

КОМПЛЕКСНЫЕ ШУМОЗАЩИТНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ КОМФОРТНОЙ СРЕДЫ СРЕДНИХ И МАЛЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ (НА ПРИМЕРЕ СИБИРИ)

Большанина Таисья Сергеевна

аспирант, ст. преподаватель кафедры архитектуры гражданских и промышленных зданий.
ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет».
Россия, Томск, e-mail: bolshaninats@gmail.com

Литвинова Ольга Геннадьевна

кандидат исторических наук,
доцент кафедры теории и истории архитектуры.
ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, Томск, e-mail: litvinovaolga1982@gmail.com

УДК: 699.844.3+ 699.844.1

ББК: 38.113.22

DOI: 10.47055/1990-4126-2020-4(72)-4

Аннотация

Исследование посвящено вопросам улучшения качества жизни в населенных пунктах за счет применения ряда шумозащитных мер. Полевые исследования 2019-2020 г. выявили проблему акустических загрязнений в малых и средних поселениях Сибири, которая возникла из-за построенных транспортных магистралей, пересекающих их планировочную структуру. Авторы рассмотрели существующие способы шумозащиты жилых домов. Поскольку большинство поселений являются историческими, был проанализирован опыт строительства притрактовых деревень, особенности организации частных домовладений. Сопоставление уже имеющихся инженерных решений с историческими, анализ их применения, позволили предложить комплексные мероприятия для защиты жилых домов, основанные на функциональной перепланировке помещений с дополнительными инженерными элементами защиты фасадов.

Ключевые слова:

градостроительство, шумозащитные мероприятия, шумозащитные здания, шумозащитные экраны

Статья подготовлена в рамках проекта, выполненного при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований № 18-012-00464 А «Градостроительная ретроспектива средних и малых населённых пунктов на Обь-Енисейском водном пути», 2018-2020 гг.

Введение

В настоящее время проблема акустического загрязнения сельских территорий столь же актуальна, как и в крупных городах. Основным источником шума здесь является транспорт, а именно автомобильный транспорт из-за его повсеместной распространенности.

Полевые исследования в рамках проекта, посвящённого изучению особенностей формирования населенных пунктов вдоль Обь-Енисейского водного пути, позволили определить, что через большую часть поселений, которые возникли на исторических водных путях Сибири, сегодня проложены скоростные автомобильные трассы (рис. 1).



Рис. 1. Федеральная трасса Красноярск – Енисейск: а) д. Уть-Тунгусска; б) с. Верхнепашино. Фото Т.С. Большаниной, 2019

В процессе полевых исследований Западной и Восточной Сибири, Забайкальского края было установлено, что малые населенные пункты: деревни, села, поселки, поселки городского типа – являются неотъемлемой частью транзитных путей сообщения [1]. Это в значительной степени определяет их функциональный статус в транспортной системе Сибири – как ключевых элементов инфраструктуры. Такие поселения выполняют функцию обеспечения безопасного транзитного перемещения грузов и пассажиров. В градостроительную схему включены заправочные и ремонтно-технологические комплексы, придорожные мотели, торговые зоны, медицинские пункты, а также площадки для отдыха. Зачастую населенные пункты сохранили свою историческую застройку, что позволяет говорить об их туристической значимости и дальнейшем развитии.

Методика

В течение исследовательского периода 2019–2020 гг. авторами были изучены градостроительные особенности 118 малых и средних поселений вдоль водных коммуникаций Сибири. Из этого числа в планировочную структуру 26 поселений включены скоростные трассы, что составляет 22% от общего числа обследованных территорий. В исследование не вошли пункты, расположенные исключительно на автомобильных и железнодорожных трассах. Здесь такое явление, как рассечение планировочной структуры, встречается значительно чаще.

Расположение автомобильных магистралей внутри населенного пункта напрямую влияет на уровень комфортного проживания. основополагающим принципом организации соседства автомобильной трассы и жилой зоны является физическая, психологическая и экологическая безопасность. Измерения уровня шума проводились днем, шумомером Октава 110-А, в двух метрах от фасадов зданий в момент проезда легковых и грузовых автомобилей согласно методике, описанной в ГОСТ 23337-2014¹. Измерения показали, что при проезде легковых автомобилей эквивалентный уровень звука в расчетной точке составляет в среднем 62–65 дБА, а при проезде грузовых – 70–75 дБА. Согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-9² и СП 276³ допустимые эквивалентные и максимальные уровни шума днем составляют $L_{дАэкв} = 55$ дБА, $L_{дАмакс} = 70$ дБА, что доказывает превышение эквивалентного уровня шума на 7–10 дБА при проезде легковых автомобилей и 15–20 дБА при проезде грузовых.

Акустическая загрязненность таких улиц превышает все допустимые нормы, что ведет к снижению качества жизни, так как нарушает режим сна, дневного отдыха, делает невозможным общение, пребывание на придомовой территории, ограничивает передвижение внутри планировочной схемы.

В настоящее время имеет смысл говорить о дальнейшем развитии системы расселения Сибири, так как увеличивается число внутренних грузопассажирских перевозок, растут обороты внутренней межрегиональной торговли, развиваются торгово-экономические связи с азиатским регионом. В этом контексте отчетливо выступают проблемы создания и развития безопасной и безбарьерной жилой среды придорожных поселений на основе комплексных шумозащитных мероприятий.

Комплекс мероприятий, направленный на уменьшение акустического загрязнения

В градостроительстве для решения проблемы акустического загрязнения и достижения нормативно допустимых значений существуют мероприятия по борьбе с шумом. Все шумозащитные мероприятия можно разделить на 2 основных вида:

- архитектурно-планировочные,
- строительно-конструктивные.

К архитектурно-планировочным приемам относят:

- функциональное зонирование территории, с отдалением селитебных зон от основных транспортных магистралей;
- организацию улично-дорожной сети;
- использование шумозащитных свойств рельефа при строительстве главных магистралей;
- укрепление межмагистральных территорий для отделения основных массивов застройки у транспортных магистралей и выбор комплексных геометрических форм межмагистральных территорий, дающий большую площадь акустического комфорта;
- создание планировочных вариантов застройки, способствующих шумозащите;
- формирование общегородской системы зеленых насаждений, снижающих уровень шума [2].

Архитектурно-планировочные приемы целесообразно использовать на стадии планирования генерального плана микрорайона или жилого квартала. Однако строительно-акустические мероприятия можно применять на стадии реконструкции жилой застройки.

Шумозащитные и шумозащищенные дома

К строительно-акустическим способам и средствам защиты от шумов относят: строительство шумозащитных зданий, шумозащитных окон, шумозащитных экранов и инженерных сооружений.

Под шумозащитными или шумозащищенными домами подразумевают здания со специальными архитектурно-планировочной структурой и объемно-планировочными решениями. Шумозащитные здания, как правило, имеют большую протяженность, и их периметрально располагают вдоль шумных магистралей, таким образом, достигая комфортного шумового режима за ними.

Шумозащитные здания можно классифицировать на два типа по способу защиты:

– здания, у которых объемно-планировочные решения традиционные (типовые), но ограждающие конструкции обладают высокой звукоизоляцией. Повышение звукоизоляции достигается за счет применения шумозащитных окон, остекления балконов и лоджий, установки воздухообменных клапанов.

– здания, у которых предусмотрены специальные объемно-планировочные решения. В таких зданиях жилые комнаты ориентируют окнами на сторону, противоположную к источнику шума, а подсобные помещения, лестнично-лифтовые узлы и коридоры ориентированы на источник шума. Специальную планировочную структуру имеют многосекционные, коридорные, галерейные и секционно-коридорные здания [3, 5].

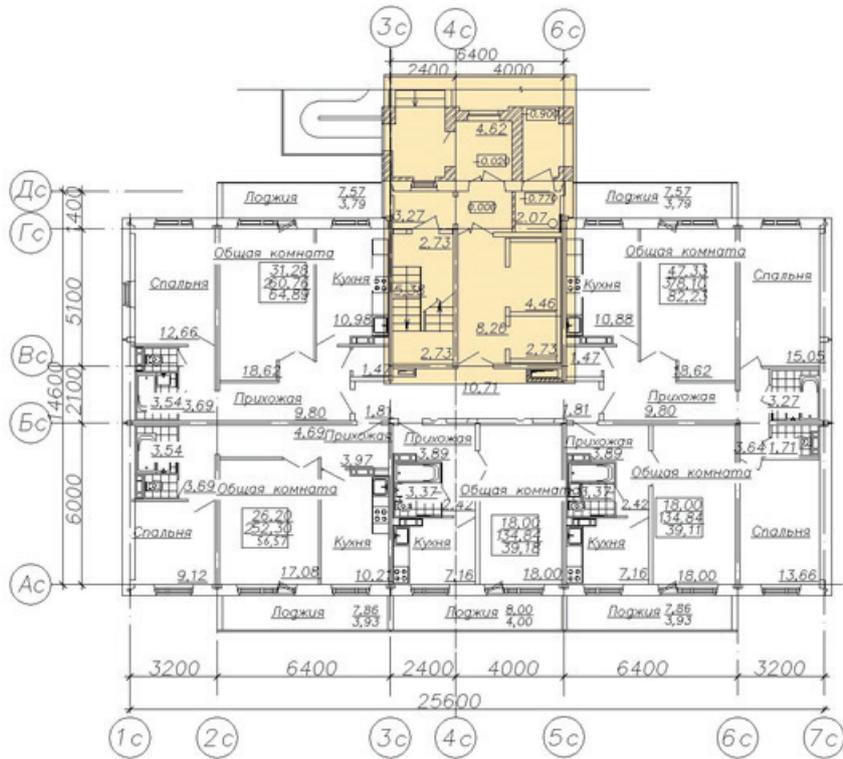
При реконструкции жилой исторической застройки возможно соединение этих двух вариантов. В первом случае, существующее конструкции уличных стен здания должны реставрироваться с применением шумозащитных конструктивных элементов и материалов.

Во втором случае на стадии создания проекта адаптации и приспособления исторической застройки, необходимо применять методы перепланировки с учетом допустимых уровней звука в помещении.

Применение в градостроительстве шумозащитных зданий в Сибирском регионе имеет значение в контексте развития уже существующих поселений, а также при возведении новых. Большое число малых и средних населенных пунктов размещено вдоль крупных транзитных путей сообщения, и нет оснований предполагать, что организация новых поселений в целях развития региона будет вестись отдельно от ключевых транспортных направлений. В обоих случаях необходимо учитывать формирование потенциальных зон акустического дискомфорта, ведущих к снижению качества жизни населения.

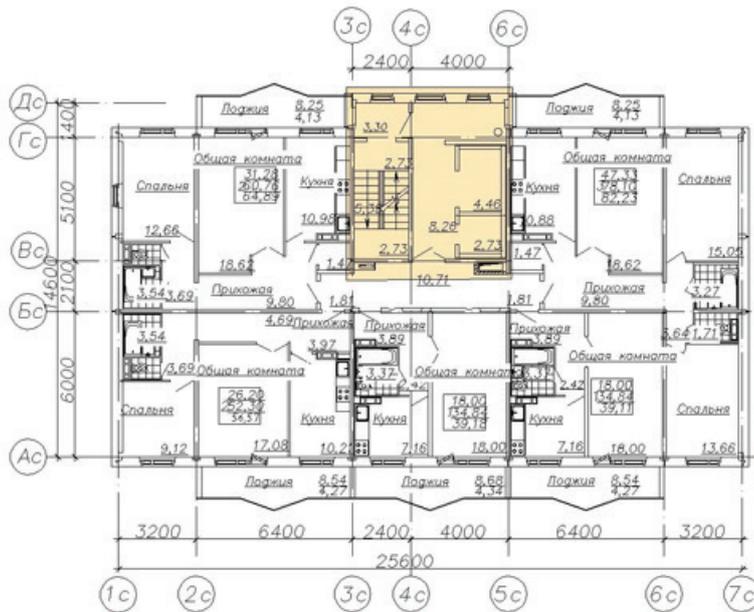
Наиболее рациональное решение проблемы в данной области – разработка проекта шумозащитного здания на базе часто используемых серий [3]. Поэтому для развития новых селитебных территорий за основу была взята часто используемая сегодня рядовая блок-секция 75-серии для перепланировки ее в шумозащитное решение (рис. 2, 3).

В качестве изменения объемно-планировочных решений предложен вариант перемещения лестнично-лифтового узла на сторону, обращенную на транспортную магистраль и изменение планировки квартир. С первого этажа лестнично-лифтового узла предусмотрен эвакуационный выход на примыкающую сторону (рис. 4, 5). В случае, если спальни или общие комнаты невозможно перенести на противоположную сторону, то в этих помещениях необходимо установить шумозащитные окна при реконструкции, а также допустимо пристроить лоджию на этапе нового строительства здания.



Транспортная магистраль

Рис. 2. План первого этажа: рядовой блок-секция 75-серии как основа для перепланировки. Автор Т.С. Большанина



Транспортная магистраль

Рис. 3. План типового этажа: рядовой блок-секция 75-серии как основа для перепланировки. Автор Т.С. Большанина

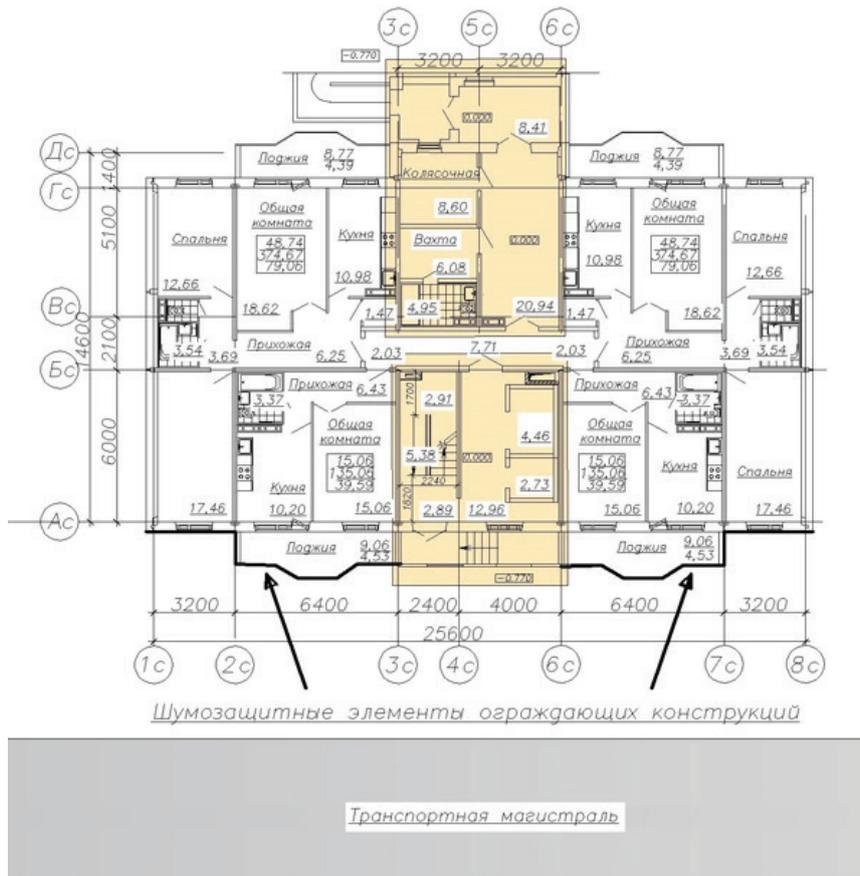


Рис. 4. План первого этажа: шумозащитной рядовой блок-секция 75-серии (широтной ориентации). Автор Т.С. Большанина

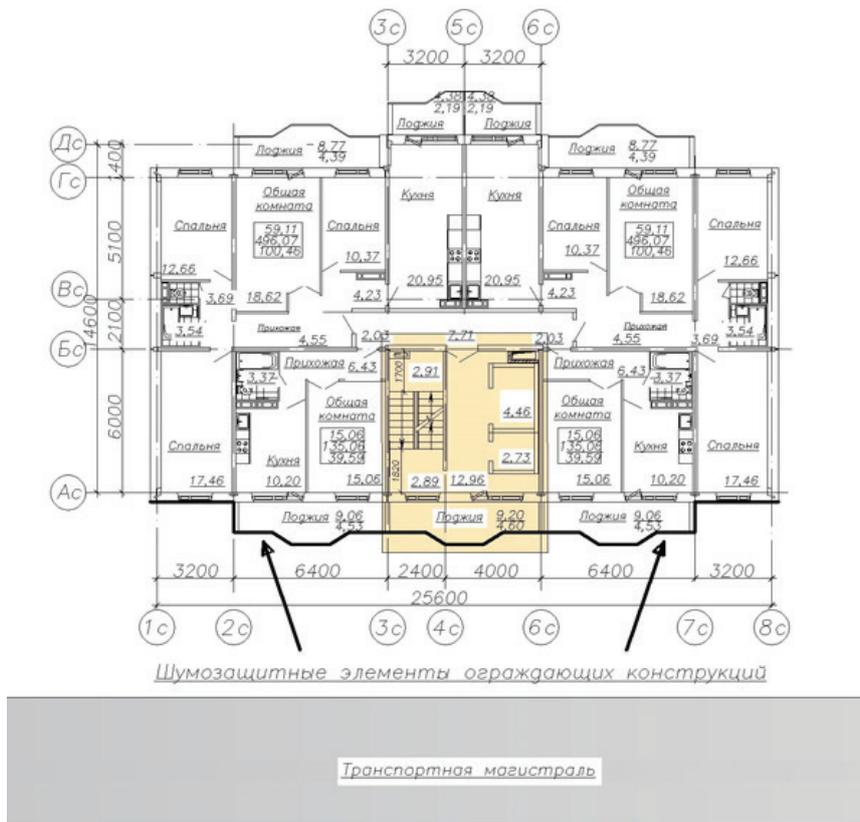


Рис. 5. План типового этажа: шумозащитный рядовой блок-секция 75-серии (широтной ориентации). Автор Т.С. Большанина

Таким образом, на примере перепланировки блок-секции 75-й серии видно, что одним из приемов шумозащиты является преобразование объемно-планировочного решения жилой квартиры. При этом его можно использовать как для существующих типовых решений в целях формирования новых жилых районов, так и при реконструкции исторической среды с уже существующей застройкой.

Шумозащитные элементы и конструкции

Для обеспечения нормативного акустического режима в жилых помещениях зданий в режиме вентиляции возможны следующие мероприятия: установка накладных светопрозрачных экранов на существующие окна, применение специальных шумозащитных окон с воздухообменным клапаном или использование стандартных окон с усиленными стеклопакетами в сочетании с клапанами, установленными в откосах оконных проемов.

Согласно определению СП 276.1325800.2016⁴, шумозащитными называются окна, обеспечивающие повышенную звукоизоляцию при одновременном обеспечении нормативного воздухообмена в помещении.

Наибольшей звукоизоляцией обладают специальные шумозащитные окна в раздельных переплетах с воздухообменным клапаном. На базе Томского государственного архитектурно-строительного университета были разработаны и испытаны теплозвукоизоляционные окна с воздухообменными клапанами (рис. 5) (Патент № 2170802 [4]). Конструкции окон имеют трехслойное или, при необходимости, четырехслойное остекление в раздельных переплетах и приставной клапан, обеспечивающий естественное или принудительное (приток или вытяжка) движение воздуха по каналу или через межстекольное пространство (рис. 6). В последующих модернизациях вентилируемых окон воздухообмен осуществляется только через воздухообменный клапан с естественным (преимущественно зимой) и искусственным побуждением.

Благодаря использованию шумозащитных окон с воздухообменными клапанами при строительстве, реконструкции и эксплуатации магистральных улиц для зданий первой линии застройки можно соблюсти санитарные требования к акустическому режиму и внутреннему климату помещений [4].

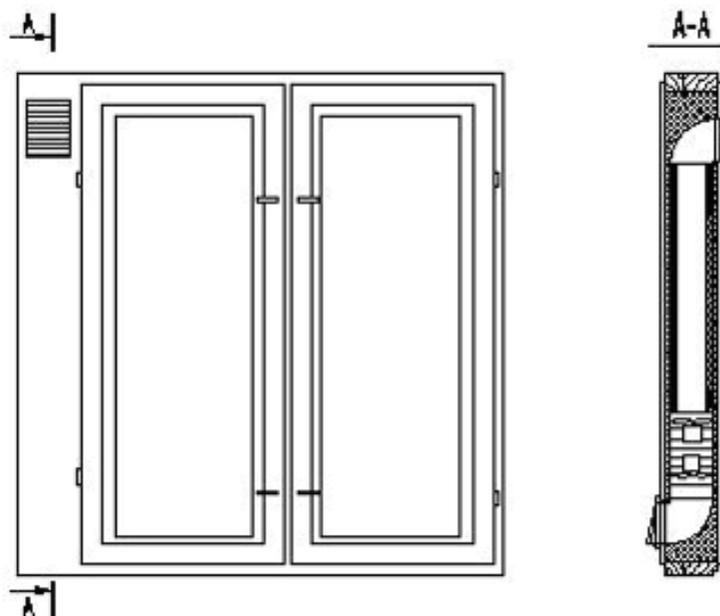


Рис. 6. Теплозвукоизоляционное окно с воздухообменным клапаном [4]. (Патент № 2170802)

Шумозащитный экран – это любое препятствие, размещенное между источником шума и защищаемым объектом [5] и одно из самых распространенных и эффективных строительно-акустических мероприятий, применяемых на городских и пригородных территориях. Разнообразие и классификация шумозащитных экранов подробно представлена в СП 276.1325800.2016. На рис. 7 представлены типы экранов. Акустическая эффективность экрана зависит от ряда его показателей: высоты, длины и звукоизоляционных качеств [5], а также от формы самого экрана [6].

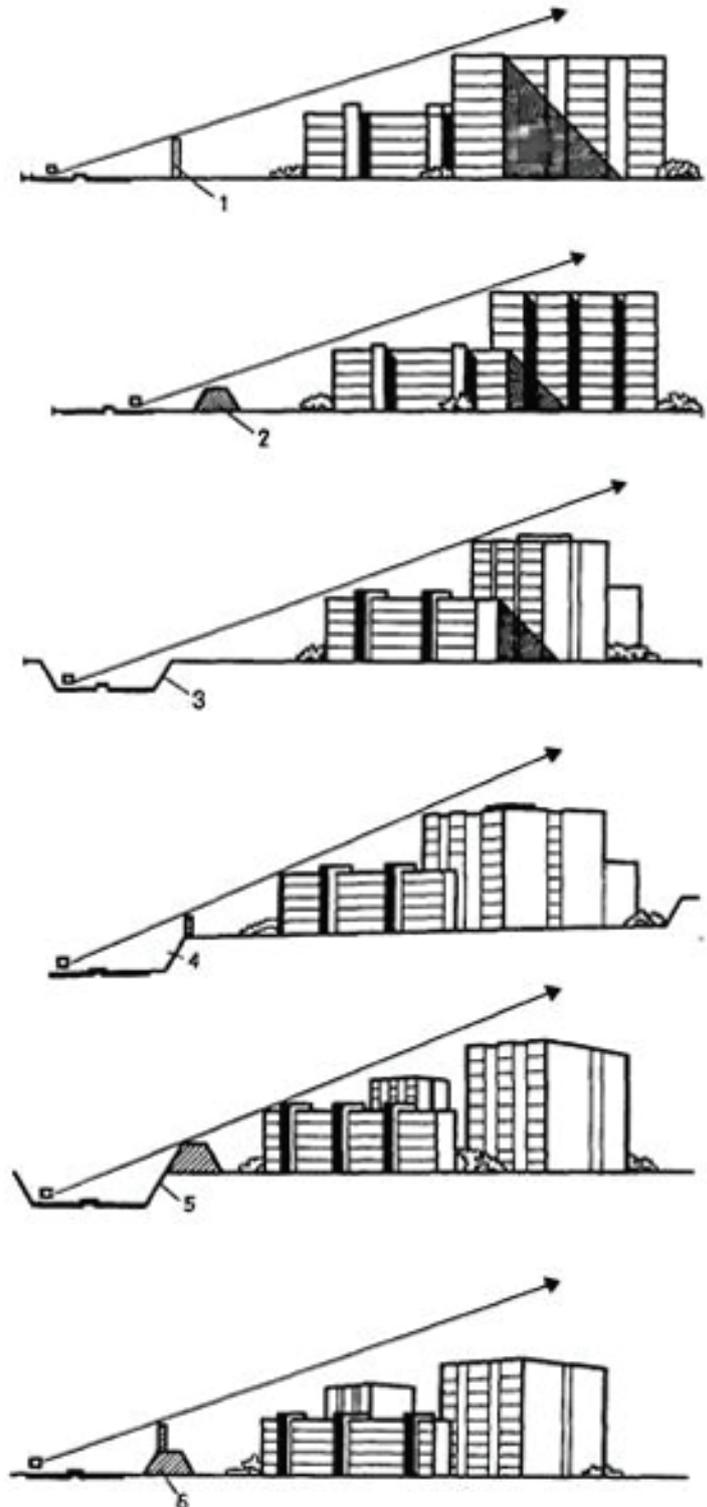


Рис. 7. Типы экранов: 1 – экран-стенка; 2 – экран-насыпь; 3 – экран-выемка; 4 – экран-терраса; 5, 6 – экраны комбинированные (5 – выемка с насыпью или со стенкой, 6 – насыпь со стенкой); 7 – экран-галерея; 8 – экран-тоннель; 9 – экран-здание нежилого назначения; 10 – экран – шумозащитный жилой дом [5]

В общем случае под экраном понимают искусственно созданные сооружения и/или естественные элементы рельефа, препятствующие распространению шума (рис. 7). В качестве искусственно созданных сооружений выступают придорожные подпорные и ограждающие стенки, насыпи, откосы выемок и специальные шумозащитные сооружения: галереи, тоннели, шумозащитные здания и другие. Зеленые насаждения, холмы и овраги относятся к естественным элементам рельефа.

Административные регламенты

Существует еще один метод снижения автомобильного шума – административный. К административному относят следующие меры: ограничение скоростного режима на главных магистралях, организация одностороннего движения, запрещение сквозного и грузового движения. Такие методы эффективны в структуре средних населенных пунктах, где поток автомобильного транспорта пересекает жилые зоны протяженностью 3–4 км. В населенных пунктах, длина которых не более 2 км, водители грузового и пассажирского транспорта не успевают вовремя снизить скорость. Кроме этого, расстояния между этими поселениями очень незначительны и снижение скоростного режима значительно уменьшит пропускную способность автомагистралей.

Заключение

Выбор шумозащитных мероприятий основывается, в первую очередь, на его эффективности, поэтому он не может быть осуществлен без привязки к местности.

Например, при реконструкции транспортной развязки с целью увеличения ее пропускной способности на примамгистральной территории возрастет шумовая нагрузка. Использование шумозащитных экранов при двусторонней застройки нецелесообразно, так как с помощью экрана можно достичь нормативно допустимых значений уровня шума на территории за экраном и на нижних этажах. В этом случае вариант с заменой оконных проемов на шумозащитные будет эффективнее [7].

Для малых и средних населенных пунктов, расположенных на некотором удалении от магистральных дорог, можно применять протяженные шумозащитные павильоны обслуживающего характера. В качестве таких сооружений могут выступать магазины, кафе, автоцентры, остановочные павильоны и гостиничные комплексы, которые будут использоваться жителями населенного пункта и транзитными пользователями, в случае размещения их на федеральных трассах (рис. 8). Из-за близкого расположения к источнику шума высота таких павильонов может быть небольшой. Для увеличения звуковой тени за малоэтажным зданием-экраном на крышах павильонов можно устанавливать дополнительные экраны-вывески (рис. 9). Такой вариант шумозащитного мероприятия будет привлекателен для инвесторов и административных органов [8].

В случае, если федеральная трасса проходит через малое или среднее поселение, где преобладает одно- и двухэтажная застройка и расстояние от края проезжей части до линии застройки первой линии около 10 м, то целесообразно совмещение шумозащитного экрана с ограждением территории индивидуальной застройки [8, 9]. Например, традиционные ограждения усадьбы XIX в. в виде вертикального или горизонтального заплота с въездными воротами. На рис. 10 показан жилой дом XIX века, изначально расположенный вдоль колёсного сухопутного тракта. Здесь к шумозащитным элементам относятся ставни и наличники на оконных проемах, тесовая обшивка бревенчатого сруба и ограждение в виде двух слоев досок.

Внутренняя часть ограды выполнена из вертикальных мелкогабаритных сборных элементов, а внешний (уличный) слой набран из широкой горизонтально набитой доски-заплота. Такое ограждение существенно снижает шумовое загрязнение. Не менее важна объемно-пространственная характеристика таких ограждений, т. е. высота и ширина полотен – она должна быть на уровне верхней отметки оконного проема. Среди обследованных населенных пунктов наиболее оптимальное решение было встречено в селе Степной Дворец Кабанского района Забайкальского края (рис. 11).

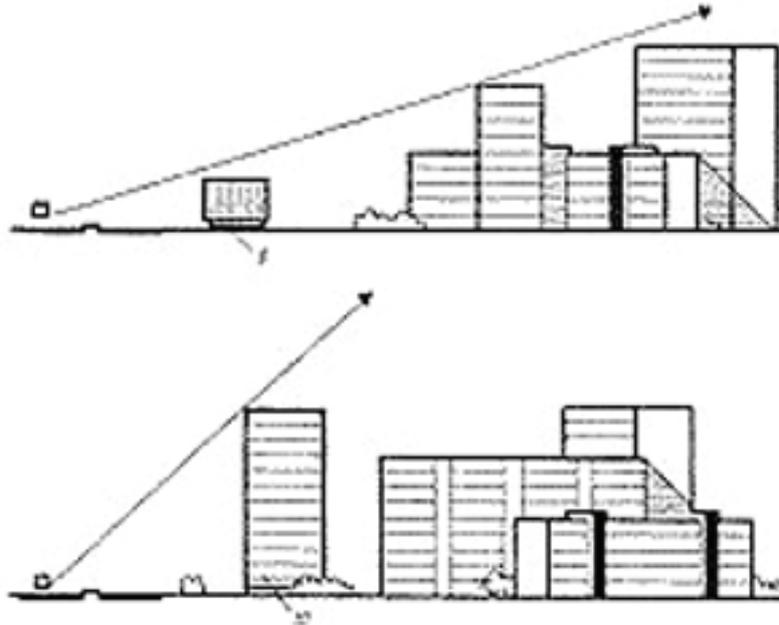


Рис. 8. Графическое изображение эффективности применения малоэтажных зданий-экранов [8]

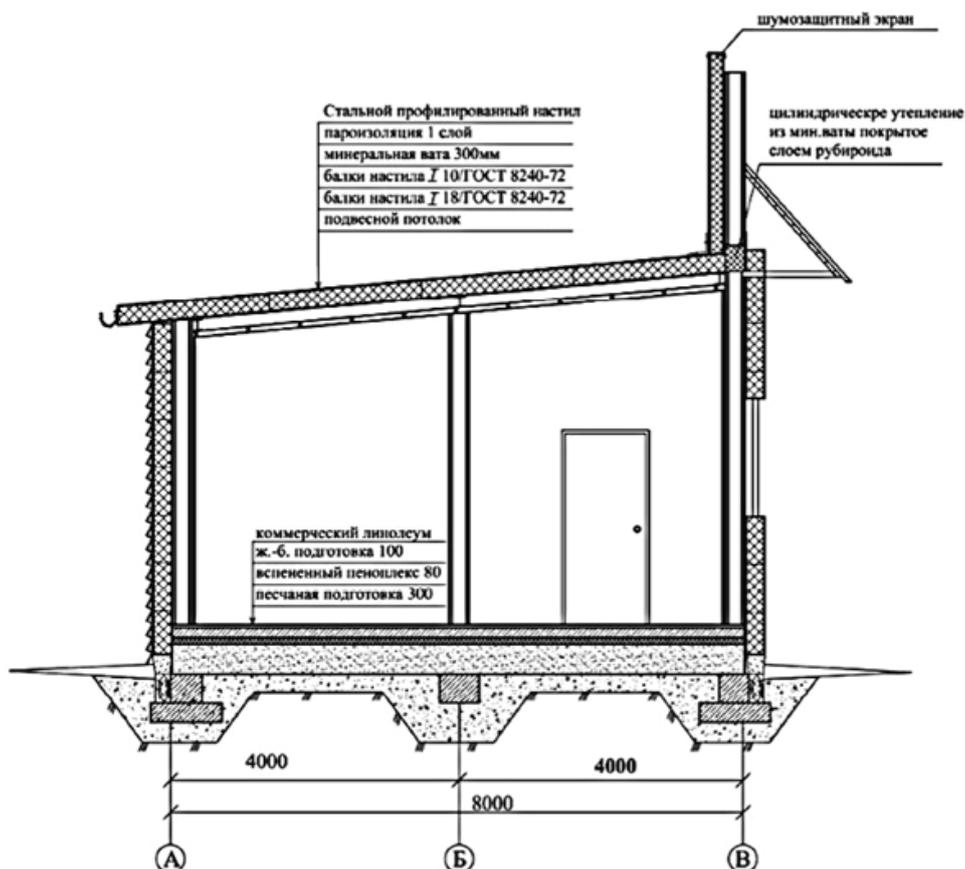


Рис. 9. Поперечный разрез по малоэтажному зданию-экрану [8]



Рис. 10. Жилой дом XIX в., Забайкальский край, д. Фофонова. Фото О.Г. Литвиновой. 2019



Рис. 11. Жилой дом XIX в. Забайкальский край, с. Степной Дворец. Фото О.Г. Литвиновой. 2019

В данном случае высота ограждающих элементов достаточна для достижения на внутридворовой территории нормативно допустимого уровня шума от близко расположенной трассы. На рис. 12 приведен пример расположения хозяйственной надворной постройки в структуре ограждения усадьбы. Планировочный подход к формированию индивидуальной усадьбы, где хозяйственные постройки вынесены на красную линию вдоль магистрали, также не менее эффективно позволяет добиться защиты от шумовых полей.



Рис. 12. Жилой дом XIX в. Забайкальский край, с. Степной Дворец. Фото О.Г. Литвиновой. 2019



Рис. 13. Жилой дом XIX в. Иркутская область, с. Тальцы. Архитектурно-этнографический музей «Тальцы». Фото О.Г. Литвиновой. 2019

Художественно-эстетический вид шумовых экранов для исторической застройки – это всегда очень острая тема в дискуссиях среди архитекторов. Современные конструкции, их материал и цветовые решения не позволяют сохранить образ придорожной русской деревни. С одной стороны, они защищают жителей от скоростных магистралей, с другой – полностью закрывают исторический ландшафт, тем самым снижая ценностные характеристики восприятия среды. Используя опыт строительства притрактовых деревень, особенности архитектурно-стилистических решений ограждающих конструкций, можно решить современную проблему шумозащиты малых и средних населённых пунктов Сибири (рис. 13), не нанося вреда архитектуре селений.

Анализ традиционных ограждающих элементов исторической застройки, расположенной вдоль магистралей, показал, что для защиты исторических поселений от высокой шумовой нагрузки могут быть использованы такие элементы, как деревянные заборы в качестве шумовых экранов, а наличники, ставни и обшивка – в качестве инженерных элементов защиты зданий. Соответственно, при организации новых и реконструкции исторических поселений следует применять комплексный подход для достижения комфортных условий жизни.

Примечания

¹ ГОСТ 23337-2014 (ISO 1996-1:2003, ISO 1996-2:2007). Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий. – М.: Стандартинформ, 2015. – 20 с.

² СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. – М.: 1996

³ СП 276.1325800.2016. Здания и территории. Правила проектирования защиты от шума транспортных потоков. – М.: Минстрой России, 2016. – 160 с.

⁴ СП 276.1325800.2016. Здания и территории. Правила проектирования защиты от шума транспортных потоков. – М.: Минстрой России, 2016. – 160 с.

Библиография

1. Литвинова, О.Г. Формирование антропогенного ландшафта в прибрежной зоне Обь-Енисейского водного пути XVIII–XIX вв. (Обской бассейн) / О.Г. Литвинова // Вестник Томск. гос. арх.-строит. ун-та. – 2019. – Т. 21. – № 5. – С. 53–61.
2. Заборщикова, Н.П., Пестрякова, С.В. Шум города. Оценка и регулирование шумового режима селитебных территорий: учеб. пособие / Н.П. Заборщикова, С.В. Пестрякова. – М.: АСВ; СПб.; СПбГАСУ, 2004. – 112 с.
3. Николов, Н. Теория квазицилиндрических волн и методы расчета транспортного шума: Проектирование защиты городских зданий от транспортного шума на основе теории квазицилиндрических волн / Н.П. Заборщикова, С.В. Пестрякова Palmarium Academic Publishing, 2012. – 273 с.
4. Овсянников, С. Н. Теплозвукоизоляционное окно с воздухообменным клапаном: Патент на изобретение № 2170802, 13.04.2000.
5. Осипов, Г.Л. Защита от шума в градостроительстве. Под ред. Осипова Г.Л. / Г.Л. Осипов, В.Е Коробков., А.А. Климухин и др. – М.: Стройиздат, 1993. – 96 с. (Справочник проектировщика)
6. Аистов, В.А., Шубин, И.Л. Исследования влияния формы шумозащитного экрана на его акустическую эффективность / В.А. Аистов, И.Л. Шубин // Academia. Архитектура и строительство. – 2009. – № 5. – С. 200–208.
7. Овсянников, С.Н. Защита жилой застройки от шума при реконструкции транспортных магистралей г. Томска / С.Н. Овсянников // Academia. Архитектура и строительство. – 2009. – № 5. – С. 128–131.
8. Овсянников, С.Н., Большанина, Т.С. Климатические возможности применения шумозащитных экранов в условиях Сибири / С.Н. Овсянников, Т.С. Большанина // Строительство и реконструкция. – 2015. – № 4 (60). – С. 119–123.
9. Дьяков, И.М. Проблемы применения шумозащитных экранов на городской территории и пути их решения / И.М. Дьяков // Строительство и техногенная безопасность. – 2005. – № 10. – С. 131–133.



Лицензия Creative Commons

Это произведение доступно по лицензии Creative Commons «Attribution-ShareAlike» («Атрибуция - на тех же условиях»).

4.0 Всемирная

Дата поступления: 21.10.2020

INTEGRATED NOISE CONTROL SOLUTIONS FOR DEVELOPING AND MAINTAINING A COMFORTABLE ENVIRONMENT IN MEDIUM AND SMALL TOWNS IN SIBERIA

Bolshanina Taisya S.

Doctoral student, Senior Instructor, Civil and Industrial Architecture,
Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering
Russia, Tomsk, e-mail: bolshaninats@gmail.com

Litvinova Olga G.

PhD. (History), Associate Professor, Theory and History of Architecture.
Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering
Russia, Tomsk, e-mail: litvinovaolga1982@gmail.com

УДК: 699.844.3+ 699.844.1

ББК: 38.113.22

DOI: 10.47055/1990-4126-2020-4(72)-4

Abstract

The study is devoted to improving the quality of life in Siberian medium and small settlements through a range of noise control solutions. Field studies carried out in 2019 and 2020 revealed a problem of noise pollution in these settlements caused by highways cutting through their planning structure and industrial facilities set up in the immediate vicinity of residential buildings. Modern methods of protecting residential buildings against noise were considered and the noise control experiences of historical settlements were reviewed. The consideration of available engineering solutions along with cultural heritage restoration and reconstruction technologies suggested a range of actions to protect residential buildings located in the immediate vicinity of highways against noise.

Keywords:

urban planning, architecture, noise control solutions, sound-proof buildings, noise control windows

References

1. Litvinova, O.G. (2019) Formation of an anthropogenic landscape in the coastal zone of the Ob-Yenisei waterway in the 18th – 19th centuries. (Ob basin). Bulletin of the Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering, Vol. 21, No. 5, pp. 53–61. (in Russian)
2. Zaborshchikova, N.P, Pestryakova. S.V. (2004) City noise. Assessment and regulation of the noise regime in residential areas. Moscow: ASV; SPb.; SPbGASU. (in Russian)
3. Nikolov, N. (2012) The theory of quasi-cylindrical waves and methods for calculating traffic noise: Designing the protection of urban buildings from traffic noise based on the theory of quasi-cylindrical waves. Palmarium Academic Publishing. (in Russian)
4. Ovsyannikov, S.N. (2000) Heat and sound insulating window with an air exchange valve. Patent for invention No. 2170802, 13.04.2000. (in Russian)
5. Osipov, G.L., Korobkov, V.E., Klimukhin, A.A. et al. (1993) Protection against noise in urban planning. Moscow: Stroyizdat. (in Russian)

6. Aistov, V.A., Shubin, I.L. (2009) Investigations of the influence of the shape of the noise-protective screen on its acoustic efficiency. *Academia. Architecture and Construction*, No. 5, pp. 200–208. (in Russian)
7. Ovsyannikov, S.N. (2009) Protection of residential buildings from noise during reconstruction of transport highways in Tomsk. *Academia. Architecture and Construction*, No. 5, pp. 128–131.
8. Ovsyannikov, S.N., Bolshanina, T.S. (2015) Climatic possibilities of using noise barriers in Siberian conditions. *Construction and Reconstruction*, No. 4 (60), pp. 119–123. (in Russian)
9. Dyakov, I.M. (2005) Problems in the use of noise screens in the urban area and ways to solve them. *Construction and Technogenic Safety*, No. 10, pp. 131–133. (in Russian)