

СПЕЦИАЛЬНЫЕ АКУСТИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА СИЛОВЫХ СТРУКТУР: КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ВОПРОСА, МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НА ОРГАН СЛУХА

¹ Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова (Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6);

² Научно-исследовательский испытательный институт военной медицины
(Россия, Санкт-Петербург, ул. Лесопарковая, д. 4)

Актуальность. Внедрение специальных звуковых установок в систему обеспечения безопасности обуславливает необходимость проведения медико-биологической оценки воздействия звукового сигнала.

Цель – провести анализ отечественной и зарубежной литературы по истории создания акустического оружия и медико-биологическим эффектам, возникающим при его применении. Изучить современные представления о рисках повреждения органа слуха при его воздействии на операторов, эксплуатирующих специальное звуковое оборудование, и лиц, на которых направлено действие специального звукового сигнала.

Методология. В работе использовались отечественные и зарубежные источники литературы (монографии, статьи) по вопросам создания и применения специальных акустических средств, как одного из видов оружия нелетального действия. Проанализированы руководящие нормативные документы, в которых регламентированы безопасные уровни воздействия шума на орган слуха. Поиск провели в базах данных PubMed, Российском индексе научного цитирования, Консультант-плюс.

Результаты и их анализ. Основные разработки по созданию и изучению эффектов акустического оружия принадлежат зарубежным исследователям (США, Великобритания). Источники специального звукового сигнала (звуковые генераторы, пушки, гранаты) в основном используются для борьбы с беспорядками и противоправными действиями групп людей в отношении сотрудников силовых структур. Их активно принимают на снабжение в подразделения полиции и вооруженных сил ряда иностранных государств (США, Грузия, Украина и др.). В отечественной литературе имеются лишь единичные публикации, в которых исследуется влияние специального звукового сигнала на орган слуха животных и человека.

Заключение. Оценка безопасности акустических воздействий, создаваемых специальными звуковыми устройствами, является крайне актуальной проблемой и требует дальнейшего изучения применительно к национальному законодательству.

Ключевые слова: военная медицина, специальные акустические средства, нелетальное оружие, акустическое оружие, гиперзвуковой удар, орган слуха.

Введение

Нестабильная геополитическая обстановка в мире в последнее десятилетие XXI века способствовала росту числа несанкционированных и крупномасштабных митингов и акций протеста, «революционных» выступлений (Россия, Украина, Белоруссия, США, Испания и т. д.), которые приводили не только к жертвам среди мирного населения, но и среди сотрудников силовых структур, т. е. к развитию чрезвычайной ситуации социального характера. Как у нас в стране, так и за рубежом для пресечения массовых беспорядков и иных противоправных дей-

ствий, нарушающих движение транспорта, работу средств связи и организаций, наряду с прочими, правоохранительными органами применяются специальные акустические средства (САС). Внедрение специальных установок, основанных на принципе использования акустической энергии, в систему обеспечения безопасности государства снижает риск физического повреждения органов и систем человека в отличие от применения традиционного оружия, что соответствует принципам гуманизма. В связи с этим исследование медико-биологического эффекта воздействия САС на организм человека

✉ Кузнецов Максим Сергеевич – канд. мед. наук, докторант каф. оториноларингологии, Воен.-мед. акад. им. С.М.Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6), ORCID: 0000-0002-5057-3486, e-mail: mskuznecov2@mail.ru;

Логаткин Станислав Михайлович – д-р мед. наук доц., ст. науч. сотр., Гос. науч.-исслед. испытат. ин-т воен. медицины (Россия, 195043, Санкт-Петербург, ул. Лесопарковая, д. 4), e-mail: logatkin.stanislav@yandex.ru;

Дворянчиков Владимир Владимирович – д-р мед. наук проф., нач. каф. оториноларингологии, Воен.-мед. акад. им. С.М.Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6), ORCID: 0000-0002-0925-7596, e-mail: logatkin.stanislav@yandex.ru

является актуальным и требует дальнейших исследований.

Шум высокой интенсивности занимает лидирующее место среди новых технологий, рассматриваемых в качестве средства для борьбы с гражданскими беспорядками [17]. Очевидно, что он мешает восприятию речи и делает практически невозможным проведение несанкционированных митингов. Некоторые авторы рассматривают применение кратковременного воздействия САС в качестве оружия нелетального действия (из-за отсутствия физического повреждения органов и систем) [8, 34].

Применение САС обеспечивает дезориентацию и временный вывод из строя отдельного человека или группы лиц за счет направленного мощного «пучка» акустической энергии. Воздействие звука на человека зависит от таких его характеристик, как частота, уровень звукового давления и продолжительность воздействия. При этом немаловажное значение имеет индивидуальная чувствительность к указанному воздействию [21].

Полагают, что акустическое оружие (в основном звуковые пушки и оглушающие гранаты), по-видимому, является перспективным инструментом для решения служебных задач полиции и армии [6, 10].

Однако в настоящее время достоверная информация о применении такого способа воздействия недостаточно отражена в литературе, а большинство публикаций в средствах массовой информации научно не обоснованы [13].

В литературе описаны различные эффекты, которые возникают при воздействии САС различной частоты и интенсивности во время осуществления борьбы с беспорядками: расстройство равновесия, страх, заложенность в ушах, головокружение, спазмы внутренних органов, тошнота и рвота [28, 32].

Материал и методы

Использовали отечественные и зарубежные источники литературы (монографии и статьи) по вопросам создания и применения специальных акустических средств, как одного из видов оружия нелетального действия. Проанализированы руководящие нормативные документы, в которых регламентированы безопасные уровни воздействия шума на орган слуха.

Поиск провели в базах данных PubMed, Российском индексе научного цитирования, Консультант-плюс.

Результаты и их обсуждение

Одно из самых первых упоминаний об использовании звука в качестве нелетального оружия содержится в книге R. Applegate (1969 г.) о средствах и методах борьбы с беспорядками. В своей работе он описал звуковую систему HPS-1: портативный громкоговоритель, разработанный для Вооруженных сил США и используемый для связи на больших расстояниях [16]. Система с батарейным питанием, состоящая из усилителя и четырех мощных рупорных громкоговорителей, могла передавать голос на расстояние более 4 км. Она устанавливалась на вертолетах и использовалась для обеспечения войсковых операций во время войны во Вьетнаме. К концу 1960-х – началу 1970-х годов силовые структуры США и других стран были оснащены данной системой для борьбы с массовыми беспорядками. В частности, она применялась британской армией во время конфликта в Северной Ирландии [11].

Относительно своего применения HPS-1 была, в первую очередь, системой громкой связи, позволяющей общаться независимо от шума толпы. Тем не менее, система была оснащена вспомогательным устройством, называемым «Curdler», которое издавало пульсирующий, пронзительный звук, оказывающий раздражающее действие на орган слуха.

В середине 1960-х годов возник интерес к оценке влияния инфразвука и низкочастотного звука на человека. Исследования были обусловлены разработкой в США программы по изучению космоса, чтобы оценить риски, связанные с воздействием низкочастотного шума, генерируемого на этапе запуска ракет. Установлено, что при коротких экспозициях звуков с частотой от 1 до 100 Гц и уровнем звукового давления до 150 дБ не возникало ощутимого воздействия на орган слуха. Однако в работе французского исследователя V. Gavreau утверждалось, что инфразвук оказывает выраженное действие на органы и системы человека [22]. Более поздние исследования также показали, что при длительном воздействии низкочастотного шума и инфразвука происходит повышение порогов слуха в области низких и средних частот, что соответствует речевому диапазону (от 500 до 2000 Гц). Это может приводить к снижению разборчивости речи, что имеет важное социальное значение. Низкочастотные акустические колебания с уровнем звукового давления 130 дБ вызывают ощущение избыточности восприятия, а с 150 дБ – боль в ухе [4].

В 1970-х годах получило развитие научное направление по созданию инфразвукового оружия [27].

В 1973 г. в Великобритании было разработано устройство под названием «Визжащая шкатулка», которое применялось во время конфликта в Северной Ирландии. Принцип его работы был основан на взаимодействии двух ультразвуковых лучей с формированием инфразвука, применение которого нейтрализовало толпу. Однако в Минобороны Великобритании отрицали существование данного оружия и вместо этого признали, что они приобрели звуковую систему HPS-1 [29]. В 1978 г. N. Broner опубликовал обзор данных о влиянии низкочастотного звука на людей, в котором был сделан вывод о том, что возможная опасность инфразвука была сильно переоценена [19].

До 1990-х годов проблема разработки САС не освещалась, по крайней мере, в открытых источниках. Так, в отчете конференции по нелетальному оружию 1986 г. рассматривался широкий спектр технологий, но об акустических средствах не упоминалось [31].

Первые исследования по разработке САС были выполнены в рамках программы разработки боеприпасов с низким уровнем сопутствующего ущерба (Low Collateral Damage Munitions – LCDM), которые проводились Центром исследований, разработок и инженерии (Army's Armament Research, Development and Engineering Center, ARDEC) армии США с 1991 по 1995 г. Согласно пресс-релизу ARDEC, в июне 1992 г. был заключен контракт с компанией «SARA Inc.» на разработку двух прототипов САС. Был разработан мощный низкочастотный звуковой излучатель, а также созданы недифрагирующие высокочастотные акустические пули [24]. В дополнение к прототипам, созданным в «SARA Inc.», сотрудники Минобороны США разрабатывали акустические источники с потенциальным нелетальным действием. Так, был сконструирован прототип устройства, производящего акустические импульсы от высоковольтных электрических разрядов, названный «генератором последовательного дугового разряда» (SADAG), для исследования эффектов звуковых акустических импульсов в лабораторных условиях [18].

На животных были испытаны четыре различных прототипа САС: две сирены с пневматическим приводом, разработанные и изготовленные в «SARA Inc.» для лабораторных испытаний (одна – с диапазоном частот от 750

до 2500 Гц, а другая – от 1500 до 10000 Гц), уровень звука во время экспериментов составлял 110 и 129 дБ соответственно; два акустических генератора (армейский SADAG и Gayl Blaster), создающие максимальный уровень звукового давления 165 и 126 дБ соответственно. После проведения эксперимента с применением опытных образцов САС было установлено, что «... ни одно из четырех протестированных устройств нецелесообразно использовать в качестве нелетального оружия». Так, устройство SADAG влияло на поведение свиней, но не оказывало такового на обезьян и, кроме того, вызывало необратимое повреждение органа слуха у животных. Исследователи отметили, что «... одно только повреждение слуха, вероятно, является достаточной причиной для исключения использования устройства в качестве нелетального оружия» [30]. Однако это утверждение необходимо рассматривать с определенными допущениями, поскольку известно, что орган слуха человека является более устойчивым к акустическому воздействию шума высокой интенсивности.

J. Altmann в статье [15] резюмировал перспективы создания САС следующим образом:

- многие утверждения об эффектах и свойствах САС, в частности с использованием инфразвука, противоречат научным данным;
- эффективность применения звуковых воздействий на частотах речевого диапазона может быть реализована лишь на небольшом расстоянии и при таких уровнях звука, которые представляют явную опасность для незащищенного органа слуха.

Несмотря на неудачи в создании САС, исследования генераторов звука, как инструментов психологического воздействия и обеспечения коммуникационных технологий, продолжались. В конце 1990-х годов корпорация «American Technology Corp.» (ATC) выпустила громкоговоритель Hyper Sonic Sound, основанный на принципе излучения модулированного ультразвука, который затем демодулируется нелинейными эффектами в воздухе для получения слышимого звука, но с гораздо более высокой направленностью из-за короткой длины волны [12]. Далее в корпорации ATC продолжили работы в этом направлении, что привело к разработке системы для военных нужд High Intensity Directed Acoustics (HIDA). Устройства HIDA нашли применение для удовлетворения растущей потребности в защите кораблей, транспортных средств и объектов от злоумышленников.

HIDA успешно прошла испытания в полевых условиях, когда она позволяла задерживать злоумышленников на расстоянии 500 ярдов (около 460 м) и более за счет создания направленного звукового сигнала [26].

В 2002 г. компания АТС получила контракт от Военно-морских сил США на создание прототипа устройства, которое она назвала LRAD, а к 2003 г. первые 6 устройств были развернуты на кораблях Военно-морского флота. Акустическое устройство дальнего действия (LRAD) – это высоконаправленный акустический генератор, предназначенный для связи на большом расстоянии и воздействия на разрушителей специальным звуковым сигналом.

К сентябрю 2005 г. было развернуто около 350 систем LRAD, многие из которых были на вооружении армии США в Ираке. В 2007 г. аналогичная система была использована против протестующей правительственной оппозиции в г. Тбилиси (Грузия) [9].

В настоящее время в компании «Genasys Inc.» производятся две основные версии системы: LRAD1000 и LRAD500, которые работают в двух режимах: голосовом и тональном (для передачи предупреждающего звука высокого уровня). В тональном или предупреждающем режиме LRAD 1000 может генерировать уровень звука в 151 дБ для коротких импульсов или непрерывно в 146 дБ на расстоянии 1 м. В голосовом режиме система производит звук с уровнем 120 дБ также на расстоянии 1 м, который, естественно, становится менее интенсивным с увеличением расстояния. LRAD 1000 разработан для использования на дальностях до 500 м в голосовом режиме и до 1 км в тональном режиме. LRAD500 производит звук с уровнем до 145 дБ в тональном режиме. Устройство создано для использования на дальностях до 300 м в голосовом режиме и до 500 м в тональном режиме. По данным на 2021 г., системы LRAD используются в 72 странах мира и более чем в 450 городах США [23].

Перспективным направлением является создание акустического оружия нелетального действия для осуществления неконтактной защиты (самообороны) кораблей и объектов морской экономической деятельности от подводных диверсантов, что позволяет использовать его, в том числе, в мирное время и в угрожаемый период без предупреждения (в отличие от существующих средств поражения гранатами) [2].

По мнению ряда авторов, поскольку минимизация ущерба здоровью человека является одной из основных задач при использова-

нии нелетального оружия, вышеупомянутые средства сегодня еще далеки от того, чтобы считаться безопасными [1, 3, 5, 25].

Национальным институтом безопасности и гигиены труда США (NIOSH) регламентировано, что эквивалентный уровень шума за 8 ч, измеренный по шкале «А» шумомера, не должен превышать 85 дБ. Продолжительность звукового воздействия при 110 дБ не должна превышать 1,5 мин, при 120 дБ – 9 с. В диапазоне же от 130 до 140 дБ продолжительность воздействия не должна превышать 1 с, а звуки с интенсивностью выше 140 дБ вообще не должны применяться [33].

В Санитарных правилах и нормах 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и(или) безвредности для человека факторов среды обитания» указано, что пиковый уровень звукового давления, измеренный на частотной характеристике «С» шумомера, не должен превышать 137 дБ. Однако, согласно ГОСТу Р 51270–99 «Изделия пиротехнические. Общие требования безопасности», для пиротехнических изделий, к которым относятся и некоторые САС (например светозумовые гранаты), опасная зона «акустического излучения» устанавливается по границе с уровнем звука 140 дБА I (на временной характеристике «I» – импульс шумомера). Для пиротехнических изделий, отнесенных к первому классу, существует и другая предельная величина – 125 дБА I на расстоянии 2,5 м от изделия. В то же время, для данных изделий устанавливается так же и опасная зона по «ударной волне», которая определяется исходя из границ, где максимальная амплитуда давления составляет 35 кПа. И это несмотря на то, что по своей физической природе такое давление на фронте ударной волны соответствует импульсному шуму с пиковым уровнем в 185 дБ. По абсолютной величине пикового давления это превышает нормативный уровень (137 дБ), установленный СН 1.2.3685–21, примерно, в 300 раз.

Для использования сотрудниками силовых структур САС необходима оценка его воздействия в контексте законодательства и прав человека. Так, Минобороны США финансировало исследование безопасности LRAD, которое было проведено в Университете штата Пенсильвания, и пришло к выводу: LRAD можно безопасно использовать в качестве устройства «связи и предупреждения», учитывая военный стандарт MIL-STD 1474D для безопасности оператора и стандарт OSHA

(Управление по охране труда) для группы людей, на которых оказывается воздействие [20].

В то же время, в связи с риском возникновения повреждения слуха необходимо применение технических устройств, ограничивающих мощность звука LRAD и/или его продолжительность в зависимости от расстояния до целевого объекта или субъектов воздействия. В режиме предупреждающего сигнала воздействие должно длиться несколько секунд на расстоянии 50 м и 1,5 мин на расстоянии 100 м. Ближе 5 м любое воздействие может привести к необратимому повреждению слуха [14].

По результатам нашего исследования по изучению влияния специального звукового сигнала, содержащего частотные полосы слышимого диапазона (2000 и 3000 Гц), чередование которых происходило с частотой 7 Гц, установлено безопасное время его однократного воздействия. Оно составило при уровне звукового давления 100, 105, 110, 120 дБА – 50, 16, 5 и 0,5 мин соответственно. Более продолжительная экспозиция (без средств индивидуальной защиты органа слуха) может привести к развитию острой акустической травмы [7].

Как видно из приведенных данных, медико-биологическая оценка САС в значительной

степени зависит от принятых на законодательном уровне критериев и показателей безопасности акустических воздействий. К сожалению, учитывая наличие людей, обладающих повышенной индивидуальной чувствительностью к действию шума, а также зависимость эффекта действия САС от расстояния, грань между допустимым и недопустимым воздействием является достаточно условной. В этом и заключается проблема медико-биологической оценки акустических средств, а также их применения по назначению.

Заключение

Таким образом, воздействие специальных звуковых сигналов высокого уровня на группы людей с целью пресечения противоправных действий может иметь потенциальные побочные эффекты, несущие угрозу их здоровью, в частности – повреждение органа слуха. Необходимо отметить, что такому же риску подвергаются и операторы, обеспечивающие эксплуатацию этого оборудования. Оценка безопасности акустических воздействий, создаваемых специальными звуковыми устройствами, является крайне актуальной проблемой и требует дальнейшего изучения применительно к национальному законодательству.

Литература

1. Ахметханов Р.Р., Веденькин Д.А. Акустическое оружие, расчет и сравнение характеристик // XXI Ту-полевские чтения (школа молодых ученых): материалы конф. Казань, 2013. С. 10–11.
2. Быстров Б.В., Муравьев В.Н., Пироженов В.А. О новых физических принципах защиты кораблей и объектов морской экономической деятельности от подводных диверсий // Вопр. оборон. техники. Сер. 16: Технич. средства противодействия терроризму. 2013. № 1–2. С. 71–74.
3. Гафуров Н.Н. Особенности медицинского обеспечения при вооруженных конфликтах в будущем // International scientific review of the problems and prospects of modern science and education: материалы конф. Бостон, 2019. С. 93–96.
4. Иванов Н.И., Зинкин В.Н., Сливина Л.П. Биомеханические механизмы действия низкочастотных акустических колебаний на человека // Рос. журн. биомеханики. 2020. Т. 24, № 2. С. 216–231. DOI: 10.15593/RZhBiomeh/2020.2.09.
5. Левченко О.Е., Курдиль Н.В., Луценко О.Г., Падалка В.Н. Медицинские аспекты современного нелетального оружия: травмирующие факторы нового типа (подготовлено по материалам Управления по нелетальному оружию (Joint non-lethal weapons directorate) Министерства обороны США, Вирджиния, 2011) // Медицина неотложных состояний. 2016. № 2. С. 30–38.
6. Прохоркин А.Г., Барсуков С.Н., Киричек И.Н. Методика оценки зоны воздействия акустического оружия нелетального действия // Современные проблемы проектирования, производства и эксплуатации радиотехнических систем: сб. науч. тр. 2016. № 10. С. 91–96.
7. Рыжиков М.А., Кузнецов М.С., Логаткин С.М., Кузнецов С.М. К вопросу о безопасности кратковременного воздействия высокоинтенсивного шума изменяющейся тональности // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2018. № 1. С. 57–64. DOI: 10.25016/2541-7487-2018-0-1-57-64.
8. Селиванов В.В., Левин Д.П. Оружие нелетального действия. М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. 356 с.
9. Таранов Д.К., Маковкин А.А. Акустическое оружие ультразвукового и инфразвукового спектров // Природоподобные технологии строительных композитов для защиты среды обитания человека: II международ. онлайн конгресс. Белгород, 2019. С. 469–473.
10. Яремчук С.Д., Ганченко П.В. Анализ развития радиочастотного и акустического оружия за рубежом // Вопр. оборон. техники. Сер. 16: Технич. средства противодействия терроризму. 2019. № 5–6. С. 96–104.

11. Ackroyd C., Margolis K., Rosenhead J., Shallice T. *The Technology of Political Control*. 2nd ed. London : Pluto Press, 1980. XXIX, 336 p.
12. Altmann J. Acoustic NLW Working in the Audio Range. Paper presented at: 3 European Symposium on 'Non-Lethal' Weapons 2005; May 10–12, 2005; Ettlingen, Germany. URL: https://rusneb.ru/catalog/010003_000061_eab6e3a80cfebc3f98f13c2a11fcf69c/.
13. Altmann J. Acoustic Weapons – A Prospective Assessment // *Science and Global Security*. 2002. Vol. 9, N 3. P. 165–234. DOI: 10.1080/08929880108426495/.
14. Altmann J. Millimetre Waves, Lasers, Acoustics for Non-Lethal Weapons? *Physics Analyses and Inferences* // Deutsche Stiftung Friedensforschung. 2008. N 16. 6 p.
15. Altmann J. Acoustic Weapons: Myths and Reality // Dando M. *Non-Lethal Weapons: Technological and Operational Prospects*. London : Jane's Publishing, 2000. P. 51–59.
16. Applegate R. *New Ways with Sound. Riot Control – Materiel and Techniques*. 1st ed. Harrisburg (PA): Stackpole Books, 1969. P. 269–273.
17. Arkin W.M. Acoustic anti-personnel weapons: an inhumane future? // *Medicine Conflict Survival*. 1997. Vol. 13, N 4. P. 314–326. DOI: 10.1080/13623699708409355.
18. Boesch Jr.E., Benwell B., Ellis V. A High-Power Electrically Driven Impulsive Acoustic Source for Target Effects Experiments and Area-Denial Applications. Presentation to 'Non-Lethal' Defense III, National Defense Industrial Association; 1998; Army research lab, Adelphi, MD. URL: https://archive.org/details/DTIC_ADA351398/mode/2up Accessed April 18, 2018.
19. Broner N. The effects of low frequency noise on people – A review // *Journal of Sound and Vibration*. 1978. Vol. 58, N 4. P. 483–500.
20. Casey-Maslen S. Non-kinetic-energy weapons termed 'non-lethal'. Geneva academy of international humanitarian law and human rights. 2010. P. 67–70. URL: <https://www.geneva-academy.ch/joomlatools-files/docman-files/Non-Kinetic-Energy%20Weapons.pdf>.
21. Davison N. «Non-lethal» weapons. 2009. P. 186–205. DOI:10.1057/9780230233980_7.
22. Gavreau V. *Infrasound* // *Science Journal*. 1968. Vol. 4, N 1. P. 33–37.
23. Genasys website, Product Lines – LRAD. Accessed September 2021. URL: <https://genasys.com/ahd-products/>.
24. Harris B. Less-Than-Lethal Munitions to Give Army Greater Flexibility // *Ordnance*. 1993. Vol. 9, N 2. P. 22–23.
25. Kunz S.N., Grove C., Monticelli F. Medizinische Aspekte gdnigiger nicht-letalier Wirkmittel // *Wien. Med. Wochenschr*. 2014. Vol. 164, N 5-6. P. 103–108. DOI:10.1007/S10354-013-0251-Z.
26. Lewer N., Davison N. Non-lethal technologies – an overview // *Science, technology and the CBW regimes*. 2005. N 1. P. 37–51.
27. Lumsden M. *Anti-personnel Weapons*. Stockholm : London: SIPRI : Taylor&Francis, 1978. P. 203–205.
28. Robertson A.G. The medical effects of non-lethal weapons // *Aust. Mil. Med*. 1997. Vol. 6, N 1. P. 10–14.
29. Rodwell R. 'Squawk box' technology // *New Scientist*. 1973. Vol. 59, N 864. P. 667–668.
30. Sherry C., Cook M., Brown C., Jauchem J., Merritt J., Murphy M. An Assessment of the Effects of Four Acoustic Energy Devices on Animal Behavior. AFRL-HE-BR-TR-2000-0153. Brooks Air Force Base, 2000; Texas. URL: https://archive.org/details/DTIC_ADA385802/mode/2up Accessed April 30, 2018.
31. Sweetman S. Report on the Attorney General's Conference on Less Than Lethal Weapons. National Institute of Justice; 1987; Washington, DC: US Government Printing Office. [35 p.] URL: <https://www.ojp.gov/pdffiles1/Digitization/105195NCJRS.pdf>.
32. Tapscott M., Atwal K. New Weapons That Win Without Killing On DOD's Horizon // *Defense Electronics*. 1993. Vol. 25, N 2. P. 41–46.
33. Themann C.L., Masterson E.A. Occupational noise exposure: A review of its effects, epidemiology, and impact with recommendations for reducing its burden // *J. Acoust. Soc. Am*. 2019. Vol. 46, N 5. P. 38–79. DOI: 10.1121/1.5134465.
34. Vinokur R. Acoustic Noise as a non-lethal weapon // *Sound And Vibration*. 2004. N 38. P. 19–23.

Поступила 14.04.2021 г.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи.

Участие авторов: М.С. Кузнецов – разработка концепции и дизайна исследования, написание первого варианта статьи; С.М. Логаткин – разработка концепции и дизайна исследования, обзор публикаций по теме статьи, редактирование окончательного варианта статьи; В.В. Дворянчиков – обзор публикаций по теме статьи, методическое сопровождение.

Для цитирования. Кузнецов М.С., Логаткин С.М., Дворянчиков В.В. Специальные акустические средства силовых структур: краткая история вопроса, медико-биологические эффекты при воздействии на орган слуха // *Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях*. 2021. № 3. С. 83–90. DOI: 10.25016/2541-7487-2021-0-3-83-90

Special acoustic devices of law enforcement agencies: a short history, medical and biological effects on the hearing organ

Kuznetsov M.S.¹, Logatkin S.M.², Dvorjanchikov V.V.¹

¹Kirov Military Medical Academy (6, Academica Lebedev Str., St. Petersburg, 194044. Russia);

²State Scientific Research Testing Institute of military medicine (4, Lesoparkovaya Str., St. Petersburg, 195043, Russia)

✉ Maxim Sergeevich Kuznetsov – PhD Med. Sci., Department of Otorhinolaryngology, Kirov Military Medical Academy (6, Academica Lebedev Str., St. Petersburg, 194044. Russia), ORCID: 0000-0002-5057-3486, e-mail: mskuznecov2@mail.ru; Stanislav Mikhailovich Logatkin – Dr. Med. Sci. Associate Prof., Senior Research Associate, State Scientific Research Testing Institute of military medicine (4, Lesoparkovaya Str., St. Petersburg, 195043, Russia), e-mail: logatkin.stanislav@yandex.ru; Vladimir Vladimirovich Dvorjanchikov – Dr. Med. Sci. Prof., Head of the Department of Otorhinolaryngology, Kirov Military Medical Academy (6, Academica Lebedev Str., St. Petersburg, 194044. Russia), ORCID: 0000-0002-0925-7596, e-mail: vmedalor@mail.ru;

Abstract

Relevance. The introduction of special acoustic devices into the security system necessitates a medical and biological assessment of the impact of acoustic signals.

Intention – To analyze domestic and foreign literature on the history of acoustic weapons and their medical and biological effects, as well as to study current ideas about sound-induced damage to operators of this equipment and exposed persons.

Methodology. In this paper, we analyzed domestic and foreign publications (monographs, articles) about creation and use of special acoustic devices as non-lethal acoustic weapons. Besides, regulatory documents on safe levels of noise exposure were analyzed. PubMed, Russian Science Citation Index, Consultant plus database were also searched.

Results and Discussion. Non-lethal acoustic weapons were developed and their effects studied mainly by foreign researchers (USA, UK). Sources of special acoustic signals (sound generators, cannons, grenades) are mainly used to disperse crowds of people and control illegal actions against law-enforcement officers. Such weapons are widely used by foreign police and military personnel (USA, Georgia, Ukraine etc.). Only a few publications in Russian describe special acoustic effects on the hearing organ of animals and humans.

Conclusion. Safety assessment of acoustic effects of special devices is very important and requires further study in relation to the national legislation.

Keywords: military medicine, special acoustic devices, non-lethal weapons, acoustic weapons, hypersonic shock, hearing organs.

References

1. Akhmetkhanov R.R., Veden'kin D.A. Akusticheskoe oruzhie, raschet i sravnenie kharakteristik [Acoustic weapons, calculation and comparison of characteristics]. *XXI Tupolevskie chteniya (shkola molodykh uchenykh)* [XXI Tupolev readings (school of young scientists)]: Scientific. Conf. Proceedings. Kazan'. 2013. Pp. 10–11. (In Russ.)
2. Bystrov B.V., Murav'ev V.N., Pirozhenko V.A. O novykh fizicheskikh printsipakh zashchity korablei i ob'ektov morskoi ekonomicheskoi deyatel'nosti ot podvodnykh diversii [About new physical principles of ships and economic sea objects protection against underwater diversion]. *Voprosy oboronnoi tekhniki. Seriya 16: Tekhnicheskie sredstva protivodeistviya terrorizmu* [Military Enginery. Counter-terrorism technical devices. Issue 16]. 2013. N 1–2. Pp. 71–74. (In Russ.)
3. Gafurov N.N. Osobennosti meditsinskogo obespecheniya pri voozruzhennykh konfliktakh v budushchem [Features of medical support in armed conflicts in the future]. *International scientific review of the problems and prospects of modern science and education*: Scientific. Conf. Proceedings. Boston. 2019. Pp. 93–96. (In Russ.)
4. Ivanov N.I., Zinkin V.N., Slivina L.P. Biomekhanicheskie mekhanizmy deistviya nizkochastotnykh akusticheskikh kolebanii na cheloveka [Biomechanical mechanisms of action of low-frequency acoustic vibrations on a person]. *Rossiiskii zhurnal biomekhaniki* [Russian Journal of Biomechanics]. 2020. Vol. 24, N 2. Pp. 216–231. DOI: 10.15593/RZhBiomeh/2020.2.09. (In Russ.)
5. Levchenko O.E., Kurdil' N.V., Lutsenko O.G., Padalka V.M. Meditsinskie aspekty sovremennogo neletal'nogo oruzhiya: travmiruyushchie faktory novogo tipa [Medical aspects of current non-lethal weapons: new traumatic factors (adapted from files of Join non-lethal weapon directorate of USA Department of defense, Virginia, 2011)]. *Meditsina neotlozhnykh sostoyanii* [Emergency medicine]. 2016. N 2. Pp. 30–38. (In Ukrainian).
6. Prokhorkin A.G., Barsukov S.N., Kirichek I.N. Metodika otsenki zony vozdeistviya akusticheskogo oruzhiya neletal'nogo deistviya [Methodology for assessing the impact zone of non-lethal acoustic weapons]. *Sovremennye problemy proektirovaniya, proizvodstva i ekspluatatsii radiotekhnicheskikh sistem* [Modern problems of design, production and operation of radio engineering systems]: collection of scientific works. 2016. N 10. Pp. 91–96. (In Russ.)
7. Ryzhikov M.A., Kuznetsov M.S., Logatkin S.M., Kuznetsov S.M. K voprosu o bezopasnosti kratkovremennogo vozdeistviya vysokointensivnogo shuma izmenyayushcheysya tonal'nosti [On the issue of safety of short-term exposure to highintensity noise of a changing key]. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychainykh situatsiyakh* [Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2018. N 1. Pp. 57–64. DOI: 10.25016/2541-7487-2018-0-1-57-64. (In Russ.)
8. Selivanov V.V., Levin D.P. Oruzhie neletal'nogo deistviya [Weapons of non-lethal action]. Moskva. 2017. 356 p. (In Russ.)
9. Taranov D.K., Makovkin A.A. Akusticheskoe oruzhie ul'trazvukovogo i infrazvukovogo spektror [Acoustic weapons of the ultrasonic and infrasonic spectrum]. *Prirodopodobnye tekhnologii stroitel'nykh kompozitov dlya zashchity srede obitaniya cheloveka* [Nature-like technologies of building composites to protect the human environment]: Scientific. Conf. Proceedings. Belgorod. 2019. Pp. 469–473. (In Russ.)

10. Yaremchuk S.D., Ganchenko P.V. Analiz razvitiya radiochastotnogo i akusticheskogo oruzhiya za rubezhom [Analysis of radio frequency and acoustic weapons development in other countries]. *Voprosy oboronnoi tekhniki. Seriya 16: Tekhnicheskie sredstva protivodeistviya terrorizmu* [Military Enginery. Counter-terrorism technical devices. Issue 16]. 2019. N 5–6. Pp. 96–104. (In Russ.)
11. Ackroyd C., Margolis K., Rosenhead J., Shallice T. The Technology of Political Control. 2nd ed. London : Pluto Press. 1980. XXIX, 336 p.
12. Altmann J. Acoustic NLW Working in the Audio Range. Paper presented at: 3 European Symposium on 'Non-Lethal' Weapons 2005; May 10–12, 2005; Ettlingen, Germany. URL: https://rusneb.ru/catalog/010003_000061_eab6e3a80cfebc3f98f13c2a11fcf69c/
13. Altmann J. Acoustic Weapons – A Prospective Assessment. *Science and Global Security*. 2002. Vol. 9, N 3. Pp. 165–234. DOI: 10.1080/08929880108426495.
14. Altmann J. Millimetre Waves, Lasers, Acoustics for Non-Lethal Weapons? Physics Analyses and Inferences. Deutsche Stiftung Friedensforschung. 2008. N 16. 6 p.
15. Altmann J. Acoustic Weapons: Myths and Reality. Dando M. Non-Lethal Weapons: Technological and Operational Prospects. London : Jane's Publishing. 2000. Pp. 51–59.
16. Applegate R. New Ways with Sound. Riot Control – Materiel and Techniques. 1nd ed. Harrisburg (PA): Stackpole Books. 1969. Pp. 269–273.
17. Arkin W.M. Acoustic anti-personnel weapons: an inhumane future? *Medicine Conflict Survival*. 1997. Vol. 13, N 4. Pp. 314–326. DOI: 10.1080/13623699708409355.
18. Boesch Jr.E., Benwell B., Ellis V. A High-Power Electrically Driven Impulsive Acoustic Source for Target Effects Experiments and Area-Denial Applications. Presentation to 'Non-Lethal' Defense III, National Defense Industrial Association; 1998; Army research lab, Adelphi, MD. URL: https://archive.org/details/DTIC_ADA351398/mode/2up Accessed April 18, 2018.
19. Broner N. The effects of low frequency noise on people – a review. *Journal of Sound and Vibration*. 1978. Vol. 58, N 4. Pp. 483–500.
20. Casey-Maslen S. Non-kinetic-energy weapons termed 'non-lethal'. Geneva academy of international humanitarian law and human rights. 2010. Pp. 67–70. URL: <https://www.geneva-academy.ch/joomlatools-files/docman-files/Non-Kinetic-Energy%20Weapons.pdf>
21. Davison N. «Non-lethal» weapons. 2009. Pp. 186–205. DOI: 10.1057/9780230233980_7.
22. Gavreau V. Infrasound. *Science Journal*. 1968. Vol. 4, N 1. Pp. 33–37.
23. Genasys website, Product Lines – LRAD. Accessed September 2021. URL: <https://genasys.com/ahd-products/>.
24. Harris B. Less-Than-Lethal Munitions to Give Army Greater Flexibility. *Ordnance*. 1993. Vol. 9, N 2. Pp. 22–23.
25. Kunz S.N., Grove C., Monticelli F. Medizinische Aspekte gängiger nicht-letalier Wirkmittel [Medical aspects of common non-lethal weapons]. *Wien Med. Wochenschr*. 2014. Vol. 164, N 5-6. Pp. 103–108. DOI: 10.1007/S10354-013-0251-Z. (In German).
26. Lewer N., Davison N. Non-lethal technologies – an overview. *Science, technology and the CBW regimes*. 2005. N 1. Pp. 37–51.
27. Lumsden M. Anti-personnel Weapons. Stockholm International Peace Research Institute. Stockholm : London: SIPRI : Taylor&Francis. 1978. Pp. 203–205.
28. Robertson A.G. The medical effects of non-lethal weapons. *Aust. Mil. Med*. 1997. Vol. 6, N 1. Pp. 10–14.
29. Rodwell R. 'Squawk box' technology. *New Scientist*. 1973. Vol. 59, N 864. Pp. 667–668.
30. Sherry C., Cook M., Brown C., Jauchem J., Merritt J., Murphy M. An Assessment of the Effects of Four Acoustic Energy Devices on Animal Behavior. AFRL-HE-BR-TR-2000-0153. Brooks Air Force Base, 2000; Texas. URL: https://archive.org/details/DTIC_ADA385802/mode/2up Accessed April 30, 2018.
31. Sweetman S. Report on the Attorney General's Conference on Less Than Lethal Weapons. National Institute of Justice; 1987; Washington, DC: US Government Printing Office. [35 p.]. URL: <https://www.ojp.gov/pdffiles1/Digitization/105195NCJRS.pdf>.
32. Tapscott M., Atwal K. New Weapons That Win Without Killing On DOD's Horizon. *Defense Electronics*. 1993. Vol. 25, N 2. Pp. 41–46.
33. Themann C.L., Masterson E.A. Occupational noise exposure: A review of its effects, epidemiology, and impact with recommendations for reducing its burden. *J. Acoust. Soc. Am*. 2019. Vol. 46, N 5. Art. 3879. DOI: 10.1121/1.5134465.
34. Vinokur R. Acoustic Noise as a non-lethal weapon. *Sound And Vibration*. 2004. N 38. Pp. 19–23.

Received 14.04.2021

For citing. Kuznecov M.S., Logatkin S.M., Dvorjanchikov V.V. Spetsial'nye akusticheskie sredstva silovyx struktur: kratkaya istoriya voprosa, mediko-biologicheskie efekty pri vozdeistvii na organ slukha. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychainykh situatsiyakh*. 2021. N 3. Pp. 83–90. (In Russ.)

Kuznetsov M.S., Logatkin S.M., Dvorjanchikov V.V. Special acoustic devices of law enforcement agencies: a short history, medical and biological effects on the hearing organ. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2021. N 3. Pp. 83–90. DOI: 10.25016/2541-7487-2021-0-3-83-90.