

© Зинкин В.Н., Драган С.П., Солдатов С.К., Мищенко А.А., 2018
УДК 625.098

ХАРАКТЕРИСТИКА АКУСТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛЕТНОГО СОСТАВА МАНЕВРЕННОЙ АВИАЦИИ

В.Н. Зинкин¹, С.П. Драган², С.К. Солдатов¹, А.А. Мищенко³

¹ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт Военно-воздушных сил»
Минобороны России, ул. Аэродромная, 2–5, г. Щелково, Московская область, 141103, Россия

²ФГБУ «Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна»
ФМБА России, ул. Живописная, 46, г. Москва, 123182, Россия

³Государственный летно-испытательный центр им. В.П. Чкалова Минобороны России,
г. Ахтубинск, Астраханская область, 416507, Россия

Результаты исследования акустической безопасности профессиональной деятельности летного состава маневренной авиации показали, что условия труда по шуму соответствуют классу «вредный», а по инфразвуку – классу «допустимый». Вместе с тем большинство показателей акустической обстановки в кабинах воздушных судов маневренной авиации находятся в непосредственной близости от предельно допустимых уровней, что обуславливает необходимость реализации системы гигиенического мониторинга условий труда летного состава маневренной авиации по акустическому фактору с проведением профилактических мероприятий.

Ключевые слова: акустическая безопасность, акустическая обстановка, авиационный шум, антропозология, маневренная авиация, условия труда.

V.N. Zinkin, S.P. Dragan, S.K. Soldatov, A.A. Mishchenko □ **ACOUSTIC SAFETY CHARACTERISTICS OF PROFESSIONAL ACTIVITY OF THE FLIGHT PERSONNEL OF MANEUVERABLE AIRCRAFT** □ Central Scientific Research Institute the Air Force of the Ministry of Defense of Russia, 2–5, Aerodromnaya str., Schelkovo, Moscow region, 141103, Russia; Burnazyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, 46, Picturesque str., Moscow, 123182, Russia; State Testing and Testing Center Chkalov, Akhtubinsk, Astrakhan region, 416507, Russia.

The results of the study of the acoustic safety of professional activities of the maneuverable aviation flight crew showed that the noise working conditions corresponded to the «harmful» class, and the infrasound to the «acceptable» class. At the same time, the majority of acoustic conditions in maneuverable aircraft cockpits are in close proximity to the maximum permissible levels, which necessitates the implementation of a hygienic monitoring system for the working conditions of the flying maneuver aircraft with an acoustic factor and the carrying out of preventive measures.

Key words: acoustic safety, acoustic situation, aviation noise, anthropoecology, maneuverable aviation, working conditions.

Результаты исследований показывают, что авиационный шум является одним из ведущих вредных факторов для летного состава, обуславливающим повышенные риски развития профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний, а также риски снижения работоспособности и надежности деятельности [1, 4, 6, 8–10, 16, 26]. Авиационный шум по своему характеру и воздействию – это высокоинтенсивный широкополосный шум, в спектре которого преобладают высокие частоты с наличием высокоинтенсивной инфразвуковой составляющей, многочасовой, непостоянный, причем шумовое воздействие носит циклический характер в течение летной смены (периоды активной нагрузки чередуются с паузами от нескольких десятков минут до нескольких часов) [8, 9, 13, 22, 23]. Минимизация вредного и опасного влияния авиационного шума на летный состав требует проведения мониторинга акустической безопасности профессиональной деятельности летного состава [3, 5, 12, 13, 15, 21–25].

Цель исследования – дать характеристику акустической безопасности профессиональной деятельности летного состава маневренной авиации.

Материалы и методы. Работа выполнена с привлечением двух типов воздушных судов маневренной авиации – самолетов Су-24 и Су-34.

Акустические измерения выполняли во время полета воздушных судов: шумомер помещали в нагрудный карман куртки летного состава перед посадкой в кабину воздушного судна, при этом микрофон находился на расстоянии 15 см от входного отверстия наружного слухового прохода. Начало записи сигнала осуществляли перед посадкой в кабину и заканчивали ее после остановки двигателей воздушного судна.

Измерение акустических показателей проводили с помощью цифрового шумомера *SVAN 979* (анализатор спектра 1-го класса), оснащенного микрофоном *Gras 40AZ*, предназначенного для акустических измерений, включая инфразвуковую диапозон, мониторинга шума окружающей среды и оценивания уровней шума на рабочих местах в соответствии с [18, 19]. При обработке результатов в качестве нормативных документов, регламентирующих уровни акустической нагрузки на рабочих местах, использовали санитарные нормы (СН), санитарно-эпидемиологические правила и нормы (СанПиН) и общие тактико-технические требования Военно-воздушных сил [12, 17, 20].

Для оценивания акустической обстановки звука использовали следующие показатели: максимальный уровень звука A , измеренный с временными коррекциями «медленно» и «импульс» ($L_{AmaxS} \leq 110$ дБАС и $L_{AmaxI} \leq 125$ дБАИ);

эквивалентный уровень звука А за рабочую смену ($L_{Aeg} = 85$ дБА); уровни звукового давления (УЗД) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1 000; 2 000; 4 000; 8 000 Гц.

Нормируемыми параметрами инфразвука являются:

– эквивалентные уровни звукового давления за рабочую смену в октавных полосах частот 2, 4, 8, 16 Гц, $L_{p,1/1,eg,8h}$, дБ;

– эквивалентный общий уровень инфразвука за рабочую смену, $L_{p,Z1,eg,8h}$, дБ, измеренный в диапазоне частот 1,4–22 Гц;

– максимальный общий уровень инфразвука, измеренный с временной коррекцией S («медленно») ≤ 120 дБ.

Для определения характера акустического спектра использовали спектральный анализ и специализированные компьютерные программы. Осуществляли проверку на наличие тонального и импульсного шума.

Результаты исследования. Анализ свидетельствует, что в кабине воздушного судна тональный сигнал отсутствует, т. к. превышения уровня в одной из $1/3$ -октавных полос над соседними не менее чем на 10 дБ не зарегистрировано. Измеренные значения максимального уровня звука по шкале «импульс» составили ниже 125 дБА, что свидетельствует об отсутствии импульсного шума. Субъективную оценку акустической обстановки на рабочих местах летного состава проводили с помощью анкетирования.

В табл. 1 представлены результаты измерения шума в звуковом диапазоне на рабочих местах летного состава за все время выполнения полетного задания (3 часа).

Из табл. 1 следует, что уровни эквивалентного и максимального шумов на рабочих местах летного состава во время выполнения полетного задания превышают предельно допустимые уровни на 12–14 и 1–3 дБА соответственно. Уровни звукового давления во всех октавах не

превышают 100 дБ и колеблются от 80 до 96 дБ. В октавных полосах от 250 до 8 000 Гц УЗД превышают предельно допустимые уровни на 4–15 дБ. Максимум энергетического спектра шума в кабине Су-24 приходится на октавную полосу с частотой 500–1 000 Гц (УЗД – 94–96 дБ), а у Су-34 – на 1 000–4 000 Гц (УЗД – 91–94 дБ). Сравнительная оценка показывает, что в кабине Су-24 во время полета образуется шум меньшего уровня (97 дБА) по сравнению с шумом в кабине Су-34 (уровень шума 99 дБА). В первом случае в спектре шума УЗД выше в области средних частот (250–500 Гц) на 1–5 дБ, а во втором случае – в области высоких частот (2 000–8 000 Гц) на 6–9 дБ.

В табл. 2 представлены результаты измерения шума в области инфразвуковых частот на рабочих местах летного состава во время выполнения полетного задания.

Из табл. 2 следует, что уровни общего звукового давления и уровни звукового давления во всех октавных полосах на рабочих местах летного состава во время выполнения полетного задания ниже предельно допустимых уровней. Сравнительная оценка показывает, что в кабине Су-24 во время полета УЗД в области инфразвуковых частот выше по сравнению с Су-34 на 5–8 дБ.

В табл. 3 представлены результаты субъективной оценки летным составом акустической обстановки во время выполнения полетного задания, проведенной методом анкетирования. В анкетировании приняли участие 15 летчиков, летающих на обоих типах воздушных судов.

Из табл. 3 следует, что шум, образующийся в кабине Су-24 во время полета, летным составом воспринимается как низкочастотный, а в кабине Су-34 – как высокочастотный. В первом случае он оценен как менее комфортный. В обоих случаях шум не влиял на выполнение полетного задания и не приводил к ухудшению слуха как во время, так и после полета.

Таблица 1. Результаты измерения шума в звуковом диапазоне на рабочих местах летного состава за все время выполнения полетного задания

Table 1. The results of noise measurement in the sound range at workplaces of flight personnel for the entire duration of the flight mission

Вид воздушного судна	Уровни звукового давления (дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами (Гц)									L_{AmaxS} , дБА
	31,5	63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000	
Су-24	83	83	85	91	96	94	86	84	80	111
Су-34	80	86	90	90	91	94	92	91	89	113
ПДУ	110	99	92	86	83	80	78	76	74	110

Примечание. Полужирным курсивом выделены величины, превышающие предельно допустимые уровни (для 8-часового рабочего дня согласно общим тактико-техническим требованиям Военно-воздушных сил).

Note. Semifat the sizes exceeding maximum permissible levels are italicized (for a 8-hour rabowhat day according to the general tactical technical requirements of the Air Force)

Таблица 2. Результаты измерения инфразвука на рабочих местах летного состава во время выполнения полетного задания

Table 2. Results of infrasound measurement at flight crew workplaces during the flight mission

Вид воздушного судна	Уровни звукового давления (дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами (Гц)				L_{pmaxS} , дБ
	2	4	8	16	
Су-24	64	81	86	85	116
Су-34	58	75	79	80	115
ПДУ	110	105	100	95	120

Таблица 3. Субъективная оценка летным составом акустической обстановки во время выполнения полетного задания (наиболее часто встречающиеся ответы)

Table 3. Subjective assessment of the acoustic situation by an aircrew during the execution of a flight task (the most common answers)

Вопрос	Су-24	Су-34
Характеристика спектра шума	Низкочастотный (гул)	Высокочастотный (свист)
Оценка уровня шума	Менее высокий	Более высокий
Комфортность акустической обстановки	Менее комфортная	Более комфортная
Ухудшение слуха после полета	Не наблюдается	Не наблюдается
Влияет ли шум на выполнение полетного задания	Не влияет	Не влияет

Установлено, что при прогреве двигателей воздушного судна в кабине фиксируется широкополосный шум звукового и инфразвукового диапазона частот. В наземных условиях при подготовке воздушного судна к вылету источниками шума являются работающие основные и вспомогательные силовые установки и средства аэродромно-технического обеспечения. Шум при работе авиационного двигателя генерируют компрессоры, вентиляторы, но основным источником шума является выхлопная струя от двигателей. Она представляет собой высокотемпературный газодинамический поток, при выходе которого из сопла происходит его резкое расширение с образованием вихревой турбулентности и неравномерности потоков воздуха, что приводит к формированию аэродинамического шума. Характерной особенностью последнего является высокая интенсивность и широкополосность с максимумом энергетического спектра в области высоких частот [1, 4, 8, 10, 26]. Высокая интенсивность шума, наличие в нем низких и инфразвуковых частот, малая плотность воздуха способствуют распространению аэродинамического шума на большие расстояния [1, 24].

Сравнение характеристик шума двух типов воздушных судов показывает, что уровень шума, образующегося при работе двигателей Су-34, более интенсивный и высокочастотный, так как максимум энергетического спектра приходится на область высоких звуковых частот. Шум при работе двигателей Су-24 по уровню меньше и воспринимается более низкочастотным, так как уровни звукового давления в области инфразвуковых и низких звуковых частот выше, чем у Су-34. Основной причиной этого являются разные типы двигателей, используемых на этих типах воздушных судов. Двигатели, установленные на Су-34, имеют максимальную бесфорсажную тягу и тягу на форсаже на 6 и 15 % соответственно больше, чем на Су-24.

Для обеспечения акустической безопасности этой категории летного состава необходимо проведение профилактических мероприятий, включающих организационно-технические и лечебно-профилактические мероприятия [2, 7, 11, 14].

Заключение. Результаты исследования показывают, что акустическая безопасность профессиональной деятельности летного состава маневренной авиации может быть охарактеризована как «удовлетворительная». Вместе с тем большинство показателей акустической обстановки в кабинах воздушных судов маневренной авиации находятся в непосредственной близос-

ти от предельно допустимых уровней, что обуславливает необходимость реализации системы гигиенического мониторинга условий труда летного состава маневренной авиации по акустическому фактору.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 18-08-00244

ЛИТЕРАТУРА (п. 23–26 см. References)

1. Балык О.А., Шешегов П.М., Харитонов В.В., Ахметзянов И.М., Зинкин В.Н. Источники высокоинтенсивного шума и инфразвука в Вооруженных Силах Российской Федерации // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. 2018. № 3–4 (117–118). С. 139–147.
2. Балык О.А., Шешегов П.М., Харитонов В.В., Ахметзянов И.М., Зинкин В.Н. Профилактика неблагоприятного действия шума на здоровье военнослужащих // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. 2018. № 5–6 (119–120). С. 141–150.
3. Богомолов А.В., Драган С.П. Автоматизированный мониторинг и технологии обеспечения акустической безопасности персонала // Автоматизация. Современные технологии. 2015. № 4. С. 25–30.
4. Богомолов А.В., Зинкин В.Н., Драган С.П., Солдатов С.К. Антропологические аспекты безопасной эксплуатации аэродромов, аэропортов и авиационных предприятий // Национальная безопасность. 2016. № 1. С. 56–62.
5. Богомолов А.В., Кукушкин Ю.А. Автоматизация персонализированного мониторинга условий труда // Автоматизация. Современные технологии. 2015. № 3. С. 6–8.
6. Вильк М.Ф., Глуховский В.Д., Курьеров Н.Н., Панкова В.Б., Прокопенко Л.В. Современный методический подход к оценке акустической нагрузки на членов летных экипажей воздушных судов гражданской авиации // Медицина труда и промышленная экология. 2017. № 3. С. 27–32.
7. Горячкина Т.Г., Ушаков И.Б., Евдокимов В.И., Богомолов А.В. Методико-методологические рекомендации авторам инноваций по диагностике функционального состояния человека-оператора // Технологии живых систем. 2006. Т. 3. № 3. С. 33–38.
8. Жданько И.М., Зинкин В.Н., Солдатов С.К., Богомолов А.В., Шешегов П.М. Фундаментальные и прикладные аспекты профилактики неблагоприятного действия авиационного шума // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2014. Т. 48. № 4. С. 5–16.
9. Зинкин В.Н., Богомолов А.В., Драган С.П., Ахметзянов И.М. Анализ рисков здоровью, обусловленных сочетанным действием шума и инфразвука // Проблемы анализа риска. 2011. Т. 8. № 4. С. 82–92.
10. Зинкин В.Н., Солдатов С.К., Богомолов А.В., Кукушкин Ю.А., Ахметзянов И.М., Шешегов П.М. Авиационный шум как фактор эколого-социального неблагополучия // Проблемы безопасности полетов. 2010. № 10. С. 3–13.
11. Зинкин В.Н., Солдатов С.К., Богомолов А.В., Шведов А.П. Обоснование использования специалистами средств индивидуальной защиты при воздействии авиационного шума // Информатика и системы управления. 2009. № 4 (22). С. 139–141.
12. Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки: СН 2.2.4/2.1.8.583–96. М.: Госкомсанэпиднадзор России, 1996. 13 с.
13. Никифоров Д.А., Ворона А.А., Богомолов А.В., Кукушкин Ю.А. Методика оценивания потенциальной ненадежности действий летчика // Безопасность жизнедеятельности. 2015. № 7 (175). С. 7–16.
14. Панкова В.Б. Критерии связи нарушений слуха с профессией и критерии пригодности по слуху у авиационного персонала гражданской авиации // Вестник оториноларингологии. 2017. Т. 82. № 2. С. 11–15.

15. Пенчученко В.В., Харитонов В.В., Шешегов П.М., Зинкин В.Н., Абашев В.Ю. Системный анализ акустической безопасности профессиональной деятельности авиационных специалистов // Вопросы безопасности. 2016. № 6. С. 36–51.
16. Пономаренко В.А., Солдатов С.К., Филатов В.Н., Богомолов А.В. Обеспечение персонифицированной акустической защиты авиационных специалистов (практические аспекты) // Военно-медицинский журнал. 2017. Т. 338. № 4. С. 44–50.
17. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах: СанПиН 2.2.4.3359–16. М.: Росздравнадзор, 2016. 69 с.
18. Система стандартов безопасности труда. Акустика. Измерения шума для оценки его воздействия на человека. Метод измерений на рабочих местах: ГОСТ Р ИСО 9612–2013. М.: Стандартинформ, 2007. 42 с.
19. Шум авиационный. Допустимые уровни шума на территории жилой застройки и методы его измерения: ГОСТ 22283–88. М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1998. 16 с.
20. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки: СН 2.2.4/2.1.8.562–96. М.: Госкомсанэпиднадзор России, 1996. 18 с.
21. Ушаков И.Б., Богомолов А.В., Драган С.П., Солдатов С.К. Методологические основы персонифицированного гигиенического мониторинга // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2017. Т. 51. № 6. С. 53–56.
22. Харитонов В.В., Кленков Р.Р., Пенчученко В.В., Абашев В.Ю., Шешегов П.М., Зинкин В.Н. Авиационный шум и риск снижения надежности действий летного состава // Безопасность жизнедеятельности. 2018. № 1. С. 32–38.
23. Zinkin V.N., Soldatov S.K., Bogomolov A.V., Shvedov A.P. Obosnovaniye ispolzovaniya spetsialistami sredstv individualnoy zashchity pri vozdeystvii aviatsionnogo shuma [Rationale for the use of specialists personal protective equipment when exposed to aircraft noise]. *Informatika i sistemy upravleniya*, 2009, no 4 (22), pp. 139–141. (In Russ.)
24. Infrazvuk na rabochikh mestakh. v zhilykh i obshchestvennykh pomeshcheniyakh i na territorii zhiloy zastroyki: SN 2.2.4/2.1.8.583–96 [Infrasound at workplaces, in residential and public buildings, and in residential areas: SN 2.2.4/2.1.8.583–96]. Moscow: Goskomsanepidnadzor Rossii Publ., 1996. 13 p. (In Russ.)
25. Nikiiforov D.A., Vorona A.A., Bogomolov A.V., Kukushkin Ju.A. Metodika otsenivaniya potentsialnoy nenadezhnosti deystviy letchika [A method for estimating the potential unreliability of a pilot's actions]. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*, 2015, no 7 (175), pp. 7–16. (In Russ.)
26. Pankova V.B. Kriterii svyazi narusheniy slukha s professiyei i kriterii profrigidnosti po slukhu u aviatsionnogo personala grazhdanskoy aviatsii [Criteria for the connection of hearing impairment with the profession and the criteria for aptitude to hearing and aviation civil aviation personnel]. *Vestnik otorinolaringologii*, 2017, vol. 82, no 2, pp. 11–15. (In Russ.)
27. Penchuchenko V.V., Haritonov V.V., Sheshegov P.M., Zinkin V.N., Abashev V.Ju. Sistemnyy analiz akusticheskoy bezopasnosti professionalnoy deyatel'nosti aviatsionnykh spetsialistov [System analysis of acoustic safety of professional activities of aviation specialists]. *Voprosy bezopasnosti*, 2016, no 6, pp. 36–51. (In Russ.)
28. Ponomarenko V.A., Soldatov S.K., Filatov V.N., Bogomolov A.V. Obespecheniye personifitsirovannoy akusticheskoy zashchity aviatsionnykh spetsialistov (prakticheskiye aspekty) [Providing personalized acoustic protection for aviation specialists (practical aspects)]. *Voенно-медицинский журнал*, 2017, vol. 338, no 4, pp. 44–50. (In Russ.)
29. Sanitarно-epidemiologicheskiye trebovaniya k fizicheskim faktoram na rabochikh mestakh: SanPiN 2.2.4.3359–16 [Sanitary and epidemiological requirements for physical factors in the workplace: SanPiN 2.2.4.3359–16]. Moscow: Roszdravnadzor Publ., 2016. 69 p. (In Russ.)
30. Sistema standartov bezopasnosti truda. Akustika. Izmereniya shuma dlya otsenki ego vozdeystviya na cheloveka. Metod izmereniya na rabochikh mestakh. GOST R ISO 9612–2013 [Occupational safety standards system. Acoustics. Measuring noise to assess its effects on humans. Measurement method in the workplace: GOST R ISO 9612–2013]. Moscow: Standardinform Publ., 2007. 42 p. (In Russ.)
31. Shum aviatsionnyy. Dopustimyye urovni shuma na territorii zhiloy zastroyki i metody ego izmereniya: GOST 22283–88 [Aviation noise. Permissible noise levels in the residential area and methods of its measurement: GOST 22283–88]. Moscow: Gosudarstvennyy komitet SSSR po standartam Publ., 16 p. (In Russ.)
32. Shum na rabochikh mestakh, v pomeshcheniyakh zhilykh, obshchestvennykh zdaniy i na territorii zhiloy zastroyki: SN 2.2.4/2.1.8.562–96 [Noise at workplaces, in residential, public buildings, and in residential areas: SN 2.2.4/2.1.8.562–96]. Moscow: Goskomsanepidnadzor Rossii Publ., 18 p. (In Russ.)
33. Ushakov I.B., Bogomolov A.V., Dragan S.P., Soldatov S.K. Metodologicheskiye osnovy personifitsirovannogo gigiyenicheskogo monitoringa [Methodological foundations of personalized hygienic monitoring]. *Aviakosmicheskaya i jekologicheskaya medicina*, 2017, vol. 51, no 6, pp. 53–56. (In Russ.)
34. Haritonov V.V., Klenkov R.R., Penchuchenko V.V., Abashev V.Ju., Sheshegov P.M., Zinkin V.N. Aviatsionnyy shum i risk snizheniya nadezhnosti deystviy letnogo sostava [Aviation noise and the risk of reducing the reliability of flight operations]. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*, 2018, no 1, pp. 32–38. (In Russ.)
35. Basner M., Clark C., Hansell A., Hileman J., Janssen S., Shepherd K., Sparrow V. Aviation Noise Impacts: State of the Science // Noise and Health. 2017, vol. 19, no. 87, pp. 41–50.
36. Ruijgrok G.J. Elements of Aviation Acoustics. Amsterdam, The Netherlands: IOS Press; 2004.
37. Smith M.J. Aircraft Noise. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.
38. Zaporozhets O., Tokarev V., Attenborough K. Aircraft Noise: Assessment, Prediction, and Control. Abingdon, UK: SPON Press; 2011.

REFERENCES

1. Balyk O.A., Sheshegov P.M., Haritonov V.V., Ahmetzjanov I.M., Zinkin V.N. Istochniki vysokointensivnogo shuma i infrazvuka v Vooruzhennykh Silakh Rossiyskoy Federatsii [Sources of high-intensity noise and infrasound in the Armed Forces of the Russian Federation]. *Voprosy oboronoj tehniki. Seriya 16: Tehnicheskie sredstva protivodejstviya terrorizmu*, 2018, no 3–4 (117–118), pp. 139–147. (In Russ.)
2. Balyk O.A., Sheshegov P.M., Haritonov V.V., Ahmetzjanov I.M., Zinkin V.N. Profilaktika neblagopriyatnogo deystviya shuma na zdorovye voyennosluzhashchikh [Prevention of the adverse effect of noise on the health of military personnel]. *Voprosy oboronoj tehniki. Seriya 16: Tehnicheskie sredstva protivodejstviya terrorizmu*, 2018, no 5–6 (119–120), pp. 141–150. (In Russ.)
3. Bogomolov A.V., Dragan S.P. Avtomatizirovanny monitoring i tekhnologii obespecheniya akusticheskoy bezopasnosti personala [Automated monitoring and personnel acoustic safety technologies]. *Avtomatizatsiya. Sovremennyye tekhnologii*, 2015, no 4, pp. 25–30. (In Russ.)
4. Bogomolov A.V., Zinkin V.N., Dragan S.P., Soldatov S.K. Antropoekologicheskiye aspekty bezopasnoy ekspluatatsii aerodromov, aeroportov i aviatsionnykh predpriyatij [Anthropoecological aspects of the safe operation of airfields, airports and aviation enterprises]. *Natsional'naya bezopasnost*, 2016, no 1, pp. 56–62. (In Russ.)
5. Bogomolov A.V., Kukushkin Ju.A. Avtomatizatsiya personifitsirovannogo monitoringa usloviy truda [Avtomatizatsiya personifitsirovannogo monitoringa usloviy truda]. *Avtomatizatsiya. Sovremennyye tekhnologii*, 2015, no 3, pp. 6–8. (In Russ.)
6. Vil'k M.F., Gluhovskij V.D., Kuferov N.N., Pankova V.B., Prokopenko L.V. Sovremennyy metodicheskij podkhod k otsenke akusticheskoy nagruzki na chlenov letnykh ekipazhey vozdushnykh sudov grazhdanskoy aviatsii [Modern methodological approach to the assessment of the acoustic load on the flight crew members of civil aviation aircraft]. *Medicina truda i promyshlennaya jekologiya*, 2017, no 3, pp. 27–32. (In Russ.)
7. Gorjachkina T.G., Ushakov I.B., Evdokimov V.I., Bogomolov A.V. Metodika-metodologicheskiye rekomendatsii avtoram innovatsiy po diagnostike funktsionalnogo sostoyaniya cheloveka-operatora [Methodology and methodological recommendations to the authors of innovations on the diagnosis of the functional state of a human operator]. *Tekhnologii zhivyyh sistem*, 2006, vol. 3, no 3, pp. 33–38. (In Russ.)
8. Zhdan'ko I.M., Zinkin V.N., Soldatov S.K., Bogomolov A.V., Sheshegov P.M. Fundamentalnyye i prikladnyye aspekty profilaktiki neblagopriyatnogo deystviya aviatsionnogo shuma [Fundamental and applied aspects of the prevention of adverse effects of aircraft noise]. *Aviakosmicheskaya i jekologicheskaya medicina*, 2014, vol. 48, no 4, pp. 5–16. (In Russ.)
9. Zinkin V.N., Bogomolov A.V., Dragan S.P., Ahmetzjanov I.M. Analiz riskov zdorov'yu. obuslovlennyykh sochetannym deystviyem shuma i infrazvuka [Health risk analysis due to the combined effect of noise and infrasound]. *Problemy analiza riska*, 2011, vol. 8, no 4, pp. 82–92. (In Russ.)
10. Zinkin V.N., Soldatov S.K., Bogomolov A.V., Kukushkin Ju.A., Ahmetzjanov I.M., Sheshegov P.M. Aviatsionnyy shum kak faktor ekologo-sotsialnogo neblagopoluchiya [Aviation noise as a factor in environmental and social problems]. *Problemy bezopasnosti poletov*, 2010, no 10, pp. 3–13. (In Russ.)

Контактная информация:

Зинкин Валерий Николаевич, доктор медицинских наук, профессор, заслуженный врач РФ, ведущий научный сотрудник научно-исследовательского испытательного центра (авиационно-космической медицины и военной эргономики) Центрального научно-исследовательского института Военно-воздушных сил Минобороны России e-mail: v.n.zinkin@yandex.ru

Contact information

Zinkin Valery, Doctor of medical sciences, professor, honored doctor of the Russian Federation, leading researcher of the research test center (aerospace medicine and military ergonomics) of Central Research and Development Institute of the Air Force of the Russian Defense Ministry e-mail: v.n.zinkin@yandex.ru