



УДК 534.6

МРНТИ 29.37

https://doi.org/10.53364/24138614_2025_38_3_1

А. А. Рысбекова¹, Ж. К. Мендакулов¹, С.Ж.Кенбеилова^{1*}

¹АО «Академия Гражданской Авиации», Алматы, Казахстан

*E-mail: s.kenbeilova@agakaz.kz

АНАЛИЗ МЕЖДУНАРОДНОЙ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ ПО НОРМИРОВАНИЮ ОПАСНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ЗВУКОВЫХ И УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ

***Аннотация.** Шумовое загрязнение стало предметом первоочередной озабоченности, поскольку оно часто нарушает деятельность или баланс образа жизни человека. Работа посвящена анализу нормативной базы в области введения норм на предельно допустимые уровни звуковых и ультразвуковых сигналов. Актуальность работы связана недостаточно полной проработкой вопросов нормативного обеспечения измерения ультразвуковых сигналов, а также порядка выявления источников ультразвука опасного для здоровья людей. Предметом исследования является нормативная база и стандарты по измерению уровней звуковых и ультразвуковых сигналов. Ультразвуковая обработка привлекает все большее внимание людей, поскольку ультразвуковая технология может представлять собой гибкую «зеленую» альтернативу для энергоэффективных процессов, однако мощные источники ультразвука вредят здоровью человека. Они особенно опасны, потому что человек может не знать и не чувствовать о воздействии на него источников ультразвука. Задачами исследования стали выявления различий допустимых уровней сигналов и особенностей измерения этих уровней. Целью работы является определение полноты соответствия Казахстанских нормативных документов Международным стандартом. Приведены предельно допустимые нормы звукового и ультразвукового давления, законодательно установленные в ряде стран. Миллионы людей по всему миру подвергаются воздействию потенциально опасных уровней шума, и, следовательно, существует острая глобальная потребность в законодательстве для адекватной защиты слухового здоровья работников. Обращено внимание на большой разброс в уровнях устанавливаемых норм и на причины, приводящие к неоднозначности этих значений. Отмечен факт отсутствия нормативно-методических документов по выявлению источников мощных ультразвуковых сигналов, чья повышенная опасность заключается в их не слышимости для человека. Делается вывод о необходимости исследований уровней ультразвука в салоне и кабине реактивных самолётов.*

***Ключевые слова:** акустика, звук, звуковое давление, норма, опасность, самолёт, стандарт, ультразвук.*

Введение.

Вредное влияние звуковых колебаний высокой интенсивности на человека и животных известно достаточно давно. На конгрессе «Акустические разработки для урбанизации» приводились факты, что первые письменные свидетельства о проблемах шума относятся к 4000 году до н. э. На шумерской глиняной табличке была найдена надпись о том, что Великий потоп был наказанием для людей за то, что они слишком много шумели и нарушали спокойствие богов. Первые правила зонирования шума появились примерно в

600 году до н.э., когда в городе Сибарис в Южной Италии было принято решение, чтобы жестянщики и другие шумные торговцы размещали свои магазины за пределами городских стен.

Шумовое загрязнение стало предметом первостепенной озабоченности, поскольку оно часто нарушает деятельность или баланс образа жизни человека. Продолжительность и уровень воздействия шума, могут приводить к риску потери слуха, ишемической болезни сердца, повышению кровяного давления, нарушению сна, снижению эффективности и производительности труда [1].

Нормативные требования к звукоизоляции жилых помещений существуют во многих странах. К сожалению, подходы к этой проблеме очень разнообразны. Международные организации прилагают усилия по гармонизации законодательств в этой области. Была создана Европейская акция COST TU0901 «Интеграция и гармонизация аспектов звукоизоляции в устойчивых городских жилищных конструкциях», которая действовала с 2009 года. Основными целями TU0901 являлась подготовка предложений по гармонизированным дескрипторам звукоизоляции и по европейской схеме классификации звука [2].

Но, звуковые волны – это только небольшая часть широкого спектра механических колебаний среды в диапазоне частот от 20 Гц до 20 кГц, которые воспринимает слуховой аппарат человека. При этом, на разных частотах человек (см. рис. 1) по-разному воспринимает громкость звука разной интенсивности [3].

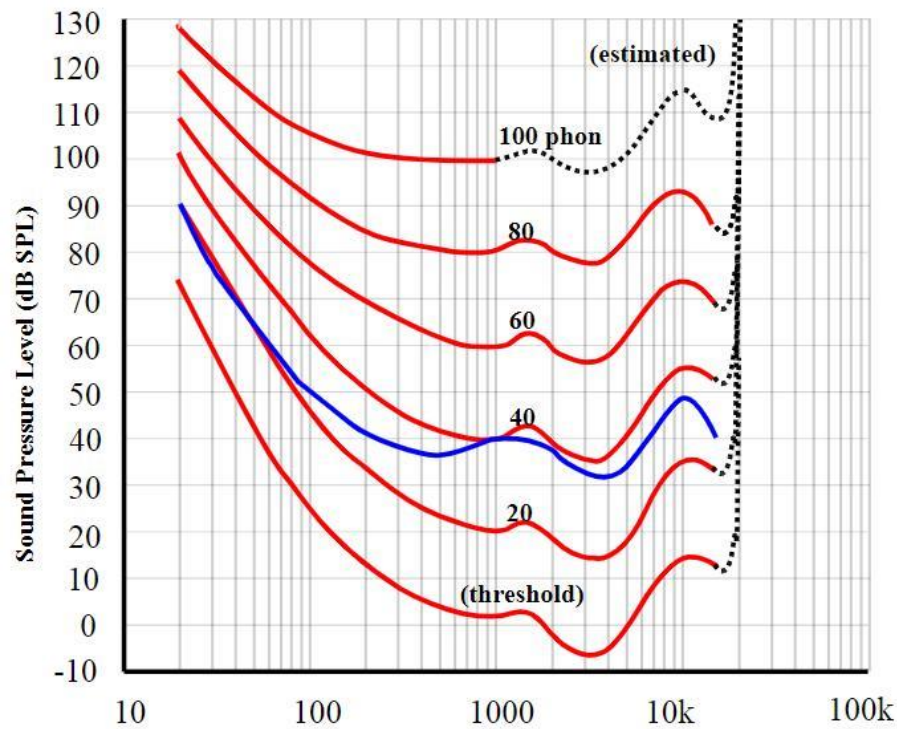


Рисунок 1 – Кривые равной громкости [4]

Интенсивность звука измеряется в децибелах (дБ); единица измерения А-взвешенный дБ (дБА) используется для обозначения того, как люди слышат данный звук. Ноль дБА считается точкой, в которой человек начинает слышать звук. Тихий шёпот на расстоянии 3 футов равен 30 дБА, оживлённая автомагистраль на расстоянии 50 футов — около 80 дБА, а цепная пила может достигать 110 дБА и более на рабочем расстоянии. Кратковременное воздействие звука с уровнем, превышающим 120 дБА, без защиты органов слуха может даже вызвать физическую боль [4].

Термин «децибел» использовался для величин, для которых он не является обозначением, что привело к путанице и ошибкам. Для восстановления точности и стабильности нашей технической терминологии рекомендуется использовать этот термин специально для обозначения единицы потерь при передаче, а слово «логит» — для стандартных величин, суммируемых путём умножения.

Децибел широко используется в распространении сигналов. Однако, как правило, он не ведёт себя как обычные единицы измерения в формулах, расчётах или размерном анализе, что затрудняет понимание и практическое применение [5].

Высокочастотные, неслышимые звуковые волны свыше 20 кГц называются ультразвуком и существуют в природе более 1 миллиона лет. Многие виды животных, включая летучих мышей, используют ультразвук для навигации в полёте и для обнаружения источников пищи [6].

В последние годы разработка новых материалов для генерации ультразвуковых волн стимулировала значительный рост числа и разнообразия применений ультразвуковых устройств. Это стало причиной, в дополнение к растущему профессиональному воздействию ультразвука в медицинских и промышленных ситуациях, того, что представители широкой общественности теперь гораздо чаще подвергаются воздействию ультразвукового излучения. Ультразвуковая обработка привлекает все большее внимание людей, поскольку ультразвуковая технология может представлять собой гибкую «зеленую» альтернативу для энергоэффективных процессов. Основными проблемами применения мощного ультразвука в реальных ситуациях являются проектирование и разработка специальных систем мощного ультразвука для крупномасштабных операций [7].

Ультразвук, передающийся по воздуху, становится все более распространенным в общественных местах. Некоторые люди жалуются на побочные эффекты, включая тошноту, головокружение, шум в ушах, усталость, мигрени и постоянные головные боли, а также неприятное чувство «давления в ушах». Отслеживание возросшей распространенности ультразвука в общественных местах затруднено, поскольку нет требований сообщать об этом. Осложняющим фактором является то, что симптомы, которые люди приписывают ультразвуку, могут быть вызваны другими способами. Часто неясно, подвергнулся ли кто-то воздействию ультразвука, в какой степени и как долго, что затрудняет установление причинно-следственной связи [8].

Материалы и методы исследования.

В статье использован метод анализа стандартов и документов, регламентирующих влияние звукового и ультразвукового излучений. Метод направлен на изучение имеющихся стандартов по странам и охватывает временной интервал изучения с самых ранних имеющихся стандартов.

Исследования показывают, что население подвергается воздействию ультразвука, не подозревая об этом. Существующие регламентирующие документы были созданы на недостаточной доказательной базе, как считают сами разработчики этих документов. Но, в связи с актуальностью проблемы, тем не менее были разработаны предварительные руководящие принципы [9].

Стандарты представляют собой один из примеров контролировать уровень звукового давления, как в общественных, так и в частных пространствах. Стандарты используются для целей категоризации, управления и контроля. [10].

Результаты.

Миллионы людей по всему миру подвергаются воздействию потенциально опасных уровней шума, и, следовательно, существует острая глобальная потребность в законодательстве для адекватной защиты слухового здоровья работников. Законодательство о профессиональном шуме было принято во многих странах с различной степенью полноты и разной степенью сложности. В работе [11] был представлен глобальный взгляд на действующее законодательство о профессиональном шуме в 22 странах. На базе этих данных с привлечением материалов других источников была составлена таблица 1, в

которой приведена хронология введения стандартов на уровни звукового давления в разных странах мира.

Таблица 1 – Для звуковых волн разработана примерная шкала ощущений человеком интенсивности звуковых колебаний

Источник звука	Уровень громкости, дБ	Интенсивность, Вт/м ²
Реактивный самолет (на расстоянии 30 м от него)	140	100
Любой источник звука на пороге болевого ощущения	120	1
Шум в салоне автомобиля, движущегося со скоростью около 100 км/ч	75	$3,2 \cdot 10^{-5}$
Любой источник звука на пороге слышимости	0	$1 \cdot 10^{-12}$

Таблица 2 – Стандарты уровней звукового давления

Страна	Название закона, стандарта и год утверждения	Допустимые нормы	Примечание
Гватемала	Регламент по гигиене и безопасности на рабочем месте, принятый в 1957 году.		
Соединенные Штаты Америки	Закон об охране труда и технике безопасности (OSHA) (Public Law 91-596) 1970 года	предельно допустимый уровень шума (PEL) 90 дБА	
Сальвадор	Законодательства Сальвадора Декрет DE 7 от 1971 года	предельно допустимый уровень шума 80 дБА.	В 2010 году Постановление № 254 предписало включить максимально допустимые уровни шума в будущие нормативные акты
Аргентина	Закон 19.587 от 1972 года об основных требованиях к общей гигиене и безопасности на рабочем месте.	предельно допустимый уровень шума 90 дБА	Впоследствии закон был изменён постановлением 295 от 2003 года, которое включило в него положения по эргономике, радиации, тепловому стрессу, химическим веществам, биологическому контролю, акустике и вибрации.
Эквадор	Конвенция МОТ № 148 1977 года	предельно допустимый	Указ № 2393 от 1986 года устанавливает руководящие принципы

	ратифицирована 11 июля 1978 года	уровень шума 85 дБА	по улучшению производственной среды на рабочих местах
Бразилия	Закон № 3214 1978 года	предельно допустимый уровень шума 85 дБА	Бразилия ратифицировала Конвенция МОТ № 148 1977 года ратифицирована 14 января 1982 года.
Боливия	Указ 16998 от 1979 года «Закон об общей гигиене, безопасности и благополучии на рабочем месте»	предельно допустимый уровень шума 85 дБА	Недавно принят стандарт по профессиональному шуму NB 510001.
Коста-Рика	Декрет № 10541-TSS от 1979 года о регулировании и контроля шума и вибрации.	предельно допустимый уровень шума 85 дБА	Коста-Рика ратифицировала Конвенция МОТ № 148 1977 года ратифицирована 16 июня 1981 года.
СССР [12]	ГОСТ 12.1.003-83 "Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности".	предельно допустимые уровни звука на рабочих местах в производственных помещениях -85 дБА.	Разработан на базе СТ СЭВ 1930-79 «Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности».
Куба	Конвенция МОТ № 148 1977 года ратифицирована 29 декабря 1980 года	предельно допустимый уровень шума 85 дБА	В 2011 году Национальное бюро стандартов Кубы опубликовало документ NC871:2011, который заменил стандарт 1980 года.
Колумбия	Стандарты защиты органов слуха и производственного шума в Постановлении № 8321 от 1983 года.	предельно допустимый уровень шума 85 дБА	Воздействие свыше 115 дБА не допускается.
Канада		Для Федерального правительства (87 дБА); для Квебека (90 дБА), все остальные	Каждая из 13 провинций имеет право устанавливать свои собственные пределы

		провинции 85 дБА	
Уругвай	Конвенция МОТ № 148 1977 года ратифицирована 5 сентября 1988 года.	предельно допустимый уровень шума 85 дБА в любой производственной среде	Указ 143 от 2012 года снизил максимально допустимый уровень шума до 80 дБА.
Парагвай	Постановление 14390 от 1992 года «Общий технический регламент по безопасности, гигиене и медицине на рабочем месте»	предельно допустимый уровень шума 85 дБА	Для 100 ежедневных воздействий предел составляет 140 дБ, для 1000 – 130 дБ, а для 10 000 – 120 дБ.
Мексика	В 1994 году принят стандарт «Условия безопасности и гигиены на рабочем месте»	предельно допустимый уровень шума 90 дБА	Заменён на стандарт NOM-011-STPS 2001 года.
Венесуэла	Стандарт COVENIN 1565 от 1995 года	предельно допустимый уровень шума 85 дБА	Пересмотрен в 2005 году.
Чили	Основные санитарные и экологические условия на рабочем месте регулируются Декретом №594 от 1999 года.	предельно допустимый уровень шума 85 дБА	В 2011 году утверждён Технический стандарт 125, устанавливающий стандарты профилактики потери слуха, вызванной воздействием шума на рабочем месте
Панама	Технический регламент РТ 44-2000 от 2000 года регулирует гигиену и безопасность труда в производственных средах, где генерируется шум.	предельно допустимый уровень шума 85 дБА	При отборе персонала требуется оценка слуха кандидатов на должности, где уровень шума превышает 85 дБ.
Гондурас	Общий регламент STSS-053-04 от 2004 года «О мерах профилактики несчастных случаев на рабочем месте и профессиональной гигиены»	предельно допустимый уровень шума 85 дБА	Проверки слуха должны проводиться каждые 5 лет, а работникам, подвергающимся воздействию шума на уровне 80 дБА и выше, должны быть

			предоставлены средства защиты органов слуха.
Тринидад и Тобаго	Закон о безопасности и гигиене труда (OSH), принятый в 2004 году	Не существует ни правил, ни стандартов для установления значений	Закон изменён в 2006 году.
Гондурас	Общий регламент STSS-053-04 от 2004 года «О мерах профилактики несчастных случаев на рабочем месте и профессиональной гигиены»	предельно допустимый уровень шума 85 дБА	Проверки слуха должны проводиться каждые 5 лет, а работникам, подвергающимся воздействию шума на уровне 80 дБА и выше, должны быть предоставлены средства защиты органов слуха.
Тринидад и Тобаго	Закон о безопасности и гигиене труда (OSH), принятый в 2004 году	Не существует ни правил, ни стандартов для установления значений	Закон изменён в 2006 году.
Перу	В 2005 год закон о безопасности и гигиене труда, Декрет 009-2005-TR	предельно допустимый уровень шума 85 дБА	Закон изменён в 2007 году.
Доминиканская Республика	Правила охраны труда и техники безопасности на рабочих местах Декретом 522-06 от 2006 года.	Ежедневный уровень шума не более 80 дБА, пиковый уровень не более 140 дБА	В местах, где технически невозможно контролировать уровень шума, необходимо проводить ежегодную проверку слуха.
Никарагуа	В 2007 году был принят Общий закон № 618, касающийся гигиены и безопасности на рабочем месте.	предельно допустимый уровень шума 85 дБА	

Таблица 3 – Итог проанализированных стандартов уровней звукового давления разных стран

Количества проанализированных стандартов уровней звукового давления разных стран	Допустимые нормы 80дБА	Допустимые нормы 85дБА	Допустимые нормы 90 дБА	Не существует ни правил, ни стандартов для установления значений
23 стран	2	15	4	2

В таблице 3 приведены немногие документы, в которых регламентируются использование ультразвука

Таблица 4 – Национальные и международные нормативные документы по безопасности и контролю ультразвука и шума

Название документа	Назначение	Особенность	Примечание
Руководство по безопасному использованию ультразвука: Часть II Департамент национального здравоохранения и социального обеспечения Оттава, Онтарио, Канада K1A 0L2	Целью данного документа является предоставление рекомендаций по безопасному использованию ультразвука в коммерческих и промышленных целях.	Рекомендуемые процедуры безопасности и защитные меры основаны на информации о воздействии ультразвука на здоровье человека.	[13]
Стандарт IEC 60601 часть 1 Медицинские и немедицинские стандарты защиты от ультразвука и инфразвука	Устанавливает требования к механической, электрической, химической и термической безопасности для всего электромедицинского оборудования.	В настоящее время отображение этих индексов безопасности удовлетворяет нормативным требованиям как в США, так и в Европе.	[14]
ISO 20906:2009 Акустика. Автоматический мониторинг авиационного шума вблизи аэропортов	Настоящий международный стандарт задает: а) типичное применение для постоянно установленной системы мониторинга шума вокруг аэропорта; б) требования по определению непрерывно контролируемых уровней звукового давления от авиационного шума в специально подобранных местах; с) требования к мониторингу шума	Настоящий международный стандарт дает описание пороговой системы распознавания шумовых событий в сложной шумовой ситуации с многочисленными авиационными и другими источниками шума.	[15]

	самолетов на маршрутах взлета и посадки; d) количественные требования, которые надо устанавливать для характеристики шума воздушных перевозок.		
Национальный стандарт РФ. Акустика. Описание, измерение и оценка шума на местности Часть 1. Основные величины и процедуры оценки	Стандарт является руководством для прогнозирования потенциального раздражающего воздействия на людей на селитебных территориях длительного шума различных видов от одиночных источников или их комбинации.	Обеспечение компетентных органов нормативными документами по описанию и оценке шума в населенных пунктах.	[16]
Межгосударственный стандарт ГОСТ 31296.1-2005 (ИСО 1996-1:2003). Шум. Описание, измерение и оценка шума на местности. Часть 1. Основные величины и процедуры оценки ISO 1996-1:2003	Настоящий стандарт определяет основные величины, используемые для описания шума на селитебной территории, и устанавливает основные методы и процедуры оценки шума.	Принимает во внимание требования к характеристикам шума: импульсность, тональность, наличие низких частот, различные характеристики автодорожного шума, транспортного шума других видов, таких как шум воздушного транспорта, а также промышленного шума.	[17]
Стандарт по охране труда ISO 9612:2009 при работе в условиях шума (США)	определяет инженерный метод измерения воздействия шума на работников в рабочей среде и расчета уровня воздействия шума.	Документ не предназначен для оценки маскировки устной коммуникации или оценки инфразвуковых, ультразвуковых и не слуховых эффектов шума.	[18]

Таблица 5 – Итог проанализированных стандартов, регламентирующих ультразвуковое излучение

Количества проанализированных стандартов, регламентирующих ультразвуковое излучение	Примечание
8 документов	Лишь 1 документ направлен на установление стандартов по влиянию ультразвуковых излучений на здоровье

Обсуждение.

Как следует из данных, приведённых в таблице 1, предельный уровень шума в большинстве стран устанавливается в пределах 80-90 дБА. При этом нормирование

ультразвука в большинстве стран не производится. Следует отметить большую роль, которую сыграла Конвенция МОТ № 148, «подтолкнувшая» многие страны ввести законодательные акты по ограничению допустимого уровня шумовых воздействий. Введение законодательных актов по ограничению шума в 70-х годах прошлого века привело к тому, что самолёты советского производства перестали принимать в аэропортах многих стран мира из-за чрезмерно большого уровня шума, создаваемого двигателями [19].

Жители города Алматы помнят пассажирские рейсы по маршруту Алма-Ата/Москва, выполнявшиеся сверхзвуковым самолётом Ту-144 в 1977-1978 годах. Уровень звукового давления, создаваемого этим самолётом при переходе звукового барьера даже на высотах свыше 10 км, превышал 130 дБА [20], что вдвое превышает санитарную норму для импульсного шума, каким и является хлопок от сверхзвукового самолета, утвержденную Госкомсанэпиднадзором. Да и шум в самом салоне Ту-144 достигал уровней 90-95 дБА [20-21].

Информации об уровнях ультразвуковых сигналов, которые создаются при работе реактивных двигателей, в научной литературе очень мало. Ультразвуковые тактильные сигналы в воздухе требуют исключительных уровней звукового давления ($SPL > 145$ дБА) для создания ощутимой тактильной обратной связи. Однако эффекты воздействия такого высокого SPL на людей/животных не полностью изучены. Для того, чтобы ультразвуковые технологии могли применяться массово, необходимо установить показатели безопасности [22] для них. Высокий уровень шума может привести к нарушению процесса выполнения задач и раздражению. В некоторых исследованиях изучалось воздействие высоких уровней ультразвука на человека. Были предложены правила, ограничивающие воздействие ультразвука. В одном исследовании предел был установлен на уровне 110 дБ в ультразвуковом диапазоне. Было проделано мало работы по измерению фактического воздействия ультразвука на людей на работе и дома. Для определения воздействия ультразвука, измерения проводились на рабочем месте и дома в разное время суток [23]. В других работах рекомендуется предел уровня звукового давления в 100 дБА для населения в целом [24].

В работе [25], на примере Индонезии, было показано, что лишь в шести из десяти городов регулируется только один тип шума среди различных источников, тогда как двенадцать из 35 местных нормативов включают положения о шуме в документы по загрязнению воздуха, а не в отдельные положения. При этом минимальный уровень шума соответствует центральному стандарту в 55 дБА для населённых пунктов, но без указания диапазонов частот. Кроме того, авторы отмечают отсутствие простой процедуры проведения измерений, за исключением положений, предусмотренных провинцией Джокьякарта.

Особая опасность ультразвуковых колебаний заключается в том, что они не слышны и не видны. Похожая ситуация с опасностью поражения электрическим током. А источников ультразвука, как естественного, так и искусственного происхождения – очень много. Появление в рабочей или жилой зоне нового источника ультразвука может быть неожиданным для людей, находящихся в этой зоне. Реакция человеческого организма на воздействие ультразвука не одномоментная и, в связи с этим, на практике очень тяжело выявить корреляционную связь между ухудшением самочувствия людей и конкретными источниками ультразвука.

Отсутствие эффективных методов контроля уровней ультразвуковых сигналов [26] и локализации их источников, ставит задачу по разработке оборудования и программного обеспечения для её решения.

В настоящее время в продаже имеются приборы, способные обнаруживать источники звука и визуализировать их местоположение. На рисунках 1 и 2 представлены примеры

применения прибора FLIR Si2, способного отображать источники звука в виде тепловой карты.



Рисунок 2 – Выявление скрытых источников воздуха и утечек газа прибором FLIR Si2 с возможностью визуализации источника [27]



Рисунок 3 – Локализация источника звука в цветовом режиме в виде тепловой карты в зависимости от интенсивности [28]

Данные приборы имеют ограничения в том, что они хотя и способны обнаруживать источники звука и визуализировать их в виде тепловой карты, они не отображают звуковой сигнал в виде излучения. Такая возможность необходимо для выявления сигнатур источников и оценки их спектральных характеристик. Выявление сигнатур необходимо для выяснения характеристик излучения и их классификации. Однако, в Казахстане ведутся исследования по разработке приборов способных обнаруживать источники звука и ультразвука и способных визуализировать их в виде волн [29]. Данный прибор выполнен в виде четырех микрофонов для пространственного отображения источников звука и

ультразвука. Прибор нацелен на возможность проведения исследований по выявлению сигнатур источников звука и ультразвука и их анализу.

Появление таких приборов позволит проводить исследования по влиянию ультразвуковых излучений на здоровье человека и разработке новых стандартов в области влияния их на здоровье.

Заключение.

Хотя в обществе и научной среде имеется понимание опасности ультразвукового воздействия на биологические объекты, особенно на человека, законодательная база по ограничению ультразвуковых сигналов развита крайне слабо. Особую угрозу представляют мощные ультразвуковые сигналы, которые остаются неслышимыми вплоть до уровней тактильного восприятия (выше 145 дБА), тогда как вредное воздействие может наступать уже при 80 дБА. При этом отсутствуют нормативные документы и методики, позволяющие выявлять источники ультразвуковых сигналов как природного, так и техногенного происхождения. В связи с этим возникает необходимость проведения специальных исследований, направленных на изучение уровней ультразвука в салоне и кабине воздушных судов с реактивными двигателями.

Список литературы

1. Dixit, B., et al. (2025). Type, cause, effects, control methods of noise pollution. *Epidemiology and Environmental Hygiene in Veterinary Public Health*, 451-459.
2. Rasmussen, B. (2011). Sound insulation between dwellings: Overview of the variety of descriptors and requirements in Europe. In *Proceedings of Forum Acusticum 2011* (pp. 1793-1798). European Acoustics Association.
3. Wikipedia. (2025, July 21). Loudness. <https://en.wikipedia.org/wiki/Loudness>
4. Chepesiuk, R. (2005). Decibel hell: The effects of living in a noisy world.
5. Booth, R. (2021). The functional nature of units of measurement and their application to the decibel in radio wave propagation calculations [Educational Corner]. *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, 63(5), P. 131-139. <https://doi.org/10.1109/MAP.2021.3101439>
6. Kane, D., Grassi, V., Sturrock, R., & Balint, P. V. (2004). A brief history of musculoskeletal ultrasound: "From bats and ships to babies and hips". *Rheumatology*, 43(7), P. 931-933.
7. Yao, Y., Pan, Y., & Liu, S. (2020). Power ultrasound and its applications: A state-of-the-art review. *Ultrasonics Sonochemistry*, 62, 104722.
8. Leighton, T. G. (2020). Ultrasound in air. *Physics Today*, 73(12), 38-43.
9. Leighton, T. G. (2016). Are some people suffering as a result of increasing mass exposure of the public to ultrasound in air? *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 472(20150624). <https://doi.org/10.1098/rspa.2015.0624>
10. Kopljar, S., et al. (2024). Sound of democracy: Towards the democratisation of standards for soundscapes. *INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings*, 270(6), 5446-5457. Institute of Noise Control Engineering.
11. Arenas, J. P., & Suter, A. H. (2014). Comparison of occupational noise legislation in the Americas: An overview and analysis. *Noise and Health*, 16(72), P.306-319.
12. ГОСТ 12.1.003-83. (2007). Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности. Москва: Стандартинформ.
13. Health Canada. (2024, July). Safety procedures for the installation, use and control of X-ray equipment in large medical radiological facilities. Government of Canada.
14. Duck, F. A. (2007). Medical and non-medical protection standards for ultrasound and infrasound. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 93(1-3), P.176-191.
15. ISO. (2009). ISO 20906:2009 Acoustics - Unattended monitoring of aircraft sound in the vicinity of airports. International Organization for Standardization.

16. ГОСТ Р ИСО 1996-1-2019. (2019). Акустика. Описание, измерение и оценка шума на местности. Часть 1. Основные величины и процедуры оценки. Москва: Стандартинформ.
17. ГОСТ 31296.1-2005 (ИСО 1996-1:2003). (2007). Шум. Описание, измерение и оценка шума на местности. Часть 1. Основные величины и процедуры оценки.
18. ISO. (2009). ISO 9612:2009 Acoustics — Determination of occupational noise exposure — Engineering method. International Organization for Standardization.
19. Lenta.ru. (2025, July 27). Российские самолеты больше не пускают в Европу. <https://lenta.ru/articles/2002/04/01/noise/>
20. TechInsider. (2025, July 27). Сверхзвук и тишина: Без звука, быстрее звука. <https://www.techinsider.ru/made-in-russia/6322-sverkhzvuk-i-tishina-bez-zvuka-bystrye-zvuka/>
21. Wikipedia. (2025, July 21). Tupolev Tu-144. https://en.wikipedia.org/wiki/Tupolev_Tu-144#Cabin_noise
22. Battista, A. D. (2022). Safety of high-intensity ultrasound. In *Ultrasound Mid-Air Haptics for Touchless Interfaces* (pp. 347-362). Springer International Publishing.
23. Lefkowitz, K., Bruce, R., & Bommer, A. (2009). Ultrasound in the home and workplace. INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings, 2009(4), 2613-2618. Institute of Noise Control Engineering.
24. Duck, F. A. (2007). Medical and non-medical protection standards for ultrasound and infrasound. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 93(1-3), 176-191.
25. Mediastika, C. E., et al. (2023). Regulating sound in Indonesian urban areas.
26. Vassilyev, I., Mendakulov, Z., Imansakipova, B., et al. (2025). Acoustic emission spectrum for mine hazards identification and prevention. *Scientific Reports*, 15, 6408. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-90701-0>
27. Энергоскан. (2025, August 16). SI 2 PRO точное выявление скрытых источников воздуха и утечек газа. <https://isa-energосkan.kz/si2>
28. Пергам. (2025, August 16). Акустическая камера FLIR Si124. https://www.pergam.ru/catalog/gas_leaks/portable-detectors/flir%20si124.htm
29. Рысбекова, А. А. (2025). Локализация источников опасного ультразвукового излучения. In VIII Международный научно-технический форум СТНО-2025 (Vol. 6, P. 274–278). <https://disk.yandex.kz/d/LWiDMNwdL5Ij9g>

References

1. Dixit, B., et al. (2025). Type, cause, effects, control methods of noise pollution. *Epidemiology and Environmental Hygiene in Veterinary Public Health*, 451–459.
2. Rasmussen, B. (2011). Sound insulation between dwellings: Overview of the variety of descriptors and requirements in Europe. In *Proceedings of Forum Acusticum 2011* (P. 1793–1798). European Acoustics Association.
3. Wikipedia. (2025, July 21). Loudness. <https://en.wikipedia.org/wiki/Loudness>
4. Chepesiuk, R. (2005). Decibel hell: The effects of living in a noisy world.
5. Booth, R. (2021). The functional nature of units of measurement and their application to the decibel in radio wave propagation calculations [Educational Corner]. *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, 63(5), 131–139. <https://doi.org/10.1109/MAP.2021.3101439>
6. Kein, D., Grassi, V., Sturrock, R., & Balint, P. V. (2004). A brief history of musculoskeletal ultrasound: “From bats and ships to babies and hips”. *Rheumatology*, 43(7), P. 931–933.
7. Yao, Y., Pan, Y., & Liu, S. (2020). Power ultrasound and its applications: A state-of-the-art review. *Ultrasonics Sonochemistry*, 62, 104722.
8. Leighton, T. G. (2020). Ultrasound in air. *Physics Today*, 73(12), 38–43.
9. Leighton, T. G. (2016). Are some people suffering as a result of increasing mass exposure of the public to ultrasound in air? *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 472(20150624). <https://doi.org/10.1098/rspa.2015.0624>

10. Kopljar, S., et al. (2024). Sound of democracy: Towards the democratisation of standards for soundscapes. INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings, 270(6), 5446–5457. Institute of Noise Control Engineering.
11. Arenas, J. P., & Suter, A. H. (2014). Comparison of occupational noise legislation in the Americas: An overview and analysis. Noise and Health, 16(72), 306–319.
12. GOST 12.1.003-83. (2007). Sistema standartov bezopasnosti truda. Shum. Obshchie trebovaniya bezopasnosti. Moscow: Standartinform.
13. Health Canada. (2024, July). Safety procedures for the installation, use and control of X-ray equipment in large medical radiological facilities. Government of Canada.
14. Duck, F. A. (2007). Medical and non-medical protection standards for ultrasound and infrasound. Progress in Biophysics and Molecular Biology, 93(1–3), 176–191.
15. ISO. (2009). ISO 20906:2009 Acoustics - Unattended monitoring of aircraft sound in the vicinity of airports. International Organization for Standardization.
16. GOST R ISO 1996-1-2019. (2019). Akustika. Opisaniye, izmereniye i otsenka shuma na mestnosti. Chast' 1. Osnovnyye velichiny i protsedury otsenki. Moscow: Standartinform.
17. GOST 31296.1-2005 (ISO 1996-1:2003). (2007). Shum. Opisaniye, izmereniye i otsenka shuma na mestnosti. Chast' 1. Osnovnyye velichiny i protsedury otsenki.
18. ISO. (2009). ISO 9612:2009 Acoustics - Determination of occupational noise exposure - Engineering method. International Organization for Standardization.
19. Lenta.ru. (2025, July 27). Rossiiskie samolety bol'she ne puskayut v Evropu. <https://lenta.ru/articles/2002/04/01/noise/>
20. TechInsider. (2025, July 27). Sverkhzvuk i tishina: Bez zvuka, bystree zvuka. <https://www.techinsider.ru/made-in-russia/6322-sverkhzvuk-i-tishina-bez-zvuka-bystree-zvuka/>
21. Wikipedia. (2025, July 21). Tupolev Tu-144. https://en.wikipedia.org/wiki/Tupolev_Tu-144#Cabin_noise
22. Battista, A. D. (2022). Safety of high-intensity ultrasound. In Ultrasound Mid-Air Haptics for Touchless Interfaces (pp. 347–362). Springer International Publishing.
23. Lefkowitz, K., Bruce, R., & Bommer, A. (2009). Ultrasound in the home and workplace. INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings, 2009(4), 2613–2618. Institute of Noise Control Engineering.
24. Duck, F. A. (2007). Medical and non-medical protection standards for ultrasound and infrasound. Progress in Biophysics and Molecular Biology, 93(1–3), 176–191.
25. Mediastika, C. E., et al. (2023). Regulating sound in Indonesian urban areas.
26. Vassilyev, I., Mendakulov, Z., Imansakipova, B., et al. (2025). Acoustic emission spectrum for mine hazards identification and prevention. Scientific Reports, 15, 6408. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-90701-0>
27. Energoskan. (2025, August 16). SI 2 PRO tochnoe vyyavlenie skrytykh istochnikov vozdukhа i utechek gaza. <https://isa-energосkan.kz/si2>
28. Pergam. (2025, August 16). Akusticheskaya kamera FLIR Si124. https://www.pergam.ru/catalog/gas_leaks/portable-detectors/flir%20si124.htm
29. Rysbekova, A. A. (2025). Lokalizaciya istochnikov opasnogo ul'trazvukovogo izlucheniya. In VIII Mezhdunarodnyj nauchno-tehnicheskij forum STNO-2025 (Vol. 6, pp. 274–278). <https://disk.yandex.kz/d/LWiDMNwdL5IJ9g>

ДЫБЫСТЫҚ ЖӘНЕ УЛЬТРАДЫБЫСТЫҚ ТЕРБЕЛІСТЕРДІҢ ҚАУІПТІ ӘСЕРЛЕРІН НОРМАЛАУ ЖӨНІНДЕГІ ХАЛЫҚАРАЛЫҚ НОРМАТИВТІК БАЗАНЫ ТАЛДАУ

Аңдатпа. Шудың ластануы басты мәселеге айналды, өйткені ол көбінесе адамның іс-әрекетін немесе өмір салтын бұзады. Жұмыс дыбыстық және ультрадыбыстық сигналдардың шекті рұқсат етілген деңгейлеріне нормаларды енгізу саласындағы

нормативтік базаны талдауға арналған. Жұмыстың өзектілігі ультрадыбыстық сигналдарды өлшеуді нормативтік қамтамасыз ету мәселелерін, сондай-ақ адамдардың денсаулығына қауіпті ультрадыбыстық көздерді анықтау тәртібін толық нысықтаумен байланысты. Зерттеу тақырыбы-дыбыстық және ультрадыбыстық сигналдардың деңгейін өлшеуге арналған нормативтік база мен стандарттар. Ультрадыбыстық өңдеу адамдардың назарын көбірек аударады, өйткені ультрадыбыстық технология энергияны үнемдейтін процестерге икемді "жасыл" балама бола алады, дегенмен қуатты ультрадыбыстық көздер адам денсаулығына зиян тигізеді. Олар әсіресе қауіпті, өйткені адам ультрадыбыстық көздердің әсерін білмеуі немесе сезінбеуі мүмкін. Зерттеудің міндеттері сигналдардың рұқсат етілген деңгейлерінің айырмашылықтарын және осы деңгейлерді өлшеу ерекшеліктерін анықтау болды. Жұмыстың мақсаты қазақстандық нормативтік құжаттардың толықтығын халықаралық стандартқа сәйкестігін анықтау болып табылады. Бірқатар елдерде заңды түрде белгіленген дыбыстық және ультрадыбыстық қысымның шекті рұқсат етілген нормалары келтірілген. Дүние жүзіндегі миллиондаған адамдар ықтимал қауіпті шу деңгейіне ұшырайды, сондықтан жұмысшылардың есту денсаулығын жеткілікті түрде қорғау үшін заңнамаға шұғыл жаһандық қажеттілік бар. Белгіленген нормалар деңгейіндегі үлкен дисперсияға және осы мәндердің екіұшытылығына әкелетін себептерге назар аударылды. Күшті ультрадыбыстық сигналдардың көздерін анықтау бойынша нормативтік-әдістемелік құжаттардың болмауы фактісі атап өтілді, олардың қауіптілігі адам үшін естілмеуінде. Реактивті ұшақтардың салоны мен кабинасында ультрадыбыстық деңгейлерді зерттеу қажеттілігі туралы қорытынды жасалады.

Түйін сөздер: акустика, дыбыс, дыбыс қысымы, норма, қауіп, ұшақ, стандарт, ультрадыбыстық.

ANALYSIS OF THE INTERNATIONAL REGULATORY FRAMEWORK FOR THE REGULATION OF HAZARDOUS EFFECTS OF SOUND AND ULTRASONIC VIBRATIONS

Abstract. Noise pollution has become a primary concern, as it often disrupts a person's activities or lifestyle balance. The work is devoted to the analysis of the regulatory framework in the field of the introduction of standards for the maximum permissible levels of sound and ultrasonic signals. The relevance of the work is related to the lack of a comprehensive study of the issues of regulatory support for the measurement of ultrasonic signals, as well as the procedure for identifying sources of ultrasound dangerous to human health. The subject of the study is the regulatory framework and standards for measuring the levels of sound and ultrasonic signals. Ultrasound processing is attracting more and more attention from people, as ultrasound technology can provide a flexible "green" alternative for energy-efficient processes, but powerful sources of ultrasound are harmful to human health. They are especially dangerous because a person may not know or feel about the effects of ultrasound sources on him. The objectives of the study were to identify differences in acceptable signal levels and the measurement features of these levels. The purpose of the work is to determine the completeness of compliance of Kazakhstani regulatory documents with the International Standard. The maximum permissible standards of sound and ultrasonic pressure, legally established in a number of countries, are given. Millions of people around the world are exposed to potentially dangerous levels of noise, and therefore there is an urgent global need for legislation to adequately protect workers' hearing health. Attention is drawn to the wide variation in the levels of established norms and the reasons leading to the ambiguity of these values. The fact that there are no regulatory and methodological documents on the identification of sources of powerful ultrasonic signals, whose increased danger lies in their inaudibility to humans, is noted. It is concluded that it is necessary to study ultrasound levels in the cabin and cabin of jet aircraft.

Keywords: *acoustics, sound, sound pressure, norm, danger, airplane, standard, ultrasound.*

Сведение об авторах

Рысбекова Айнара Амангелдиевна	Докторант АО «Академия Гражданской Авиации», г. Алматы, Казахстан, E-mail: a.rysbekova@agakaz.kz
Мендакулов Жасулан Корабаевич	Научный консультант, PhD, АО «Академия Гражданской Авиации», г. Алматы, Казахстан, E-mail: m_m_zhas@mail.ru
Кенбеилова Салтанат Жапаспаевна	PhD, ассоциированный профессор АО «Академия Гражданской Авиации», г. Алматы, Казахстан, E-mail: s.kenbeilova@agakaz.kz *

Авторлар туралы мәлімет

Рысбекова Айнара Амангелдиевна	«Азаматтық Авиация Академиясы» АҚ докторанты, Алматы қ., Қазақстан, E-mail: a.rysbekova@agakaz.kz
Мендакулов Жасулан Корабаевич	Ғылыми кеңесші, PhD, «Азаматтық Авиация Академиясы» АҚ, Алматы қ., Қазақстан, E-mail: m_m_zhas@mail.ru
Кенбеилова Салтанат Жапаспаевна	PhD, қауымдастырылған профессор «Азаматтық Авиация Академиясы» АҚ, Алматы қ., Қазақстан, E-mail: s.kenbeilova@agakaz.kz *

Information about the authors

Rysbekova Ainara Amangeldievna	Doctoral student of the JSC «Academy of Civil Aviation», Almaty, Kazakhstan, E-mail: a.rysbekova@agakaz.kz
Mendakulov Zhassulan Korabayevich	Scientific consultant, PhD, JSC «Academy of Civil Aviation», Almaty, Kazakhstan, E-mail: m_m_zhas@mail.ru
Kenbeilova Saltanat Zhapaspaevna	PhD, Associate Professor of the JSC «Academy of Civil Aviation», Almaty, Kazakhstan, E-mail: s.kenbeilova@agakaz.kz *