

жения на воздействие условий окружающей среды. Процесс торможения позволяет нервным клеткам не реагировать на поступающие импульсы, вследствие чего прекращается активная деятельность. Следовательно, в данном состоянии пилот может не отреагировать на критически важные сигналы с приборной панели, что может повлечь за собой аварийную ситуацию.

Необходимо, чтобы правильное распределение и переключение внимания стало профессиональным навыком и на уровне рефлекса автоматически срабатывало даже в стрессовой ситуации. Таким образом, данный навык позволит снизить процессы торможения в организме и, как следствие, развитие утомления.

## Выводы

1. Применённый комплекс экспериментального оборудования позволяет решить задачу исследования распределения зрительного внимания пилота в процессе тренажёрной подготовки.

2. Установлено, что на окуломоторную активность и зрительное внимание пилота-курсанта влияют такие параметры, как наличие опыта пилотирования и полётные условия.

3. Выявлена взаимосвязь между используемым маршрутом распределения внимания и качеством пилотирования. С увеличением лёгкой практики курсант затрачивает на пилотирование только некоторую оптимальную долю того внимания, которым он располагает, а оставшуюся часть может использовать при усложнении обстановки.

4. Изучение процесса формирования метода распределения зрительного внимания на основе записей ай-трекера и анкетирования курсантов позволяет сделать вывод о необходимости разработки научно обоснованной методики первоначального обучения оптимальному распределению зрительного внимания для различных условий и режимов полёта.

5. Знание пилотом научно обоснованных и методически продуманных логических схем распределения и переключения зрительного внимания на приборы пилотирования и контроля, исходя из режима и условий полёта для конкретного ВС, позволит в любых условиях лёгкой эксплуатации сохранять его безопасное пространственное положение.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

© БОГОМОЛОВ А.В., ДРАГАН С.П., 2017

УДК 613.644

Богомоллов А.В., Драган С.П.

## МЕТОД АКУСТИЧЕСКОЙ КВАЛИМЕТРИИ СРЕДСТВ КОЛЛЕКТИВНОЙ ЗАЩИТЫ ОТ ШУМА

ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна», 123182, г. Москва, Россия

*Результаты гигиенических исследований свидетельствуют о недостаточной эффективности эксплуатируемых средств коллективной защиты от шума, что приводит к снижению надёжности и к повышению заболеваемости персонала. Известные методы квалитметрии средств защиты от шума оказываются неприемлемыми для акустической квалитметрии средств коллективной защиты, поскольку не учитывают ряд информативных характеристик акустической безопасности. Исследование проведено в 2012–2015 гг. в рамках гигиенического мониторинга условий труда персонала 3 аэродромов, подвергающегося кумулятивному воздействию шума. В период исследования изучена гигиеническая обстановка на рабочих местах 134 работников, условия труда которых, по показателям акустической обстановки на рабочих местах, отнесены к вредным. Разработанный метод акустической квалитметрии средств коллективной защиты от шума предполагает синтез интегрального показателя (коэффициента акустической эффективности), представляющего собой свертку первичных показателей, определяемых изменению порогов слуха персонала до и после рабочей смены на октавных частотах 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц и величинам максимальных (зарегистрированных в течение рабочей смены) уровней звукового давления внутри средств коллективной защиты для октавных частот 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц. Применение разработанного метода весьма ценно для гигиенического мониторинга условий труда и аттестации рабочих мест персонала, поскольку позволяет не только оценить риски профессиональных и производственно обусловленных заболеваний и снижения профессиональной надёжности, но и выявить наличие конструктивных недостатков средств коллек-*

## Литература

1. Бодров В.А., Орлов В.Я. *Психология и надёжность: человек в системах управления техникой*. М.: Институт психологии РАН; 1998.
2. Ушаков И.Б., Кукушкин Ю.А., Богомоллов А.В. *Физиология труда и надёжность деятельности человека*. М.: Наука; 2008.
3. Кузнецов И.Б., Столяров Н.А. Теоретические основы формирования маршрутов распределения внимания при пилотировании по приборам. *Вестник Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации*. 2012; 1 (3): 29–34.
4. Гордеева Н.Д., Девшвили В.М., Зинченко В.П. *Микроструктурный анализ исполнительской деятельности человека*. М.: ВНИИТЭ; 1975.
5. Тьявкин И.В., Тютюнник В.М. Аналитические и процедурные модели для информационной системы симуляции полета. *Фундаментальные исследования*. 2012; (6-2): 476–81.
6. Орлов П.А., Лаптев В.В., Иванов В.М. К вопросу о применении систем ай-трекинга. *Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление*. 2014; (5): 82–92.
7. Мельниченко П.И., ред. *Гигиена с основами экологии человека: Учебник*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2011.

## References

1. Bodrov V.A., Orlov V.Ya. *Psychology and Reliability: The Man in Facilities Management Systems [Psikhologiya i nadezhnost': chelovek v sistemakh upravleniya tekhnikoy]*. Moscow: Institut psikhologii RAN; 1998. (in Russian)
2. Ushakov I.B., Kukushkin Yu.A., Bogomolov A.V. *The Physiology of Labour and the Reliability of Human Performance [Fiziologiya truda i nadezhnost' deyatel'nosti cheloveka]*. Moscow: Nauka; 2008. (in Russian)
3. Kuznetsov I.B., Stolyarov N.A. Theoretical bases of attention distribution routes forming during instrument flight. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta grazhdanskoj aviatsii*. 2012; 1(3): 29–34. (in Russian)
4. Gordeeva N.D., Devshvily V.M., Zinchenko V.P. *Microstructural Analysis of Executive Activity [Mikrostrukturnyy analiz ispolnitel'noy deyatel'nosti]*. Moscow: VNIITE; 1975. (in Russian)
5. Tyavkin I.V., Tyutyunnik V.M. Analytical and procedural model for information system flight simulation. *Fundamental'nye issledovaniya*. 2012; (6-2): 476–81. (in Russian)
6. Orlov P.A., Laptev V.V., Ivanov V.M. Revisiting the issue of eye-tracking applying. *Nauchno-tekhnicheskie ведомости Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta. Informatika. Telekomunikatsii. Upravlenie*. 2014; (5): 82–92. (in Russian)
7. Mel'nichenko P.I., ed. *Hygiene with Human Environmental Fundamentals: a Textbook [Gigiena s osnovami ekologii cheloveka: Uchebnik]*. Moscow: GEOTAR-Media; 2011. (in Russian)

Поступила 27.10.16  
Принята к печати 16.01.17

тивной защиты, негативно влияющих на акустическую безопасность персонала, что имеет существенное значение для выбора, испытаний средств коллективной защиты, а также и для обоснования предложений по их совершенствованию.

**Ключевые слова:** гигиена труда; гигиенический мониторинг; акустическая безопасность; коллективная защита от шума; акустическая квалиметрия; акустический комфорт; охрана труда.

**Для цитирования:** Богомолов А.В., Драган С.П. Метод акустической квалиметрии средств коллективной защиты от шума. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(8): 755-759. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-8-755-759>

**Для корреспонденции:** Драган Сергей Павлович, канд. техн. наук, вед. науч. сотр. ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна». E-mail: [s.p.dragan@rambler.ru](mailto:s.p.dragan@rambler.ru)

*Bogomolov A.V., Dragan S.P.*

## METHOD OF ACOUSTIC QUALIMETRY OF MEANS OF COLLECTIVE PROTECTION FROM NOISE

*A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, 123182, Russian Federation*

*Results of hygienic investigations indicate to the inefficiency of the operating collective protection from noise, resulting in the decreased reliability and increased morbidity rate of the personnel. Known methods of quality control means of protection against noise are not applicable for acoustic qualimetry of means of the collective protection, as it fails to take into account a number of informative speaker security features. The study was executed in 2012-2015, in the framework of health monitoring working conditions of staff of the three airports, exposed to the cumulative effect of noise. During the period of the study there were investigated the hygienic conditions in the workplace 134 workers, working conditions, which in terms of the acoustic environment in workplaces classified as harmful. The developed method of acoustic qualimetry of the collective protection from noise involves the synthesis of the integral index (ratio of acoustic efficiency), which is a convolution of the primary indices determining the change of hearing thresholds of staff before and after the work shift on the octave frequencies of 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz and 8000 Hz, and the maximum values (recorded during the work shift) of the sound pressure levels inside the means of collective protection for the octave frequency 31.5 Hz, 63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz, 8000 Hz. Application of this method is very valuable for the health monitoring of working conditions and the certification of work of staff of places, because it allows not only assess risks of occupational and work-related diseases and to reduce the professional reliability, but also reveal the presence of the structural deficiencies of collective protection affecting the acoustic safety of personnel, it is essential to select, test means of collective protection, as well as to justify proposals for their improvement.*

**Key words:** occupational health; hygienic monitoring; acoustic safety; collective protection against noise; acoustic qualimetry; acoustic comfort; occupational safety.

**For citation:** Bogomolov A.V., Dragan S.P. Method of acoustic qualimetry of means of collective protection from noise. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2017; 96(8): 755-759. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-8-755-759>

**For correspondence:** Sergey P. Dragan, MD, PhD, leading researcher of the A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, 123182, Russian Federation. E-mail: [s.p.dragan@rambler.ru](mailto:s.p.dragan@rambler.ru)

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Acknowledgement.** The study had no sponsorship.

Received: 04.05.16

Accepted: 16.01.17

## Введение

Научно-технический прогресс обуславливает повышение мощности промышленного оборудования, сопровождающееся увеличением интенсивности и времени экспозиции неблагоприятных факторов условий деятельности персонала. Ведущее место среди таких факторов занимает шум: более 2 млн россиян работают в условиях повышенного воздействия акустических колебаний (шума, инфразвука и ультразвука), около 25% рабочих мест персонала промышленности не соответствуют гигиеническим нормативам по шуму [1–3]. Длительное кумулятивное действие шума обуславливает развитие профессиональных и производственно обусловленных заболеваний персонала и становится причиной снижения профессиональной надёжности вплоть до инвалидизации [4, 5].

В большинстве случаев обеспечить акустическую безопасность персонала снижением уровня шума в источнике образования невозможно, так как снижение мощности оборудования снижает его производительность. В этом случае приоритетным способом повышения акустической безопасности персонала становятся технологии, обеспечивающие защиту от шума [1].

Важное направление шумозащиты – применение устройств и сооружений, позволяющих снизить уровень шума, непосредственно воздействующего на человека, за счёт снижения мощности акустического воздействия. Для этого предполагается использование отражателей акустической волны, применение звукопоглощающих конструкций, звукоизоляция помещений и т. д.

Инженерно-технические решения, реализующие названные мероприятия, относят к *средствам коллективной защиты от шума* (СКЗ) [6, 7].

Современные СКЗ представляют собой защитные модули, сконструированные по типу контейнеров (сборно-разборные сооружения), обеспечивающие комфортные акустические и социально-бытовые условия для персонала. При этом предварительно разрабатывают конструкцию звукопоглощающих панелей – внутренней обшивки СКЗ, т. е. добиваются максимальных значений эквивалентной площади звукопоглощения.

Кроме того, современные СКЗ позволяют создать оптимальные микроклиматические условия (по температуре, влажности, освещённости), т. е. с позиции «затраты–выгода» налицо экономическая целесообразность применения СКЗ.

Между тем результаты гигиенических исследований свидетельствуют о недостаточно высокой акустической эффективности эксплуатируемых СКЗ, что приводит к снижению надёжности и к повышению заболеваемости персонала, эксплуатирующего СКЗ [8]. Причиной этого в большинстве случаев является неправильный выбор СКЗ – применение образцов СКЗ, потенциально достижимые защитные свойства которых не соответствуют характеристикам акустической обстановки на рабочих местах персонала [9–12].

Для выбора одного из возможных вариантов СКЗ необходимо осуществить их *квалиметрию* – получить количественную оценку качества, на основе которой осуществляется выбор.

Однако известные методы квалитметрии средств защиты от шума оказываются неприменимыми для акустической квалитметрии СКЗ, поскольку не учитывают ряд информативных характеристик акустической безопасности.

В частности, стандартизированные методы определения звукоизоляции кабин управления и наблюдения при испытаниях в лаборатории и на месте установки<sup>1</sup> требуют использования реверберационной камеры (которые существуют в единичных экземплярах) и предполагают исследования в диапазоне частот от 125 Гц и выше (несмотря на то, что существенная доля мощности производственного и транспортного шума в большинстве случаев приходится на диапазон частот от 2 до 125 Гц). Применение названных методов также затруднено отсутствием штатных (типовых) образцов СКЗ: в качестве СКЗ часто применяют бытовки и кузова с дополнительной звукоизоляцией, что требует исследования их защитных свойств для каждого конкретного образца СКЗ в месте его размещения.

Для устранения отмеченных недостатков разработан метод акустической квалитметрии любых образцов СКЗ, позволяющий учесть особенности акустической обстановки внутри СКЗ и изменения порогов слуха персонала на октавных частотах промышленного и транспортного шума.

## Материал и методы

Исследование проведено в 2012–2015 гг. в рамках гигиенического мониторинга условий труда персонала 3 аэродромов, подвергающегося кумулятивному действию шума, имеющего характерные особенности: широкополосный спектр с наличием нескольких максимумов спектральной плотности мощности в низко-, средне- и высокочастотных звуковых диапазонах с выраженной инфразвуковой составляющей; уровни звукового давления практически во всех октавных частотах превышают 100 дБ, что позволяет классифицировать шум как высокоинтенсивный; шумовое воздействие носит циклический характер – периоды активной нагрузки длятся от нескольких десятков минут до нескольких часов и чередуются с паузами, длительность которых изменяется в тех же пределах.

В период исследования изучена гигиеническая обстановка на рабочих местах 134 работников-мужчин (возраст от 24 до 52 лет, производственный стаж от 2 до 26 лет), условия труда которых по показателям акустической обстановки на рабочих местах отнесены к вредным. У 119 обследованных выявлены профессиональные и профессионально обусловленные заболевания, спровоцированные кумулятивным воздействием сверхнормативного шума, причём у 63 человек установлена сочетанная патология 2 и более систем организма.

Исследования акустической обстановки в эксплуатируемых на рабочих местах СКЗ (14 сборно-разборных сооружений 4 типов) показало, что ни одно из них не обеспечивает должный акустический комфорт внутри СКЗ. Указанные в паспортах СКЗ величины снижения уровня шума на октавных частотах в большинстве случаев не достигаются из-за конструктивного несовершенства: недостаточная эластичность уплотнителя дверных и оконных коробок, закрепление на стенах оборудования обеспечивает проникновение акустических колебаний внутрь СКЗ.

Для выявления указанных недостатков при проведении гигиенического мониторинга условий труда и выборе одного из альтернативных вариантов СКЗ разработан специальный метод акустической квалитметрии СКЗ от шума.

Квалитметрический подход к оцениванию эффективности СКЗ предполагает синтез интегрального показателя, представляющего собой свертку (объединение) первичных показателей. Перечень первичных показателей для акустической квалитметрии СКЗ определен с помощью группы экспертов по методике, изложенной в [13, 14]. Группа из 10 экспертов, сформированная по методике, изложенной в [15], характеризовалась следующими показателями качества ( $M \pm d$ ,  $M$  – среднее арифметическое значение,  $d$  – граница 95% доверительного интервала): коэффициент аргументации  $0,76 \pm 0,14$ ; коэффициент компетентности  $0,84 \pm 0,05$ ; коэффициент осведомленности  $0,91 \pm 0,11$ .

Весовые показатели свертки первичных показателей в интегральный также определены с помощью экспертов по методике, изложенной в [16, 17]. Градации интегрального показателя – коэффициент акустической эффективности СКЗ – определены по методике, изложенной в [18].

Сущность разработанного метода акустической квалитметрии СКЗ заключается в следующем.

1. До начала рабочей смены специалисты, которые привлекаются к акустической квалитметрии СКЗ, прибывают в медицинский пункт, где каждому из них проводится тональная аудиометрия с целью определения порогов слуха на октавных частотах 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц по методике, изложенной в [19].

2. Перед началом рабочей смены проводят инструктаж по особенностям правильной эксплуатации СКЗ, а в течение рабочей смены контролируют правильность эксплуатации СКЗ специалистами.

3. В течение рабочей смены по результатам акустических измерений определяют максимальные уровни звукового давления (УЗД) для октавных частот 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц. При этом шумомер устанавливают так, чтобы он не находился напротив входной двери в СКЗ, но в то же время внутри сферы радиусом 1 м, в центре которой находится измерительный микрофон шумомера, не было предметов, искажающих звуковое поле.

4. Непосредственно после окончания рабочей смены специалисты, которые привлекаются к акустической квалитметрии, прибывают в медицинский пункт, где каждому из них проводится тональная аудиометрия. Поскольку порог слуха восстанавливается через некоторое время после снятия шумовой нагрузки, до обследования должно пройти не более 5 мин.

5. Исследования проводят в течение одного или нескольких дней (до получения необходимого массива информации): до и после завершения каждой рабочей смены выполняют пункты 1 и 4, во время каждой рабочей смены выполняют пункт 3.

6. По завершении исследования обобщают полученные результаты и рассчитывают коэффициент акустической эффективности СКЗ для чего:

6.1. По результатам тональной аудиометрии определяют долю специалистов, у которых отсутствует снижение (по сравнению с величинами, зарегистрированными до рабочей смены) порога слуха на октавных частотах 125 Гц ( $x_1$ ), 250 ( $x_2$ ), 500 ( $x_3$ ), 1000 ( $x_4$ ), 2000 ( $x_5$ ), 4000 ( $x_6$ ), 8000 Гц ( $x_7$ ),

6.2. По результатам акустических измерений внутри СКЗ определяют: превышение максимальным уровнем звукового давления УЗД, зарегистрированным в течение рабочей смены внутри СКЗ, на  $i$ -й октавной частоте предельно допустимого уровня (ПДУ), установленного нормативными документами ( $x_i = 1$ , если превышение отсутствует и  $x_i = 0$ , если превышение имеется) ( $i = 8$  для октавной частоты 31,5 Гц,  $i = 9$  – для 63 Гц,  $i = 10$  – для 125 Гц,  $i = 11$  – для 250 Гц,  $i = 12$  – для 500 Гц,  $i = 13$  – для 1000 Гц,  $i = 14$  – для 2000 Гц,  $i = 15$  – для 4000 Гц,  $i = 16$  – для 8000 Гц)<sup>2</sup>;

6.3. На основе полученных оценок рассчитывают коэффициент акустической эффективности СКЗ:

$$KAE = 4x_1 + 4x_2 + 3x_3 + 5x_4 + 7x_5 + 10x_6 + 7x_7 + 5x_8 + 3x_9 + 3x_{10} + 5x_{11} + 7x_{12} + 10x_{13} + 7x_{14} + 5x_{15} + 3x_{16}$$

6.4. По рассчитанной величине коэффициента акустической эффективности СКЗ его акустическую эффективность оценивают как низкую ( $KAE < 40$ ); удовлетворительную ( $40 \leq KAE < 70$ ), хорошую ( $70 \leq KAE < 90$ ) или отличную ( $KAE \geq 90$ ).

Разработанный метод можно применять для определения акустической эффективности любых образцов СКЗ, предназначенных для любых социо-профессиональных групп населения, жизнедеятельность которого осуществляется в условиях воздействия промышленного (производственного, транспортного) шума.

<sup>2</sup> Нормативным документом, устанавливающим предельно допустимый уровень шума на рабочих местах в Российской Федерации, являются Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562–96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки». М.: Минздрав России, 1996. 8 с.

<sup>1</sup> ГОСТ 31299–2005 (ИСО 11957:1996) «Шум машин. Определение звукоизоляции кабин. Испытания в лаборатории и на месте установки». М.: Стандартинформ, 2007. 12 с.

Результаты акустической квалиметрии СКЗ

Показатель	Значение для СКЗ		
	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
$x_1$	0,9	0,8	1
$x_2$	1	0,7	0,9
$x_3$	1	1	1
$x_4$	0,6	1	1
$x_5$	1	0,8	0,7
$x_6$	1	0,6	0,9
$x_7$	0,7	0,8	0,8
$x_8$	1	0	1
$x_9$	0	0	1
$x_{10}$	1	1	1
$x_{11}$	1	1	1
$x_{12}$	0	1	1
$x_{13}$	1	0	1
$x_{14}$	1	1	0
$x_{15}$	0	1	1
$x_{16}$	1	1	0
<i>КАЕ</i>	68,5	61,2	76,1

Результаты и обсуждение

Разработанный метод апробирован на практике выбора одного из 3 образцов СКЗ, обладающих, согласно паспортным техническим характеристикам, одинаковыми защитными характеристиками и имеющих одинаковую стоимость, в интересах выбора СКЗ для использования персоналом аэродрома.

1. Определена группа из 10 авиационных техников, которые будут задействованы в акустической квалиметрии СКЗ.

2. Образцы СКЗ, акустическую квалиметрию которых нужно провести, устанавливались на грунтовой площадке вблизи от места гонки двигателей. С авиационными техниками проведен инструктаж по особенностям эксплуатации СКЗ и особенностям их квалиметрии (на что нужно обратить внимание при эксплуатации СКЗ). Исследования каждого СКЗ проводились последовательно, каждый образец СКЗ эксплуатировался в течение 3 рабочих смен, во время которых 50 раз (в различное время рабочих смен) сертифицированными поверенными шумомерами регистрировали УЗД внутри СКЗ, контролируя правильность расположения измерительного микрофона.

3. До рабочей смены специалисты, участвующие в акустической квалиметрии, направлялись в медицинский пункт, где им проводили тональную аудиометрию с целью определения порогов слуха на октавных частотах 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц. В течение рабочей смены правильность эксплуатации образца СКЗ специалистами контролировалась представителями организации-производителя СКЗ.

4. Непосредственно после окончания рабочей смены специалисты, которые привлекались к акустической квалиметрии СКЗ, прибывали в медицинский пункт, где каждому из них проводилась тональная аудиометрия.

5. По завершении исследования полученные результаты обобщены и обработаны (см. таблицу).

6. Акустическую эффективность 1-го и 2-го образцов СКЗ следует оценить как удовлетворительную ( $40 \leq \text{КАЕ} = 68,5 < 70$ ;  $40 \leq \text{КАЕ} = 61,2 < 70$ ), а 3-го образца СКЗ – как хорошую ( $70 \leq \text{КАЕ} = 76,1 < 90$ ).

Более детальное изучение образцов СКЗ показало, что: в 1-м образце СКЗ не обеспечивается плотное закрытие входной двери вследствие недостаточной эластичности материала, из которого изготовлен уплотнитель; во 2-м образце СКЗ допущены технологические нарушения при закреплении шумопоглощаю-

щего материала к стенкам помещения: использование длинных металлических шурупов обусловило возникновение «акустических мостиков» (элемент шумопоглощающей конструкции обладает большей звукопроводностью, чем основная шумопоглощающая конструкция).

Заключение

Применение разработанного метода весьма ценно для гигиенического мониторинга условий труда и аттестации рабочих мест персонала, поскольку позволяет не только оценить риски профессиональных и производственно обусловленных заболеваний и снижения профессиональной надёжности, но и выявить наличие конструктивных недостатков СКЗ, негативно влияющих на акустическую безопасность персонала, что имеет существенное значение для выбора, испытаний СКЗ, а также и для обоснования предложений по их совершенствованию.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.  
**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Солдатов С.К., Богомолов А.В., Зинкин В.Н., Драган С.П. Проблемы обеспечения акустической безопасности персонала авиационной промышленности. *Безопасность труда в промышленности*. 2014; 10: 58–60.
2. Денисов Э.И., Прокопенко Л.В., Степанян И.В., Чесалин П.В. Громкость и вредность шума: феноменология, измерение и оценка. *Гигиена и санитария*. 2009; 88 (5): 26–9.
3. Зинкин В.Н., Солдатов С.К., Богомолов А.В., Драган С.П. Актуальные проблемы защиты населения от низкочастотного шума и инфразвука. *Технологии гражданской безопасности*. 2015; 12 (1): 90–6.
4. Зинкин В.Н., Солдатов С.К., Шишов А.А., Радченко С.Н., Шешегов П.М. Состояние здоровья и заболеваемость населения, подвергающегося кумулятивному воздействию авиационного шума. *Здоровье населения и среда обитания*. 2014; (3): 12–4.
5. Зинкин В.Н., Шешегов П.М., Чистов С.Д. Влияние особенностей производственного шума и инфразвука на заболеваемость и систему профилактических мероприятий. *Безопасность жизнедеятельности*. 2015; (5): 3–12.
6. Савельев А.П., Пьянзов С.В., Скворцов А.Н. Акустические конструкции коллективной защиты от производственного шума. *Альманах мировой науки*. 2015; (2-1): 142–3.
7. Тюрин А.П., Парахин Д.В., Севастьянов Б.В. Научное обоснование совершенствования средств коллективной защиты испытателей вооружения от воздействия импульсного шума. *Вестник ИжГТУ им. М.Т. Калашникова*. 2008; (3): 25–8.
8. Драган С.П., Зинкин В.Н., Богомолов А.В., Солдатов С.К., Дроздов С.В. Акустическая эффективность средств защиты от шума. *Медицинская техника*. 2013; (3): 34–6.
9. Солдатов С.К., Драган С.П., Харитонов В.В., Васин И.В., Дроздов С.В. Характеристика акустической эффективности перспективных средств коллективной защиты инженерно-технического состава авиационного шума. *Проблемы безопасности полетов*. 2014; (11): 3–12.
10. Богомолов А.В., Драган С.П. Автоматизированный мониторинг и технологии обеспечения акустической безопасности персонала. *Автоматизация. Современные технологии*. 2015; (4): 25–30.
11. Харитонов В.В., Абрамов С.П., Зинкин В.Н., Солдатов С.К. Эргономическая экспертиза новых образцов средств коллективной защиты от авиационного шума. *Проблемы безопасности полетов*. 2014; (9): 20–6.
12. Каргышев О.А. Применение средств коллективной защиты от шума для улучшения условий труда на рабочих местах инженерно-технического состава авиапредприятий. *Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации*. 2011; 173: 154–60.
13. Зотьев Д.Б. К проблеме определения весовых коэффициентов на основании экспертных оценок. *Заводская лаборатория. Диагностика материалов*. 2011; (1): 75–8.
14. Карелин В.П., Протасов В.И. Квалиметрический подход к формированию группы экспертов и определению их компетентностей при организации коллективного интеллекта. *Вестник Таганрогского института управления и экономики*. 2012; (2): 46–50.
15. Шибанов Г.П. Порядок формирования экспертных групп и проведения коллективной экспертизы. *Информационные технологии*. 2003; (12): 26–9.
16. Григорьев А.В., Козин П.А. Методика определения значений весовых коэффициентов при согласовании результатов оценки. *Аудиторские ведомости*. 2007; (2): 63–70.
17. Бухарин С.Н., Гукасов В.М., Шкрабалоук А.К., Баннова И.В. Некоторые способы формирования группы экспертов и оценки их компетентности в медицинской практике. *Медицина и высокие технологии*. 2012; (2): 35–41.
18. Зинкин В.Н., Кукушкин Ю.А., Богомолов А.В., Солдатов С.К., Алек-

- сеенко М.С. Исследование эффективности средств индивидуальной и коллективной защиты от шума на основе оценки потенциальной ненадежности профессиональной деятельности авиационных специалистов. *Безопасность жизнедеятельности*. 2010; (11): 2–6.
19. Альтман Я.А., Таварткиладзе Г.А. *Руководство по аудиологии*. М.: ДМК Пресс; 2003.
1. Soldatov S.K., Bogomolov A.V., Zinkin V.N., Dragan S.P. Problems of acoustic safety of the aviation industry personnel. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*. 2014; (10): 58–60. (in Russian)
2. Denisov Ye.I., Prokopenko L.V., Stepanyan I.V., Chesalin P.V. Volume and harmful noise: phenomenology, measurement and evaluation. *Gigiena i sanitariya*. 2009; 88(5): 26–9. (in Russian)
3. Zinkin V.N., Soldatov S.K., Bogomolov A.V., Dragan S.P. Actual problems of protection of the population from the low-frequency noise and infrasound. *Tekhnologii grazhdanskoy bezopasnosti*. 2015; 12 (1): 90–6. (in Russian)
4. Zinkin V.N., Soldatov S.K., Shishov A.A., Radchenko S.N., Sheshegov P.M. Health status and morbidity of people at the cumulative effects of aircraft noise. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2014; (3): 12–4. (in Russian)
5. Zinkin V.N., Sheshegov P.M., Chistov S.D. The influence of industrial noise and infrasound in the incidence and the system of preventive measures. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2015; (5): 3–12. (in Russian)
6. Savel'ev A.P., P'yanzov S.V., Skvortsov A.N. Acoustic design collective protection against industrial noise. *Al'manakh mirovoy nauki*. 2015; (2-1): 142–3. (in Russian)
7. Tyurin A.P., Parakhin D.V., Sevast'yanov B.V. Scientific substantiation of perfection of means of collective protection weapons test by the impact of impulse noise. *Vestnik IzhGTU im. M.T. Kalashnikova*. 2008; (3): 25–8. (in Russian)
8. Dragan S.P., Zinkin V.N., Bogomolov A.V., Soldatov S.K., Drozdov S.V. The acoustic efficiency of the means of protection against noise. *Meditsinskaya tekhnika*. 2013; (3): 34–6. (in Russian)
9. Soldatov S.K., Dragan S.P., Kharitonov V.V., Vasin I.V., Drozdov S.V. Characteristic acoustic efficiency promising means of collective protection engineering staff of aircraft noise. *Problemy bezopasnosti poletov*. 2014; (11): 3–12. (in Russian)
10. Bogomolov A.V., Dragan S.P. Automated monitoring and acoustic technology providing security personnel. *Avtomatizatsiya. Sovremennye tekhnologii*. 2015; (4): 25–30. (in Russian)
11. Kharitonov V.V., Abramov S.P., Zinkin V.N., Soldatov S.K. Ergonomic examination of new models of means of collective protection from aircraft noise. *Problemy bezopasnosti poletov*. 2014; (9): 20–6. (in Russian)
12. Kartyshchik O.A. Application of collective protection from noise to improve working conditions in the workplace technical staff of airlines. *Nauchnyy vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta grazhdanskoy aviatsii*. 2011; 173: 154–60. (in Russian)
13. Zot'ev D.B. On the problem of determining the weighting factors based on expert assessments. *Zavodskaya laboratoriya. Diagnostika materialov*. 2011; (1): 75–8. (in Russian)
14. Karelin V.P., Protasov V.I. Kvalimetric approach to the formation of expert groups and the definition of their competencies in the organization of collective intelligence. *Vestnik Taganrogskogo instituta upravleniya i ekonomiki*. 2012; (2): 46–50. (in Russian)
15. Shibanov G.P. The procedure for the formation of expert groups and of collective expertise. *Informatsionnye tekhnologii*. 2003; (12): 26–9. (in Russian)
16. Grigor'ev A.V., Kozin P.A. Method for determining the weighting values when negotiating evaluation. *Auditorskie vedomosti*. 2007; (2): 63–70. (in Russian)
17. Bukharin S.N., Gukasov V.M., Shkrabalyuk A.K., Bannova I.V. Some methods of forming a group of experts and to assess their competence in medical practice. *Meditsina i vysokie tekhnologii*. 2012; (2): 35–41. (in Russian)
18. Zinkin V.N., Kukushkin Yu.A., Bogomolov A.V., Soldatov S.K., Alekseenko M.S. Investigation of the effectiveness of individual and collective protection from noise based on an assessment of the potential unreliability of the professional activities of aviation professionals. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2010; (11): 2–6. (in Russian)
19. Al'tman Ya.A., Tavartkiladze G.A. *Audiology: Guide [Rukovodstvo po audiologii]*. Moscow: DMK Press; 2003. (in Russian)

Поступила 04.05.16

Принята к печати 16.01.17

## Гигиена детей и подростков

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2017

УДК 613.95:572.51

Криволапчук И.А.<sup>1</sup>, Мышьяков В.В.<sup>2</sup>

### ОСОБЕННОСТИ ФАКТОРНОЙ СТРУКТУРЫ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ МАЛЬЧИКОВ И ДЕВОЧЕК 9–10 ЛЕТ

<sup>1</sup>ФГБНУ «Институт возрастной физиологии Российской академии образования», 119121, г. Москва, Россия;<sup>2</sup>УО «Гродненский государственный университет им. Янки Купалы», 230023, г. Гродно, Беларусь

В исследовании приняли участие дети, отнесённые по состоянию здоровья к основной медицинской группе ( $n = 91$ ). Средний возраст мальчиков составил  $9,60 \pm 0,05$  года, девочек –  $9,50 \pm 0,05$  года. Организация исследования соответствовала требованиям Хельсинкской декларации ВМА. Испытуемые были практически здоровы, занимались физической культурой по общепринятой программе и не посещали спортивные секции. В работе использован комплекс методик, пригодных для исследования физической работоспособности детей школьного возраста в широком диапазоне доступных нагрузок. В ходе исследования выделены 5 основных факторов, определяющих структуру физической работоспособности детей 9–10 лет. Показано, что у мальчиков и девочек на фоне сохранения общей структуры работоспособности по-разному распределены вклады рассматриваемых факторов в обобщённую дисперсию выборки, а также физиологические показатели, входящие в состав отдельных факторов, и их весовые коэффициенты. Установлено, что мальчики 9–10 лет существенно превосходят девочек по уровню физической работоспособности во всём диапазоне доступных нагрузок. При этом наибольшее количество значимых различий выявлено в переменных, характеризующих работоспособность в зонах умеренной и большой мощности, связанных преимущественно с аэробным и смешанным аэробно-анаэробным энергообеспечением мышечной деятельности. Показатели аэробной ёмкости характеризуются наибольшими межгрупповыми различиями по сравнению с другими энергетическими критериями работоспособности. Результаты исследования могут быть использованы при решении прикладных задач по гигиеническому нормированию и контролю величины физических нагрузок различной относительной мощности в процессе физического воспитания мальчиков и девочек 9–10 лет.

Ключевые слова: аэробная и анаэробная производительность; зоны относительной мощности; факторный анализ; половые особенности.

**Для цитирования:** Криволапчук И.А., Мышьяков В.В. Особенности факторной структуры физической работоспособности мальчиков и девочек 9–10 лет. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(8): 759–765. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-8-759-765>

**Для корреспонденции:** Криволапчук Игорь Альерович, д-р биол. наук, рук. лаб. физиологии мышечной деятельности и физического воспитания ФГБНУ «Институт возрастной физиологии Российской академии образования». E-mail: [i.krivolapchuk@mail.ru](mailto:i.krivolapchuk@mail.ru)