, примыкающего к зданию существующей школы. Авторами проведена количественная и качественная оценка акустических характеристик шумящего оборудования во время производства строительных работ, указанных выше, путем теоретических расчетов и путем компьютерного моделирования и оптимизации, согласно действующему в России санитарному нормированию по шуму. Проведена оценка существующих уровней звука в объектах защиты. Выявлено превышение нормативно допустимых значений ожидаемыми уровнями звука в объектах защиты. Разработан научно обоснованный перечень мероприятий по защите от шума обследованных объектов с учетом эффективности шумозащиты.

Ключевые слова: шумовая характеристика, источник шума, строительная площадка, компьютерное моделирование, защита от шума

CONSIDERING OF THE FACTOR OF NOISE POLLUTION AT THE CONSTRUCTION SITE

Zakharov Y.I., Sankov P.N., Zakharov V.Y., Tkach N.A.

*Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture, Dnepropetrovsk,
e-mail: petr_sankov@mail.ru*

This article is devoted to the assessment of noise pollution of the territory of the residential quarter, located in the Leningrad region, Tosnensky district, vil. Fedorovskoye, 1, street Pochtovaya, from the process of construction of the sports hall adjacent to the existing school building. The authors conducted a quantitative and qualitative assessment of the acoustic performance of noisy equipment during the construction works, mentioned above, by means of theoretical calculations and computer modeling and optimization, according to the Russian sanitary regulation for noise. Defined exceeding of normative permissible indices of the expected noise levels at the objects of protection. Developed science-based list of activities for the noise protection of the surveyed objects with regard to the effectiveness of noise protection.

Keywords: noise characteristic, source of the noise, construction site, computer modelling, noise protection

Настоящая работа посвящена оценке шумового загрязнения территории жилого квартала, размещенного в Ленинградской области, Тосненском районе, дер. Федоровское, ул. Почтовая, 1, от рабочего процесса строительства спортивного зала, примыкающего к зданию существующей школы. К территории реконструируемого здания школы прилегают площадки отдыха микрорайона и территория детского сада.

Цель исследования

Установление соответствия нормам акустических условий пребывания людей на территориях, прилегающих к жилым домам и на площадках отдыха, находящихся в зоне шумового воздействия от строительного процесса реконструкции здания школы.

Материалы и методы исследования

Задачи создания акустически безопасных условий проживания населения на селитебных территориях шумозащитными мероприятиями решались на основе системного подхода. Аналитические исследования проводились с использованием методов прикладной акустики, математической статистики и компьютерного моделирования.

Результаты исследования и их обсуждение

Согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» [4] и СНиП 23-03-2003 «Защита от шума» в актуализированной редакции 2011 г. [5] расчету и оценке транспортного шума подлежат как максимальные уровни звука $L_{\text{макс}}$ (в дБА), так и эквивалентные уровни звука $L_{\text{экв}}$ (в дБА), создаваемые в нашем случае эксплуатацией строительной техники вблизи территории жилой застройки.

Нормирование установлено для регламентированных интервалов дневного и ночного времени суток. Регламентируемыми интервалами времени являются 16 часов дневного времени (с 7–00 до 23–00) и 8 часов ночного времени суток (с 23–00 до 7–00). Основными источниками шума на стройплощадке представлены единичные грузовые автомобили (автокран МАЗ 333702 и грузовые автомобили типа КамАЗ), которые движутся с малыми скоростями.

Т а б л и ц а 1

Нормируемые уровни по СН 2.2.4/2.1.8.562-96 (табл. 3) [4] для защищаемых территорий площадок отдыха

Место размещения расчетной точки	Время суток	Уровни звука и эквивалентные уровни звука $L_{Аэкр}$ дБ(А)	Максимальные уровни звука, $L_{Амакс}$ дБ(А)
Территории, непосредственно прилегающие к жилым домам, школам, детским дошкольным учреждениям...	День (с 7:00 до 23:00)	55	70
	Ночь (с 23:00 до 7:00)	45	60

При оценке шума на местности санитарно-гигиеническими требованиями регламентируются предельно допустимые уровни шума как в помещениях объектов защиты, на прилегающих к жилым домам территориях, так и на площадках отдыха. В табл. 1. приведены критерии нормирования шума на территории и площадках отдыха [5].

В соответствии с примечанием 2 табл. 1 СНиП 23-03-2003 «Защита от шума» [5], допустимые уровни шума от внешних источников в жилых помещениях установлены при условии обеспечения нормативного воздухообмена и должны выполняться при условии открытых форточек или иных устройств, обеспечивающих приток и вытяжку воздуха. Известно, что окно в режиме проветривания обладает звукоизоляцией 10 дБА.

Разработка мероприятий по защите от внешнего шума территории жилого квартала связана с необходимостью предварительного проведения специальных акустических расчетов. Установлено:

1. Шумовой режим исследуемой территории и находящихся на ней помещений жилых и других зданий определяется раздельным действием линейного источника (подъездные пути для автотранспорта на стройплощадке), а также единичных точечных излучателей звука (стоянка автокрана по захваткам). Определяемые значения показателей такого шума численно представлены для расчетной точки на местности (рис. 2–3).

2. Также могут быть различные локальные (точечные) источники, такие как установки для контактной сварки, бытовой шум и т.д.

3. В качестве мест размещения расчетных точек нами выбраны три (рис. 2–3):

- РТ1 – территория детского дошкольного учреждения;
- РТ2 – территория, прилегающая к ближайшему жилому дому;
- РТ3 – территория самой школы (ближайшая к стройплощадке).

Рассмотрим методики определения шумовых характеристик работающего авто-

мобильного крана и движущихся грузовых автомобилей.

1. Шумовую характеристику работающего автомобильного крана принято определять по результатам натурных измерений (см. п. 1 табл. 2).

2. Эквивалентный уровень шума транспортного потока $L_{Аэкр}$, дБА определяется по формуле

$$L_{Аэкр} = 10 \lg Q + 8,41 \lg P + 13,3 \lg V + 9,2, \quad (1)$$

где Q – интенсивность транспортного потока, авт/ч;

P – доля грузового транспорта в потоке, %;

V – средняя скорость потока автомобилей, км/ч.

Для расчета эквивалентного уровня звука, создаваемого автомобилем при движении по территории предприятия (согласно требованиям ОНТП 01-91 [1]), принято:

Для автотранспорта: $Q = 1$ авт/ч, $P = 100\%$, $V = 10$ км/ч. Таким образом, эквивалентный уровень звука составит $L_{Аэкр} \sim 39,3$ дБА.

Максимальным уровнем звука при скорости 60 км/час характеризуется грузовой автотранспорт КамАЗ – 89 дБА.

При движении по территории со скоростью, не превышающей 10 км/час, максимальный уровень звука составит:

$$L_{Амакс} = L_{Амакс60} + 30 \lg V/V_0, \quad (2)$$

где $L_{Амакс60}$ – табличное значение максимального уровня звука при скорости 60 км/ч, 89 дБА;

V – реальная (допустимая) скорость движения автомобилей по стройплощадке – 10 км/час. Тогда максимальный уровень звука будет равен:

$$L_{Амакс} = 89 + 30 \lg 10/60 = 66 \text{ дБА.}$$

Эквивалентные и максимальные уровни звукового давления на строительной площадке при движении автотранспорта составят соответственно $L_{Амакс} = 66$ дБА и $L_{Аэкр} = 39,3$ дБА.

В табл. 2 представлены шумовые характеристики источников, принятые в расчете.

Таблица 2

Шумовые характеристики источников

Источник шума	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах среднегеометрических частот, Гц									$L_{A,экв}?$ дБА	$L_{A,макс}?$ дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
Шум работающего автотракана на базе МАЗ	83,8	92,9	82,5	81,6	76,2	74,9	66,1	61,2	50,2	78,0	79,0
Шум при движении автотранспорта по строительной площадке										39,3	66,0

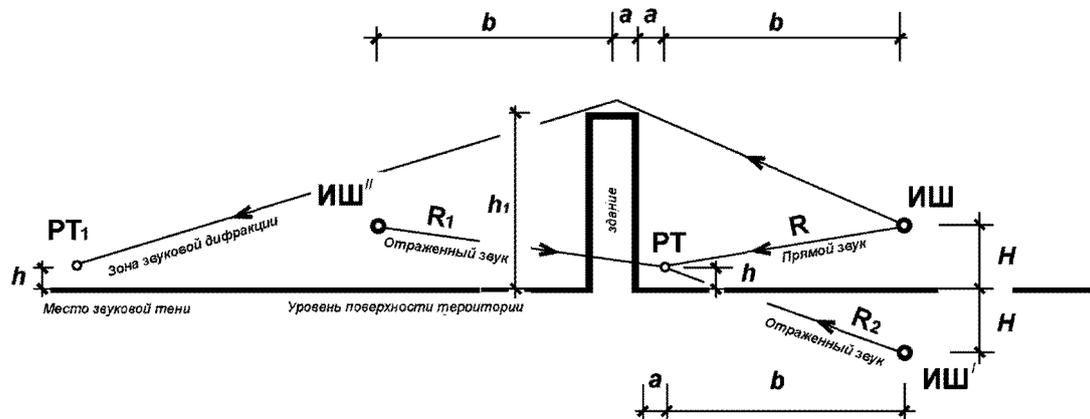


Рис. 1. Схема определения уровней звука в объектах защиты теоретическим расчетом

Методика оценки шумового режима исследуемых объектов картографическими методами

Уровень звука (дБА), либо звукового давления (дБ), создаваемый единичным точечным излучателем в однородной среде для свободного звукового поля L_{R^3} , в расчетных точках, находящихся на расстоянии R_1 (м) от его акустического центра, можно определить по соотношению:

$$L_{R_i} = L_{pi} + 10 \lg \Phi - 20 \lg R_1 / R_0 - 10 \lg \Omega + L_{отр} - \Delta L_{экр} \quad (3)$$

Здесь Φ и Ω – соответственно фактор направленности излучателя, который для равнонаправленных источников принят $\Phi = 1$, и полный пространственный угол акустического излучения в открытое пространство, ограниченное поверхностью земли, составляет $\Omega = 2\pi$, $R_0 = 7,5$ м.

В настоящей расчетной модели использовано предположение о соответствии дифракционной картины (рис. 1), получаемой расчетным методом вблизи плоских поверхностей (фасадов) жилых зданий для излучателя с фиксированной звуковой частотой 1,0 КГц, той, что получается в до-

пущениях геометрической акустики энергетической теории звука. Таким образом, в использованной в настоящем исследовании расчетной модели величина λ принята равной 0,34 м для $f = 1,0$ КГц, 0,17 м для $f = 2,0$ КГц и т.д.

Энергетическое суммирование уровней звука всех источников внешнего шума в расчетных точках на территории прилегающей застройки выполнено с применением соотношения

$$L_{\Sigma} = 10 \lg \Sigma 10^{0,1L_{R_i}} \quad (4)$$

Здесь L_{Σ} – суммарное значение складываемых уровней звукового давления (дБ) либо уровней звука (дБА) в расчетной точке;

L_{R_i} – величины абсолютных значений каждого из складываемых уровней звукового давления (дБ), либо уровней звука (дБА), создаваемых в расчетной точке (РТ) реальными (ИШ) и мнимыми (ИШ', ИШ'', ...) источниками.

Приведенные выше соотношения реализованы в виде специальной программы для ПЭВМ «AcousticLab». С ее помощью выполнена оценка, составлен прогноз и проведена визуализация шумового ре-

жима исследуемых объектов защиты. Оценочные модели представлены в виде карт звуковых полей соответственно, с учетом действия автомобильного источника внешнего шума следующим образом. Данная программа используется при зонировании территорий вокруг аэропортов Москвы [2].

В табл. 3 представлен анализ шумового загрязнения рассматриваемой территории жилой застройки с учетом картографиче-

ской оценки шумового режима стройплощадки, изображенной на рис. 2 и рис. 3.

Анализ результатов табл. 3 позволил сделать следующие выводы:

– в ближайшей к источнику шума (ИШ1) расчетной точке (РТ1) до шумозащиты величина превышения санитарной нормы составляет 2,5 дБА;

– наибольшее превышение нормы до шумозащиты наблюдается в расчетной точке РТ3 и составляет 9,2 дБА.



Рис. 2. Оценка шумового режима жилого квартала по эквивалентным уровням звука при выполнении монтажных работ автокраном МАЗ 333702 в дневное время суток (до шумозащиты). Стоянка крана в центре строительной площадки

Таблица 3

Анализ шумового режима в расчетных точках (РТ1-РТ2) до и после шумозащиты

Место размещения расчетной точки	Расчетные уровни шума, дБА для различных мест расположения источника шума (ИШ)			
	До шумозащиты ИШ 1 (рис. 2)	После шумозащиты		
		ИШ 1	ИШ 2	ИШ 3 (рис. 3)
РТ 1	57,5 (- 2,5)	44,3	45,5	48,5
РТ 2	59,0 (- 4,0)	45,5	48,4	52,1
РТ 3	64,2 (- 9,2)	51,2	44,8	46,4

Примечание. В скобках представлены величины превышения санитарной нормы (55 дБА) со знаком «-».

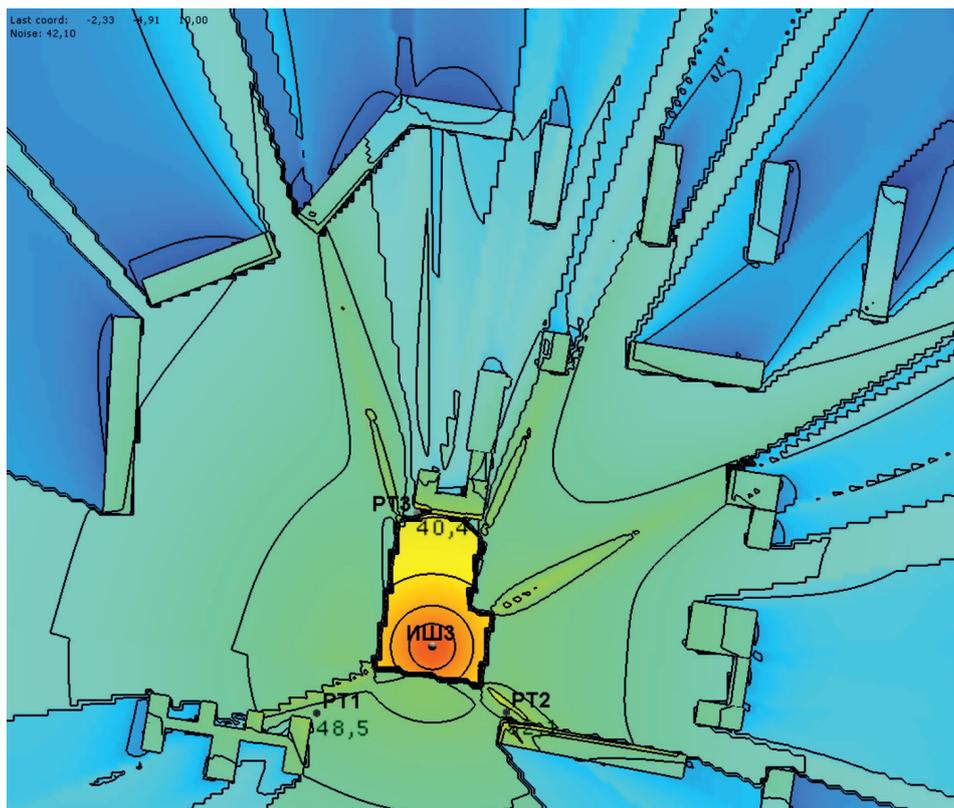


Рис. 3. Оценка шумового режима жилого квартала по эквивалентным уровням звука при выполнении монтажных работ автокраном МАЗ 333702 в дневное время суток (после шумозащиты – установка ограждения высотой 5 метров). Стоянка крана максимально удалена от здания школы

Разработка специальных шумозащитных мероприятий

В качестве шумозащитных мероприятий рассмотрим следующие два:

1) устройство шумозащитного экрана вокруг стройплощадки;

2) установка строгого регламента производства шумных работ.

1. Для устранения установленного превышения нормативных уровней эквивалентного шума предлагается вместо временного ограждения территории стройплощадки высотой 2,0 м установить шумозащитный экран. Конструктивно шумозащитный экран возможно выполнить из листового металла толщиной не менее 1 мм с облицовкой внутренних поверхностей пористым материалом (пенопластом, монтажной пеной и т.д.), а также из деревянных конструкций с толщиной доски не менее 25 мм (при отсутствии щелей между досок облицовка пористым материалом не требуется).

С помощью компьютерной модели установлено:

а) минимальная высота экрана при работе автокрана в течение всей рабочей смены составит 5,0 метров;

б) наиболее неблагоприятное положение крана в точке, обозначенной на рис. 3 символом ИШ 3.

Дополнительные шумозащитные мероприятия.

2. По второй группе шумозащитных мероприятий с целью снижения шумового воздействия в процессе выполнения работ необходимо:

– сокращать продолжительность работ в дневное время суток шумного оборудования (при работе крана по 40 минут в течение каждого часа рабочей смены эквивалентный уровень шума может снизиться до 1,2 дБА); более подробно и с расчетами данное мероприятие рассмотрено ниже по тексту;

– уменьшить передачу вибрации через грунт наличием акустических швов на стройплощадке с засыпкой их упругим материалом (такой акустический шов может быть устроен под предлагаемым шумозащитным экраном в виде траншеи под фундамент экрана);

– с помощью организационно-технических мероприятий исключить работу строительной техники в ночное время суток (**обязательно**);

– использовать звукоизолирующие коврики для машин, удобных для внедрения при эксплуатации;

– использовать настилы из деревянных площадок, под которыми устанавливаются амортизаторы в виде пневматической подушки (обычно автомобильная камера). Для фиксации положения площадка крепится к полу ремнями;

– размещать складские и другие функциональные помещения на строительной площадке с учетом акустического зонирования для тихих зон;

– подкладывать резиновые коврики (габариты 21x350x350 мм) под железобетонные фундаменты и под лапы строительных машин по мере возможности и их целесообразности.

При сокращении продолжительности работы автокрана (организация работ без монтажа и разгрузки), т.е. работа не более 40 минут в течение каждого часа всей рабочей смены (за 8-часовую рабочую смену работа не более 320 минут, т.е. 5 часов и 20 минут) высота экрана может быть снижена до 4,0 метров, так как суммарный эквивалентный уровень шума от работы автокрана снизится на 1,2 дБА, а акустическая эффективность экрана для РТ 2 при размещении источника шума в наихудшем положении – ИШ 3 (рис. 3) снизится в среднем на 4,0 дБА. Результаты данных расчетов представлены в табл. 4.

Заключение

Полученные результаты позволили определить влияние технологического процесса строительства на шумовое загрязнение указанного объекта защиты.

Проведенный анализ полученных результатов такого исследования позволил установить следующее:

1. Шумовой режим исследуемой территории и находящихся на ней помещений

жилых и других зданий определяется раздельным действием линейного источника – подъездные пути для автотранспорта на стройплощадке, а также единичных точечных излучателей звука (стоянка автокрана по захваткам). Также могут быть различные локальные (точечные) источники, такие как установки для контактной сварки, бытовой шум и т.д.

2. Принятые в работе исходные граничные условия, обусловили необходимость проведения оценки неблагоприятного внешнего воздействия источников шума на объекты защиты, размещенные на территории исследуемого жилого комплекса.

3. В результате составленного прогноза установлено следующее:

– эквивалентные и максимальные уровни звукового давления на строительной площадке при движении автотранспорта составят соответственно $L_{Amax} = 66$ дБА и $L_{Aэкв} = 39,3$ дБА;

– эквивалентные и максимальные уровни звукового давления на строительной площадке при работе автокрана составят соответственно $L_{Amax} = 79,0$ дБА и $L_{Aэкв} = 78,0$ дБА;

– в качестве основного шумозащитного мероприятия рекомендовано устройство шумозащитного экрана по контуру ограждения стройплощадки из плит Рагос толщиной 100 мм и высотой 5,0 м при постоянной работе крана, и высотой 4,0 м при сокращении до 45 минут в течение часа на протяжении всей рабочей смены непосредственного монтажа или разгрузки (варианты конструкции экрана указаны ниже по тексту);

– особо следует отметить тот факт, что наличие шумозащитного экрана позволит защитить прилегающую территорию застройки от всех внутренних локальных источников шума, включая биогенный шум, вызванный бытовыми процессами во время перерывов в работе всего персонала стройки.

Таблица 4

Анализ шумового режима в расчетных точках (РТ1-РТ3) после шумозащитного мероприятия – регламента производства шумных работ

Место размещения расчетной точки	Расчетные уровни шума, для различных мест расположения источника шума (ИШ) дБА			
	До шумозащиты ИШ 1 (рис. 2)	После шумозащиты		
		ИШ 1	ИШ 2	ИШ 3 (рис. 3)
РТ 1	56,3 (- 1,3)	47,1	48,3	51,3
РТ 2	57,8 (- 2,8)	48,3	51,2	54,9
РТ 3	63,0 (- 8,0)	54,0	47,6	49,2

Примечание. В расчете учтено снижение эквивалентного уровня звука на 1,2 дБА при сокращении работы автокрана до 40 минут в течение каждого часа рабочей смены и снижение акустической эффективности шумозащитного экрана на 4,0 дБА при уменьшении высоты с 5 до 4 метров.

Учитывая тот факт, что звукоизоляция преград (акустических экранов) должна быть более 20 дБА (для того чтобы шум, прошедший сквозь преграду, не складывался энергетически с шумом, прошедшим, огибая кромку экрана, – эффект дифракции), мы рекомендуем применить плиты Pаgос толщиной 100 мм.

Конструктивно шумозащитный экран возможно выполнить из листового металла толщиной не менее 1 мм с облицовкой внутренних поверхностей пористым материалом (пенопластом, монтажной пеной и т.д.), а также из деревянных конструкций с толщиной доски не менее 25 мм (при отсутствии щелей между досками облицовка пористым материалом не требуется).

Требование п. 6.5 [3] о том, что «машины и агрегаты, создающие шум при работе, следует эксплуатировать таким образом, чтобы уровни звука на рабочих местах, на участках и на территории строительной площадки не превышали допустимых величин, указанных в санитарных нормах»,

позволит утверждать: если на рабочих местах стройплощадки не будет уровней шума выше 80 дБА, на территории прилегающей жилой застройки не будет превышения уровней шума при устройстве ограждения высотой 4 метра по всему периметру.

Список литературы

1. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта ОНТП-01-91/Росавтотранс. Утверждены протоколом концерна «Росавтотранс» от «07» августа 1991 г. № 3.
2. ООО «ЦЭБ ГА». Расчетное и инструментальное зонирование территории «жилого квартала с развитой инфраструктурой», с общей площадью земельного участка 38,177 га, расположенных по адресу: г. Москва, поселение воскресенское, д. Язово, находящаяся в зоне ответственности аэродрома Остафьево (авиационный шум), г. Москва, 2015. – 52 с.
3. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к организации строительного производства и строительных работ. СанПиН 2.2.3.1384-03», утвержденные Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 11 июня 2003 г.
4. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
5. СНиП 23-03-2003. Защита от шума.