

УДК 623.74

ВЛИЯНИЕ АВИАЦИОННОГО ШУМА НА СЛУХОВОЙ АНАЛИЗАТОР ЛЕТНОГО И ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТАВА ПАЛУБНОЙ АВИАЦИИ

Н. Н. Плахов

Научно-исследовательский институт кораблестроения и вооружения Военного научно-учебного центра Военно-Морского Флота «Военно-морская академия им. Н. Г. Кузнецова», Санкт-Петербург, Россия

THE EFFECTS OF AVIATION NOISE ON THE AUDITORY FUNCTIONS IN THE MEMBERS OF FLIGHT AND TECHNICAL PERSONNEL OF CARRIER-BASED AIRCRAFT

N. N. Plakhov

Research Institute of Shipbuilding and Armament, N. N. Kuznetsov Navy Academy, St. Petersburg, Russia

© Н. Н. Плахов, 2017 г.

Цель работы: исследование влияния авиационного шума на слуховой анализатор специалистов палубной авиации в период длительного плавания кораблей и судов, оснащенных авиационным комплексом. Проведена оценка влияния авиационного шума на слуховой анализатор летного и инженерно-технического состава палубной авиации. Показано, что летно-технический состав испытывает вредное действие авиационного шума на организм, что выражается в существенном ухудшении специфических показателей функции слухового анализатора специалистов, преимущественно лиц, обеспечивающих полеты. Это диктует необходимость разработки более эффективных индивидуальных средств защиты от авиационного шума, а также программы и методик внутрисредового отдыха с учетом выявленных нарушений функций со стороны слухового анализатора.

Ключевые слова: морская медицина, корабли с авиационным комплексом, длительное плавание, авиационный шум, слуховой анализатор, летно-технический состав, средства индивидуальной защиты.

The objective of the present work was to study the effects of aviation noise on the auditory functions of the personnel of carrier-based aircraft during long-term trips of ships equipped with aviation. The adverse effects of aviation noise on flight and technical support personnel were found to include significantly compromised functions of the auditory analyzer, mainly among the support personnel. The findings warrant the development of more effective individual means of protection against aviation noise and of in-trip rehabilitation programs and procedures to be exercised with account of specific disturbances found in auditory functions.

Key words: sea medicine, aviation-equipped ships, long-term trip, aviation noise, auditory analyzer, flight-and-technical personnel, individual protection means.

DOI: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2017-3-1-42-47>

Введение. В плавании моряки подвергаются воздействию интенсивного шума различных характеристик, источниками которого являются главная энергетическая установка (ГЭУ), линия вала и гребные винты, вспомогательные механизмы, боевые и технические средства [1, 2]. Уровни воздушного шума от указанных корабельных средств могут достигать до 100 и более децибел, при этом в служебных помещениях мо-

ряки лишь в количестве только одного процента от численности экипажа подвергаются воздействию шума уровней менее 85 дБА [2]. В большинстве жилых и общественных помещений величина шумовой нагрузки составляет 60–75 дБА.

В последние десятилетия корабли и суда оснащаются авиационными комплексами, специфическим неблагоприятным фактором эксплуатации которых является периодическая

интенсивная шумовая нагрузка на организм летно-технического состава при проведении регламентных работ и полетов с палубы. По временным параметрам шум от летательных аппаратов (самолеты и вертолеты) относится к прерывистому, характеризующемуся резким превышением уровня звука над фоновым шумом на протяжении 1 секунды и более. Уровень звукового давления, создаваемого вертолетом при взлете и посадке, составляет 95–105 дБ, а самолетом от 125 до 140 дБ. Двигатели летательных аппаратов генерируют шум в широком диапазоне частот, но, в отличие от судового шума, в его спектральный состав значительный вклад вносят шумы низкой частоты, а также инфразвуковые колебания [1, 3]. Подобная шумовая нагрузка при отсутствии специальных средств защиты не только создает опасность повреждения органа слуха вплоть до травмы барабанной перепонки, но и приводит к развитию комплекса патологических изменений в организме специалистов [1–5].

Неспецифические эффекты со стороны различных органов и систем обусловлены активацией системы «гипофиз–кора надпочечников». Даже кратковременное воздействие высокоинтенсивного шума приводит к возбуждению защитных механизмов центральной нервной, кардиореспираторной и гормональной систем [1–5]. При длительном воздействии наблюдается развитие тормозных процессов в ЦНС и гиподифункционального состояния организма. Это отрицательным образом сказывается на функционировании сердечно-сосудистой системы, приводя со временем к гипертонической

болезни и ишемической болезни сердца [3]. Уровень шума 135 дБ и выше способен вызывать вестибулярные эффекты, отрицательно влияющие на работоспособность специалистов в условиях снижения статокINETической устойчивости лиц, подвергающихся действию знакопеременных ускорений, т. е. летного состава [6].

Особый интерес вызывает состояние специфической реактивности организма личного состава палубной авиации в период длительного плавания кораблей и судов. В походе летно-технический состав подвергается воздействию комплекса неблагоприятных факторов обитаемости, в том числе шума от корабельных механизмов и авиационного шума указанных характеристик. Авиационный шум является ведущим экстремальным фактором, способным отрицательно влиять на профессиональную работоспособность авиационных специалистов. Однако следует отметить, что этой проблеме уделено недостаточное внимание [3, 5], что повышает актуальность и необходимость проведения физиолого-гигиенических исследований по данной проблеме.

Цель: исследование влияния авиационного шума на слуховой анализатор специалистов палубной авиации в период длительного плавания кораблей и судов, оснащенных авиационным комплексом.

Материалы и методы. Исследования проводились в период 104-суточного плавания корабля с авиационным комплексом. Для оценки влияния авиационного шума на слуховой анализатор летного и инженерно-технического состава (ИТС) были сформированы 6 групп добровольцев (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика групп обследуемых специалистов

№ группы	Название специальности	Численный состав группы, чел.	Характер и уровень шума на рабочем месте	Средства защиты от шума
1	Летный состав самолетного крыла	18	Постоянный, 95–105 дБ (в кабине самолета)	Шлем летный — ШЛМ
2	Летный состав вертолетного крыла	20	Постоянный, 93–98 дБ (в кабине вертолета)	То же
3	Инженерно-технический состав	18	Прерывистый, 98–140 дБ (на палубе в режимах прогрева двигателей и «взлет-посадка»)	Без средств защиты
4	То же	15	То же	Вкладыши «Беруши»
5	То же	20	То же	То же + гарнитур шумозащитный — ГШ-1
6	Операторы корабля преимущественно сенсорного профиля деятельности	19	Постоянный, 65–75 дБ	Без средств защиты

Корабельные специалисты, деятельность которых не была связана с воздействием на организм интенсивного шума (операторы систем управления техническими средствами), составили контрольную группу.

Возраст обследуемых лиц составлял от 23 до 34 лет, стаж работы — от 5 до 15 лет. Организация тренировочных полетов предусматривала их выполнение 2 дня в неделю. Продолжительность летной смены составляла от 6 до 10 часов в сутки. Летчики совершали 2 полета в летную смену. Время тренировочного полета составляло в среднем для пилотов самолетов 30, а пилотов вертолетов 40 минут.

В качестве индивидуальных средств защиты от шума летный состав применял шлем летный (ШЛМ), а специалисты ИТС обеспечивались средствами защиты от шума в виде гарнитура шумозащитного (ГШ-1) и ушных вкладышей «беруши» (табл. 2).

ный прибор слуха» ФПС-01 фирмы СКТБ «Биофизприбор»).

Показатели функций слухового анализатора добровольцев по указанным методикам в 1–5-й группах обследуемых лиц регистрировались до полета, через 3 и 60 минут после окончания каждого полета, а также на следующие сутки с 8:30 до 9:30 часов утра. В 6-й группе — в те же сроки до и после вахты и на следующий день в утренние часы.

Регистрация показателей осуществлялась до плавания, на 10-е, 35-е и 85-е сутки плавания. Статистическая обработка результатов проводилась с использованием современных методик [7] с расчетом коэффициента Стьюдента.

Результаты и их обсуждение. До выхода в море у всех обследуемых лиц показатели аудиометрии и функциональной подвижности нервных процессов в слуховом анализаторе находились в пределах физиологической нормы,

Таблица 2

Характеристика средств индивидуальной защиты органа слуха по эффекту шумозаглушения, дБ

Тип средства индивидуальной защиты	Частотная характеристика шума, Гц						
	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Шлем летный (ШЛМ)	22	22	27	28	34	36	35
Гарнитура шумозащитный (ГШ-1)	22	22	25	25	27	36	35
Вкладыши «Беруши»	15	18	18	24	26	30	31
Гарнитура шумозащитный в сочетании с вкладышами «Беруши»	24	25	26	30	36	38	37

Оценивались следующие показатели функций слухового анализатора:

- аудиометрические (аудиометр);
- функциональная подвижность нервных процессов в слуховом анализаторе: критическая частота звуковых мельканий (КЧЗМ), восприятие интервала сдвоенного звукового импульса (ВИСЗИ) (аппарат «Функциональ-

достоверных различий в показателях между группами специалистов не было обнаружено. В табл. 3 представлены результаты аудиометрических исследований, проводимых на протяжении автономного плавания корабля. Наиболее выраженные изменения показателя были характерны для частоты сигнала аудиометра 500 Гц, которые и демонстрируются в таблице.

Таблица 3

Изменение порогов слуховой чувствительности обследуемых лиц в длительном плавании, дБ (X±mx)

Сутки плавания	Группы обследуемых					
	1	2	3	4	5	6
10-е	0,7±0,2	0,8±0,2	0,9±0,3	0,8±0,2	1,0±0,3	0,6±0,2
	10,6±0,9*	6,2±0,4*	22,4±1,0*	13,0±1,1	8,2±0,4*	1,4±0,8
35-е	0,5±0,2	0,6±0,1	1,3±0,4	1,0±0,2	1,0±0,2	0,6±0,1
	12,1±1,2*	7,9±0,6*	24,7±1,5*	12,4±1,4*	9,1±0,3*	1,7±1,1
85-е	0,6±0,1	0,6±0,2	1,7±0,2	0,9±0,2	1,1±0,3	0,7±0,3
	12,9±0,7*	8,1±1,2*	29,2±1,4*	14,2±1,2*	11,8±1,6*	2,1±1,0

Примечания: 1. В числителе представлены показатели, полученные при обследовании специалистов до полетов (вахты), в знаменателе — после полетов (вахты). 2. Знаком * обозначены достоверные отличия показателей, полученных в ходе обследования после полетов (вахты) по сравнению с таковыми, полученными до полетов (вахты) при p≤0,05.

Члены экипажа, входившие в состав контрольной группы (группа 6), практически не испытывали интенсивной шумовой нагрузки, поэтому достоверных изменений со стороны слуховой функции за весь период плавания у них не наблюдалось.

У летчиков, использующих в полете шлем ШЛМ (группы 1 и 2), пороги слуховой чувствительности повышались после окончания полета в среднем на 6–8 дБ у пилотов вертолетов и на 11–13 дБ у пилотов самолетов ($p \leq 0,05$), однако через 60 минут происходило их восстановление. Подобная реакция была характерна и в отношении показателей функциональной подвижности нервных процессов в слуховом анализаторе. Так, перед полетом показатели КЧЗМ у пилотов составляли 231 ± 12 Гц, через час после посадки снижались до уровня 205 ± 16 Гц. Показатель ВИСЗИ до полета составлял $0,18 \pm 0,05$ мс, а через час после завершения полета — $0,71 \pm 0,22$ мс ($p \leq 0,05$). Указанные изменения свидетельствовали о развитии процессов торможения в центральном отделе слухового анализатора.

На следующие сутки оба показателя приходили к исходному уровню. Подобная реакция особых изменений не претерпевала на протяжении всего плавания. Однако следует отметить, что с увеличением интенсивности полетов кумуляция неблагоприятных сдвигов со стороны слухового анализатора летчиков может, по мнению ряда авторов, вызывать негативные реакции кардиореспираторной, центральной нервной и других систем организма [3–6].

Оценка специфической реакции органа слуха у ИТС из группы № 3 показала резкое повышение порогов слуховой чувствительности на протяжении первого часа после окончания полета (на частоте 500 Гц от $22,4 \pm 1,0$ дБ в начале плавания и до $29,2 \pm 1,4$ дБ в конце плавания). Повышенный уровень показателя (до 4–7 дБ на частотах 250, 500 и 1000 Гц) сохранялся у них до утра следующего дня ($p \leq 0,05$) на всем протяжении плавания. Это сопровождалось ухудшением функциональной подвижности нервных процессов в слуховом анализаторе. До полетов у инженеров и техников КЧЗМ составляла 232 ± 13 Гц, а после окончания летной смены показатель снижался до 162 ± 11 Гц ($p \leq 0,05$). Уровень ВИСЗИ, наоборот, после полетов возрастал до $1,18 \pm 0,2$ мс по сравнению с предполетным — $0,21 \pm 0,07$ мс ($p \leq 0,05$). Эти изменения показателей у ИТС

были характерны для всего периода плавания и достоверно отличались по своей выраженности от показателей летного состава ($p \leq 0,05$).

Подобная реакция со стороны органа слуха может приводить к развитию у данных специалистов тугоухости в относительно короткие сроки [1–4].

Применение индивидуальных средств защиты органа слуха в группах специалистов №№ 4 и 5 позволило уменьшить эффект вредного действия авиационного шума на слуховой анализатор. Так, пороги слуховой чувствительности у специалистов, применявших вкладыши «Беруши», после полетов были повышены на 12–14 дБ, а у применявших вкладыши совместно с гарнитуром ГШ-1 — только на 8–11 дБ ($p \leq 0,01$). У испытуемых этих групп к началу следующего рабочего дня пороги слуховой чувствительности полностью восстанавливались. Однако к концу плавания явления утомления в корковом отделе слухового анализатора существенно возросли: на 85-е сутки похода КЧЗМ после окончания полетов определялась на уровне 172 ± 12 Гц, а ВИСЗИ — $0,20 \pm 0,08$ мс, что практически соответствовало уровню показателей у специалистов, не применявших средства индивидуальной защиты органа слуха при обеспечении полетов (группа 3).

Как видно из анализа представленных в табл. 3 результатов, показатели аудиометрии у всех испытуемых имели тенденцию к повышению уровня ко времени окончания автономного плавания. Этот факт можно объяснить кумуляцией неблагоприятных явлений в организме и нарастающими явлениями утомления органа слуха на протяжении длительного похода.

Известно, что воздействие на организм интенсивного шума преимущественно низкой частоты, к которому относится авиационный шум, приводит к выраженным неблагоприятным изменениям со стороны внутренних органов и систем [1–5]. Имеется сообщение о том, что признаки профессиональной патологии у летного и инженерно-технического состава военно-транспортной авиации начинают формироваться уже после 10 лет стажа работы по специальности [4]. Авторы отмечают, что авиационный шум вносит существенный вклад в развитие не только специфических заболеваний со стороны органа слуха, но и болезней сердечно-сосудистой и нервной систем как неспецифического проявления воздействия шума на организм указанных специалистов.

Можно предположить уменьшение сроков развития специфических и неспецифических форм патологии у специалистов авиационного подразделения палубной авиации с учетом особенностей сочетанного воздействия неблагоприятных факторов обитаемости и длительного автономного плавания кораблей с авиационным комплексом на организм летного и инженерно-технического состава.

Кроме того, свой вклад в изменение слуховой чувствительности у специалистов при общем воздействии авиационного шума на их организм дополнительно вносит передача посредством костной проводимости низкочастотных звуковых колебаний, генерируемых низкочастотным шумом от летательных аппаратов [1]. Это положение требует разработки специальных средств индивидуальной защиты организма ИТС. Целесообразно, по-видимому, применение виброизолирующей обуви, препятствующей или снижающей уровень воздействия генерируемых интенсивным шумом колебаний палубы. Следует особо отметить, что современные средства защиты органа слуха не позволяют лицам, обеспечивающим полеты, получать речевую информацию в период работы, поэтому на практике указанные специалисты их в большинстве случаев не применяют.

Выводы.

1. Авиационный шум является неблагоприятным фактором обитаемости кораблей и судов с авиационным комплексом на борту. Летный состав подвергается воздействию авиационного шума высокой интенсивности, воздействие которого на организм приводит на протяжении полета к повышению порогов слуховой чувствительности на 6–8 дБ у пилотов вертолетов и на 11–13 дБ у пилотов самолетов с развитием процессов торможения в центральном отделе слухового анализатора.

2. Инженерно-технический состав, обеспечивающий полеты палубной авиации, испыты-

вает более интенсивную шумовую нагрузку на протяжении всей летной смены. Это приводит к существенному ухудшению специфических функций слухового анализатора, что выражается в повышении порогов слуховой чувствительности у лиц, не использующих средства индивидуальной защиты органа слуха, до 22–29 дБ и выраженном развитии тормозного процесса в центральном отделе слухового анализатора. К началу следующего рабочего дня показатели аудиометрии оставались повышенными до 4–7 дБ, что свидетельствовало о развитии функционального переутомления в слуховом анализаторе.

3. Применение штатных средств (гарнитура шумозащитного ГШ-1) в сочетании с вкладышами «беруши» способствует повышению защитного эффекта от шума, поэтому превышение порогов слуховой чувствительности у инженеров и техников после окончания летной смены составило от 8 до 12 дБ с последующим возвращением показателей аудиометрии к исходному уровню после ночного отдыха. Однако средства индивидуальной защиты органа слуха не оборудованы радиосвязью, в связи с чем отсутствует возможность качественного обмена информацией между специалистами, обеспечивающими полеты. Кроме того, отсутствуют средства защиты организма от вибрации палубы и конструкций, генерируемой высокоинтенсивным авиационным шумом.

4. Проявления выявленных неблагоприятных изменений в слуховом анализаторе нарастают к концу похода. Данное положение диктует необходимость разработки и применения усовершенствованных индивидуальных средств защиты от интенсивного шума не только слухового анализатора, но и организма в целом, а также программы и методики внутрипоходного отдыха летно-технического подразделения кораблей с авиационным комплексом с учетом выявленных неблагоприятных изменений со стороны слухового анализатора.

Литература

1. Ломов О. П., Ахметзянов И. М., Соколов М. О. Физические факторы обитаемости кораблей и судов: монография.— СПб.: Судостроение, 2014.— 560 с.
2. Ломов О. П. Судовая гигиена.— Л.: Медицина, 1993.— 208 с.
3. Ушаков И. Б., Зинкин В. Н., Солдатов С. К. и др. Влияние высокоинтенсивного авиационного шума на показатели гемодинамики инженерно-технического состава Военно-Воздушных Сил // Военно-медицинский журнал.— 2007.— № 1.— С. 52–57.

4. Люцкий И. М., Зинкин В. Н., Афанасьев Р. В., Деллалов Н. Н. Влияние профессиональных факторов на заболеваемость летного и инженерно-технического состава военно-транспортной авиации // Военно-медицинский журнал, 2008.— № 9.— С. 50–52.
5. Харитонов О. И., Потеряева Е. Л., Кругликова Н. В. Профессиональная нейросенсорная тугоухость у членов экипажей воздушных судов гражданской авиации // Медицина труда и промышленная экология.— 2015.— № 6.— С. 12–15.
6. Глазников Л. А., Буйнов Л. Г., Говорун М. И. и др. Патогенетический подход к разработке средств и методов повышения статокINETической устойчивости операторов авиакосмического профиля // Вестник оториноларингологии.— 2012.— № 4.— С. 33–36.
7. Плавинский С. Л. Биостатистика. Планирование, обработка и представление результатов биомедицинских исследований при помощи системы SAS.— СПб.: Изд. дом СПбМАПО, 2005.— 256 с.

References

1. Lomov O. P., Axmetzyanov I. M., Sokolov M. O. *Fizicheskie faktory obitaemosti korablej i sudov*: monografiya, St. Petersburg: Sudostroenie, 2014, 560 p.
2. Lomov O.P. *Sudovaya gigiena*, Leningrad: Medicina, 1993, 208 p.
3. Ushakov I. B., Zinkin V. N., Soldatov S. K. i dr., *Voенно-medicinskiy zhurnal*, 2007, No. 1, pp. 52–57.
4. Lyuckij I. M., Zinkin V. N., Afanasev R. V., Dellalov N. N., *Voенно-medicinskiy zhurnal*, 2008, No. 9, pp. 50–52.
5. Харитонов О. И., Потеряева Е. Л., Кругликова Н. В., *Medicina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2015, No. 6, pp. 12–15.
6. Glaznikov L. A., Bujnov L. G., Govorun M. I. i dr., *Vestnik otorinolaringologii*, 2012, No. 4, pp. 33–36.
7. Plavinskij S. L., *Biostatistika. Planirovanie, obrabotka i predstavlenie rezultatov biomedicinskih issledovanij pri pomoshhi sistemy SAS*, St. Petersburg: Izd. dom SPbMAPO, 2005, 256 p.

Поступила в редакцию: 02.12.2016 г.

Контакт: Плахов Николай Николаевич, gp.aig@mail.ru

Сведения об авторе:

Плахов Николай Николаевич — доктор медицинских наук, профессор, полковник медицинской службы в отставке, старший научный сотрудник Научно-исследовательского института кораблестроения и вооружения Военного научно-учебного центра Военно-Морского Флота «Военно-морская академия им. Н. Г. Кузнецова», Санкт-Петербург, ул. Чапаева, д. 30. Тел. +7 911 213-29-07, e-mail: gp.aig@mail.ru.