

Н.И. Скуратовский

(4-й Центральный научно-исследовательский институт Минобороны России;
e-mail: nikskur@gmail.com)

ТЕХНОЛОГИЯ ЭРГОНОМИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОТ АВИАЦИОННОГО ШУМА

Приведён анализ технологии автоматизированной эргономической экспертизы средств индивидуальной защиты от авиационного шума, рекомендованной к использованию на всех этапах их жизненного цикла.

Ключевые слова: охрана труда авиационных специалистов, средства индивидуальной шумозащиты, эргономическая экспертиза.

N.I. Skuratovskiy

TECHNOLOGY ERGONOMIC EXPERTISE PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT FROM AIRCRAFT NOISE

The analysis of technology of automated ergonomic expertise of personal protection from aircraft noise, recommended for use at all stages of their life cycle.

Key words: labor protection of aviation specialists, means of individual noise protection, ergonomic expertise.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 6 октября 2013 г.

В связи с развитием авиации и реализацией мероприятий, направленных на более широкое её использование, уровень авиационного шума, воздействующего на представителей различных социо-профессиональных групп населения, постоянно повышается [1-3]. По данным Роспотребнадзора, существенно влиянию авиационного шума подвержено около 3 % населения России, при этом численность населения, подверженного влиянию авиационного шума с превышением гигиенически допустимых значений только на территориях вблизи крупных аэропортов федерального значения, достигает 1,5 млн человек, а суммарная площадь территорий с фиксированным повышением уровня авиационного шума составляет более 5800 км² [1].

В последнее время отмечается существенное увеличение числа жалоб населения территорий, прилегающих к аэропортам, аэродромам и авиационным предприятиям, на ухудшение здоровья и снижение качества жизни, обусловленные повышенным шумовым воздействием. Населением ряда субъектов Российской Федерации (Пермский край, Челябинская область, Воронежская область и др.) инициированы иски в суды для принятия решений о приостановлении полетов самолетов до реализации мероприятий, обеспечивающих гарантированную безопасность жизнедеятельности населения. Названные обстоятельства обуславливают интенсификацию исследований по разработке средств защиты от авиационного шума [4-5].

Одним из ключевых аспектов таких исследований является эргономическая экспертиза противошумов на всех этапах их создания: от обоснования необходимости разработки до изготовления и проведения предварительных и государственных испытаний опытных образцов [4].

Для обеспечения объективной эргономической экспертизы необходимо, чтобы её технология отвечала следующим требованиям: методики анализа, применяемые для исследования различных эргономических аспектов, должны быть взаимосогласованными; собираемые данные должны приводиться к унифицированному виду; все данные и результаты анализа должны накапливаться в единой базе данных проекта [6-9]. В интересах выполнения сформулированных требований при создании средств индивидуальной защиты от авиационного шума реализована автоматизированная поддержка их эргономической экспертизы с использованием специально разработанного программного обеспечения.

Достоинством полученных результатов является то, что система информативных показателей, характеризующих эргономичность средств индивидуальной защиты от авиационного шума, сформирована по результатам пятилетних теоретико-экспериментальных исследований и одобрена руководством семи организаций, занимающихся исследованиями в области разработки и испытаний противошумов.

Разработанные методики автоматизированной обработки информации позволяют получить количественную оценку коэффициента эргономичности в виде свертки первичных показателей, весовые коэффициенты которой определены группой 45 экспертов, характеризующейся значением коэффициента осведомленности – 0,9, коэффициента аргументации – 0,87, коэффициента компетентности – 0,91 [10]. Это позволило обеспечить высокий уровень объективности результатов эргономической экспертизы.

Особенности автоматизированной поддержки эргономической экспертизы противошумных наушников

Стандартизированная ГОСТ Р 12.4.211-99 процедура испытаний средства индивидуальной защиты органа слуха от шума методом пороговой аудиометрии обладает рядом недостатков, наиболее существенные из которых заключаются в том, что: не учитываются эргономические характеристики противошумов, влияющие на работоспособность и надёжность профессиональной деятельности специалистов, их использующих; исследование шумопоглощения в диффузном поле обеспечивает завышенную оценку эффективности защиты от шума; при проведении исследований не учитываются особенности акустической обстановки на рабочих местах специалистов; не производится расчёт интегральной количественной характеристики качества противошумов, что не позволяет объективно сравнить их различные образцы.

В соответствии с разработанной технологией автоматизированной поддержки эргономической экспертизы противошумных наушников в качестве **объективных** (непосредственно измеряемых) **характеристик** используют эффективность защиты от шума для семи октавных частот: 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц (x_i , где $i = 1 \dots 7$ – доля специалистов, у которых использование противошумных наушников не привело к снижению порогов слуха после смены на октавной частоте 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц соответственно).

В качестве **субъективных** (получаемых анкетированием респондентов) **характеристик** используют:

- звон (шум) в ушах (x_8 – доля респондентов, отметивших отсутствие звона (шума) в ушах);
- давление и тяжесть в ушах (x_9 – доля респондентов, отметивших отсутствие давления и тяжести в ушах);
- головную боль (x_{10} – доля респондентов, отметивших отсутствие головной боли);
- шум и тяжесть в голове (x_{11} – доля респондентов, отметивших отсутствие шума и тяжести в голове);
- снижение работоспособности (x_{12} – доля респондентов, отметивших отсутствие снижения работоспособности);
- нарушение режима сна (x_{13} – доля респондентов, отметивших отсутствие нарушения режима сна);
- массогабаритные характеристики (x_{14} – доля респондентов, оценивших массогабаритные характеристики как "нормальные");
- эффективность крепёжной системы (x_{15} – доля респондентов, оценивших эффективность крепёжной системы как "удовлетворительную");
- удобство использования (комфортность) (x_{16} – доля респондентов, оценивших удобство использования (комфортность) как "удовлетворительную");
- удобство хранения в неиспользуемом состоянии (x_{17} – доля респондентов, оценивших удобство хранения в неиспользуемом состоянии как "удовлетворительное");
- качество оголовья (x_{18} – доля респондентов, оценивших качество оголовья как "удовлетворительное");
- помехи профессиональной деятельности в противошумных наушниках (x_{19} – доля респондентов, отметивших отсутствие помех профессиональной деятельности в противошумных наушниках);
- безопасность использования (x_{20} – доля респондентов, оценивших безопасность использования как "удовлетворительную");
- сочетаемость противошумных наушников с образцами экипировки (x_{21} – доля респондентов, оценивших сочетаемость противошумных наушников с образцами экипировки как "удовлетворительную");
- неприятные ощущения в околоушной области (x_{22} – доля респондентов, отметивших отсутствие неприятных ощущений в околоушной области);

- покраснение кожи в околоушной области (x_{23} – доля респондентов, отметивших отсутствие покраснения кожи в околоушной области);

- достаточность снижения шума (x_{24} – доля респондентов, оценивших степень снижения шума противошумными наушниками как достаточную).

На основе полученных оценок рассчитывают коэффициент эргономичности противошумных наушников:

$$k = 7x_1 + 7x_2 + 7x_3 + 7x_4 + 7x_5 + 5x_6 + 5x_7 + 4x_8 + 5x_9 + 3x_{10} + 4x_{11} + \\ + 2x_{12} + 2x_{13} + 3x_{14} + 4x_{15} + 4x_{16} + 2x_{17} + 2x_{18} + 2x_{19} + 3x_{20} + \\ + 2x_{21} + 5x_{22} + 5x_{23} + 3x_{24},$$

по величине которого оценивают эргономический уровень противошумных наушников как низкий ($k < 40$); удовлетворительный ($40 \leq k < 70$), хороший ($70 \leq k < 90$) или отличный ($k \geq 90$).

Особенности автоматизированной поддержки эргономической экспертизы средств индивидуальной противошумной виброзащиты

Для автоматизированной поддержки эргономической экспертизы противошумных виброзащитных поясов, жилетов, комбинезонов и костюмов, предназначенных для использования специалистами, подвергающимися воздействию авиационного шума, в качестве *объективных характеристик* используют:

- снижение вибротактильной чувствительности, обусловленное использованием средства индивидуальной защиты (y_1 – доля респондентов, у которых не отмечено снижение вибротактильной чувствительности после использования средства индивидуальной защиты в течение смены),

- состояние кожи человека под средством индивидуальной защиты (y_2 – доля респондентов, у которых отмечено отсутствие покраснения кожи после использования средства индивидуальной защиты в течение смены),

- влажность кожных покровов человека под средством индивидуальной защиты (y_3 – доля респондентов, влажность кожных покровов которых оценена как "нормальная").

В качестве *субъективных характеристик* используют:

- массогабаритные характеристики средства индивидуальной защиты (y_4 – доля респондентов, оценивших массогабаритные характеристики как "удовлетворительные");

- эффективность крепёжной системы средства индивидуальной защиты (y_5 – доля респондентов, оценивших эффективность крепёжной системы как "удовлетворительная");

- удобство (комфортность) использования средства индивидуальной защиты (y_6 – доля респондентов, оценивших удобство (комфортность) использования как "удовлетворительное");

- удобство хранения средства индивидуальной защиты в неиспользованном состоянии (y_7 – доля респондентов, оценивших удобство хранения в неиспользованном состоянии как "удовлетворительное");

- отсутствие помех профессиональной деятельности в средстве индивидуальной защиты (y_8 – доля респондентов, отметивших отсутствие помех профессиональной деятельности с использованием средства индивидуальной защиты);

- безопасность использования средства индивидуальной защиты (y_9 – доля респондентов, оценивших безопасность использования как "удовлетворительную");

- сочетаемость средства индивидуальной защиты с другими элементами экипировки (y_{10} – доля респондентов, оценивших сочетаемость средства индивидуальной защиты с образцами экипировки как "удовлетворительная");

- неприятные ощущения при использовании средства индивидуальной защиты (y_{11} – доля респондентов, отметивших отсутствие неприятных ощущений, вызванных использованием средства индивидуальной защиты);

- защитные свойства средства индивидуальной защиты (y_{12} – доля респондентов, отметивших высокие защитные свойства средства индивидуальной защиты);

- удобство надевания/съема средства индивидуальной защиты (y_{13} – доля респондентов, оценивших удобство надевания/съема средства индивидуальной защиты как "удовлетворительно").

На основе полученных оценок рассчитывают коэффициент эргономичности средства индивидуальной защиты человека от воздушной акустической вибрации

$$ke = 0,15y_1 + 0,13y_2 + 0,04y_3 + 0,07y_4 + 0,1y_5 + 0,1y_6 + 0,02y_7 + 0,12y_8 + 0,1y_9 + 0,03y_{10} + 0,05y_{11} + 0,04y_{12} + 0,05y_{13},$$

по величине которого оценивают эргономичность средств индивидуальной защиты человека от воздушной акустической вибрации как низкую ($ke < 0,4$); удовлетворительную ($0,4 \leq ke < 0,7$), хорошую ($0,7 \leq ke < 0,9$) или отличную ($ke \geq 0,9$).

Программные комплексы, реализующие описанные методики, позволили стандартизировать процедуру эргономической экспертизы средств индивидуальной защиты от авиационного шума, вести базу данных эргономических экспертиз (первичной информации и интегральных оценок) и рекомендованы к использованию на всех этапах их жизненного цикла.

Работа поддержана РФФИ, грант 14-08-00027

Литература

1. **Человек** и авиационный шум / Солдатов С.К., Зинкин В.Н., Богомолов А.В., Кукушкин Ю.А. М.: Новые технологии, 2012. 24 с. (Приложение к журналу "Безопасность жизнедеятельности", № 9, 2012).
2. **Авиационный** шум: специфические особенности биологического действия и защиты / Зинкин В.Н., Богомолов А.В. Ахметзянов И.М., Шешегов П.М. // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2012. Т. 46, № 2. С. 9-16.
3. **Медико-биологические** эффекты импульсных шумов и особенности их гигиенического нормирования / Симухин В.В. и др. // Безопасность в техносфере. 2012. № 6. С. 36-43.
4. **Харитонов В.В., Радченко С.Н., Шишов А.А.** Об эргономической экспертизе виброзащитного комплекта для инженерно-технического состава Военно-воздушных сил // Технологии техносферной безопасности: интернет-журнал. Вып. 2 (48). 01.04.2013. 7 с. <http://ipb.mos.ru/ttb>.
5. **Акустическая** эффективность средств защиты от шума / Драган С.П., Зинкин В.Н., Богомолов А.В., Солдатов С.К., Дроздов С.В. // Медицинская техника. 2013. № 3. С. 34-36.
6. **Падерно П.И.** Эргономическая экспертиза: теория и практика, проблемы и трудности // Человеческий фактор: проблемы психологии и эргономики. 2007. № 3-1. С. 122-124.
7. **Ботняев А.А., Львов В.М.** Квалиметрические основы эргономической экспертизы // Человеческий фактор: проблемы психологии и эргономики. 2008. № 1. С. 16-19.
8. **Маршалл Э.Ч., Анохин А.Н.** Технология и информационная среда для проведения эргономической экспертизы БЩУ АЭС // Человеческий фактор: проблемы психологии и эргономики. 2005. № 3-2. С. 50-51.
9. **Аппаратно-программные** комплексы для медико-психологического обеспечения контроля надежности профессиональной деятельности человека в условиях высокого риска возникновения чрезвычайной ситуации / Ушаков И.Б. и др. // Безопасность жизнедеятельности. 2004. № 3. С. 8.
10. **Шибанов Г.П.** Порядок формирования экспертных групп и проведения коллективной экспертизы // Информационные технологии, № 12, 2003. С. 26-29.