

В качестве защитных мероприятий от дочерних продуктов изотопов радона можно с успехом применять полимерные материалы, эмульсионные и масляные краски, системы вентиляции, обеспечивающие необходимый воздухообмен.

Многие полимерные материалы, даже тонкие пленки, плохо проницаемы для радона, поэтому применение моющихся сортов обоев может значительно снизить скорость эксхалации  $^{220}\text{Rn}$  и полностью -  $^{220}\text{Rn}$  из стен. Скорость эксхалации радона можно существенно уменьшить за счет покрытия стен и потолка эмульсионными и масляными красками.

Скорость поступления радона из почвы под зданием может быть снижена за счет герметизации пола и за счет проветривания (вентиляции).

## ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Крикунов Г. Н., Беликов А. С., Залуин В. Ф., Довгаль В. Н. Безопасность жизнедеятельности.- Уко ИМА-пресс, Днепропетровск.- 1995.- ч.3.- 196с.
2. Запрудин В. Ф., Беликов А. С., Гупало О. С., Пилипенко А. В., Савицкий Н. В. Радиационная безопасность зданий с учетом инновационных направлений в строительстве / под ред. Д.т.н., проф. А.С. Беликова.- Д.: Баланс-Клуб, 2009.- 352с.
3. Гупало О. С., Беликов А. С., Денисенко В. И., Шаломов В. А. Радиационная безопасность применяемых строительных материалов / Строительство, материаловедение, машиностроение.- 2008.- Вып.46.- С.21-26.

УДК628.517.2:711(035.3)

### К ВОПРОСУ СНИЖЕНИЯ ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЯХ

А.С. Беликов, д.т.н., проф., Е.П. Самойлюк, к.т.н., доц., Л.А. Чередниченко, к.т.н., доц., С.В. Нестеренко\*, соиск., Г.Г. Капленко, к.т.н., доц.

\* ГВУЗ «Харьковская национальная академия городского хозяйства»

**Ключевые слова:** шум, шумозащита, ущерб, уровень звука, карта шума.

**Актуальность.** Одним из негативных факторов, которые сегодня прогрессируют в мире, является шум. Поэтому в законодательных актах многих стран мира закреплено возмещение ущерба, причиняемого (причиненного) здоровью и имуществу граждан в результате загрязнения окружающей среды от неблагоприятного воздействия, вызванного деятельностью предприятий, иных источников хозяйственной и иной деятельности, приводящих к загрязнению окружающей среды (домов, квартир) шумом, возникающим в результате хозяйственной, спортивной, культурной и иной деятельности людей (общества).

Возмещение вреда, причиняемого здоровью граждан в результате шумового загрязнения среды, можно ориентировочно определять, используя таблицу 1.

Таблица 1

Ориентировочная величина годового экономического ущерба от шумового загрязнения окружающей среды,  $U_0$ , руб/чел в год

$L_{\text{экв}}$ , дБА	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
$U_0$ , руб/чел в год	0	1	8	19	48	92	158	263	426	693	1120	1807

**Примечание:** для перевода значений в грн. эти данные нужно умножить на 8.

**Анализ исследований и публикаций.** Указанные значения годового экономического ущерба от шумового загрязнения жилой застройки обосновали в результате совместной работы Г.Л. Осипов (НИИСФ), Б.Г. Прутков (ЦНИИП градостроительства), И.А. Шишкин (МИСИ им. Куйбышева), И.Л. Карагодина (ин-т им. Ф.Ф. Эрисмана), Е.П. Самойлюк (ВИСИ). Для Украины они пересчитаны Е.П. Самойлюком.

**Постановка проблемы.** Фактически эти расходы могут оказаться значительно больше, т.к. шум может стать причиной повреждения имущества, строительных объектов; он может вызвать дополнительные расходы при восстановлении нарушенных прав; шум может

уменьшить ожидаемые величины потенциальных доходов. В конце концов, шум может стать причиной аварий и преждевременных смертей людей различного возраста и потенциальных возможностей.

К этому следует добавить ущерб, который может понести общество от косвенного воздействия шумового режима окружающей среды. При этом отметим, что шум (транспортного потока или др.) сам по себе как бы может не наносить прямого экономического ущерба (воздействия), но нанести значительный ущерб экономике. Еще не получило экономической оценки снижение эстетической ценности зашумленной природной территории и рекреационной ценности рассматриваемой местности. Отметим, что предполагаемый экономический ущерб от шумового загрязнения специалисты сегодня учитывают только от воздействия проживающего населения. Полная комплексная оценка экономического ущерба от шумового загрязнения пока отсутствует.

Заметим, что любой экологический ущерб, вызванный воздействием источников шума превращается в экономический и наоборот. В рассматриваемой нами проблеме экологический ущерб (неполадки) превращается в экономический. Экономический ущерб можно также подразделить на два вида:

1. Ущерб, вызванный нарушением проектных решений;
2. Ущерб, вызванный нарушением технических и технологических решений, организации работ.

Таким образом, предприятия и городской транспорт являются не только объектами, помогающими нам в нашей жизнедеятельности, но и объектами, которые могут быть охарактеризованы определенной степенью загрязнения окружающей среды.

Следует учитывать еще одно обстоятельство. Шумовой режим, которому сейчас, к сожалению, не уделяется достаточного внимания (в силу разных причин), как это было в 50-70-е годы прошлого столетия, может иметь различное значение, в зависимости от конкретной ситуации по планировке и застройке примагистральных территорий. Например, рассмотрим два варианта планировки и застройки территории. Пусть по первому варианту мы имеем улицу I категории, по второму – 4 категории, а приемы их застройки одинаковы. Заранее можно сказать, что в первом варианте мы будем иметь значительно больший экономический ущерб, нежели по второму. Высокая вероятность загрязнения шумом окружающей среды в первом варианте становится одним из важнейших вопросов экологического аудита.

**Постановка задачи и ее решение.** В этом случае очень серьезной проверке должен быть подвержен принятый вариант по поперечному сечению магистральной улицы. Обеспечение возмещения отражательных последствий шумового загрязнения примагистральных территорий и определение, как следствие, величины экономического ущерба является необходимой задачей, решаемой в процессе реального проектирования.

Разработка методов экономической оценки экологического ущерба имеет и другое назначение: совершенствование экономического механизма воздействия на нарушителей природоохранного законодательства, защита природных объектов от уничтожения в процессе хозяйственной деятельности и создание материальной и финансовой основы для компенсации вреда, уже нанесенного природе и жителям города.

Активная роль градостроительства в решении задач совершенствования экологической обстановки в стране определяет необходимость повышения эффективности градостроительного проектирования. Особенно важной представляется проблема укрепления экологической дисциплины на этапе проектных изысканий. От степени экологической обоснованности принимаемых проектов зависит не только будущее состояние окружающей среды в городе, но и величина возможных будущих общественно необходимых затрат труда и средств на ликвидацию отрицательных последствий, возникающих из-за дискомфорта по различным факторам, в т.ч. из-за шума.

Действующие на современном этапе нормативные документы, касающиеся проектирования объектов, предусматривают осуществление шумозащитных мероприятий. Поэтому считается, что архитекторы, градостроители должны учитывать в своей деятельности рассматриваемую проблему. Фактическое состояние шумового режима наших городов убеждает в обратном. Сегодня приходится говорить все больше и больше о тех издержках при проектировании, которые во многих случаях практически делают объекты непригодными для жизнедеятельности. Исправлять подобные ошибки после застройки слишком дорого.

Такое положение объясняется тем, что подобные требования первоначально были записаны только в СНиП на проектирование жилых и общественных зданий. Эти требования касались вопросов звукоизоляции и звукопоглощения.

Требования по шумозащите были внесены в СНиП II-60-75 (§§ 1.П. 2.6; 3.5; 4.9; 4.19; 8.4 и др.). Так в §5.27 записано: «Планировку и застройку селитебной территории городов и других населенных пунктов осуществлять с учетом обеспечения уровней шума в пределах санитарных норм допустимого шума в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки. В целях снижения уровней шума должен проводиться комплекс мероприятий градостроительного, конструктивного и организационно-административного характера: расположение в планировочной структуре города промышленных предприятий, аэродромов, транспортных магистралей и сооружений и пр., исходя из максимального ограничения распространения шума: применение планировочных и объемно-пространственных решений застройки, эффективно использующих шумозащитные качества городской среды и ограждающих конструкций зданий и сооружений; регламентация пропуска всех видов транспорта по магистральным улицам и дорогам: регламентация мест расположения и времени работы создающих шум агрегатов и механизмов».

Продолжение последовало в СНиП II-12-77, где в главе 10 «Селитебная территория городов и других населенных пунктов» даны характеристики в дБА некоторых основных источников городского шума, достаточно исследованных к тому времени, и пути снижения уровней звука в жилой застройке с помощью экранов, зеленых насаждений и некоторых конструкций окон.

Факт разработки СНиП II-12-77 сыграл положительную роль в деле активизации проектировщиков на борьбу с городским шумом. Однако в нормативе много недоработок в вопросах шумозащиты. Происходило это по причине отсутствия подготовленных специалистов в области градостроительной акустики.

Вторая причина такого положения – отсутствие разработок и рекомендаций методологического плана. В процессе проектирования возникают вопросы, на которые не так просто найти ответы. Например, каков полный перечень средств шумозащиты? Каковы расчетные уровни звука большинства источников шума, не указанных в СНиП II-12-77? Как подобрать геометрические параметры шумозащитного экрана? Сколько стоит то или иное средство шумозащиты в укрупненных показателях? Какова ширина оптимальной санитарно-защитной зоны между источником шума и объектом защиты? Как подсчитать экономический ущерб от городского шума для конкретного объекта? Как построить карту шума микрорайона? Каковы критерии оценки деятельности проектировщика? Какова стоимость разработки в проекте раздела по шумозащите? Как осуществить надежный прогноз шумового режима на 20-25 лет вперед?...

Возможных социальных и экономических потерь можно избежать, если проблемой шума конкретно заниматься на всех стадиях проектирования. Однако, в настоящее время, проектировщику это делать невыгодно. Одна из причин – отсутствие оперативных методов оценки социальных, экологических и экономических условий и последствий в рассматриваемом варианте проекта. Оценка этих факторов с помощью существующих методов сложна и трудоемка, знания же проектировщиком задач и возможностей градостроительной акустики во многих случаях ограничены.

Современной градостроительной наукой и практикой уже накоплен определенный объем знаний, который способствовал авторам в разработке экспресс-методики оценки результатов проектирования города на всех стадиях с учетом шумового режима.

Реализация большинства предлагаемых решений проблемы снижения шума в городах находит свое отражение в генеральной схеме шумозащиты в градостроительстве. Такой подход базируется на системе управления и регулирования шумового режима в городах и дает возможность выбрать правильное решение, понять взаимосвязь между параметрами, определяющими состояние шумовой обстановки в городской среде, и, тем самым, создать предпосылки для всестороннего учета этих взаимосвязей и определения верной стратегии.

В основе генеральной схемы шумозащиты лежит один из важнейших на сегодняшний день принципов – улучшение или, хотя бы, сохранение окружающей городской среды путем разработки такой системы регулирования ее акустического состояния, которая бы позволила свести к минимуму ущерб от шумового загрязнения. При этом должны полностью

удовлетворяются социальные потребности населения в создании наиболее благоприятных условий для труда, быта и отдыха людей.

**Методика исследования.** Стратегия достижения поставленной цели заключается в разработке основ сравнения существующего состояния городской среды с предполагаемым, и выборе приоритетного варианта комплекса шумозащитных мероприятий. При этом предлагаемое акустическое состояние городской среды должно обеспечивать взаимодействие человека и среды на оптимальном уровне. "Оптимальный уровень" в данном случае понимается как взаимодействие человека и среды, базирующийся на показателях установленного или достижимого в настоящее время стандарта.

Для решения данной задачи автором систематизированы градостроительные меры шумозащиты и оценена их эффективность, как в акустическом, так и в социально-экономическом аспектах.

Известно, что акустический комфорт на городских территориях может достигаться путем применения технологических, эксплуатационных, градостроительных (архитектурно-планировочных) и строительно-конструктивных средств защиты от шума. К шумозащитным мерам можно отнести также действия законодательного и организационно-управленческого характера. Чтобы быть последовательным в дальнейшей систематизации всех мер защиты от шума и облегчить порядок их выбора, представляется целесообразным выделить *приемов шумозащиты, методов шумозащиты и средств шумозащиты.*

К основным мероприятиям, которые могут повлиять на шумовой режим городских территорий, следует отнести: преобразование систем расселения; рациональное развитие населенных мест; совершенствование их пространственно-планировочной структуры, функционального зонирования территорий, транспортных систем, организации движения; рациональную планировку, застройку и благоустройство городских территорий, использование естественного рельефа и подземного пространства; применение экранирующих сооружений, шумозащитного озеленения, специальных типов зданий жилого и нежилого назначения и т.п.

Каждое из этих мероприятий дает определенную эффективность, которую можно определить экспериментальным или расчетным путем.

Согласно СНиП II-12-77 уровень звука в расчетной точке на территории защищаемого от шума объекта  $L_{Атер}$ , дБА следует определять по формуле:

$$L_{Атер} = L_{АэКВ} - \Delta L_{Арас} - \Delta L_{АэКР} - \Delta L_{Азел} \quad (1)$$

где:  $L_{АэКВ}$  – шумовая характеристика источника шума, дБА;  $\Delta L_{Арас}$  – снижение уровня звука в зависимости от расстояния между источником шума и расчетной точкой, дБА;  $\Delta L_{АэКР}$  – снижение уровня звука экранами на пути распространения, дБА;  $\Delta L_{Азел}$  – снижение уровня звука полосами зеленых насаждений, дБА.

Уровень звука  $\Delta L_{Апом}$  в дБА в расчетной точке помещения, защищаемого от внешнего шума, равен:

$$\Delta L_{Апом} = L_{Атер2} - \Delta L_{Аок} \quad (2)$$

где:  $L_{Атер2}$  – уровень звука в 2 м от ограждающих конструкций (фасада) здания, защищаемого от шума, дБА, определяемого по формуле (1);  $\Delta L_{Аок}$  – снижение уровня звука конструкций окна, дБА, защищаемого от шума объекта.

Таким образом, расчетная формула (1) не учитывает многих мер, которые могут повлиять на уровень звука в расчетной точке. Она скорее характеризует далеко не полностью действия проектировщика при разработке ПДП жилого района или генерального плана микрорайона. Поэтому схема рассуждений и действий по формуле (1) должна быть представлена в более общем виде:

$$L_{Атер} = L_{АэКВ} - \sum_{i=1}^n \Delta L_{Аi} \quad (3)$$

где:  $L_{АэКВ}$  – ожидаемый уровень шума в расчетной точке, дБА;  $\sum_{i=1}^n \Delta L_{Аi}$  – суммарное

представление акустической эффективности  $i$ -го количества шумозащитных мероприятий, дБА.

На каждой стадии проектирования объекта может, очевидно, применяться набор  $i$ -го количества мер шумозащиты. При этом необходимо помнить, что поиск лучшего решения шумозащиты – часть градостроительной задачи, поэтому он должен осуществляться в

комплексе работ по планировке, застройке и благоустройству городов. Все решения должны проверяться с расчетом эффективности снижения уровня шума. Наиболее приемлемым документом, отображающим в градостроительном проектировании шумовой режим до и после осуществления шумозащитных мероприятий (сегодня или в будущем) является карта шума.

Карты шума урбанизированных территорий и населенных мест, разработанные на текущий период, дают нам четкое представление о шумовом режиме различных территорий и жилой застройки на сегодняшний день. Перспективные карты зашумленности городских и урбанизированных территории – это вероятное предположение о будущем шумовом режиме населенных мест с относительной степенью достоверности.

Такой целевой прогноз является гипотетической моделью шумового режима населенных мест, отображающей процесс развития города, достижение науки и техники, градостроительной теории и т.д.

Выявленные в результате прогнозирования дискомфортные ситуации отображаются в социальном развитии города в виде плана наступления на шум (генеральной схемы шумозащиты), который составляется на основе известных данных об эффективности того или иного решения по защите от шума. Альтернативные возможности защиты от шума необходимо рассматривать на всех стадиях проектирования населенных мест. Очевидно, что на каждом этапе развития и преобразования населенных мест, намечаемые текущие и завершающие мероприятия должны «сработать» с максимальной эффективностью. Существенную помощь в этом может оказать сквозной скоординированный план проектирования и осуществления мер шумозащиты на всех этапах создания материально-пространственной городской среды.

В понятие «городская среда» входит все, что образует материальную структуру города, все, что нас ежедневно окружает в городских условиях: квартиры, дома, транспортные средства, инженерные сооружения и т.д. Физические качества среды зависят не только от состояния воздушного бассейна, загрязнения почвы и воды, но и от шумового режима городских территорий. Задачи оптимизации физических факторов городской среды входят составной частью в генеральные планы развития городов, в обеспечение высокого эстетического уровня как городской среды в целом, так и городской микро- и макроструктуры.

Проектируя систему защиты в городе, необходимо выходить за пределы узконаправленных задач по борьбе с шумом и рассматривать их в контексте общих задач по оптимизации окружающей среды с учетом многих других факторов. Здесь градостроительство и градостроительная акустика должны дополнять друг друга. Их связь будет проявляться во взаимодействии и взаимовлиянии планировочной структуры города и структуры шумового режима.

Учитывая, что процесс проектирования, корректировки и осуществления генерального плана является постоянным, то и реализацию плана достижения оптимального шумового режима необходимо рассматривать как процесс непрерывный.

При разработке плана перспективных мероприятий необходимо иметь ввиду следующие аспекты:

1. Проектируется новый город – применение различных мер борьбы с шумом не ограничено.
2. Проектируется новый жилой район – возможность применение градостроительных средств по уменьшению шума частично ограничена.
3. Реконструируется город или жилой район – применение градостроительных мероприятий по уменьшению шума ограничено.
4. Реконструкция промышленного объекта и смена его целевого назначения.

Иерархическая структура и определенная последовательность принятия градостроительных решений, расчленение и обособление задач градостроительного проектирование, постановка и решение своих задач по шумозащите на каждом уровне требуют совершенствования системы информационно-логической связи в вопросах градостроительной акустики.

Общее решение шумозащиты города следует планировать с учетом общих и частных этапов и задач, равноправных и соподчиненных, из элементов задач, выделенных из общего решения.

Например, решение по применению окон повышенной звукоизоляции является частным по отношению к решению применять в застройке примагистральных территорий шумозащитные дома. Решение по применению рациональных способов организации движения на

магистральних улицах и планировку примагистральних територій можна розглядати як рівноправні, но взаємозв'язані. Очередність застосування і будівництва шумозащитних заходів і об'єктів є елементом загальної схеми по шумозащиті міста.

Очевидно, що рух інформації по шумозащиті повинен здійснюватися від загальних рішень до приватних, наприклад, від загальних завдань в генеральній схемі шумозащити міста до приватного рішення по шумозащиті якого-то мікрорайону. Узгодження загальних і приватних рішень може бути забезпечено двома шляхами: прямою передачею інформації і встановлення узгоджених критеріїв.

В деяких випадках перший шлях може виявитися єдиним можливим. Наприклад, якщо мікрорайон межує з однією магістральною вулицею або шумовим об'єктом, то рішення питань шумозащити повинно бути направлено саме на локалізацію шуму даних джерел. В цьому випадку цілі загального і приватного рішення збігаються, т.к. і в генеральній схемі шумозащити міста передбачені подібні заходи шумозащити саме від цієї частини міста.

Однак досить часто бувають випадки, коли на стадії ПДП або застройки мікрорайону, після ряду детальних уточнень, аналізу окремих конкретних факторів, шляхів і засобів досягнення допустимих рівнів звуку можуть бути прийняті з деяким відхиленням від рекомендацій генеральної схеми шумозащити міста, розроблюваної на основі усередненої інформації.

В якості узгоджувальних між приватними і загальним рішенням повинні бути визначені деякі критерії. Зручно користуватися економічними показателями, наприклад, відсотком удорожання житлового фонду через здійснення шумозащитних заходів в цілому по місту або житловому району, прийнятому в загальному рішенні. Користуючись цим показателем, т.е. не перевищуючи його, можна приймати більш раціональне рішення по шумозащиті без безпосереднього урахування рекомендацій генеральної схеми (плану).

**Висновок.** Таким чином, узгодження рішень по шумозащиті з допомогою економічних показників може забезпечити в ряду випадків додатковий економічний ефект, а так же більш гнучкий підхід до розробки шумозащитних заходів з урахування конкретних умов при прийнятті приватних рішень.

Відзначимо, що подібна схема узгодження рішень прийнята в практиці градостроїтельного проектування. Наприклад, при проектуванні застройки мікрорайону проектувальники часто приймають рішення, не передбачене на стадії ПДП, но воно узгоджується з вимогами СНиП і з встановленими економічними показателями.

Необхідно мати в увазі, що змінюючись демографічні, економічні і соціальні умови призводять до «старіння» генерального плану і настає момент корекції його. Очевидно, що в цей момент слід переглянути карту шуму міста і виправити генеральну схему шумозащити. Виникає визначене діалектичне єдинство між двома постановками завдань по шумозащиті. Чітко, що завдання другого типу призначені забезпечити найкращий і оптимальний спосіб досягнення цілей в місті і обґрунтовувати реально здійснювані заходи по шумозащиті.

Вказана ітеративна процедура зв'язки і корекції загальних і приватних завдань розвитку міста і шумозащити направлена як зверху вниз, від загальних ієрархічних рівнів до приватних, так і навпаки. Кожен ітеративний етап розтягується на ряд років, що порівнянимо з темпом накоплення змін в системі. І в результаті чергова корекція здійснюється при кількох іншій початковій ситуації, ніж попередня. Це обумовлює вплив двох процесів – перегляду перспективного плану в зв'язі з зміною плануваної системи і ітеративного переобчислення загальних і приватних градостроїтельних і планових рішень.

## ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. СНиП II-60-75 «Планировка и застройка городов, поселков и сельских населенных пунктов» - Госстрой СССР, 1975 - 67с.
2. СНиП II-12-77 «Защита от шума» - Госстрой СССР, 1977 – 69с.