

СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМЫ АКУСТИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ, ПРИЛЕГАЮЩИХ К АЭРОПОРТАМ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ, ТЕРРИТОРИЙ

Семашко П.В., Яригин А.В., Стеблій Н.М.

*Государственное учреждение «Институт общественного здоровья им.
А.Н.Марзеева НАМН Украины»
Украина, г. Киев*

В данной статье рассматривается проблема акустического загрязнения авиационным шумом жилых, прилегающих к аэропортам гражданской авиации, территорий. Показаны современные варианты решения этой проблемы на основе сбалансированного подхода. Делается предположение о том, что основной причиной продолжающегося роста жалоб населения на пролетный шум самолетов гражданской авиации является вторжение жилой застройки на прилегающие к аэропортам территории. Предлагается ориентировочный метод расчета ожидаемых на территориях максимальных уровней звука.

Ключевые слова: авиационный шум; сбалансированный подход; жилая застройка; расчет максимальных уровней звука.

MODERN APPROACH TO SOLVING THE PROBLEM OF ACOUSTIC POLLUTION, ADJUSTING TO AIRPORTS OF CIVIL AVIATION, TERRITORIES

Semashk P.V., Yarigin A.V., Stebly N.M.

*State Institution "Institute public health them. A.N. Marzeeva NAMS of
Ukraine",
Ukraine, Kiev*

This article deals with the problem of acoustic pollution by aviation noise of residential areas adjacent to civil aviation airports, territories. Showing modern solutions to this problem based on a balanced approach. It is assumed that the main reason for the continuing growth of complaints from the public about the transit noise of civil aviation aircraft is the invasion of residential buildings in the areas adjacent to airports. An approximate method is proposed for calculating the maximum sound levels expected in the territories.

Keywords: aircraft noise; balanced approach; residential buildings; calculation of maximum sound levels.

Анализ литературы по данной проблеме свидетельствует о том, что за последние 50 лет авиационная отрасль добилась существенного и ощутимого снижения уровня шума благодаря сочетанию конструкции планера, технологии

двигателей и эксплуатационных усилий [1,2]. Но проблема все еще существует и привела к тому, что появились многочисленные жалобы населения, которое проживает вокруг аэропортов.

В мире насчитывается почти 1400 авиакомпаний, эксплуатирующих более 25 000 коммерческих самолетов, больших и малых, которые ежегодно перевозят 3,3 миллиарда пассажиров через воздушное пространство, которым управляют 173 поставщика аэронавигационного обслуживания между 3900 аэропортами [1]. Прогнозируется, что к 2030 году в отрасли будет более 41 000 самолетов, на которых будет летать 6,6 миллиарда пассажиров [2].

Авиация является важным фактором глобального экономического и социального развития, особенно в развивающихся странах. В авиационной отрасли напрямую занято более 9 миллионов человек по всему миру, и она обеспечивает еще 49 миллионов рабочих мест. Гражданская авиация обеспечивает более 2,4 трлн. долларов экономического эффекта, поддерживая 3,4 процента мирового валового внутреннего продукта (ВВП). Воздушный транспорт несет 0,5 процента мирового объема торговли, составляющий 35 процентов мировой торговли в стоимостном выражении и оценивается в 6,4 трлн. долларов в 2014 году [2].

Мировая авиационная индустрия быстро росла за последние тридцать лет. В 1980 году авиакомпании перевезли около 1 миллиарда пассажиров, а к 2014 году это число утроилось. Этот рост не получил всеобщего одобрения, поскольку были высказаны опасения по поводу шума и воздействия авиации на окружающую среду. В последние годы общественное противодействие аэропортам и авиационному шуму стало значительно сильнее.

Ожидается, что рост авиации будет продолжаться особенно в Азии и на индийском субконтиненте. Вылет воздушных судов увеличится с 37 миллионов в 2014 году до примерно 60 миллионов рейсов в год к 2030 году [2]. К 2034 году число новых самолетов, эксплуатируемых во всем мире, по оценкам, составит от 32 588 до 38 0502.

На рисунке 1 показано, что существенные улучшения в технологии планера и инновации двигателей привели к созданию современных реактивных самолетов, которые на 55 децибел (дБ) тише, чем первые модели, введенные в эксплуатацию в 1960-х годах [1]. В целях дальнейшего снижения авиационного шума отрасль периодически устанавливает стандарты сертификации шума для новых серийных самолетов. Они задокументированы в Приложении 16 ИКАО «Охрана окружающей среды», том I «Авиационный шум» [3]. Каждый новый стандарт представляет собой новую главу в Приложении, которая отражена на рисунке 1. Каждое новое поколение самолетов продолжает эту тенденцию к снижению.

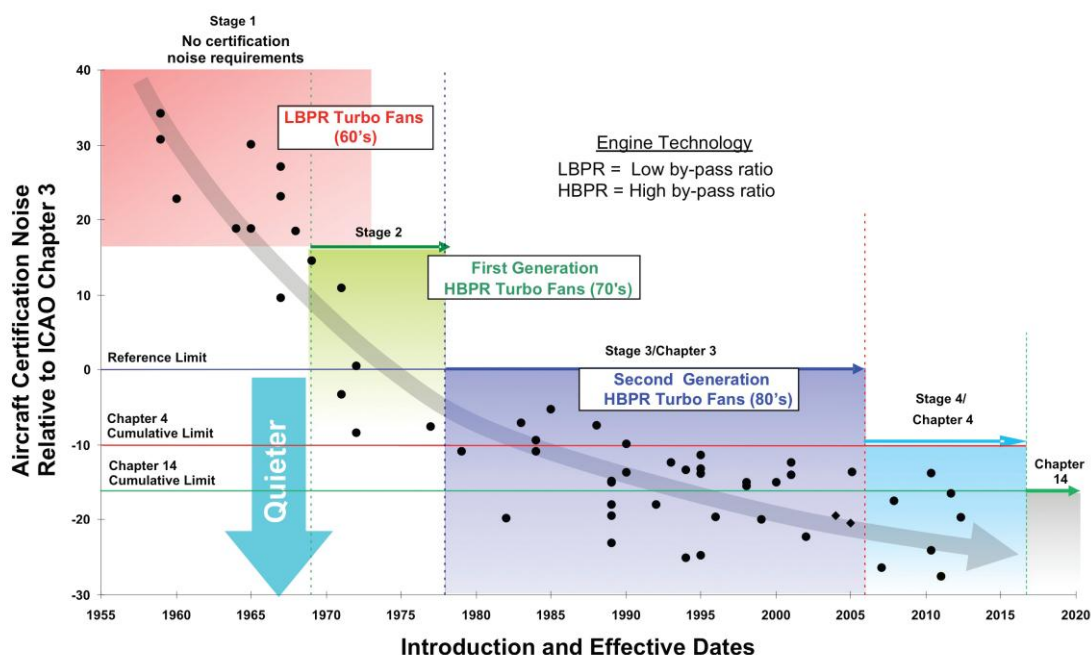


Рисунок 1. Стандарты сертификации шума для новых серийных самолетов

На рисунке 2 показаны контуры шумов в аэропортах во времени, показывающие, что даже при увеличении ежедневных операций площадь шумов равных уровней продолжает уменьшаться [1].

Несмотря на существенное улучшение акустических характеристик воздушных судов и значительное снижение площадей равного шума, как по эквивалентным, так и по максимальным уровням звука, количество жалоб населения, которое проживает на прилегающих к аэропортам территориях, на авиационный шум не снижается, а продолжает расти.

Причина такой парадоксальной ситуации, с нашей точки зрения, заключается в том, что прилегающие к аэропортам гражданской авиации территории, на которых улучшилась акустическая ситуация очень быстро используется застройщиками для строительства жилых домов (даже при отсутствии разрешительных документов со стороны местной или городской власти).

Важность широкого, многостороннего подхода к управлению авиационным шумом отражена в Документе ИКАО 9829 «Руководство по сбалансированному подходу к управлению авиационным шумом», 2008 (второе издание) [1]. Сбалансированный подход, согласно резолюции А37-18, является для Договаривающихся государств ИКАО одобренным на международном уровне подходом к решению проблем авиационного шума в отдельных аэропортах экологически выгодным и экономически эффективным способом.



Рисунок 2. Сравнение контуров шума в аэропортах с 1990 по 2012 годы в аэропорту Бостона Логан (Источник: Управление по делам окружающей среды штата Массачусетс)

Сбалансированный подход включает четыре основных элемента:

- снижение шума в источнике;
- планирование и организация землепользования;
- эксплуатационные приемы снижения шума;
- эксплуатационные ограничения в отношении воздушных судов.

Способность и ответственность за реализацию каждого из этих элементов лежат на разных заинтересованных сторонах.

Снижение шума в источнике.

Ослабление шума в источнике, в контексте сбалансированного подхода и деятельности Комитета ИКАО по охране окружающей среды от воздействия авиации (САЕР), означает пересмотр стандартов авиационного шума для обеспечения того, чтобы они отражали современные авиационные технологии, т. е. снижение шума, достигаемое посредством принятия и внедрения стандартов сертификации по шуму, содержащихся в томе I Приложения 16 к Чикагской конвенции (далее в статье указываются номера приложений к Чикагской конвенции).

В 2013 году ИКАО согласовала новую поправку к стандарту шума к главе 14 16 Приложения ИКАО, который вступит в силу в два этапа: в 2017 году для более крупных самолетов и в 2020 году для более мелких самолетов. Хотя стандарт шума применяется только к новым типам воздушных судов, сертифицированным после даты применения, на практике производители обычно модифицируют типы воздушных судов, которые не соответствуют, или выводят их из производства, если для их замены на рынке существует новый, более тихий тип самолета. Существующие воздушные суда, которые не соответствуют этим требованиям, могут продолжать работу в особых условиях, указанных в Приложении.

Производители авиационных двигателей и планеров постоянно совершенствуют технологии с низким уровнем шума, а операторы самолетов постоянно модернизируют свой парк, покупая новые, более тихие самолеты. Поскольку разработка самолетов и модернизация парка занимают много времени, внедрение этих новых, более тихих самолетов может занять несколько лет, чтобы оказать существенное влияние в аэропорту.

Планирование и организация землепользования. Планирование землепользования – это процесс, при котором чувствительные к шуму районы, такие как жилые дома, больницы и школы, в максимально возможной степени избегаются при текущих и будущих операциях воздушных судов. Местные или муниципальные органы власти обычно несут ответственность за зонирование земель. В зонах с высоким уровнем шума не следует разрешать новые виды деятельности, несовместимые с авиационным шумом (или планировать их удаление из этих зон). В районах с умеренным уровнем шума некоторые органы власти разрешают такую новую разработку в сочетании с требованиями к звукоизоляции и вентиляции. Звукоизоляция, однако, является лишь частичным решением, поскольку она не учитывает уровни шума наружного или внутреннего шума при открытых окнах.

Организация землепользования должна включать ряд зон по мере удаления от аэропорта:

- любое жилищное строительство запрещено – это ограничение очень часто действует в пределах фактического периметра аэропорта и в районах, подверженных максимальному воздействию шума;

- новое жилищное строительство запрещено – никакое строительство дополнительных жилых домов в этой зоне не разрешается;
- ограниченное и регулируемое развитие жилищного строительства – строительство всех новых жилых домов регулируется, при этом требуется обеспечить их звукоизоляцией, а на все жилые дома, построенные до введения регулирования, выделены или будут выделены финансовые средства на звукоизоляцию, как это определено в рамках программы снижения остроты проблемы шума;
- регулируемое развитие жилищного строительства – строительство всех новых жилых домов регулируется, и они обеспечиваются звукоизоляцией, однако на все жилые дома, построенные до введения регулирования, не распространяется выделение финансовых средств на звукоизоляцию, как определено в рамках программы снижения остроты проблемы шума;
- нерегулируемое развитие жилищного строительства – за пределами этих районов жилищное строительство не регламентируется по причинам авиационного шума.

Планирование и организация землепользования – это долгосрочная стратегия. Политика не должна основываться на краткосрочной или текущей шумовой контурной карте. LUP должен учитывать будущие уровни активности самолетов в аэропорту. В то время как модернизация парка снизила уровень шума в аэропортах, вторжение в жилые помещения может оказать давление на аэропорты, чтобы они не наращивали движение транспорта.

Эксплуатационные приемы снижения шума. Процедуры борьбы с шумом, в частности, касаются работы воздушных судов, чтобы избежать или уменьшить шум в населенных пунктах. Они могут включать в себя:

- шумовые предпочтительные маршруты (NPR), предпочтительный маршрут полета или использование ВПП;
- сосредоточение полетов над незаселенными районами или районами, менее чувствительными к шуму;
- распределение полетов над населенными районами или совместное использование шума (полеты над определенными районами в некоторые дни и перемещение рейсов в другие районы в другие дни);
- процедуры снижения шума, такие как управление мощностью двигателя во время вылета;
- процедуры захода на посадку, такие как операции непрерывного снижения (CDO) и методы с низким энергопотреблением и низким сопротивлением;
- перемещение номинальных точек взлета или посадки на ВПП;
- ограничения на запуск двигателя и/или использование наземного оборудования.

Эксплуатационные процедуры по снижению воздействия шума следует разрабатывать в тесной консультации с заинтересованными сторонами,

включая эксплуатантов воздушных судов, пилотов, поставщиков авиационно-навигационного обслуживания (ПАНО), эксплуатанта аэропортов и представителей населения, проживающего на прилегающей к аэропорту территории.

Типы эксплуатационных ограничений. Эксплуатационные ограничения, как правило, подразделяются на следующие четыре категории или представляют собой любое их сочетание (ограничения могут быть глобальными, ориентированными на конкретные воздушные суда, частичными и/или прогрессирующими):

- Глобальные ограничения. Применяются в отношении всего воздушного движения в аэропорту на основе шумовых характеристик всех типов эксплуатируемых воздушных судов.
- Ограничения в отношении конкретных воздушных судов. Применяются к конкретным воздушным судам или группе воздушных судов на основе индивидуальных шумовых характеристик.
- Частичные ограничения. Применяются в течение установленного периода времени дня, в конкретные дни недели или только для определенных ВПП в аэропорту.
- Прогрессирующие ограничения. Предусматривают постепенное снижение максимального уровня движения или шумового воздействия в целях определения предела на определенный период времени. Этот период, как правило, составляет определенное число лет для достижения окончательного уровня.

Эксплуатационные ограничения могут вводиться разными способами:

- установлением количества операций за день и/или год для конкретного аэропорта или направления ВПП, например максимального годового количества операций в аэропорту;
- установлением квот, выражаемых в виде комбинации операций и акустических характеристик воздушных судов или фиксированного контура. Эти квоты могут предусматривать ограничение количества имеющихся "окон" или закрытие определенных направлений ВПП в течение установленного периода времени.

ИКАО рекомендует своим государствам-членам не применять эксплуатационные ограничения в качестве первого средства, но только после рассмотрения возможных выгод от трех других элементов сбалансированного подхода ИКАО.

Участие населения. Участие населения формально не является частью сбалансированного подхода. Его важность была признана во втором издании, опубликованном в 2008 году. Тем не менее, имеется мало информации или советов по таким вопросам, как коммуникационные стратегии, работа с населением и управление жалобами. Эта информация должна быть рассмотрена для будущего пересмотра. Аэропорты и ПАНО должны как взаимодействовать

с населением, чтобы повысить осведомленность общественности об ограничениях и ограничениях, которые регулируют безопасный и эффективный полет, а также помочь найти подходящий путь для новых операций и роста авиации на основе взаимного понимания этих факторов и общественного согласия.

Анализ вторжения. В Приложении С к резолюции А37-18 Ассамблеи признается важность сохранения достигнутого улучшения шумовой среды в аэропортах [4]. Например, считается, «что улучшение шумовой среды, достигнутое во многих аэропортах за счет замены воздушных судов, отвечающих требованиям главы 2, менее шумными воздушными судами, должно сохраняться и не должно сводиться на нет в результате несовместимого расширения городского строительства вокруг аэропортов». Ассамблея «рекомендует государствам применять политику планирования и организации землепользования с целью ограничения расширения несовместимого строительства в районах, подверженных влиянию авиационного шума».

Для того чтобы точнее оценить соответствие мер по недопущению расширения несовместимого использования земель вокруг аэропортов, предлагается рассчитать степень и темпы такого освоения земель, а также эффективность принятых мер по планированию и организации землепользования с течением времени. Оценка темпов урбанизации нацелена на сохранение достигнутого улучшения шумовой среды в аэропортах.

При планировании и организации землепользования важно определить методику оценки эффективности принимаемых с этой целью мер. В этой связи целесообразно провести анализ процесса урбанизации для каждого конкретного международного аэропорта. Анализ процесса урбанизации представляет собой временную оценку, обычно за 10-20 лет, процентного изменения численности населения/домовладельцев в пределах зоны регулирования аэропортового шума, где применяется в соответствии с решением полномочного органа планирование землепользования.

В Приложении 1 представлены выводы ограниченного числа государств, касающиеся оценок роста и вторжения населения вокруг аэропортов. Оно свидетельствует о том, что такое вторжение имеет место, и указывает, каким образом эту проблему можно было бы описать и оценить на систематической основе. Для анализа и количественной оценки проблемы вторжения необходимо, чтобы на уровне аэропорта осуществлялся сбор информации о численности населения и жилищном фонде за соответствующий период времени. В Приложении 1 приведены примеры возможных способов количественной оценки вторжения при условии наличия надлежащих данных за соответствующий период.

При предпроектных разработках часто бывает нужно, на участках, предназначенных для строительства жилых и общественных зданий, определить ожидаемые максимальные уровни звука от пролетов самолетов

гражданской авиации. Натурные акустические измерения это длительный процесс, который не учитывает перспективы. Существующие профессиональные программы для расчетов авиационного шума дорогие и требуют специальных знаний по методике пилотирования и различных данных из режимов полета, которые недоступны проектантам. Представленная ниже методика, на наш взгляд, позволяет относительно просто получить достаточно точные результаты, которые позволяют предварительно оценить влияние авиационного шума на акустический состояние территории, предназначенной под жилую и общественную застройку.

В основу расчетов положены результаты сертификационных испытаний самолетов гражданской авиации в контрольных точках (КТ) при их взлете и посадке, формула снижения уровней звука от источника (самолет) до расчетной точки (РТ) и данные о соответствии результатов измерений в дБА измерениям в EPN дБ (или наоборот).

Расписание движения берется из информации на сайтах аэропортов. Информацию о моделях воздушных судов, трассы пролетов и точное время их прибытия и взлета рекомендуется получать с помощью программы Флайтрадар 24.

Расчеты ожидаемых максимальных уровней звука взлете (РТ находится под трассой взлета на расстоянии r) осуществляются по формуле:

$$L_{\text{Амакс. взлет, дБА}} = L_{\text{EPNdБ}_{\text{КТвзлет}}} - 20 * \lg\left(\frac{r}{r_0}\right) - \left(\frac{5 * r}{1000}\right) - 13, \quad (1)$$

где: $L_{\text{Амакс. взлет, дБА}}$ – максимальный уровень звука в расчетной точке (РТ) под трассой взлета; $L_{\text{EPNdБ}}$ – результат сертификационных испытаний в контрольной точке под трассой взлета; r – расстояние (м) от источника (самолет при пролете) до расчетной точки (РТ). При определении расстояния следует помнить, что точка отрыва самолета от взлетно-посадочной полосы (ВПП) находится примерно в 300 м от торца ВПП; r_0 – расстояние от источника (м) до КТ при сертификационных испытаниях (для данного случая это высота пролета). В расчетах принят угол набора высоты при взлете 10^0 - 25^0 .

$$r_0 = \tan 10^0 * l, \quad (2)$$

где l – расстояние от точки взлета до РТ, г, м.

Расчеты ожидаемых максимальных уровней звука при взлете (РТ находится сбоку от трассы взлета) проводили по формуле:

$$L_{\text{Амакс. бок, дБА}} = L_{\text{EPNdБ}_{\text{КТбок}}} - 20 * \lg\left(\frac{r}{541}\right) - \left(\frac{5 * r}{1000}\right) - 13, \quad (3)$$

где: $L_{\text{Амакс. бок, дБА}}$ – максимальный уровень звука в РТ при взлете на расстоянии r , м от проекции трассы взлета; $L_{\text{EPNdБ}_{\text{КТбок}}}$ – максимальный

уровень звука при сертификационных испытаниях в КТ при взлете на расстоянии 450 м от оси ВПП; r – расстояние от источника до (РТ), м.

Расчеты ожидаемых максимальных уровней звука при посадке выполняются по формуле:

$$L_{\text{Амакс. посадка, дБА}} = L_{\text{EPNdБ}}_{\text{КТпосад}} - 20 * \lg\left(\frac{r}{120}\right) - \left(\frac{5 * r}{1000}\right) - 13, \quad (4)$$

где: $L_{\text{Амакс. посадка, дБА}}$ – максимальный уровень звука в РТ при посадке; $L_{\text{EPNdБ}}_{\text{КТпосад}} –$ результат сертификационных испытаний в КТ при посадке; r – расстояние от источника до РТ, м.

При определении расстояния следует помнить, что точка касания самолетом взлетно-посадочной полосы (ВПП) находится примерно в 300 м от торца ВПП. Применение данной методики позволит довольно быстро определить и оценить акустическую ситуацию в РТ на территории земельного участка, предназначенной под жилую и/или общественную застройку.

Использование данной методики позволит получить информацию о существующей ситуации в РТ в отношении максимальных уровней звука при пролетах различных самолетов во время выполнения ими взлета или посадки, что позволит рассчитать эквивалентные уровни звука за дневное и ночное время суток (по методикам ГОСТ 22283), определиться с зоной ограничения застройки согласно ДСП 173, предоставить гигиеническую оценку полученным результатам, определить необходимую звукоизоляцию окон домов.

Для получения более точных результатов необходимо учитывать увеличение ожидаемого уровня звука в РТ при отображении от ближайших домов и (или) поверхности земли, возможное отклонение самолетов от заданных (идеальных) маршрутов полета. Конкретное значение отклонения может быть выяснено при контрольных акустических измерениях, наблюдениях или по данным эксплуатанта аэродрома.

В результате сравнения результатов расчетов с результатами натурных измерений установлено, что различие между ними составляет приблизительно 1,5-3 дБА.

Список литературы

1. Managing the Impacts of Aviation Noise. A Guide for Airport Operators and Air Navigation Service Providers. A Joint Publication of the Civil Air Navigation Services Organisation and Airports Council International. Published September 2015. © Copyright CANSO 2015. www.canso.org

2. ICAO Document 9829, AN451, Guidance on the Balanced Approach to Aircraft Noise Management, 2nd Ed., www.afeonline.com/shop/icao-doc-9829.html

3. Охрана окружающей среды: Приложение 16 к Конвенции о международной гражданской авиации. Том 1. Авиационный шум/ ICAO. – Монеаль, 2014. – 205 с. ISBN 978-92-9249-600-5.

4. Резолюция 37-18 ИКАО. Сводное заявление о постоянной политике и практике ИКАО в области охраны окружающей среды. Общие положения, авиационный шум и местное качество воздуха. Ассамблея – 37-я сессия Монреаль, 28 сентября – 8 октября 2010 год.

Репозиторий БГМУ