

УДК 577.4

СОЦИАЛЬНЫЕ И САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ШУМА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ИХ ЗНАЧИМОСТЬ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ

А.И. ЗАПОРОЖЕЦ, О.А. КАРТЫШЕВ

В статье выполнен анализ известных исследований по оценке воздействия различных источников шума на здоровье человека. По рассмотренным материалам сделаны конкретные выводы. Предложены рекомендации для определения нормативов зонирования окрестности авиационного предприятия из условий шума. Приводятся данные по рекомендуемым зонам ограничения застройки, определенным в соответствии с нормативами.

Ключевые слова: шум, зонирование окрестности, ограничения застройки.

Введение

В настоящее время проблема борьбы с шумом, особенно с шумом окружающей среды, имеет большое социально-экономическое значение. Например, около 30% населения ЕС, или почти 120 млн. человек, подвергнуты воздействию шума транспорта (дорожного, железнодорожного и авиационного) уровнем выше 55дБА. 13 % населения ЕС подвергнуты воздействию шума транспорта уровнем выше 65дБА. В США около 8 млн. населения подвержены воздействию шума выше 65дБА (L_{dn}) [1]. 90% жителей считают шум важным фактором качества жизни в городах. Исследовательские работы по оценке воздействия шума широко проводятся в Европе, США, Японии. Если подытожить результаты анализа разнообразных видов вредного влияния шума окружающей среды, в первую очередь на человека и животных [2], можно констатировать, что:

- известные данные указывают на наличие неблагоприятных последствий влияния шума окружающей среды на поведение и здоровье животных. Однако надежные зависимости между уровнем шума (индексом шума любой структуры - или эквивалентного, или максимального, или суточного) еще не определены;
- шум окружающей среды, как правило, не вызывает постоянных потерь слуха у человека и даже временных потерь значительной степени;
- наиболее характерной реакцией на влияние шума окружающей среды является раздражение человека (неприятность шума), причем степень раздражения зависит от индивидуального характера человека, его отношения к данной ситуации (событиям излучения шума);
- шум окружающей среды, очевидно, может влиять на качество сна и его отдельные количественные показатели, особенно для пожилых людей, а также для женщин больше, чем для мужчин;
- шум окружающей среды может нарушать процесс восприятия речи и других акустических сигналов (теле- и радиопередач, например);
- шум окружающей среды вряд ли будет влиять на производительность труда, если задачи, решаемые при этом, не нуждаются в речевой связи и/или восприятии акустических сигналов, но негативные эффекты возможны для производительности решения задач, нуждающихся в особой бдительности, при серийном выполнении задач, если необходимо определенное время на реакцию исполнителя;
- результаты вредного влияния шума окружающей среды могут быть уменьшены, если есть возможность предусмотреть пиковые уровни шума;
- удаленные и долгосрочные эффекты влияния на здоровье и умственную деятельность человека возможны, но все еще строго не доказаны.

Некоторые аспекты моделирования реакции человека

Модель реакции человека на шум окружающей среды является динамической в том смысле, что она должна предусматривать наличие обратной связи. Модель определяет, что восприятие шума человеком зависит от:

- стимулирующего фактора - уровня шума;
- человеческих факторов - отношение к шумовому событию (относительно источников шума в первую очередь) и приобретенному опыту (привыкания) относительно шумового события;
- ситуационных факторов - особенностей, сопровождающих экспозицию шума окружающей среды.

Кроме того, восприятие шума может быть скорректировано такими факторами:

- значением (сущностью) звуковой информации, которая может быть сосредоточена в шумовых событиях;
- степенью (мерой) нарушения выполняемой деятельности;
- неприятностью звуков.

Модифицированное восприятие шума приводит к развитию негативных ощущений и влияет на здоровье человека. Это обычно сопровождается обратной связью - повышением уровня стресса. Стрессовые эффекты предопределяют соответствующие действия человека. Действия проявляются в виде обращения к местной власти с жалобой и/или с просьбой способствовать уменьшению шума в источнике, усилить изоляцию окон, изменить жизнедеятельность на окраинах жилищных застроек и наиболее решительный вариант - с просьбой о выезде из зашумленной зоны (зоны с уровнями шума сверх нормативных значений).

Возможное приспособление к шуму (внутреннее регулирование) включает адаптацию, послушность или изменение личного отношения к явлению, генерирующему шум, что ведет к уменьшению стресса от действия шума. Например, если человек сможет поверить в то, что авиация играет важную роль в поддержании его личного уровня жизни, возможно шум окружающей среды для него станет более сносным.

Сравнительные исследования шума различных источников показывают, что наиболее неприятным является прерывистый шум по сравнению с непрерывным (одинаковые эффекты воздействия при разнице в уровнях до 10дБА), авиационный шум по сравнению с автотранспортным и железнодорожным, что объясняется не только чувством страха, но и рядом специфических акустических параметров: большими максимальными уровнями, коротким временем нарастания и спада уровней шума самолета. В ряде случаев высказывается мнение, что оценка неприятности шума отражает умственное интегрирование суждений о неприятности источника шума в большей степени, чем величина эквивалентного уровня звука. Например, результаты опроса населения, проживающего вблизи аэропорта и автомагистрали, показали, что в 75% случаев предъявленных респондентами жалоб на условия проживания касались шума, а 68% жаловались именно на авиационный шум. Однако уровни от автомагистрали с высокой интенсивностью снижали степень раздражения от авиационного шума высоких уровней, что указывает на значение шумового фона.

Для психологического восприятия шума имеет значение число шумовых событий, определяемое интенсивностью полетов самолетов в дневное, ночное время и среднее значение за сутки. Выявлены различия в реакции раздражения на различные типы самолетов и воздушных операций. Установлено, что шум самолетов, имеющий ярко выраженные дискретные составляющие, раздражает человека сильнее, чем преобладающий широкополосный шум.

В России интенсивные исследования авиационного шума на население проводились в 70-е годы прошлого столетия. При обследовании влияния московских аэропортов на близлежащие жилые районы выявлено, что 81% жалоб населения касались авиационного шума (А.П. Путилина, 1975). Вызываемые шумом раздражения усиливаются в более возрастных группах: лица до 40 лет предъявили 50% жалоб, 41-50 лет - 74%, старше 51 года - 1%. Более остро

реагировали на шум люди с неудовлетворительным состоянием здоровья (отягощенные заболеваниями сердечно-сосудистой и нервной систем) - 95%, по сравнению со здоровыми - 60%. Время проживания существенного влияния на характер и количество жалоб не оказывало, так называемого "привыкания" к шуму не выявлено. Из всех опрошенных шум мешает полноценному отдыху - в 68% случаев, занятиям - 51%, нарушает сон - 79%, создает помехи при теле-, радиоприеме - 37%, вызывает испуг, тревогу, страх, ощущение вибрации - 22%.

Общее количество жалоб находилось в прямой зависимости от величины эквивалентного уровня звука на территории населенного пункта: с увеличением уровней шума возрастало количество жалоб и острота реакции населения. Так, при $L_{Аэкв}=56-60$ дБА жалобы на шум предъявляли 19-20% опрошенных, при $L_{Аэкв}=63-70$ дБА - 24-48%, при $L_{Аэкв}=56$ дБА - 65%. При круглосуточной работе аэропорта раздражающее действие шума резко увеличивалось: $L_{Аэкв}=68-72$ дБА в дневное время вызывали 44-53% жалоб, в ночное время такие же уровни беспокоили 78-93% жителей. Шум пролетов самолетов с максимальными уровнями $L_{Аmax}=65-75$ дБА не оказывал существенного влияния на население, количество жалоб на такой шум невелико - 13-15%, с повышением максимальных уровней шума до 80-85дБА число жалоб увеличилось до 25-38%, а уровни 95-100дБА оказались субъективно неприемлемыми по реакции большей части опрошенного населения - 63-94% жалоб.

Прослушивание максимальных уровней шума от одиночных пролетов самолетов в лабораторных условиях показало: уровни шума $L_{Аmax}=70-80$ дБА в 62% случаев отмечались как безразличные и в 32% - как терпимые. С увеличением уровня шума значительно возрастал удельный вес ответов - мешает, раздражает и соответственно уменьшалось количество безразличных оценок. 60% ответов при уровнях шума $L_{Аmax}=85$ дБА носили отрицательный характер, при $L_{Аmax}=90$ дБА их количество возрастает до 73%, а при 95дБА помимо раздражения 19% оценивали шум как непереносимый, при 100дБА - субъективно неприемлемый (88% случаев).

Одним из авторов совместно со специалистами МНИИГ им. Ф.Ф. Эрисмана (научный руководитель С.А. Солдаткина) в 1986-91гг. были проведены исследования влияния авиационного шума на население поселка "Московский", в непосредственной близости от которого проходит трасса взлетов и посадок самолетов аэропорта Внуково. При взлетах самолетов максимальные уровни звука составляют $L_{Аmax}=80-106$ дБА, эквивалентные - $L_{Аэкв}=68,5-75,3$ дБА. При заходе самолетов на посадку уровни ниже: $L_{Аmax}=60-80$ дБА и $L_{Аэкв}=49,5-61$ дБА. При взлете самолетов измерения уровня звука превышают требования ГОСТ 22283-88 как для дневного, так и для ночного времени суток, а при посадке - ночного для первой линии застройки. Вся территория поселка "Московский" из условий авиационного шума относится к зоне Г по «Рекомендациям по установлению зон ограничения жилой застройки в окрестностях аэропортов гражданской авиации из условий шума», НИИ СФ, ГосНИИ ГА, МНИИ гигиены, 1987 [3].

Анализ субъективной реакции населения, выявленной по данным анкетного опроса, показал, что в поселке совхоза "Московский" основным источником является авиационный шум, на который жалуется от 42% до 86% опрошенных, в то время как в тихом контрольном районе (Мытищи) на внешний транспортный шум предъявляют жалобы лишь 15% респондентов. Авиационный шум мешает спать, отдыхать, прослушивать радио и телепередачи, открывать окна. Кроме шума при пролете самолета (особенно при взлете) в зданиях возникает вторичная вибрация.

Анализ заболеваемости взрослого населения в целом по поселку "Московский" и поликлинике №5 в Мытищах (контрольный район) по формам отчетности в динамике за 1986-1991 гг. выявлено превышение в опытном районе по следующим классам и нозологическим формам: болезни органов дыхания, нервной системы, травмы, гипертоническая болезнь, болезни органов пищеварения (в частности, язва желудка и 12-перстной кишки) можно связать с шумом как фактор сердечно-сосудистой и нервной системы.

Углубленная разработка за 6 лет (с 1986 по 1991 гг.) заболеваемости на каждого жителя отдельных домов поселка "Московский" и контрольного дома показала, что общее количество заболеваний в опытном районе наблюдалось в целом в 2 раза больше, чем в контрольном (в подгруппах до 20 лет и 20-29 лет - в 2,0 и 1,7 раза, 30-39 и 40-49 лет - в 2,2 и 2,35 раза). В опытном районе среди болевших женщин больше, чем мужчин в 1,4-2,5 раза, особенно показательны возрастные подгруппы до 20 лет – в 1,8 раз и 40-49 лет – больше в 2,5 раза.

Заключение

Из приведенных выше материалов можно сделать следующие определенные выводы:

1. Шум может влиять на результаты жизнедеятельности человека как внутри помещений, так и снаружи. При сравнении уровней внешнего и внутреннего шума необходимо учитывать значение звукоизоляции строительных сооружений: для теплого сезона года ("окна открыты") звукоизоляция нормальной конструкции жилищного сооружения составляет 15дБА; для холодного сезона года ("окна закрыты") - 25дБА.

2. Уровень шума величиной $L_{Aэкв}=75$ дБА является порогом, обеспечивающим защиту от повреждения слуха; другие прямые риски нарушения здоровья воздействием шума - повышенное кровяное давление - $L_{Aэкв}=70$ дБА (для интервала времени 06.00 - 22.00, для дорожного и авиационного шума в жилищной застройке); общие сердечно-сосудистые заболевания - $L_{Aэкв}=65-75$ дБА; ишемические заболевания сердца - $L_{Aэкв}=70$ дБА (для интервала времени 06.00 - 22.00, для дорожного и авиационного шума в жилищной застройке).

3. Нарушение сна предупреждается при уровнях шума $L_{Aэкв}=35$ дБА и $L_{Amax}=45$ дБА в спальном комнате, но необходимо принимать во внимание и количество шумовых событий.

4. Максимальный уровень шума L_{Amax} , препятствующий восприятию речи, но обеспечивающий спокойное общение с нормальными голосовыми усилиями и 100% разборчивости речи - 45дБА.

5. Соответственно прием теле- и радиопередач, прослушивание музыкальных записей возможно при уровнях шума (препятствие приему) - 45дБА.

6. Нормальная языковая связь в школьном классе происходит при уровнях шума $L_{Aэкв}=45-50$ дБА и $L_{Amax}=55-65$ дБА.

7. Транспортный шум на уровне $L_{Aэкв}=60$ дБА, который оценивается непосредственно возле уха слушателя, не влияет на точность и эффективность умственной деятельности, например такой, как чтение или вычислительная деятельность.

8. Раздражение как интегральная характеристика реакции населения на акустическую среду также учитывается при определении нормативных значений шума. Наиболее распространенной характеристикой определения раздражения является доля населения, выраженная в процентах, испытывающая сильное раздражение от влияния шума. Например, по данным Шульца при $L_{Aэкв}=65$ дБА 13% населения испытывает сильное раздражение.

Последние исследования, выполненные под руководством Н.М.Е. Miedema [4], показывают, что авиационный, дорожный и железнодорожный шумы действуют различно (рис. 1), а авиационный шум является наиболее раздражительным.

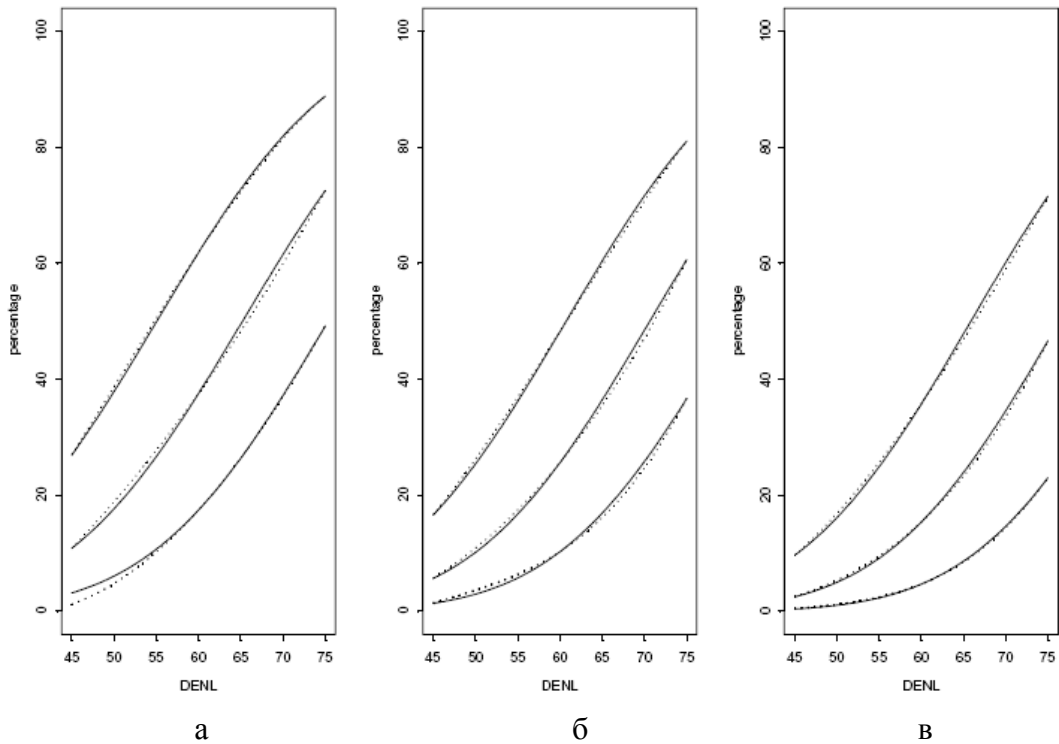


Рис. 1. Зависимости доли сильно раздраженного населения (нижняя кривая), раздраженного населения (средняя кривая) и слабо раздраженного населения (верхняя кривая) от L_{den} : а - авиационный шум; б - дорожный шум; в - железнодорожный шум

Опросы населения, проведенные под эгидой ВОЗ [5-7], о влиянии шума, в частности, авиационного шума, показывают, что именно раздражение и нарушение сна являются основными (определяющими) эффектами неблагоприятного воздействия (рис. 2).

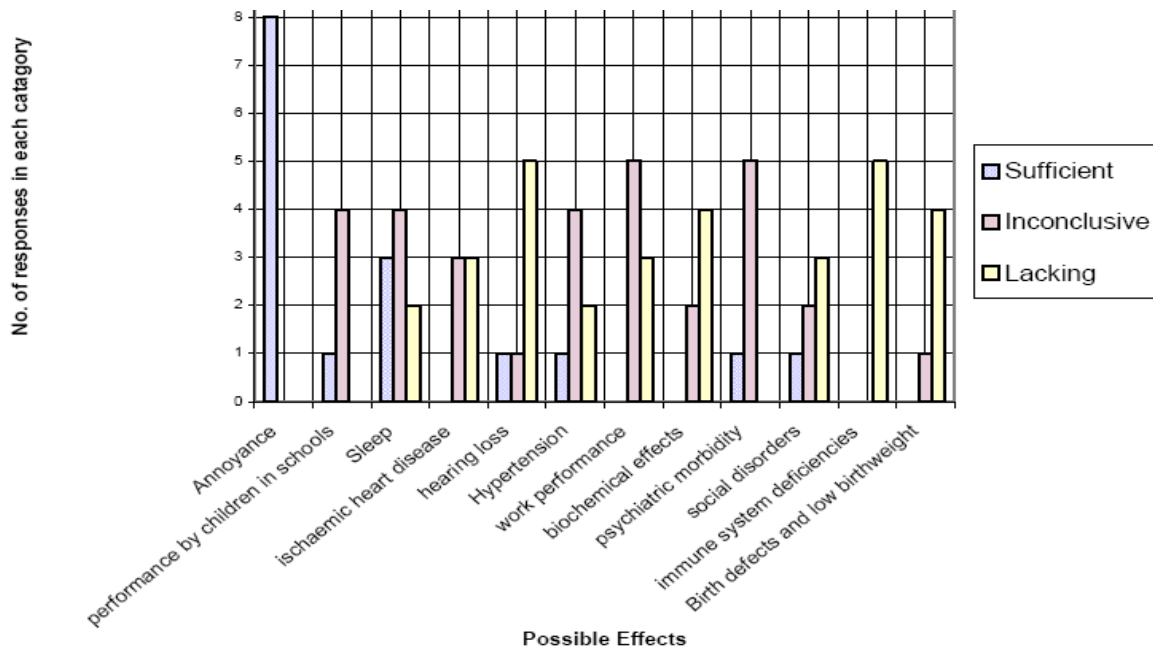


Рис. 2. Оценка эффектов воздействия авиационного шума [8]:
 annoyance - раздражение; sleep - нарушение сна; sufficient – существенно;
 inconclusive – незначительно; lacking – отсутствует

Международное согласие достигнуто относительно того, что нужно считать за недопустимые ровные экспозиции шума. В середине 1980 гг. ВОЗ совместно с Организацией экономического сотрудничества и развития (ОЕСР) определены следующие пороги для неприятности шума (наводятся в единицах дневного эквивалентного уровня $L_{Aэкв}$):

- при 55 - 60дБА шум уже вызывает раздражение;
- при 60 - 65дБА раздражение значительно увеличивается;
- при уровнях выше 65дБА образуются симптомы серьезных последствий влияния, например, в виде таких типов поведения населения, как жалобы, протесты, демонстрации.

Исходя из результатов анализа эффектов воздействия шума, рекомендаций ВОЗ к уровням шума для определенных сред, можно сделать следующие выводы (здесь L_{dn} – суточный индекс воздействия шума, учитывающий 10дБА штрафа для ночного периода экспозиции):

- ни при каких условиях уровни шума не должны превышать $L_{dn}=75$ и $L_{Amax}=105$ дБА;
- при значениях уровней шума на открытом воздухе $L_{dn}=55$ и $L_{Amax}=75$ дБА, если нет особых требований к акустическим условиям, не требуется никаких ограничений на жизнедеятельность человека;
- в диапазоне значений уровней шума на открытом воздухе $75 > L_{dn} > 55$ и $105 > L_{Amax} > 75$ дБА и в соответствующих диапазонах уровней шума в помещениях, с учетом звукоизоляции ограждений зданий и сооружений (для открытой и закрытой форточки) жизнедеятельность человека может быть допущена с ограничениями в зависимости от вида выполняемой деятельности.

По этой причине ВОЗ предложила директивные значения (для перспективного стандарта) для уровня шума окружающей среды величиной 55дБА, определяемого в течение дневного периода суток. Дополнительные рекомендуемые значения предложены и для конкретных ситуаций и помещений (табл. 1, ВОЗ, 1996), которые во многом находятся в соответствии с Санитарными нормами России [8].

Таблица 1

Рекомендуемые оценки уровней шума для определенной среды

Вид среды	Критическое воздействие на состояние здоровья	$L_{A экв}$, дБА	Базовое время, ч	$L_{A макс.}$ «быстро», дБА
1	2	3	4	5
Наружная населенная местность	Сильное раздражение, днем и ночью	55	16	-
	Умеренное раздражение, днем и ночью	50	16	-
Жилище внутри внутри спальни комнаты	Понятная речевая связь и умеренное раздражение, днем и вечером	35	16	
	Нарушение сна, ночное время	30	8	45
Снаружи спальни комнаты	Нарушение сна, открытое окно (уличные факторы)	45	8	60
Аудитории и участки школьных и дошкольных заведений, внутри	Понятная речь, нарушение процесса получения информации	45	В течение занятий	-
Дошкольные заведения, спальни комнаты, внутри	Нарушение сна	30	Во время сна	45

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5
Школа, уличные игровые площадки	Раздражение (наружный источник)	55	Во время игры	-
Больницы, палаты, внутри	Нарушение сна, ночное время Нарушение сна, днем и вечером	30	8	40
		30	16	-
Больницы, физико-терапевтические кабинеты, внутри	Помеха отдыху и выздоровлению	#1		
Промышленность, коммерческая деятельность, магазины и транспорт, внутри и на улице	Ухудшение слуха	70	24	110
Церемонии, фестивали и развлекательные события	Ухудшение слуха (постоянные посетители: <5 раз/в год)	100	4	110
Публичные выступления, внутри и снаружи	Ухудшение слуха	85	1	110
Музыка, поступающая через наушники / телефонную трубку	Ухудшение слуха (неконтролируемое для оценки)	85 #4	1	110
Импульсные сигналы игрушек Сигналы пожарных машин и работ	Ухудшение слуха (у взрослых) (у детей)	-	-	140 #2
		-	-	120 #2
Уличное пространство парковой и природоохранной зон	Нарушения покоя	#3		

#1: низко, насколько возможно;

#2: максимальное звуковое давление измеряется на расстоянии 100мм от уха;

#3: необходимо сохранять существующие области тихого уличного пространства и часть шума, вмешивающегося в природный звуковой фон, должна сдерживаться на низком уровне;

#4: через наушники, приспособленные для неконтролируемой оценки.

Данные итоги анализа могут быть положены в основу определения нормативов зонирования окрестности авиационного предприятия из условий шума, их можно представить в виде следующей табл. 2.

Анализ приведенных результатов и существующая мировая практика показывают, что для решения задач зонирования достаточно использовать суточный критерий шума, например, в виде L_{den} , который рекомендуется директивой ЕС [9]. В этом случае расчетный вариант оценки шумовой обстановки выполняется для одного периода – для суток, но с разделением на несколько интервалов – день, вечер, ночь (то есть в случае аэропорта интенсивность полетов должна быть разделена на три указанных интервала). Объем вычислительных работ сокращается в 3-4 раза, а результат анализа не теряет в своей достоверности.

Таблица 2

Требования к строительству в зависимости от уровня шума окружающей среды

L_{dn} / L_{Amax} , дБА	Новое строительство	Существующее строительство
>75/105	Сооружения сельского хозяйства, военного назначения и аэродромы Новое жилищное строительство запрещено	Жилищные и чувствительные к шуму постройки (школы, больницы, поликлиники, санатории и т.д.) требуют применения дополнительной звукоизоляции
>65/85	Жилищные и общественные постройки требуют дополнительной звукоизоляции. Новое жилищное строительство не рекомендуется	
>60/80	Новое жилищное строительство требует применения дополнительной звукоизоляции	Чувствительные к шуму постройки (школы, больницы, поликлиники, санатории и т.д.) требуют применения дополнительной звукоизоляции
>55/70	Чувствительные к шуму постройки требуют применения дополнительной звукоизоляции	

В табл. 3 приводятся рекомендуемые зоны ограничения застройки, определенные в соответствии с данными нормативами (предложены в Правилах [10]).

Таблица 3

Регламентация ограничения застройки в районе аэропорта

Вид ограничения	L_{dn}	День		Ночь	
		L_{Aeq}	L_{Amax}	L_{Aeq}	L_{Amax}
Зона, непригодная к застройке	$L_{dn} \geq 75$	≥ 75	≥ 90	≥ 65	≥ 80
Зона защиты от шума	$75 > L_{dn} \geq 65$	< 75	< 90	< 65	< 80
		≥ 65	≥ 80	≥ 55	≥ 70
Зона ограничения жилищной застройки	$65 > L_{dn} \geq 55$	< 65	< 80	< 55	< 70
		≥ 55	≥ 70	≥ 45	≥ 60
Зона без ограничения жилищной застройки	$55 > L_{dn}$	$55 >$	$70 >$	$45 >$	$60 >$

Зонирование не обязательно должно быть перманентным; его можно менять, хотя сделать это в Российской Федерации и Украине может быть довольно затруднительным в силу местной правовой системы. Зонирование обычно не имеет ретроактивного действия. Изменять зонирование с единственной целью, запретить данное землепользование, владелец которого уже вступил в свои права, как правило, невозможно. В случае, когда такое зонирование допускается, существующему землепользователю может быть разрешено в виде исключения оставаться в качестве "несоответствующего" требованию до тех пор, пока пользователь добровольно не изменит это положение на соответствующий правилам правовой статус. По этой причине зонирование наиболее эффективно применять в аэропортах, которые еще не ощутили давление со стороны застройщиков. Кроме того, использование пустующих земель должно быть увязано с рыночным спросом на предлагаемые виды деятельности, такие как торговля или промышленность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Protective Noise Levels. Condensed Version of EPA Levels Document (EPA/ONAC 550/9-74-004, March, 1974). Internet merchant, 1997.
2. Health Impact Assessment Appendices. Literature Review. Schiphol Airport. 2002.
3. Рекомендации по установлению зон ограничения жилой застройки в окрестностях аэропортов гражданской авиации из условий шума. НИИ СФ, ГосНИИ ГА, МНИИ гигиены, 1987.

4. Henk M.E. Miedema and Catharina G.M. Oudshoorn. Annoyance from Transportation Noise: Relationships with Exposure Metrics DNL and DENL and Their Confidence Intervals // TNO-PG, Leiden, The Netherlands, 2000.
5. WHO technical meeting on aircraft noise and health .Bonn Germany, 29 – 30 October, 2001 World Health Organization, 2001.
6. WHO technical meeting on sleep and health .Bonn Germany, 22-24 January, 2004 World Health Organization, 2004.
7. Report on the third meeting on night noise guidelines. Lisbon, Portugal, 26–28 April, 2005. WHO European Centre for Environment and Health, Bonn Office. World Health Organization, 2005.
8. Санитарные нормы «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки». СН 2.2.4/2.1.8.562-96.
9. Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June, 2002 Relating to the Assessment and Management of Environmental Noise (Директива 2002/49/ЕС Европейского парламента и Совета Европы от 25 июня 2002 года по оценке и регулированию шума окружающей среды), 2002.
10. Правила определения зон ограничения жилищной застройки вокруг аэропортов из условий влияния авиационного шума (проект во второй редакции) - Киев: Укрэропроект, 1996.

ENVIROMENT NOISE SOCIAL AND SANITARY ASPECTS AND THEIR IMPORTANCE FOF ECOLOGICAL NORMS SETTING

Zaporozhets A.I., Kartyshev O.A.

Some famous investigation results of the different noise sources impact on human health have been analyzed in the article. On the base of materials considered some concrete conclusions have been made. Recommendations are proposed for noise norm setting in the airport vicinity. On the base of noise norms established some restriction zones in the airports vicinity data are presented.

Key words: noise, proposed of vicinity, limitations of building.

Сведения об авторах

Запорожец Александр Иванович, 1956 г.р., окончил КИИ ГА (1979), доктор технических наук, заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности НАУ (г. Киев), автор более 50 научных работ, область научных интересов – авиационная акустика, экология воздушного транспорта.

Картышев Олег Алексеевич, 1949 г.р., окончил Ленинградский институт авиационного приборостроения (1976), кандидат технических наук, директор авиационного экологического центра ФГУП ГосНИИ ГА, автор более 50 научных работ, область научных интересов – авиационная акустика, экология воздушного транспорта, история гражданской авиации.