

ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИМПУЛЬСНОГО ШУМА СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ НА ОРГАН СЛУХА В УСЛОВИЯХ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОТИВОШУМОВ

¹ Научно исследовательский испытательный институт военной медицины
(Россия, Санкт-Петербург, ул. Лесопарковая, д. 4);

² Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова (Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6)

Актуальность. В основу современного нормирования шума и оценки его безопасности заключен принцип равной энергии, независимо от источника обладает равным эффектом воздействия. Однако такой подход не является справедливым для импульсного шума (ИШ), достигающего наружного слухового прохода через средства индивидуальной защиты органа слуха, и остается недостаточно изученным.

Цель – провести исследование особенностей влияния импульсного шума в условиях применения противошумов на слуховую чувствительность и безопасность военнослужащих.

Методика. Исследование воздействия импульсного шума равной энергии без противошумов и достигнутого наружного слухового прохода через средства защиты проведено на двух группах добровольцев в возрасте 18–23 лет, не имеющих противопоказаний для работы в условиях шума. Стрелки 1-й группы (12 человек) проводили стрельбу из автомата АК74М в объеме 150 выстрелов в условиях свободного акустического поля. Стрелки 2-й группы (13 человек) при стрельбе (330 выстрелов) применяли шумозащитные гарнитуры 6М2.

Результаты и их анализ. Эквивалентный уровень ИШ, воздействующий на орган слуха стрелков, для обеих групп исследования составил 99,4 дБА. Фильтрация ИШ через шумозащитную гарнитуру 6М2 привела к смещению спектра шума в низкочастотную область, поэтому максимальное повышение порогов слуха отмечалось не на высоких (как без противошумов), а на низких частотах – 250 и 500 Гц. При этом пороги слуха восстанавливались после стрельбы без противошумов в течение 1 сут, а после стрельбы с использованием шумозащитной гарнитуры – за 2 ч.

Заключение. Установлено, что импульсный шум при стрельбе из стрелкового оружия того же эквивалентного уровня, достигающий наружного слухового прохода через противошумные наушники, по срокам восстановления слуха является менее опасным, чем воздействующий непосредственно.

Ключевые слова: военнослужащие, стрелковое оружие, стрельба, импульсный шум, орган слуха, порог слуха, противошумы.

Введение

В основу современного нормирования производственного шума вообще и импульсного шума (ИШ), в частности, заложен принцип равной энергии. В соответствии с указанным принципом, независимо от источника шум равной энергии (равного эквивалентного уровня) оказывает одинаковое воздействие на орган слуха. При определении эквивалентного уровня шума применяется фильтрация с использованием стандартной частотной характеристики «А» шумомера (с учетом чувствительности органа слуха к акустическим воздействиям), а для оценки уровня пикового давления осуществляется коррекция с использованием частотной характеристики «С».

В соответствии с ГОСТом 12.1.003–2014 и СанПиНом 2.2.4.3359–16, для импульсного и тонального шума введена поправка к экви-

валентному уровню (по сравнению с постоянным шумом) – минус 5 дБА. Тем самым признается, что импульсный и тональный шум дает более выраженный эффект воздействия на работника и является, соответственно, более опасным [1, 3].

Установлено, что при стрельбе из автоматов на стрелков действует ИШ с уровнем пикового давления от 154,2 (для автомата АКМ) до 158,6 дБС (для автомата АК74М) при эффективной длительности около 1,0 мс. Сопоставление указанного уровня максимального пикового давления «С» с предельно допустимым значением (137 дБС) показывает наличие существенного превышения нормативного показателя (примерно на 20 дБС), что по абсолютной величине пикового давления соответствует превышению в 10 раз по сравнению с нормативом. При этом максимальный уро-

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

✉ Рыжиков Михаил Александрович – нач. науч.-исслед. лаб. гигиены воен. труда, Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова (Россия, 194044, ул. Акад. Лебедева, д. 6), e-mail: doctormiker83@gmail.com;

Кузнецов Максим Сергеевич – канд. мед. наук, препод. каф. оториноларингологии, Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова (Россия, 194044, ул. Акад. Лебедева, д. 6), e-mail: mskuznecov2@mail.ru

вень звука «А», измеренный с временной коррекцией «I» (импульс) шумомера, составляет при стрельбе от 134,5 до 136,8 дБА. Таким образом, превышение допустимого уровня звука при временной коррекции «импульс» (125 дБА) наблюдается примерно на 10–12 дБА [2].

Известно, что импульсный шум, сопровождающий выстрел из стрелкового оружия, является преимущественно высокочастотным. В случаях прохождения такого шума через средства индивидуальной защиты (СИЗ) органа слуха и другие преграды высокочастотная составляющая шума в значительной степени ослабляется, и шум становится низкочастотным. Это подтверждается и характеристиками акустической эффективности подавляющего большинства противозвучов, которые в большей степени ослабляют звуки высоких частот по сравнению с низкими.

С учетом того, что в доступных научных публикациях нами не обнаружено сравнительных данных о действии ИШ равной энергии (достигшего наружного слухового прохода) при использовании СИЗ органа слуха и без них, было предпринято настоящее исследование. При этом исходили из предположения, что эффект воздействия ИШ на орган слуха будет примерно одинаковым.

Материал и методы

Исследование воздействия ИШ равной энергии без СИЗ и достигшего наружного слухового прохода через средства защиты провели на двух группах добровольцев-исследователей в возрасте 18–23 лет, не имеющих противопоказаний для работы в условиях шума. Участники эксперимента дали письменное добровольное согласие. Дизайн исследования одобрен этическим комитетом организации.

Стрелки 1-й группы (12 человек) проводили стрельбу «с колена» короткими очередями из автомата АК74М в объеме 150 выстрелов в условиях свободного акустического поля. Стрелки 2-й группы (13 человек) применяли шумозащитные гарнитуры типа 6М2, обеспечивающие снижение уровня пикового давления ИШ стрелкового оружия на 16,1–16,4 дБС, т. е. практически до допустимого уровня.

Стрельбу осуществляли в одно и то же время в период с 9 до 12 ч. Перед началом стрельбы проводили инструктаж стрелков о цели и порядке исследований. Отдельный инструктаж был с лицами, использующими СИЗ органа слуха.

Предварительные расчеты показали, что для достижения равноэнергетического воздействия ИШ с использованием СИЗ орга-

на слуха необходимо произвести не менее 500 выстрелов. Поэтому для сокращения расхода патронов стрельбу проводили при наличии ограждений, расположенных слева и справа от стрелка на удалении 0,75 м. Это позволило сократить число выстрелов, производимых каждым добровольцем, до 330. Стрелки обеих групп исследования производили стрельбу с упором оружия в правое плечо. Эквивалентный уровень ИШ, воздействующий на орган слуха стрелка, для обеих групп исследования составил 99,4 дБА.

Оценка влияния ИШ на функциональное состояние организма добровольцев включала определение субъективного состояния добровольцев-исследователей: опрос жалоб, проведение оценки самочувствия, активности и настроения (тест САИ) и исследование органа слуха. Оценку функционального состояния органа слуха военнослужащих после стрельбы проводили по результатам отоскопии, определения дальности восприятия шепотной речи и классического метода тональной пороговой аудиометрии.

Методика оценки временного смещения порога слуха (ВСП) предусматривает проведение исследования через 2 мин после воздействия ИШ (после стрельбы), так как в это время повышение слухового порога является максимальным [5]. Однако в натуральных условиях обеспечить проведение измерений через столь короткий промежуток времени не представляется возможным. Поэтому исследование проводили через 5 мин после воздействия ИШ, что, по нашему мнению, также соответствует максимальному повышению порогов слуха (это подтверждено экспериментальными данными при отработке методики). Для сокращения времени исследования тональную пороговую аудиометрию проводили только по воздушной проводимости. Последовательность исследований до и после стрельбы была аналогичной.

При статистической обработке результатов исследования определяли среднее арифметическое значения и среднее квадратическое отклонение ($M \pm \sigma$). Результаты проверили на нормальность распределения признаков. Для оценки достоверности различий применяли непараметрический метод Манна–Уитни.

Результаты и их анализ

При оценке субъективного состояния установлено, что во время стрельбы без применения СИЗ органа слуха добровольцы-исследователи жалоб не предъявляли. Однако после

Таблица 1

Результаты выполнения теста САН до и после стрельбы, балл

Период	Самочувствие	Активность	Настроение
До стрельбы без СИЗ (1)	6,0 ± 0,46	5,8 ± 0,33	5,9 ± 0,39
После стрельбы без СИЗ (2)	5,3 ± 0,48*	5,0 ± 0,58*	5,8 ± 0,44
p 1/2 <			
До стрельбы в СИЗ	5,7 ± 0,4	5,7 ± 0,7	6,4 ± 0,3
После стрельбы в СИЗ	5,6 ± 0,6	5,4 ± 0,4	6,3 ± 0,5

Таблица 2

Повышение порогов слуха (по воздуху) после стрельбы

Ухо	Повышение порогов слуха на частотах, Гц								
	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000
Без СИЗ органа слуха									
Левое	1,3 ± 1,9	1,3 ± 1,9	1,3 ± 1,9	5,4 ± 3,1	8,3 ± 4,7	13,8 ± 11,0	20,0 ± 12,5	14,2 ± 6,7	17,5 ± 10,0
Правое	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	3,3 ± 2,1	5,8 ± 3,2	5,4 ± 4,4	7,9 ± 6,2	7,1 ± 3,6	8,3 ± 4,6
С применением СИЗ органа слуха									
Левое	5,0 ± 3,8	5,4 ± 5,1	5,8 ± 3,6	5,4 ± 2,8	4,2 ± 2,6	3,1 ± 2,8	1,9 ± 2,4	5,0 ± 3,1	5,0 ± 3,1
Правое	3,1 ± 2,8	2,7 ± 2,5	3,1 ± 2,8	1,9 ± 2,4	0,8 ± 1,3	3,1 ± 2,8	1,9 ± 2,4	4,6 ± 4,3	4,2 ± 3,3

ее окончания пять стрелков жаловались на звон и заложенность в ушах. Показатели самочувствия и активности по тесту САН ухудшились при сохранении настроения на исходном уровне (табл. 1).

При проведении отоскопии у 6 человек отмечалась умеренно выраженная гиперемия барабанной перепонки (слева) по ходу рукоятки молоточка, что является признаком ее раздражения под действием ИШ. Восприятие шепотной речи практически не изменилось.

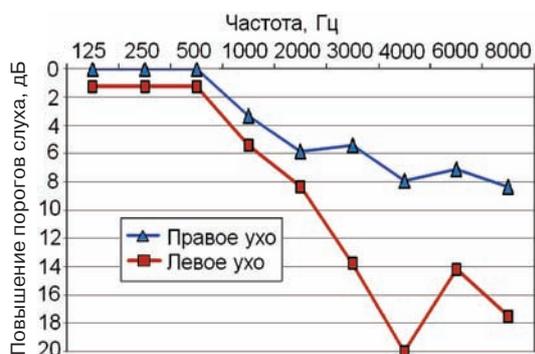


Рис. 1. Повышение порогов слуховой чувствительности органа слуха (средние значения) у стрелков 1-й группы.

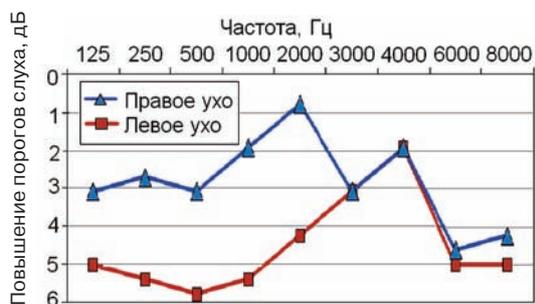


Рис. 2. Повышение порогов слуховой чувствительности органа слуха (средние значения) у стрелков 2-й группы.

Только у 1 стрелка отмечалось незначительное ухудшение слуха на шепотную речь с 6 до 5 м.

При анализе результатов обследования добровольцев-исследователей, осуществлявших стрельбу в СИЗ органа слуха, установлено, что стрелки как во время, так и после стрельбы, жалоб на состояние здоровья не предъявляли. При отоскопии видимых изменений барабанных перепонки не наблюдалось. Расстояние восприятия шепотной речи уменьшилось с 6 до 5 м у 2 человек, а у остальных – сохранилось на исходном уровне. Статистически значимых различий по показателям теста САН не отмечено (см. табл. 1).

Средние значения повышения порогов слухового восприятия после стрельбы приведены в табл. 2 и на рис. 1, 2.

Из приведенных данных видно, что повышение порогов слуха на левое и правое ухо не было одинаковым. Как и ожидалось, более выраженные изменения наблюдались при исследовании левого уха стрелков, ближе расположенного к источнику ИШ.

Анализ полученных данных также показывает, что после стрельбы без СИЗ органа слуха в октавных полосах до 500 Гц пороги слухового восприятия практически не изменились. Однако, начиная с 1000 Гц, отмечен нисходящий тип кривых аудиограммы с максимальным повышением порогов слуха на высоких частотах. Это согласуется с данными ранее проведенных исследований, в которых максимальное повышение порога слуха после стрельбы из стрелкового оружия наблюдалось, как правило, на частоте 4000 Гц [4].

Первоначальное повышение порогов слуха преимущественно на высоких частотах после

стрельбы объясняет позднюю обращаемость за медицинской помощью: восприятие разговорной речи сохраняется, а существенное повышение порогов слуха на высоких частотах вследствие этого остается незамеченным.

Необходимо отметить, что в 1-й группе стрелков было 2 человека, относительно мало чувствительных к действию шума, причем у одного из них повышения порога слуха не отмечено ни на одной из исследованных частот. Пять человек из указанной группы можно отнести к лицам, обладающим повышенной чувствительностью к действию ИШ, из их числа у 5 стрелков отмечено смещение порогов слуха во всех октавных полосах частот (на левое ухо). Максимальное повышение порога на частоте 4000 Гц составило 50 дБ у одного и 60 дБ – у другого стрелка, т. е. по сравнению с исходным для достижения порога слухового восприятия в указанной октавной полосе потребовалось увеличить звуковое давление более чем в 300 раз.

Полученные данные подтверждают наличие выраженной индивидуальной чувствительности к действию шума. Между тем, известно, что повышенная индивидуальная чувствительность к действию шума способствует развитию острых акустических травм.

После проведения стрельб у добровольцев с защитой органа слуха повышение порогов слухового восприятия после стрельбы было существенно меньше (см. табл. 2, рис. 2), чем без применения противозащитных средств.

Фильтрация ИШ через шумозащитную гарнитуру 6М2 привела к смещению спектра шума в низкочастотную область, поэтому максимальное повышение порогов слуха отмечалось не на высоких (как в первом случае), а на низких частотах – 250 и 500 Гц. Точно так же, как и при стрельбе без СИЗ, сравнительно больший уровень повышения порогов слуха у стрелков отмечен на левое ухо, ближе расположенное к дульному срезу ствола оружия и подвергающееся более интенсивному воздействию ИШ.

Внутригрупповой разброс уровней повышения порогов слуха был также достаточно велик. У 2 добровольцев-исследователей отмечено незначительное повышение слухового порога (до 5 дБ), в 6 случаях – от 5 до 10 дБ, в 4 – от 15 до 20 дБ, и только у 1 стрелка наблюдалось повышение порога слухового восприятия до 20–25 дБ, причем на низких частотах (125–500 Гц). Полученные данные также подтверждают наличие выраженной индивидуальной чувствительности к действию шума.

При анализе результатов, приведенных в табл. 2, обращает на себя внимание боль-

шая величина среднего квадратического отклонения повышения порогов слуха в отдельных октавных полосах частот, превышающая в ряде случаев среднее значение. Это также характеризует индивидуальную чувствительность органа слуха у стрелков. У отдельных индивидуумов она высокая, у других – низкая, вследствие этого разброс исследуемых показателей достаточно велик.

Учитывая, что совокупность результатов определения аудиометрических показателей в группах не может быть отнесена к нормальному распределению, а также принимая во внимание относительно небольшое число наблюдений, оценка достоверности различий проведена с использованием непараметрического метода суммы рангов Манна–Уитни. Ранжирование проведено по совокупным данным повышения порогов слуха на правое и левое ухо (число наблюдений в СИЗ – 26, без СИЗ – 24).

При этом в группе без СИЗ установлены достоверные различия ($p < 0,05$) порогов слуха между левым и правым ухом на частотах 4000–8000 Гц, что подтверждает асимметричность воздействия ИШ на орган слуха при стрельбе из стрелкового оружия. Аналогично статистически значимые различия повышения порогов слуха на частотах 1000 и 2000 Гц установлены и во 2-й группе добровольцев-исследователей.

При сравнительной межгрупповой оценке результатов временного смещения порогов слуха при воздействии ИШ равного эквивалентного уровня на стрелков, производивших стрельбу в СИЗ органа слуха и без них, установлены ряд особенностей.

Так, в полосах частот 125–500 Гц отмечены статистически значимые ($p < 0,05$) различия повышения порогов слуха между группами. Кроме того, статистически значимые различия наблюдались и в диапазоне частот от 2000 до 8000 Гц, и только на частоте 1000 Гц различия были недостоверными ($p > 0,05$).

Не менее важной характеристикой при оценке безопасности воздействия импульсного шума является срок восстановления функции органа слуха до исходного уровня. Является общепризнанным, что в случаях, когда слух не восстанавливается за 16 ч (к началу следующего рабочего дня), существуют опасность перехода временного смещения порога слуха в постоянное и развитие тугоухости [6].

Нами исследовались слуховые пороги через 5, 20, 40, 60 и 120 мин после стрельб в обеих группах. В 1-й группе во всем диапа-

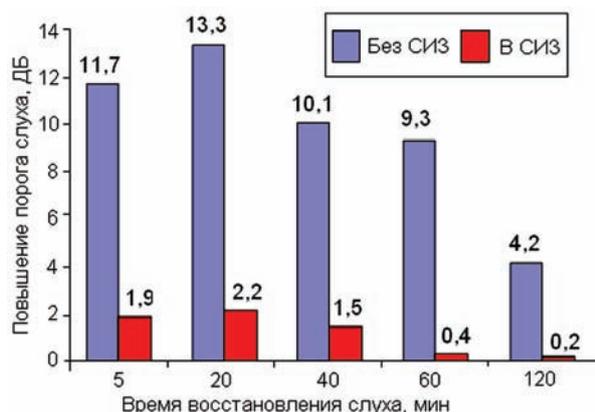


Рис. 3. Динамика восстановления порогов слухового восприятия у стрелков на частоте 4000 Гц.

зоне частот установлено существенное повышение слуховых порогов с 5-й по 20-ю минуту. При этом на 20-й минуте отмечено наибольшее среднее значение повышения порога слуха (13,3 дБ) на частоте 4000 Гц. В период с 20-й по 120-ю минуту отмечалось постепенное восстановление слуховых порогов во всем диапазоне частот.

Различие в сроках восстановления функции органа слуха на примере одной из характерных полос частот (4000 Гц) показано на рис. 3.

Согласно представленным данным, периоды восстановления слухового порога с применением СИЗ и без них статистически значимо ($p < 0,01$) различаются. Так, на 20-й минуте разница между максимальными значениями смещения порога слуха составила более 11 дБ. К истечению 60-й минуты во 2-й группе (в СИЗ) произошло практически полное восстановление порога слухового восприятия, тогда как в группе сравнения оно оставалось в среднем на уровне 9,3 дБ. Восстановление слухового порога в указанной группе произошло только через 16 ч.

Заключение

Таким образом, при исследовании установлено, что воздействие импульсного шума одинакового эквивалентного уровня может вызывать разную ответную реакцию слухового анализатора человека. Смещение спектра импульсов под противошумом в низкочастотную область, к которой орган слуха менее восприимчив, создает значительно более безопасные условия деятельности. Кроме того,

безопасность повышается за счет снижения амплитуды пикового давления импульсного шума практически до допустимого уровня.

Однако при стрельбе с применением противошумов настораживает повышение порогов слухового восприятия на частотах речевого диапазона (особенно у чувствительных лиц), что создает предпосылки для ухудшения слуха в процессе служебной (трудовой) деятельности.

В целом, импульсный шум при стрельбе из стрелкового оружия того же эквивалентного уровня, достигающий наружного слухового прохода через противошумные наушники, по срокам восстановления слуха является менее опасным, чем воздействующий непосредственно.

Необходимо также учитывать, что для обеспечения безопасности стрелков проведение стрельбы с применением средств индивидуальной защиты органа слуха имеет свои ограничения по допустимому числу акустических импульсов. Они зависят от эффективности противошумов и характеристик импульсного шума в источнике.

Литература

1. ГОСТ 12.1.003–2014. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности. М.: Стандартинформ, 2015. IV, 23 с.
2. Рыжиков М.А., Кузнецов С.М., Логаткин С.М. [и др.] Гигиеническая характеристика импульсного шума, возникающего при стрельбе из стрелкового оружия // Вестник Российской Военно-медицинской академии. 2016. № 1 (53). С. 149–153.
3. СанПиН 2.2.4.3359–16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах (утв. постановлением главного гос. сан. врача РФ от 21.06.2016 г. № 81). URL: <http://docs.cntd.ru/document/420362948>.
4. Фон-Гирке Х.Е., Никсон Ч.В., Гигнард Дж. Шум и вибрация. Основы космической биологии и медицины: в 4 т. [пер. с англ.] / под общ. ред. О.Г. Газенко. М. Кальвина. М.: Наука, 1975. Т. 2, кн. 1. С. 370–395.
5. Johnson D.L. New Auditory Damage Risk Criteria and Standard for Impulse Noise // Damage Risk from Impulse Noise. Lecture series 219. 2002, RTO-ENP-011(2002) AC/323 (HFM-048) TP/31. P. 2-1–2-9.
6. Kryter K.D. Exposure to steady-state noise and impairment of hearing // J. Acous. Soc. Am. 1963. Vol. 35. P. 1515–1525.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи. Поступила 07.10.2018 г.

Для цитирования. Логаткин С.М., Рыжиков М.А., Кузнецов М.С. Воздействие импульсного шума стрелкового оружия на функциональное состояние органа слуха в условиях применения противошумов // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2018. № 4. С. 84–89. DOI 10.25016/2541-7487-2018-0-4-84-89

Effects of impulse noise from small arms on the organ of hearing when anti-noise devices are used

Logatkin S.M.¹, Ryzhikov M.A.², Kuznetsov M.S.²

¹ State Scientific Research Test Institute of the military medicine (Lesoparkovaja Str., 4, St. Petersburg, 195043, Russia)

² Kirov Military Medical Academy (Academic Lebedev Str., 6, St. Petersburg, 194044, Russia)

Stanislav Mikhailovich Logatkin – Dr. Med. Sci. Associate Prof., Senior Research Associate of the State Scientific Research Test Institute of the military medicine (Lesoparkovaja Str., 4, St. Petersburg, 195043, Russia), e-mail: logatkin.stanislav@yandex.ru;

✉ Ryzhikov Mihail Aleksandrovich – Head of research laboratory, Department of habitability, Research center, Kirov Military Medical Academy (Russia, 194044, St. Petersburg, Academica Lebedeva Str., 6);

Kuznetsov Maksim Sergeevich – PhD Med. Sci., lecturer in Otorhinolaryngology, Kirov Military Medical Academy (Russia, 194044, St. Petersburg, Academica Lebedeva Str., 6).

Abstract

Relevance. The basis of modern rationing of noise and assessing its safety is the principle of equal energy: regardless of the source, effects are equal. However, this approach is not valid for impulse noise reaching the external auditory canal through the means of individual hearing protection. This issue needs further research.

Intention. To assess effects of impulse noise when anti-noise devices are used on the auditory sensitivity and safety of military personnel.

Methods. Effects of impulse noise of equal energy without anti-noise devices and reaching the external auditory canal through the means of protection was carried out in two groups of volunteers aged 18–23 years without contraindications for working under noise conditions. Shooters from the 1st group (12 persons) fired from an AK74M assault rifle (150 shots) in a free acoustic field. Shooters from the 2nd group (13 persons) used 6M2 noise protection headsets when shooting (330 shots).

Results and discussion. The equivalent level of impulse noise affecting the hearing organ of the shooters from both study groups amounted to 99.4 dBA. Impulse noise filtering through a 6M2 noise protection headset led to a shift in the noise spectrum to the low-frequency region, therefore the maximum increase in hearing thresholds was noted not at high (as without anti-noise devices), but at low frequencies – 250 and 500 Hz. At the same time, the hearing thresholds restored after shooting without anti-noise devices within a day, and after shooting with noise protection headsets – in two hours.

Conclusion. It was established that the impulse noise from small arms of the same equivalent level when reaching the external auditory canal through the anti-noise headphones is less dangerous in terms of hearing restoration than after direct exposure.

Keywords: military, small arms, shooting, impulse noise, organ of hearing, hearing thresholds, anti-noise devices.

References

1. GOST 12.1.003-2014. Sistema standartov bezopasnosti truda. Shum. Obshchie trebovaniya bezopasnosti [Occupational safety standards system. Noise. General safety requirements. State standard 12.1.003-2014]. Moskva. 2015. IV, 23 p. (In Russ.)
2. Ryzhikov M.A., Kuznetsov S.M., Logatkin S.M. [et al.] Gigienicheskaya kharakteristika impul'snogo shuma, vznikayushchego pri strel'be iz strelkovogo oruzhiya [Hygienic characteristics of impulse noise during firearms shooting]. *Vestnik Rossijskoi Voenno-meditsinskoi akademii* [Bulletin of Russian Military medical Academy]. 2016. N 1. Pp. 149–153 (In Russ.)
3. SanPiN 2.2.4.3359-16. Sanitarno-epidemiologicheskie trebovaniya k fizicheskim faktorom na rabochikh mestakh: [Sanitary and epidemiological requirements for physical factors in the workplace: Sanitary rules and regulations 2.2.4.3359-16]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/420362948>. (In Russ.)
4. Fon-Girke H.E., Nikson Ch.V., Gignard Dzh. Shum i vibraciya: Osnovy kosmicheskoy biologii i mediciny [Noise and Vibration: The Basics of Space Biology and Medicine] : in 4 Vol. Eds.: O.G. Gizenko, M. Kal'vin. Moskva. 1975. Vol. 2, Pt. 1. Pp. 370–395. (In Russ.)
5. Johnson D.L. New Auditory Damage Risk Criteria and Standard for Impulse Noise // Damage Risk from Impulse Noise. Lecture series 219. 2002, RTO-ENP-011(2002) AC/323 (HFM-048) TP/31. Pp. 2-1–2-9.
6. Kryter K.D. Exposure to steady-state noise and impairment of hearing // J. Acous. Soc. Am. 1963. Vol. 35. Pp. 1515–1525.

Received 07.12.2018

For citing: Logatkin S.M., Ryzhikov M.A., Kuznetsov M.S.. Osobennosti vozdeistviya impulsnogo shuma strelkovogo oruzhiya na jrgan sluha v usloviyah primeneniya protivoshumov. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh*. 2018. N 4. Pp. 84–89. (In Russ.)

Logatkin S.M., Ryzhikov M.A., Kuznetsov M.S. Effects of impulse noise from small arms on the organ of hearing when anti-noise devices are used. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2018. N 4. Pp. 84–89. DOI 10.25016/2541-7487-2018-0-4-84-89