

**В.В. Харитонов, С.Н. Радченко, А.А. Шишов**  
(4 ЦНИИ Минобороны России; haritonovvladimir@yandex.ru)

## **ОБ ЭРГОНОМИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЕ ВИБРОЗАЩИТНОГО КОМПЛЕКТА ДЛЯ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОЕННО-ВОЗДУШНЫХ СИЛ**

*Разработано методическое обеспечение эргономической экспертизы средств защиты инженерно-технического состава военно-воздушных сил от механоакустических факторов и представлены результаты его апробации.*

*Ключевые слова: защита от акустической вибрации, виброзащитный комплект, средства индивидуальной защиты, эргономическая экспертиза.*

## **V.V. Haritonov, S.N. Radchenko, A.A. Shishov** **ABOUT ERGONOMIC EXPERTISE OF VIBROPROTECTION KIT FOR ENGINEERING-TECHNICAL STAFF OF AIR FORCE**

*Methodical support of ergonomic expertise of means protection engineering-technical staff of the air force from mechanical and acoustic factors was developed and presented the results of its testing.*

*Key words: protection from acoustic vibration, vibration protection kit, personal protective equipment, ergonomic expertise.*

Авиационный шум в настоящее время является одним из неблагоприятных физических факторов, действующих на **инженерно-технический состав (ИТС)** авиации [1-4]. В связи с увеличением мощности двигателей воздушных судов произошло усиление шумового воздействия, его спектр расширился как в низкочастотную, так и в высокочастотную область [1, 2]. Все это привело к увеличению риска развития профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний, а проблема защиты ИТС от воздействия акустической вибрации стала весьма актуальной. Более того, наличие высокоинтенсивных шумов с уровнем звукового давления до 130 дБ и выше ставит задачу защиты не только органа слуха, но и всего тела [4-7].

Следует также отметить, что в настоящее время нормативные документы для получения объективной оценки эффективности средств защиты от экстракохлеарного воздействия (средств виброзащиты) не разработаны.

Для минимизации неблагоприятных последствий авиационного шума для здоровья и профессиональной надежности ИТС проводятся работы по созданию **средств индивидуальной защиты (СИЗ)** от акустической вибрации. Использование СИЗ на сегодняшний день является наиболее эффективным способом борьбы с шумом и акустической вибрацией [1, 9].

В последние три года разработаны и успешно прошли испытания, следующие СИЗ от акустической вибрации:

- шлем виброзащитный цельный;
- шлем виброзащитный с *системой активного гашения (САГ)* звука в наушниках;
- жилет виброзащитный.

Эргономическая экспертиза вышеуказанных СИЗ включала исследование объективной и субъективной составляющих (последняя оценивалась методом анкетирования). Вопросы, включенные в анкету, составлены экспертами-эргономистами. Защитные свойства виброзащитного шлема и жилета оценивались ИТС, обслуживающим самолеты дальней, фронтовой и истребительной авиации (всего проанкетировано 40 человек).

Для эргономической экспертизы разработанных средств защиты от акустической вибрации использован квалиметрический метод оценки технического уровня образцов вооружения и военной техники, при котором коэффициенты качества простых, сложных и комплексных свойств определяются расчётным путем, а коэффициенты весомости свойств и индивидуальные коэффициенты качества простых (качественных) технических свойств – экспертным (метод экспертного опроса) [8-10].

Оценка эргономических свойств СИЗ от акустической вибрации включает:

- построение дерева эргономических свойств образцов СИЗ от акустической вибрации (пример такого дерева для оценки эксплуатационных характеристик СИЗ от акустической вибрации представлен на рис. 1);
- определение коэффициентов весомости;
- определение базовых, экспериментальных и реальных показателей;
- определение показателей (коэффициентов качества) простых, сложных, комплексных свойств и показателей в целом.

Дерево эргономических свойств образцов строится слева направо. Крайние правые окончания ветвей (листья) представляют собой простые свойства, остальные – сложные и комплексные свойства.

При экспертизе технического уровня образца СИЗ в целом дерево должно быть полным, то есть разделённым на все составляющие свойства. Группировки свойств делятся на уровни, которые нумеруются слева направо, начиная с нулевого уровня (корня) и заканчивая правым уровнем (листьями). Свойства одного уровня размещаются на одной вертикали.

Определение коэффициентов весомости (важности) производилось в следующей последовательности:

- составление индивидуальных анкет и их заполнение экспертами (назначение индивидуальных ненормированных коэффициентов весомости);
- согласование мнений экспертов;
- нормирование коэффициентов весомости.

Согласование мнений экспертов осуществлялось статистическими методами [8-10].

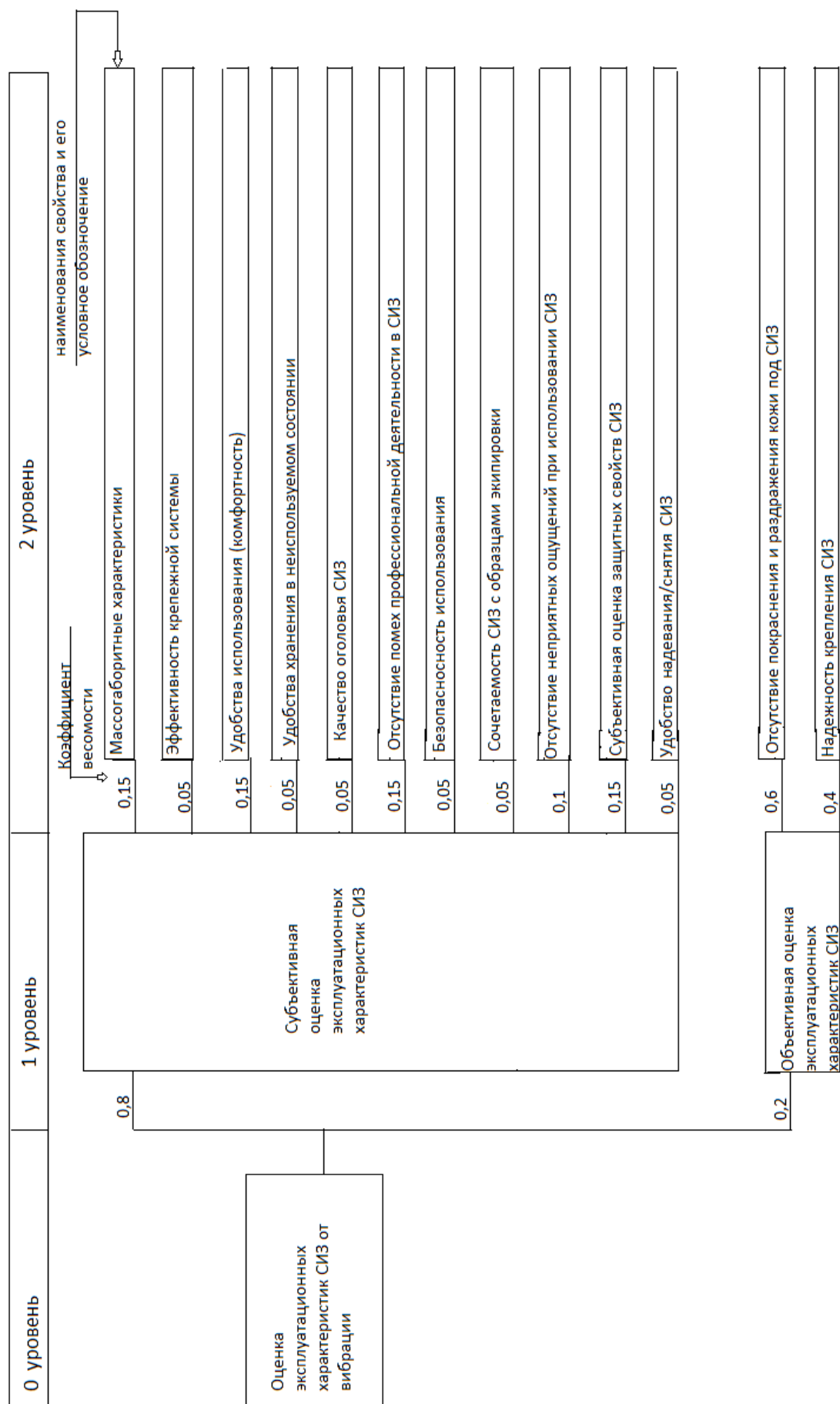


Рис. 1. Дерево эргономических свойств СИЗ от акустической вибрации

В табл. 1 приведено описание первичных и обобщенных показателей эксплуатационных свойств образцов СИЗ от акустической вибрации.

Таблица 1

**Первичные и обобщённые показатели эксплуатационных свойств СИЗ  
от акустической вибрации**

Характеристики		Описание
Обобщённые	Первичные	
Оценка эксплуатационных характеристик		Рассчитывается
Субъективная оценка эксплуатационных характеристик		Рассчитывается
	Массогабаритные характеристики	Доля респондентов, оценивших массогабаритные характеристики как "нормальные"
	Эффективность крепёжной системы	Доля респондентов, оценивших эффективность крепёжной системы как "нормальную"
	Удобства использования (комфортность)	Доля респондентов, оценивших удобства использования (комфортность) как "нормальную"
	Удобства хранения в неиспользованном состоянии	Доля респондентов, оценивших удобства хранения в неиспользованном состоянии как "нормальное"
	Качество оголовья СИЗ	Доля респондентов, оценивших качество оголовья как "нормальное"
	Отсутствие помех профессиональной деятельности в СИЗ	Доля респондентов, отметивших отсутствие помех профессиональной деятельности в СИЗ
	Безопасность использования	Доля респондентов, оценивших безопасность использования как "удовлетворительную"
	Сочетаемость СИЗ с образцами экипировки	Доля респондентов, оценивших сочетаемость СИЗ с образцами экипировки как "удовлетворительную"
	Отсутствие неприятных ощущений при использовании СИЗ	Доля респондентов, отметивших отсутствие неприятных ощущений в околоушной области
	Субъективная оценка защитных свойств СИЗ	Доля респондентов, отметивших высокие защитные свойства СИЗ: "ощущается защитные свойства СИЗ"
	Удобства надевания/снятия СИЗ	Доля респондентов, оценивших удобства одевания/съемы СИЗ как "нормально"
Объективная оценка эксплуатационных характеристик		Рассчитывается
	Отсутствие покраснения и раздражения кожи под СИЗ	Доля респондентов, отметивших отсутствие покраснения кожи в околоушной области
	Надёжность крепления СИЗ	Доля респондентов, отметивших надёжность крепления изделия на голове

Результаты эргономической экспертизы СИЗ от акустической вибрации приведены в табл. 2. Оценивались эргономические свойства виброзащитного комплекта, включающего шлем виброзащитный цельный, шлем виброзащитный с *системой активного гашения звука в наушниках (САГ)*, жилет виброзащитный, шлем виброзащитный с САГ и жилет виброзащитный.

Таблица 2

**Оценки эргономических свойств виброзащитного комплекта СИЗ от акустической вибрации**

Характеристики		Оценка			
Обобщённые	Первичные	Шлем виброзащитный с САГ	Жилет виброзащитный	Шлем виброзащитный цельный	Шлем виброзащитный с САГ и жилет виброзащитный
Оценка эксплуатационных характеристик		0,88	0,74	0,68	0,62
Субъективная оценка эксплуатационных характеристик		0,93	0,68	0,63	0,61
	Массогабаритные характеристики	1,0	0,58	0,1	0,58
	Эффективность крепёжной системы	1,0	0,75	1,0	0,75
	Удобства использования (комфортность)	1,0	0,44	0,20	0,44
	Удобства хранения в неиспользованном состоянии	1,0	0,70	1,0	0,70
	Качество оголовья СИЗ	0,25		0,70	0,25
	Отсутствие помех профессиональной деятельности в СИЗ	1,0	0,60	1,0	0,60
	Безопасность использования	0,65	1,0	1,0	0,65
	Сочетаемость СИЗ с образцами экипировки	1,0	1,0	1,0	1,0
	Отсутствие неприятных ощущений при использовании СИЗ	0,80	0,44	0,10	0,24
	Субъективная оценка защитных свойств СИЗ	1,0	1,0	1,0	1,0
	Удобства надевания /снятия СИЗ	1,0	0,40	0,80	0,4
Объективная оценка эксплуатационных характеристик		0,66	1,0	0,88	0,66
	Отсутствие покраснения и раздражения кожи под СИЗ	0,80	1,0	0,80	0,80
	Надежность крепления СИЗ	0,45	1,0	1,0	0,45

Из табл. 2 видно, что эксплуатационные характеристики для изделий, предложенных для включения в состав виброзащитного комплекта ИТС, изменились в зависимости от состава комплекта.

Наибольший вклад в "отрицательное" отношение к СИЗ (шлем и жилет) внесли следующие субъективные показатели (табл. 2):

- массогабаритные характеристики шлемов (42 % респондентов считают, что СИЗ должна быть более легкими);

- комфортность (56 % респондентов отметили, что ношение жилета более 30 *мин* вызывает дискомфорт вследствие ограничения движений, поскольку длина жилета не подогнана под рост);

- эффективность крепёжной системы (25 % респондентов хотели бы крепёжную систему жилета другого типа);

- удобство хранения (30 % респондентов отметили, что жилет в сложенном состоянии занимает много места, хранить неудобно).

По объективным эксплуатационным характеристикам 20 % респондентов отметили необходимость вентиляции подшлемного пространства, а 55 % – недостаточно надежную систему крепления фонаря к шлему.

В то же время все респонденты, принявшие участие в обследовании, отметили хорошие защитные характеристики шлема и жилета (что подтверждено объективными исследованиями) и их хорошую сочетаемость с экипировкой.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать предварительный вывод о хорошей эргономичности изделий, входящих в состав комплекта СИЗ ИТС от акустической вибрации (шлем и жилет виброзащитный).

Если анализировать отдельно эксплуатационные характеристики каждого изделия, входящего в состав виброзащитного комплекта (шлем, жилет), то можно отметить следующее.

По уровню "эксплуатационности" изделия расположились в следующем порядке: шлем виброзащитный с системой активного гашения звука в наушниках (0,88), жилет виброзащитный (0,74), шлем виброзащитный цельный (0,68). Как видно, шлем цельный обладает наиболее худшими свойствами, с позиции эргономичности, по причине таких "отрицательных" характеристик, как массогабариты (90 % респондентов считают, что СИЗ должны быть более лёгкими), комфортность (80 % респондентов отметили дискомфорт вследствие большой массы СИЗ), неприятные ощущения при использовании СИЗ (90 % респондентов отметили, что ношение шлема более 30 *мин* вызывает ощущение чрезмерной тяжести, а также необходимость более эффективной защиты лица и шеи в холодное время).

Таким образом, можно сделать вывод о том, что изделиями для создания виброзащитного комплекта для ИТС являются шлем виброзащитный с САГ и жилет виброзащитный.



### Пути совершенствования СИЗ:

- снижение веса СИЗ за счёт использования композитных материалов, изменение конструкции шлема, в том числе включения в него более легкого виброзащитного материала (оксипан, пеносевелен);
- совершенствование роста-азмерных характеристик жилета;
- введение ограничительных временных интервалов при ношении виброзащитного жилета до 30 мин;
- разработка новой кнопки для включения САГ звука в наушниках: необходимо установить только низкий уровень громкости, "убрав" регуляторы громкости на чашке наушников;
- изменение крепёжной системы фонарика к каске шлема виброзащитного, предусмотрев возможность поворота фонарика вокруг своей оси с жесткой фиксацией в строго определенном положении;
- изменение крепёжной системы жилета в области груди (подмышечных впадин) за счёт вынесения внутренних элементов наружу.

### Литература

1. *Человек* и авиационный шум / Солдатов С.К., Зинкин В.Н., Богомолов А.В., Кукушкин Ю.А. // Безопасность жизнедеятельности. 2012. № 9 (приложение). 24 с.
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. *Борьба* с шумом на производстве / Под ред. Юдина Е.Я. М.: Машиностроение, 1985. 400 с.
4. *Анализ* рисков здоровью, обусловленных сочетанным действием шума и инфразвука Зинкин В.Н., Богомолов А.В., Драган С.П., Ахметзянов И.М. // Проблемы анализа риска. 2011. Т. 8. № 4. С. 82-92.
5. *Обоснование* использования специалистами средств индивидуальной защиты при воздействии авиационного шума / Зинкин В.Н., Солдатов С.К., Богомолов А.В., Шведов А.П. // Информатика и системы управления. 2009. № 4. С. 139-141.
6. *Методическое* обеспечение и результаты физиолого-гигиенических исследований авиационного бронежилета / Аверьянов А.А., Тазетдинов Р.Г., Зотов В.А. и др. // Проблемы безопасности полетов. 2010. № 10. С. 30-35.
7. *Средства* и методы защиты от авиационного шума: состояние и перспективы развития / Солдатов С.К., Зинкин В.Н., Богомолов А.В. и др. // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2011. Т. 45. № 5. С. 3-11.
8. *Богомолов А.В.* Концепция математического обеспечения диагностики состояния человека // Информатика и системы управления. 2008. № 2 (16). С. 11-13.
9. *Технология* исследования акустической эффективности средств защиты от низкочастотного шума и инфразвука / Зинкин В.Н., Богомолов А.В., Еремин Г.И., Драган С.П. // Мир измерений. 2011. № 10 (218). С. 40-45.
10. *Математическое* обеспечение обработки рейтинговой информации в задачах экспертного оценивания / Козлов В.Е., Богомолов А.В., Рудаков С.В., Оленченко В.Т. // Мир измерений. 2012. № 9. С. 42-49.

Статья опубликована 27 мая 2013 г.