

*На правах рукописи*

**ШЕШЕГОВ**

**Павел Михайлович**

**НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКОМ  
РАЗВИТИЯ НЕЙРОСЕНСОРНОЙ ТУГОУХОСТИ У АВИАЦИОННЫХ  
СПЕЦИАЛИСТОВ ВВС ВКС ПРИ ДЕЙСТВИИ АВИАЦИОННОГО ШУМА**

**14.02.01 - гигиена**

**Автореферат**

**диссертации на соискание ученой степени**

**доктора медицинских наук**

**Волгоград, 2018 г.**

Работа выполнена в Федеральном казенном учреждении «Войсковая часть 15650»

**Научный консультант:**

**Зинкин Валерий Николаевич** – доктор медицинских наук, профессор лауреат премии правительства в области науки и техники, Заслуженный врач Российской Федерации, старший научный сотрудник 2-й НИИ лаборатории НИИЦ авиационно-космической медицины и военной эргономики ЦНИИ ВВС МО РФ

**Официальные оппоненты:**

**Луцевич Игорь Николаевич** – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой гигиены медико-профилактического факультета ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В. И. Разумовского» Минздрава России.

**Березин Игорь Иванович** – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой общей гигиены ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России.

**Бойко Иван Васильевич** – доктор медицинских наук, профессор кафедры медицины труда ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России.

**Ведущая организация** – ФГБВОУ ВПО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России.

Защита диссертации состоится «05» октября 2018 года в 9.00 часов на заседании диссертационного совета Д 208.008.06 по присуждению ученой степени (доктора) кандидата медицинских наук при Волгоградском государственном медицинском университете по адресу: 400131, г. Волгоград, пл. Павших Борцов 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО ВолГМУ Минздрава России (400131, г. Волгоград, пл. Павших Борцов 1) и на сайте [www.volgmed.ru](http://www.volgmed.ru).

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

Ученый секретарь диссертационного совета:

доктор социологических наук, кандидат  
медицинских наук, профессор

Ковалева Марина Дмитриевна

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Одной из приоритетных государственных задач определено сохранение и укрепление здоровья населения, увеличение роли профилактики заболеваний (Распоряжение Правительства РФ от 17 ноября 2008 г.).

Актуальной проблемой в промышленности и на транспорте продолжает оставаться неблагоприятное действие шума. По распространенности среди производственных физических факторов шум занимает первое место (22%). Воздействию шума с уровнем, превышающим предельно допустимый в России подвергаются несколько миллионов человек. В структуре профессиональных заболеваний доля нейросенсорной тугоухости в 2014 г. составила 59%. Истинная распространенность профессиональной тугоухости среди рабочих шумовых профессий, по мнению отечественных авторов, колеблется от 2,7 до 77 % в различных видах производства (Панкова В.Б., 2014; Гос. Доклад, 2015).

Актуальность проблемы изучения развития и профилактики профессиональной тугоухости в ВВС ВКС определяется большим числом рабочих мест, где шум превышает допустимые уровни. Это обусловлено тем, что воздушные суда (ВС) и вспомогательное оборудование на авиационных объектах (аэродромы, авиаремонтные заводы, базы, полигоны) являются источниками высокоинтенсивного шума. Проблема шумовой патологии в ВВС усугубляется недостатками в организации лечебно-профилактических мероприятий, рекомендуемыми федеральными документами при работе с шумом как производственным фактором, отсутствием или недостаточным количеством табельных средств защиты от шума, которые в большинстве случаев обладают недостаточной акустической эффективностью.

Специфические особенности авиационного шума оказывают большое влияние на формирование и клиническое течение шумовой патологии. Несмотря на многочисленные исследования о неблагоприятном влиянии авиационного шума, в первую очередь, на орган слуха, а также на нервную и сердечно-сосудистую систему, до конца остаются неизученными особенности клинической картины заболеваний авиационных специалистов (АС) при сочетанном действии шума и инфразвука (ИЗ).

Производственный шум и ИЗ являются физическими факторами, ведущими к развитию общей и профессиональной заболеваемости. В стране существует комплексная программа сохранения здоровья работающих при воздействии шума и развиваются новые направления. Одним из таких направлений является рискометрия. Это новое научное направление, цель которого своевременное выявление условий формирования профессиональной патологии, количественной оценкой связи условий труда с нарушениями здоровья и разработки мероприятий по управлению профессиональных рисков для их снижения.

Основной задачей медицинской службы Вооруженных Сил РФ является сохранение и укрепление здоровья военнослужащих с целью продления их профессионального долголетия, реализация которой определяется нормативно-правовыми актами Министерства Обороны (МО) РФ. Отсутствие сведений о заболеваемости военнослужащих в доступных источниках создают большие трудности для анализа и систематизации заболеваемости с временной утратой трудоспособности и изучения проблемы состояния здоровья во взаимосвязи с воздействием профессиональных и непрофессиональных факторов. Не внедрена система мероприятий по оценке профессиональных рисков. Существующая система профилактических мероприятий и врачебная экспертиза военнослужащих, подвергающихся воздействию авиационного шума, требует серьезных изменений. Проблемными остаются вопросы совершенствования защиты от шума и методов оценки их акустической эффективности.

Исходя из вышеизложенного определена **цель исследования**: разработать и научно обосновать комплекс медико-профилактических мероприятий и врачебной экспертизы, направленных на снижение риска развития нейросенсорной тугоухости у АС на основании изучения условий труда и особенностей ее формирования.

Для достижения цели поставлены следующие **задачи**:

1. Охарактеризовать особенности авиационного шума и выявить группы авиационных специалистов, которые подвергаются наиболее высокой акустической нагрузке при обслуживании и эксплуатации различных типов воздушных судов, находящихся на вооружении в ВВС.

2. Изучить и провести анализ общей заболеваемости с временной утратой трудоспособности и состояния здоровья авиационных специалистов по основным классам болезней, выявить факторы риска профессиональной и профессионально обусловленной патологии, ведущей к снижению профессионального долголетия.

3. Оценить профессиональный риск развития нейросенсорной тугоухости при воздействии авиационного шума на основании анализа заболеваемости и изучения условий труда авиационных специалистов при обслуживании и эксплуатации различных типов воздушных судов.

4. Выявить и оценить характер физиологических и патологических изменений состояния слухового анализатора у авиационных специалистов с учетом специальности, возраста и стажа работы по результатам клинического исследования.

5. Выявить и научно обосновать возможные механизмы развития и особенности клинического течения патологии органа слуха в зависимости от дозо-временных параметров авиационного шума.

6. Обосновать необходимость использования средств индивидуальной защиты от авиационного шума по видам авиации и разработать метод для определения их акустической эффективности.

7. Определить комплекс научно обоснованных мероприятий по управлению рисками развития нейросенсорной тугоухости, доказать их эффективность и обосновать рекомендации по военно-врачебной и врачебно-лётной экспертизе военнослужащих, подвергающихся воздействию высокоинтенсивного авиационного шума.

#### **Научная новизна работы.**

Впервые проведен сравнительный анализ заболеваемости АС (инженерно-технического состава (ИТС) и лётно-подъёмного состава (ЛПС) различных видов авиации ВВС МО РФ, в результате которого определены органы и системы с патологией, обусловленной воздействием специфических факторов военного труда авиационных специалистов, что позволяет осуществить мероприятия по профилактике ранних нарушений состояния здоровья, повышающих их профессиональное долголетие.

Впервые изучена динамика формирования нейросенсорной тугоухости (НСТ) у АС по специальностям и видам авиации в зависимости от стажа работы с шумом в соответствие с последней классификацией тугоухости шумового генеза.

Математические модели для прогноза неблагоприятного действия шума на АС впервые построены с учетом специальности и вида авиации.

Впервые выявлены особенности НСТ в результате воздействия авиационного шума, клиническую картину которой следует рассматривать как новую форму тугоухости от сочетанного действия высокоинтенсивного шума и ИЗ.

Впервые рассчитаны риски профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний у авиационных специалистов ВВС ВКС в зависимости от специальности и видов авиации и разработаны мероприятия по его управлению, в соответствие с федеральными нормативными актами в сфере защиты от воздействия шума. Разработан комплекс научно обоснованных лечебно-профилактических мероприятий и врачебной экспертизы, направленных на снижение риска развития НСТ у военнослужащих, профессиональная деятельность которых связана с действием авиационного шума.

Разработаны и научно обоснованы принципы использования противозумов для ИТС при обслуживании ВС различных видов авиации. На основе исследования восприятия звуков по костной проводимости аудиометром разработан субъективный метод оценки акустической эффективности экстраауральных средств индивидуальной защиты (СИЗ) от высокоинтенсивного шума и ИЗ (Патент РФ на полезную модель №140048, 28.01.2014г.).

#### **Теоретическая и практическая значимость работы**

Отсутствие в производственных условиях ИЗ «в чистом виде» не позволяет сформировать полную клиническую картину профессиональной патологии инфразвукового генеза и создает трудности в установлении связи заболевания с условиями труда, что предусмотрено приказом Минздравсоцразвития России от 27.04.2012 г. № 417н. Проведенное исследование выявило специфические особенности тугоухости в результате сочетанного действия шума и ИЗ, что позволяет выделить ее в отдельную форму. Полученные результаты будут способствовать дальнейшим научным исследованиям механизмов формирования ауральной и экстраауральной патологии в результате сочетанного действия шума и ИЗ, что поможет сформировать клинико-экспертные критерии профессиональной патологии от воздействия ИЗ и расширит знания в области профессиональной патологии (медицины труда).

Оценка риска убедительно доказала, что НСТ у всех категорий АС является профессиональным заболеванием, кроме того, у ЛПС имеются заболевания других органов и систем, обусловленные особенностями условий труда, которые также относятся к профессиональной патологии. Это требует более глубокого изучения условий труда ЛПС и разработку лечебно-профилактических мероприятий по снижению профессиональных рисков.

Методологию гигиенической оценки профессионального риска рекомендовано использовать в войсковом звене для мониторинга эффективности выбранных методов управления риском, в частности периодических медицинских осмотров и диспансеризации.

Очень высокий риск развития профессиональной тугоухости у АС требует интенсивных мер по его снижению. Разработанный комплекс лечебно-профилактических мероприятий, направленный на совершенствование предварительных и периодических медицинских осмотров, диспансеризации, военно-врачебной и врачебно-летней экспертизы, позволяет внести предложения по изменению и дополнению в нормативные документы Министерства обороны РФ, регламентирующие деятельность медицинской службы. Изменения в нормативных актах будут способствовать социальной защите военнослужащих, подвергающихся воздействию высокоинтенсивного шума и ИЗ.

Предложенный субъективный метод исследования звукопоглощения методом тональной аудиометрии может служить оценкой звукопоглощающих свойств материалов при проектировании и промышленном производстве СИЗ от шума.

### **Реализация работы**

На основе полученных данных обоснованы, разработаны и приняты на снабжение для АС ВВС, обслуживающих авиационную технику, штатные средства защиты от шума комплект СИЗ-1 и комплект СИЗ-2. Приказ МО РФ от 29.04.15 г. № 202 «О принятии на снабжение в ВС РФ комплектов средств индивидуальной защиты СИЗ-1 и СИЗ-2».

Разработаны методические рекомендации:

1. Методические рекомендации по эксплуатации комплектов средств индивидуальной защиты СИЗ-1 и СИЗ-2. – Инв. войсковой части 15650 №2592.

2. Рекомендации по проведению углубленных медосмотров и диспансеризации военнослужащих, деятельность которых связана с воздействием высокоинтенсивного авиационного шума. – Инв. войсковой части 15650 № 2620.

3. Методические рекомендации по защите от шума временем. – Инв. войсковой части 15650 №2888.

Рекомендации внедрены в практическую деятельность войсковой части 15650 и военного госпиталя (акты внедрения результатов диссертационной работы).

Подготовлен проект для ВВС «Методические рекомендации по эксплуатации комплектов средств индивидуальной защиты СИЗ-1 и СИЗ-2».

Для Главного центра военно-врачебной экспертизы Минобороны России подготовлено «Обоснование предложений по совершенствованию медицинского освидетельствования, военно-врачебной и врачебно-лётной экспертизы авиационных специалистов, подвергающихся воздействию высокоинтенсивного шума».

Результаты работы используются в образовательных учреждениях высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М.Кирова» Министерства обороны Российской Федерации и «Балтийском государственном техническом университете «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф.Устинова» (Акты о внедрении результатов диссертационной работы).

На работы по исследованию акустической эффективности противошумов, исследованию шумопоглощающих свойств материалов было получено два патента на полезную модель и патент на изобретение:

1. Патент на полезную модель № 139778 «Устройство для акустических испытаний противошумов». Зарегистрирован в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 20 апреля 2014 г.

2. Патент на полезную модель № 140048 «Устройство для исследования звукопоглощающей способности материалов». Зарегистрирован в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 27 марта 2014 г.

3. Патент на изобретение № 2559173 «Аудиометр для исследования звукопоглощающих свойств жидкостей». Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 10 июля 2015 г.

По результатам работы получены два свидетельства о государственной регистрации программа для ЭВМ:

1. Свидетельство о государственной регистрации программа для ЭВМ № 2015611648 «Автоматизированная система врачебной экспертизы авиационных специалистов,

подвергающихся кумулятивному воздействию высокоинтенсивного широкополосного шума». Дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 3 февраля 2015 г.

2. Свидетельство о государственной регистрации программа для ЭВМ № 2015611649 «Комплекс автоматизированного мониторинга гигиенической обстановки в зонах влияния аэродромов, аэропортов и авиатранспортных предприятий». Дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 3 февраля 2015 г.

**Методологической основой исследования** являются элементы методологии системного анализа и моделирования профессионального риска, базовые основы федеральных законов и нормативно-правовых актов в сфере сохранения здоровья работающих при воздействии шума и ИЗ.

#### **Положения, выносимые на защиту**

1. АС при обслуживании и эксплуатации авиационной техники подвергаются воздействию высокоинтенсивного, непостоянного, широкополосного авиационного шума, превышающего предельно допустимый уровень в звуковом и инфразвуковом диапазонах, что приводит к риску развития профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний.

2. Повышенный уровень заболеваемости является в основном следствием совместного действия шума и инфразвука, являющихся ведущими вредными факторами труда АС. На основании методических рекомендаций по оценке профессиональных рисков определена профессиональная и профессионально обусловленная заболеваемость у АС.

3. Основным этиологическим фактором профессиональной НСТ у АС является авиационный шум. НСТ у АС имеет специфические особенности, которые связаны с одновременным воздействием высокочастотной и инфразвуковой составляющих авиационного шума, что позволило выделить ее в отдельную форму: НСТ при сочетанном действии шума и ИЗ. Выявлены дозо-зависимые эффекты (стаж – пороги постоянного смещения слуха), на основании которых разработаны математические модели, позволяющие прогнозировать сроки развития НСТ.

4. Высокие риски развития профессиональной и профессионально обусловленной патологии от воздействия авиационного шума требуют принятия неотложных мер по их снижению. Определена структура системы управления риском при воздействии авиационного шума. В отношении НСТ разработаны научно обоснованные рекомендации по лечебно-профилактическим мероприятиям и экспертизе военнослужащих, соответствующие требованиям федеральных нормативно-правовых актов по защите от воздействия шума

5. Разработаны и научно обоснованы принципы использования противозумов для ИТС при обслуживании ВС различных видов авиации. Разработана методика субъективной оценки эффективности экстраауральных средств защиты от шума.

**Личный вклад автора.** Тема диссертации, ее цель и задачи разработаны и сформулированы автором на основе многолетних (2005 – 2016 г.г.) исследований. Определены объем и методы исследования. Автором были самостоятельно организованы и проведены гигиенические (оценка условий труда, определение рисков и их управление, обоснование средств индивидуальной защиты от шума), клинические (оториноларингологическое обследование), экспериментальные (определение шумопоглощения) исследования. Выполнен анализ, статистическая обработка и обобщение полученных результатов. Отдельные части работы выполнены в рамках НИР и НИОКР ГНИИ ВМ МО РФ, 4 ЦНИИ МО РФ, на базе Государственного летно-испытательного центра им. В.П. Чкалова МО РФ. Автором разработана и реализована методика оценки шумопоглощения посредством тональной аудиометрии. На основе полученных результатов в соответствии с имеющимися нормативными актами РФ в сфере защиты от шума мною лично разработан комплекс медико-профилактических мероприятий и врачебной экспертизы. Материалы, полученные совместно с другими специалистами, были подвергнуты самостоятельному целенаправленному анализу.

**Степень достоверности результатов исследования.** Определяется использованием: документов медицинской отчетности: историй болезни, медицинских книжек, книг протоколов заседаний врачебно-летней комиссии, годовых отчетов медицинской части, лечебного учреждения; современных методов статистического анализа; объемом проведенного исследования; сравнением полученных отдельных результатов диссертационного исследования с данными других авторов; экспертизой результатов при их публикации в печатных изданиях.

**Апробация работы.** Основные результаты диссертационных исследований доложены и обсуждены на: 5-м Международном научно-практическом конгрессе «Человек в экстремальных условиях: здоровье, надежность и реабилитация» (Москва, 2006); Втором съезде военных врачей медико-профилактического профиля Вооруженных сил РФ «Современные проблемы военной профилактической медицины, пути их решения и перспективы развития» (СПб, 2006); 8-й Всероссийской научно-практической конференции врачей «Актуальные вопросы медицинского обеспечения войск» (Самара, 2008); Всероссийской конференции, посвященной 85-летию ГУ НИИ МТ РАМН «Медицина труда: Реализация глобального плана действий по здоровью работающих на 2008–2017 г.г.» (Москва, 2008); Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы общей и военной гигиены» (СПб, 2011); 7-й Международной научной конференции «Здоровый образ жизни и вредные для здоровья факторы» (СПб, 2011); Всероссийские научно-практические конференции с международным участием «Защита населения от повышенного шумового воздействия» (СПб, 2011, 2015, 2017 гг.); Аэрокосмическом международном конгрессе (Москва, 2012); Международной научно-практической конференции по военной медицине (СПб, 2013); Всероссийской научно-

практической конференции «Актуальные проблемы авиационной и космической медицины» (СПб, 2013); Международные конференции «Системный анализ в медицине (САМ)» (Благовещенск, 2012, 2014, 2015, 2016 гг.); Международной акустической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Е.Я. Юдина (Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014); VI Межрегиональной научно-практической конференции с международным участием «Безопасность жизнедеятельности: наука, образование, практика» (Южно-Сахалинск, 2016).

Апробация диссертационной работы проведена на расширенном заседании Президиума научно-технического совета ФГУ «Войсковая часть 15650» (Государственного летно-испытательного центра МО РФ).

**Публикации.** Основные положения диссертационной работы опубликованы в 48 научных работах, в том числе 26 статей в рецензируемых научных журналах и изданиях, рекомендуемых ВАК, двух Патентах РФ на полезную модель: № 139778 от 23.09.2013 г. и № 140048 от 28.01.2014 г., одного Патента РФ на изобретение № 2559173 от 27.08.2014 г., двух Свидетельствах о государственной регистрации программа для ЭВМ № 2015611648 от 3.02.2015 г. и № 2015611649 от 3.02.2015 г.

#### **Структура и объем диссертации.**

Диссертация изложена на 321 страницах машинописного текста, состоит из введения, обзора литературы, 7 глав собственного исследования, обсуждения полученных результатов, выводов и приложения. Список литературы включает 368 источников, из них 266 отечественных и 102 зарубежных авторов. Текст иллюстрирован 11 рисунками, содержит 70 таблиц. Приложение содержит 10 рисунков, 1 схему и 35 таблиц.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Материал и методы исследования.**

Обследовано 372 военнослужащих, из них 100 чел. были из инженерно-технической службы, которые в процессе повседневной военно-профессиональной деятельности занимаются обслуживанием авиационной техники на аэродроме (при подготовке к полетам) или в производственной зоне (регламентация или ремонт) и 252 чел. ЛПС состава. Кроме того, было проведено обследование 20 чел. контрольной группы (КГ) из других частей гарнизона, которые не связанные с обслуживанием авиационной техники и до этого не имели контакт с высокоинтенсивным шумом.

Военнослужащие экспериментальной группы ИТС были распределены на четыре группы по 25 человек в каждой в зависимости от стажа работы – до 5, до 10, до 15 и свыше 15

лет. В пятую группу (100 чел.) были включены все обследуемые с 1 по 4 группу. Все лица мужского пола. Средний возраст контрольной группы ( $35,5 \pm 1,9$  лет) достоверно ( $p > 0,2$ ) не отличался от возраста пятой экспериментальной группы ( $34,3 \pm 0,6$  года).

Из категории ЛПС для обследования взяты летчики (123 чел.), штурманы (48 чел.) и другие члены летных экипажей (81 чел.), всего 252 чел. Средний стаж летной работы ЛПС составил  $13,2 \pm 0,7$  года, что соответствует налету 1000 – 1500 часов. Средний возраст ЛПС ( $35,0 \pm 0,6$  лет) достоверно ( $p > 0,2$ ) не отличался от возраста военнослужащих КГ. Кроме того, летчики и штурманы были разделены на группы по видам авиации: – 31 чел. истребительно-бомбардировочной авиации (ИБА); 57 чел. армейской авиации (АА) и 83 чел. военно-транспортной авиации (ВТА). Обследование осуществлялось во время очередного освидетельствования врачебно-летной комиссией в течение 2009–2012 гг.

**Метрологические методы исследования.** Для оценки акустической обстановки на рабочих местах были привлечены сотрудники НИИ прикладной акустики. Все исследования проводились в рамках НИР НИИЦ АКМ и ВЭ. При проведении экспериментальных работ использовалась следующая измерительная аппаратура:

- конденсаторные микрофоны 4133 чувствительностью 40 мВ/Па;
- конденсаторные микрофоны ВМК – 201, чувствительностью 10–15 мВ/Па;
- датчики акустического давления ПДТР–98;
- цифровой регистратора «Gitac А– 320»;
- 16 кабельный АЦП 2 «Darkard–16 EM1»;
- программное обеспечение, разработанное ФГУП НИИПА.

Измерения выполнялись методом преобразования акустического давления в электрический сигнал с последующей регистрацией и обработкой результатов измерений. Акустические замеры проводились на рабочих местах (на аэродроме и в помещениях технико-эксплуатационной части) ИТС при подготовке авиационной техники к полетам. Измерения на рабочих местах ЛПС проводились в кабинах ВС. Измерения шума и ИЗ выполняли в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9612-2013, ГОСТ 31296.1-2006.

В связи с тем, что работа ИТС при обслуживании ВС носит циклический характер были составлены профессиограммы. Основные параметры профессиограмм: время от момента запуска авиадвигателей ВС до момента его выруливания со стартовой площадки; количество вылетов ВС за летную смену; время, необходимое для подготовки ВС к полету специалистами других профессий, которые работают только со вспомогательным оборудованием.

**Заболеваемость с временной утратой трудоспособности.** Проводился ретроспективный анализ заболеваемости с временной утратой трудоспособности 2577 чел. ИТС, подвергающегося воздействию шума при эксплуатации авиационной техники, которые

были дифференцированы на 3 группы: 1092 чел., обслуживающих истребители, 331 чел., обслуживающий ВС транспортной авиации и 1154 чел., обслуживающих ВС дальней авиации.

При изучении заболеваемости ИТС информационную базу составили данные раздела 6.2 годовых медицинских отчетов формы 3/мед. за 2009 – 2012 гг. В качестве критериев временной утраты трудоспособности использовали число случаев первичной заболеваемости; число случаев трудопотерь и число дней трудопотерь.

При анализе заболеваемости особое внимание было уделено классам болезней, имеющих этиопатогенетическую связь с воздействием на организм человека шума и ИЗ: болезни нервной системы (класс VI), глаз (класс VII), уха и сосцевидного отростка (класс VIII), органов кровообращения (класс IX), органов дыхания (класс X), органов пищеварения (класс XI), кожи и подкожной клетчатки (класс XII).

В связи с дефицитом информации о заболеваемости ЛПС в форме 3/мед. произведена выкопировка диагнозов из историй болезни, медицинских книжек ЛПС и книг протоколов ВЛК за 2009 – 2012 гг., что явилось базой для оценки патологической пораженности ЛПС.

Из 469 чел. ЛПС, признанных ВЛК годными к летной работе, летчиков было 191 чел., штурманов – 91 чел., других членов летных экипажей – 187 чел. Кроме того, были выделены группы летного состава (летчики и штурманы) видов авиации: ИБА – 73 чел., АА – 33 чел., ВТА – 103 чел. и дальней авиации (ДА) – 73 чел.

Состояние здоровья ЛПС анализировалось по следующим классам болезней: болезни нервной системы (класс VI), органа зрения (класс VII), уха и сосцевидного отростка (класс VIII), сердечно-сосудистой системы (класс IX), желудочно-кишечного тракта (класс XI). Кроме того, в связи с частой встречаемостью были выделены болезни эндокринной системы (класс IV), опорно-двигательного аппарата (класс XIII) и группа 3 класса IX (болезни, характеризующиеся повышенным артериальным давлением). Все остальные заболевания отнесены в группу «прочие».

Оценка уровня заболеваемости с временной утратой трудоспособности проводилась по шкале «Оценка показателей заболеваемости с ВУТ по Е.Л.Ноткину».

В качестве КГ было выбрано 353 чел. (военнослужащие по контракту), которые при выполнении повседневной работы не подвергаются воздействию интенсивного и высокоинтенсивного шума. Заболеваемость этой группы по годовым отчетам формы 3/мед. использовалась для сравнения с заболеваемостью ИТС, а показатели патологической пораженности военнослужащих КГ – с аналогичными показателями группы ЛПС.

**Клиническое обследование органа слуха.** Обследование проводилось на базе филиала № 4 ФГКУ «413 ВГ» МО РФ врачом оториноларингологом по общепринятой методике с обязательным проведением тональной пороговой аудиометрии. Аудиометрическое

исследование проводилось в соответствии с методическими рекомендациями (Письмо Минздрава РФ, 2012) в специально оборудованной комнате диагностическим аудиометром AD 229. Изменение уровня тона ступенчатое, с перепадом 5 дБ. Степень тугоухости устанавливалась в соответствии с гармонизированными критериями, основанными на количественных показателях степени снижения слуха от воздействия производственного шума (Письмо Минздрава РФ, 2012).

**Исследование звукопоглощающих свойств материалов.** При работе использовали аудиометр AD 229. Аудиологическое исследование производили в специально оборудованном помещении по общепринятой методикой регистрации аудиограмм. Всего в исследовании принимали участие 15 чел. в возрасте от 19 до 32 лет мужчины и женщины.

При исследовании акустических свойств материалов под костный телефон вибратор (КТВ) помещали прокладка из различного материала размером 5×7 см и определяли пороги по костной проводимости в диапазоне частот от 250 до 8000 Гц. Наушники при этом не снимались, воздушная маскировка не проводилась (определялась абсолютная костная проводимость). Материалы, обладающие упругостью, эластичностью и воздушностью, за счет прижима оголовьем КТВ деформируются, что приводит к снижению звукопоглощения. Для исключения этого эффекта в ряде опытов прижатие КТВ осуществляли рукой, что позволяло достичь минимальной деформации. Оценку звукопоглощения оценивали в каждой октавной полосе по разности величин между исходной аудиограммой и аудиограммой с исследуемым материалом.

Работа выполнена в три этапа. На первом – исследовали величину звукопоглощения каждого из пяти материалов. На втором – из материалов, обладающими звукопоглощающими свойствами, делали различные комбинации из 2–4 слоев. На третьем – при исследовании материалов фиксацию КТВ осуществляли рукой оператора (на первом и втором этапах фиксация КТВ проводили стандартно с помощью оголовья).

**Оценка риска формирования шумовой патологии.** Нами использован санитарно-гигиенический метод оценки риска, разработанный Государственным учреждением Научно-исследовательским институтом медицины труда РАМН. Существующая в настоящее время структура нормативных документов системы оценки профессионального риска включает в себя «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки. Р 2.2.1766 – 03», «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. Р 2.2.2006 – 05», а также методические указания, утверждаемые в установленном порядке Минздравом России (методы, критерии оценки, программы расчетов). Были выбраны группы АС (ИТС, ЛПС), профессиональная деятельность которых сопряжена с воздействием высокоинтенсивного авиационного шума.

На первом этапе в соответствии с «Руководством Р 2.2.2006–05» определены гигиенические критерии оценки факторов рабочей среды и гигиеническая классификация условий труда по показателям вредности и опасности.

На следующем этапе оценка профессионального риска проведена на основе анализа заболеваемости с временной утратой трудоспособности и патологической пораженности АС. Определены медико-биологические показатели оценки профессионального риска и срочность мер профилактики.

С помощью онлайн калькулятора ([medstatistic.ru](http://medstatistic.ru)) произведен количественный расчет уровней риска: отношение шансов (OR), абсолютный (RF) и относительный риск (RR), этиологическая доля (EF), доверительных интервалов 95% CI, на основании которых определены степени профессиональной обусловленности нарушений здоровья. По достоверности (выраженности) причинно-следственных связей по результатам исследований определена доказанность риска. Установлена также степень связи нарушений здоровья с работой ( $K_c$ ) (Измеров Н.Ф., Денисов Э.И., 2002; Щербо А.П. и др., 2005).

Оценку вероятности потерь слуха в зависимости от уровня шума и стажа работы в нём, а также возраста проводили на основе стандарта ИСО 1999.2 (1990).

Полученные клинико-физиологические данные и показатели заболеваемости были использованы для формирования базы исходных данных с целью проведения статистического анализа. Для этого использовали пакет прикладных программ по обработке статистических данных «Statistica 6.0» для Windows, пакет «Анализ данных»; <http://medstatistic.ru/calculators/averagestudent>.

Для изучаемых внешних параметров и медицинских показателей были определены средние значения исследуемых групп – число степеней свободы ( $n$ ), средняя арифметическая ( $X$ ), ошибка среднеквадратичного отклонения ( $m$ ). Для оценки достоверности параметрических данных использовали  $t_{st}$  – стандартное значение критерия, определяемое по таблице критериев Стьюдента. В работе использовался корреляционный, дисперсионный и регрессионный анализ (Дрейпер Н., Смит Г., 1986; Медик В.А. и др., 2001). В качестве внешних параметров использовали возраст обследуемых и стаж работы с шумом. Оценка силы связи коэффициента корреляции осуществлялась по шкале Голубкова Е.П. (Голубков Е.П., 2003).

Обобщенные данные об объеме и методах исследования приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Объем и методы исследования

Направление исследования	Объекты, материалы и методы исследования	Объем исследований
Акустические измерения в линейном диапазоне	Рабочее место техника самолета на аэродроме, в ТЭЧ (на удалении 4-6 м от двигателя и на удалении 10-15 м), в кабинах воздушных судов, средств коллективной защиты (внутри и снаружи)	970
Анализ заболеваемости и состояния здоровья авиационных специалистов	Контрольная группа	353 человек
	Исследование заболеваемости инженерно-технического состава	всего 2577 человек
	Оценка состояния здоровья летно-подъемного состава	Всего 469 чел.
	Углубленное медицинское обследование инженерно-технического состава	100 чел.
	Анализ архивных документов	- 242 истории болезни за 2009 – 2012гг., - 709 медицинских книжек, - книги протоколов ВЛК за период 2009-2012гг., - планы лечебно-оздоровительных мероприятий
Оценка функциональных показателей органа слуха	Определение шепотной речи Тональная пороговая аудиометрия	120 исследований 860 исследований

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

**Исследование акустической обстановки на рабочих местах авиационных специалистов.** Для установления влияния шума были составлены циклограммы работы с учетом количества вылетов ВС за летную смену и вида авиации, при работающих двигателях и вспомогательного оборудования. Оценка характера шума проводилась в диапазоне от 2 Гц до 8000 Гц, то есть в инфразвуковом и звуковом диапазоне частот.

Установлено, что общее время работы ИТС группы обслуживания за летную смену колеблется в диапазоне 9–60 мин в зависимости от числа вылетов в смену и типа ВС. При

работе вспомогательного оборудования оно увеличивается в 2–4 раза. Специалисты группы диагностики двигателей находятся под воздействием шума двигателя более продолжительное время от 20 до 135 мин в зависимости от типа ВС. Работа вспомогательного оборудования не увеличивает общее время работы за летную смену. Наименьшее время нахождения в шумовой зоне у ИТС ИБА и АА, наибольшее – в ДА и ВТА. Инженерно-техническое обеспечение полетов на аэродроме в течение летной смены осуществляется в условиях воздействия на ИТС **непостоянного прерывистого многочасового шума.**

Исследование шума на рабочих местах ИТС показало, что уровни звукового давления (УЗД) в октавных полосах, общий УЗД, уровень звука, эквивалентный уровень звука и доза шума при работе двигателя и вспомогательного оборудования выше, чем при работе только двигателя. На основании циклограмм проведена комплексная оценка шума, действующего на ИТС для всех ВС, стоящих на вооружении ВВС. Определены эквивалентные уровни и дозы шума, проведено исследование его спектральных и энергетических характеристик в диапазоне 2–16 Гц и 31,5–8000 Гц. Полученные данные представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Характеристики шума, создаваемые на рабочих местах ИТС за летную смену во время обеспечения полетов и выполнения регламентных работ в зависимости от вида авиации

Вид авиации	Диапазон УЗД (дБ) в полосе частот (Гц)		Общий УЗД в полосе 2-16 Гц (дБ Лин)	Уровень звука (дБА)	L <sub>АЭКВ</sub> , (дБА)	Доза шума, усл.ед (Д/Д <sub>плд</sub> )
	2-16	31,5-8000				
Дальняя авиация	84-97	98-120	91-101	118-122	98-117	63-1578
Истребительно-бомбардировочная авиация	93-107	98-123	101-111	117-127	97-118	1,5-250
Военно-транспортная авиация	95-104	96-123	102-107	118-124	111-116	31-353
Армейская авиация (вертолеты)	93-105	96-119	103-109	116-123	109-115	10-99

Примечание: здесь и в табл. 3 диапазон параметров указан в зависимости от типа ВС.

Из табл. 2 следует, что УЗД в полосе частот 2–16 Гц колебался от 84 дБ (ДА) до 107 дБ (ИБА). УЗД в полосе частот 31,5–8000 Гц находился в диапазоне от 96 дБ (ВТА и АА) до 123 дБ (ИБА и ВТА) и был существенно выше предыдущего, что указывает на преобладание в спектре данных типов ВС частот звукового диапазона. Подтверждением этому явилось исследование уровня звука. Его значения были выше УЗД в звуковом диапазоне и составили 116–127 дБА в ИБА. Общий УЗД в ИЗ диапазоне колебался от 91 дБ Лин (ДА), до 111 дБ Лин (ИБА), что превышает допустимые нормы практически во всех видах авиации до 11 дБ Лин.

Интегральной характеристикой величины непостоянного шума является эквивалентный уровень звука. При минимальной загрузке ИТС (обеспечение 1–2 вылетов в течение летной смены) эквивалентные уровни колебались от 97 до 114 дБА в зависимости от ВС вида авиации, что превышало ПДУ на 17–34 дБА, а при максимальной (обеспечение 4–6 вылетов за летную смену) – от 103 до 118 дБА, то есть превышение допустимых величин составило уже 23–38 дБА. При этом доза шума в зависимости от загрузки ИТС в течение летной смены составила соответственно от 1,5 до 1578 отн.ед. Наиболее высокие эквивалентные уровни звука выявлены на рабочих местах ИТС при работе двигателей ВС истребительной авиации. ИТС, обслуживающий ВС дальней авиации получает наиболее значительную дозу шума, превышающую ПДУ в 1578 раз, что обусловлено большим временем обслуживанием ВС по сравнению с другими видами авиации.

В таблице 3 представлены характеристики шума в кабинах ВС по видам авиации.

Таблица 3 - Усредненные характеристики шума на рабочих местах специалистов ЛПС при выполнении типовых полетов

Категория авиационных специалистов	УЗД (дБ) в диапазоне частот 31,5 – 8000 Гц	Полоса частот (Гц) с максимумом УЗД (дБ)	Общий УЗД в полосе частот 2–16 Гц (дБ Лин)	Уровень звука (дБА)	Время рабочей смены (ч)	Эквивалентный уровень звука (дБА)
ЛС ДА	70 – 91	63 – 500	98	97	6 – 12	96 – 97
ЛС ИБА	86 – 98	1000 – 8000	100	103	4 – 6	100 – 102
ЛС ВТА	60 – 110	125 – 250	97	104	6 – 8	103 – 104
ЛС АА	66 – 112	31,5 – 250	96	103	3 – 5	99 – 101

Анализ результатов измерения показывает, что УЗД в кабинах ВС ДА находится в диапазоне от 70 до 91 дБ с максимумом спектра в полосе частот 63–500 Гц. УЗД в кабинах ВС ИБА – в диапазоне 86–98 дБ, с максимумом спектра в полосе частот 1000–8000 Гц. В кабинах ВС ВТА УЗД составляет 60–110 дБ, с максимумом спектра в полосе частот 125–250 Гц. В кабинах вертолетов УЗД находится в диапазоне 66–112 дБ, с максимумом спектра в полосе частот 31,5–250 Гц. В инфразвуковом диапазоне (2–16 Гц) общий УЗД составляет 96–100 дБ Лин, с наибольшим значением в кабинах самолетов ИБА.

Уровень звука на рабочих местах ЛПС колебался от 97 дБА до 104 дБА, достигая максимальных значений (104 дБА) в кабинах ВС ВТА.

УЗД внутри ВС в большинстве случаев превышают ПДУ, но они значительно ниже, чем УЗД на рабочих местах ИТС. Необходимо отметить, что максимум спектра в кабинах ВС ДА,

ВГА и АА приходится на область частот ниже 500 Гц, значит, экипажи ВС подвергаются действию преимущественно интенсивного низкочастотного шума.

Эквивалентный уровень звука на рабочих местах летного состава (ЛС) находился в пределах 96–104 дБА. Наиболее высокие его значения отмечены в ВГА, а низкие – в ДА. Практически во всех случаях он был выше 100 дБ, что существенно превышает действующее ПДУ на 16 – 24 дБА. В области ИЗ общий УЗД находился в диапазоне 96–100 дБ Лин, что соответствует верхней границы ПДУ.

Проведенные исследования показали, что авиационный шум – это собирательное понятие, так как в это понятие включают шум от работы силовых установок, аэродинамических потоков, образующихся вокруг ВС во время полета, вспомогательного оборудования, задействованного при подготовке ВС к вылету в наземных условиях.

К характерными особенностями авиационного шума на рабочих местах АС можно отнести следующее:

- высокая интенсивность (уровни звукового давления превышают 100 дБ);
- непостоянный во времени, то есть колеблющийся во времени;
- спектр шума широкополосный, включая частоты всего звукового диапазона (низкие, средние и высокие), с наличием максимумов;
- продолжительный (от 2-3 часов до 10-16 часов);
- шумовое воздействие носит циклический характер в течение летной смены;
- наличие в спектре шума высокоинтенсивного широкополосного инфразвукового шума.

В зависимости от величины уровня звука на рабочих местах все АС распределены на пять групп. К первой группе отнесены технические экипажи, осуществляющие подготовку ВС к вылету на аэродроме. Они подвергаются воздействию шума с уровнем звука 116 – 127 дБА. Вторую группу составляют ИТС по различным системам авиационного оборудования, с интенсивностью шумового воздействия до 124 дБА. К третьей группе отнесены специалисты ТЭЧ, подвергаются воздействию шума интенсивностью до 114 дБА. Четвертая группа состоит из специалистов, обслуживающих вспомогательное оборудование, которые подвергаются воздействию шума в пределах от 80 до 110 дБА. Пятую группу составляет ЛПС, который во время полетов, подвергается воздействию шума внутри ВС интенсивностью до 104 дБА.

Доказано, что в наиболее неблагоприятных условиях труда по шуму и ИЗ при выполнении профессиональной деятельности находится ИТС. Из этого следует, что у данной категории возникают более высокий профессиональный риск нарушения здоровья.

**Анализ заболеваемости АС.** Эпидемиологическое ретроспективное исследование заболеваемости ИТС различных видов авиации показало, что в КГ такие показатели как число случаев трудопотерь ( $532,3 \pm 28,5$ ) и число дней трудопотерь ( $4318,3 \pm 72,4$ ) соответствуют

уровню «низкий» и «очень низкий» соответственно. В группе ИТС средние значения этих показателей существенно увеличились, так число случаев трудопотерь до  $746,2 \pm 33,1$ , а число дней трудопотерь до  $6953,3 \pm 535,8$ , поэтому уровень заболеваемости ухудшился и соответствует уровню «ниже среднего».

При анализе структуры трудопотерь, где в качестве критерия использовано число дней трудопотерь, установлено, что в КГ общая сумма числа дней трудопотерь по классам болезней VI-XII (болезни нервной системы, глаз, уха, болезни органов кровообращения, дыхания, пищеварения, кожи) составила 49%, а в группе ИТС она возросла до 65,5%, то есть увеличение составило 16,5%. Рост числа дней трудопотерь у ИТС по сравнению с КГ за этот же период (2009 – 2012 гг.) отмечен во всех исследуемых классах. Наибольший вклад в увеличение трудопотерь внесли болезни органов кровообращения, их прирост составил 9,3%. При анализе трудопотерь в классе 4 группы VIII (нейросенсорная тугоухость) по сравнению с КГ отмечен рост почти на 60%, а по группе 3 класса IX (заболевания, характеризующиеся повышенным артериальным давлением) рост трудопотерь составил 55%.

При сравнительном анализе показателя «дни трудопотерь» установлено, что наиболее высокие показатели заболеваемости были у ИТС дальней авиации. Уровень заболеваемости в ВТА соответствовал величине «низкий», в ИБА – «ниже среднего», а в ДА – «средний».

Таким образом, у ИТС ВВС выявлено увеличение общей заболеваемости и заболеваемости по ряду классов болезней, что связано с неблагоприятными условиями их труда. Заболевания органа слуха обусловлены специфическим действием высокоинтенсивного шума, а развитие болезней сердечно-сосудистой, нервной и пищеварительной систем – неспецифическим проявлением шумовой патологии. Более высокий уровень заболеваемости по классам болезней органов дыхания, глаз и кожи можно объяснить уже непосредственным воздействием ИЗ. Из этого следует, что действие авиационного шума сопровождается увеличением как общей заболеваемости, так и болезней, характерных для действия шума и ИЗ, тем самым указывая на феномен суммирования неблагоприятных эффектов при сочетанном влиянии шума и ИЗ.

Ретроспективное эпидемиологическое изучение заболеваемости ЛПС не эффективно, так как примерно только 3–5% из них обращаются за медицинской помощью при патологических состояниях. Источником близким к истинным показателям заболеваемости ЛПС, с нашей точки зрения, являются годовые отчеты с результатами периодических врачебных медицинских осмотров и врачебно-летней комиссии. Однако из-за ограниченности доступа к этой информации данные о заболеваемости ЛПС практически отсутствуют, что создает трудности в организации работы военно-медицинской службы по профилактике заболеваемости ЛПС.

На первом этапе нами по доступным литературным источникам была изучена заболеваемость ЛС гражданской авиации (ГА). В структуре заболеваемости ЛС ведущее место занимают болезни системы кровообращения – 63%, из них 40% приходится на заболевания, характеризующиеся повышенным артериальным давлением. Второе место по частоте принадлежит болезням нервной системы и болезням органов пищеварения, удельный вес которых составляет по 12%. В 70% случаев имеется сочетанная патология. В структуре заболеваемости ЛОР органов НСТ в ГА занимает одно из ведущих мест и составляет более 20%, причем НСТ шумовой этиологии занимает ведущее место в дисквалификации ЛС (68%).

По данным Центра наблюдения за здоровьем ЛС (средний возраст 40–49 лет) Военно-воздушных сил США в структуре заболеваемости болезни костно-мышечной системы занимают первое место и их доля составила 24%, а на долю болезней нервной системы, глаз, уха приходится 17,8%. Болезни эндокринной системы, органов пищеварения, системы кровообращения занимают в структуре заболеваемости по 4–4,6%. Уровень заболеваемости органа зрения в виде нарушения рефракции и аккомодации составляет 45,0%, не уточненные расстройства спины – 24,8%, потеря слуха – 12,1% (Smallman D.P. et al., 2014).

На втором этапе нами было проанализировано состояние здоровья 469 чел. ЛПС за период с 2009 по 2012 гг. Ведущее место в структуре патологической пораженности ЛПС занимают болезни опорно-двигательного аппарата в виде сколиоза и остеохондроза позвоночника (20,2%). Заболевания сердечно-сосудистой системы у ЛПС занимают второе место (13,1%), причем 80% данной патологии приходится на заболевания, связанные с повышенным артериальным давлением. Почти у каждого 10-го военнослужащего ЛПС имеется ожирение алиментарно-конституционального генеза, максимально выраженное у лиц с 31-летнего возраста. У 16% ЛПС ожирение сочетается с другой патологией, чаще с заболеваниями сердечно-сосудистой системы. 8,3% в структуре патологической пораженности приходится на заболевания органа зрения (в основном нарушения рефракции и аккомодации). Патология органа слуха установлена у 2,2% ЛПС, которая представлена только НСТ. В большинстве случаев тугоухость сочетается с поражением других органов и систем.

В большинстве классов заболеваний у ЛПС, за исключением заболеваний нервной системы и желудочно-кишечного тракта, патологическая пораженность достоверно ( $p < 0,05$ ) выше по сравнению с контрольной группой. Диапазон превышения заболеваний по отношению к другим классам заболеваний колебался от 2 до 12 раз. Максимальных значений превышение было в классах болезней уха и сосцевидного отростка, которое составило 12 раз, болезней опорно-двигательного аппарата – 6 раз и органа зрения – 5,5 раза.

Анализ патологической пораженности ЛПС показал, что структура имеющейся патологии практически не зависит от категории летной деятельности (летчики, штурманы,

бортинженеры, борттехники, бортрадисты и др.).

Особенности летной деятельности в зависимости от вида авиации оказывают влияние на структуру заболеваемости ЛС. Так, в АА выражено воздействие общей вибрации, что, по-видимому, является основной причиной увеличения эндокринной патологии и заболеваниям нервной системы у ЛС. В ВТА и ДА почти в 2 раза чаще встречаются заболевания органа зрения по сравнению с ЛС других видов авиации, что можно объяснить длительностью полета, вибрацией, напряжением зрения во время полета (особенно в ночное время) и воздействием ИЗ. НСТ занимает небольшой процент в общей структуре состояния здоровья ЛС и находится в диапазоне 0,6% в ВТА до 4,4% в ИБА, что, возможно, связано с меньшими уровнями шума. Превалирование заболеваний опорно-двигательного аппарата у ЛС ИБА связано с более высокими знакопеременными перегрузками во время полета.

Сравнительный анализ показывает, что структура заболеваемости ЛС ВВС США практически совпадает с полученными нами данными. Имеются некоторые различия со структурой заболеваемости ЛС ГА, что можно объяснить более «тяжелыми» условиями труда военных летчиков: полеты на современных высокоманевренных, высокоскоростных ВС и др.

Таким образом, при анализе заболеваемости АС выявлен широкий спектр патологических изменений, который, с нашей точки зрения, обусловлен чрезмерным акустическим воздействием. В первую очередь, у АС происходит повреждение органа слуха, в виде НСТ, развиваются патологические состояния в сердечно-сосудистой и нервной системах. Кроме того, у них выявлена повышенная заболеваемость органов дыхания, кожи и подкожной клетчатки, органа зрения, что можно объяснить действием на организм высокоинтенсивной инфразвуковой и низкочастотной составляющей авиационного шума. Анализ структуры заболеваемости АС позволяет утверждать, что работа в условиях воздействия авиационного шума создает профессиональный риск и приводит к развитию профессиональной патологии, имеющей этиопатогенетическую связь с шумом и ИЗ.

На основании вышеизложенных литературных и собственных данных, а также рекомендаций ООН, авиационный шум нужно рассматривать в качестве предполагаемого профессионального риска ущерба здоровью АС.

**Результаты обследования органа слуха.** Помимо общепринятых пропедевтических приемов оториноларингологии (жалобы, анамнез, акуметрия, отоскопия) основное внимание в обследовании было уделено аудиологическому исследованию, данные которого являются основными для постановки диагноза в соответствии с существующей классификацией НСТ.

После обработки данных аудиологического исследования построена кривая слышимости группы ИТС и КГ (см. рис.1). При этом необходимо учитывать, что средний возраст в обеих

группах был практически одинаков –  $35,5 \pm 1,9$  лет и  $34,3 \pm 0,6$  лет соответственно, что позволяет исключить влияние возраста на снижение слуха.

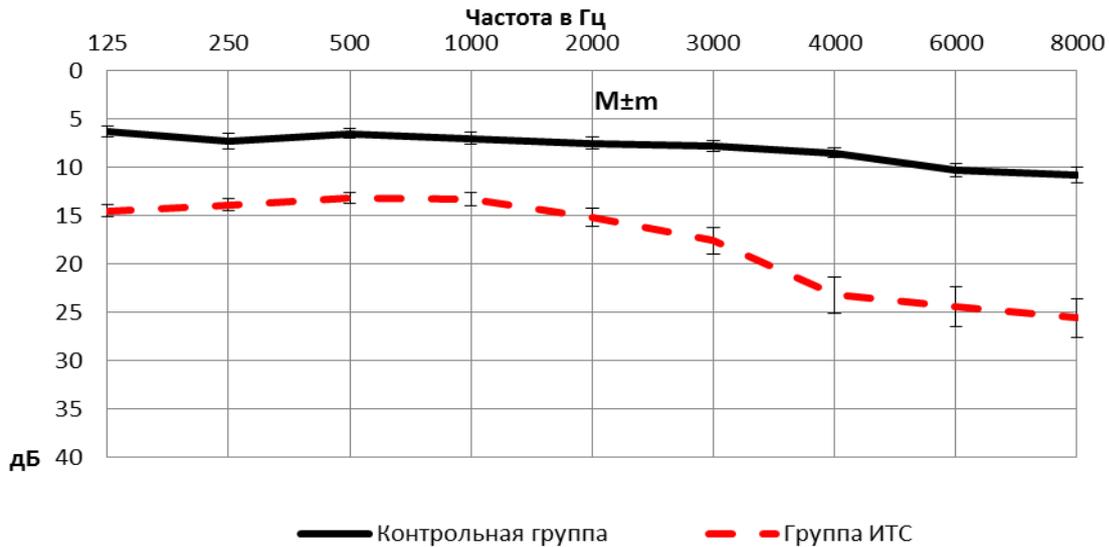


Рисунок 1 – Аудиограммы контрольной группы и группы ИТС

На представленном рис. 1 видно, что пороги восприятия звуков группы ИТС по сравнению с военнослужащими КГ достоверно ( $p < 0,001$ ) повышены по всему диапазону исследуемых частот и находятся в пределах от 13,2 дБ до 24,5 дБ на правое ухо и от 12,7 дБ до 25,6 дБ на левое ухо. В зоне низких частот (125 – 250 Гц) пороги восприятия звуков повышены на 13,4–14,6 дБ на оба уха с небольшой разницей сторон. В речевом диапазоне (500 – 2000 Гц) пороги восприятия звуков повышены минимально и составляют 13,2 дБ на частотах 500–1000 Гц на правое ухо и 12,7 дБ на частоте 500 Гц на левое ухо. В зоне высоких частот (2000 – 8000 Гц) идет увеличение порогов восприятия звуков с увеличением частоты, достигая максимума в 24,5 дБ на правое ухо и 25,6 дБ на частоте 8 кГц на левое ухо.

При анализе аудиограмм ИТС в зависимости от стажа установлено, что наблюдается прогрессивное достоверное повышение порогов слуха на все исследуемые частоты с обеих сторон равномерно, с увеличением стажа работы. На частотах 125–250 Гц пороги восприятия звуков начинают повышаться уже у военнослужащих со стажем работы до 5 лет. В группах со стажем работы более 5 лет отмечается более выраженное повышение порогов (в среднем в 1,5 раза по сравнению с КГ) и практически в этих группах они находятся на одном уровне. В диапазоне речевых частот (500–2000 Гц) повышение порогов восприятия звуков начинает увеличиваться с ростом стажа работы с шумом (в среднем в 2 раза по сравнению с КГ). В зоне высоких частот пороги повышения слуха во всех группах продолжают равномерно увеличиваться с увеличением стажа. Наиболее выраженное увеличение порогов восприятия

звуков выявлено у военнослужащих 4-й экспериментальной группы, имеющих наибольший стаж работы с шумом. Они превышают пороги КГ в 3,8 раза.

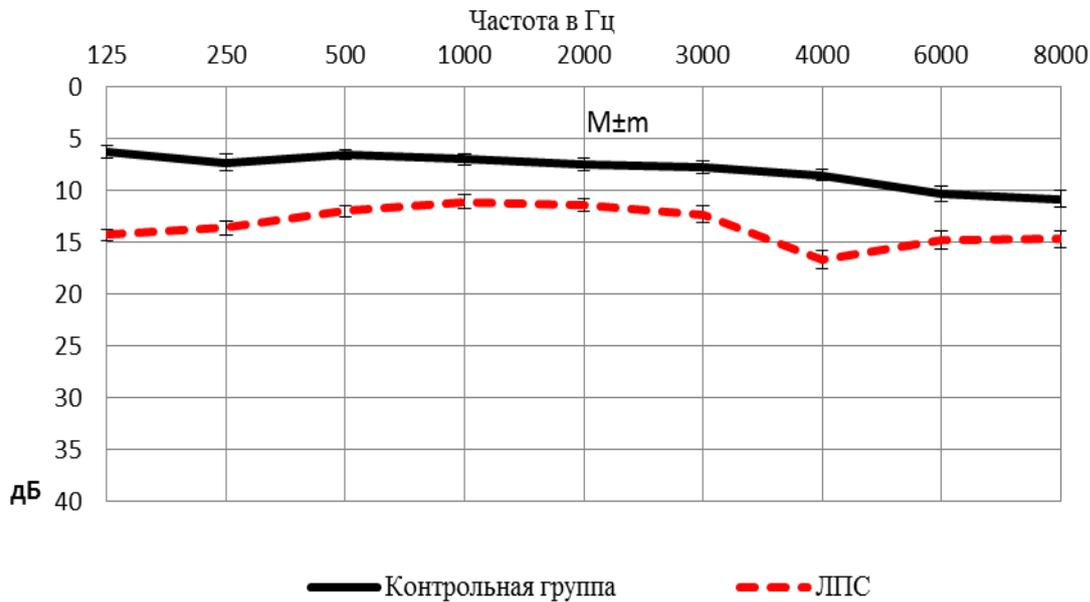


Рисунок 2 - Аудиограммы ЛПС и контрольной группы

На рис. 2 показаны аудиограммы ЛПС и КГ, из которого видно, что пороги восприятия звуков ЛПС по сравнению с КГ достоверно ( $p < 0,001$ ) повышены по всему диапазону исследуемых частот и находятся в пределах от 11,1 дБ до 16,3 дБ на правое ухо и от 10,7 дБ до 16,7 дБ на левое ухо. В зоне низких частот (125 – 250 Гц) пороги восприятия звуков повышены на 6,3–8 дБ на оба уха с небольшой разницей сторон. В речевом диапазоне (500 – 2000 Гц) пороги восприятия звуков повышены минимально и составляют 4,1–5,6 дБ на оба уха. В зоне высоких частот идет увеличение порогов восприятия звуков с увеличением частоты, достигая максимума в 16,7 дБ на частоте 4000 Гц.

Сравнение аудиограмм ЛПС и ИТС показало, что величина порогов восприятия звуков на частотах 125 – 250 Гц была такая же, как у ИТС, а в области высоких частот повышение порогов было ниже на 10 – 20 дБ чем у ИТС.

Не выявлено различий в порогах восприятия звуков у различных специалистов ЛПС.

Анализ аудиологического исследования ЛПС в зависимости от стажа работы свидетельствует, что в зоне низких и средних частот значимого повышения порогов восприятия звуков не отмечается. В области высоких частот четко определяется равномерный рост порогов слуха с увеличением стажа. Наиболее выраженное увеличение порогов восприятия звуков выявлено у ЛПС, со стажем работы более 20 лет, особенно у летчиков.

Анализ аудиограмм ЛС по видам авиации показал, что пороги восприятия звуков повышены по сравнению с контрольной группой в 1,2–2,5 раза по всему диапазону частот. Наиболее высокими они были в зоне высоких частот, наиболее низкими – в зоне средних частот. Пороги восприятия звуков во всех видах авиации были примерно равными, с небольшой разницей в сторону их повышения у ЛС ИБА на частотах 125, 500, 4000, 6000, 8000 Гц.

В таблице 4 представлена динамика изменения аудиограммы у АС в зависимости от стажа работы с шумом.

Таблица 4 - Влияние стажа работы с шумом на снижение слуха у АС ВВС

Категория авиационных специалистов	Стаж работы с шумом (лет)	Снижение слуха (дБ) на частотах			
		500Гц	1000 Гц	2000 Гц	4000 Гц
ИТС	5	8,6±0,9	8,0±0,6	7,4±0,5	8,8±0,4
	10	14,0±0,8	12,6±0,9	13,2±0,9	20,6±2,7
	15	14,2±1,1	15,6±1,3	18,4±1,8	28,6±3,2
	свыше 15	16,0±1,2	17,6±1,3	22,0±1,8	35,8±3,3
ЛПС	5	10,4 ± 0,5	10,2 ± 1,2	10,2 ± 2,0	13,4 ± 2,8
	10	12,7 ± 1,2	10,9 ± 1,1	10,6 ± 0,8	14,5 ± 2,4
	15	10,5 ± 0,6	9,8 ± 0,9	9,9 ± 0,9	14,8 ± 2,2
	20	12,2 ± 1,4	10,8 ± 0,8	11,4 ± 1,2	17,5 ± 3,5
	свыше 20	14,0 ± 1,7	14,3 ± 2,2	14,8 ± 1,9	22,9 ± 4,2
КГ		6,5±0,5	7,0±0,6	7,5±0,6	8,5±0,5

Из табл. 4 следует, что нарушения слуха у ИТС было более выраженным, чем у ЛПС. Через 5 и 10 лет работы у ИТС рельеф тональной аудиограммы был равномерным с повышением порогов слуха по всему диапазону частот на одну и ту же величину соответственно на 7,4–8,8 дБ и 12,6–20,6 дБ. Спустя 15 лет и свыше 15 лет он становился пологим или ступенчато нисходящим с максимальным повышением на частоте 4000 Гц (соответственно 28,6 и 35,8 дБ).

У ЛПС уже в течение 5 лет работы с шумом наблюдалось практически одинаковое повышение порогов слуха во всем диапазоне исследуемых частот, что свидетельствовало о нарушении слуха с характерным рельефом тональной аудиограммы – равномерная кривая с повышением порогов слуха по всему диапазону частот на одну и ту же величину (10,2–13,4 дБ). С увеличением стажа работы до 10–20 лет наблюдалась близкая динамика снижения слуха на частотах 500–2000 Гц не более чем на 1,0–1,5 дБ через каждые 5 лет, а на частоте 4000 Гц – не менее 3 дБ. Поэтому свыше 20 лет работы с шумом у ЛПС рельеф тональной аудиограммы изменялся и становился пологим или ступенчато нисходящим с максимальным повышением на частоте 4000 Гц (22,9 дБ).

Пороги восприятия звуков у ИТС выше, чем у ЛПС на частотах 1000–2000 Гц в 1,3 раза, а на частотах 6000–8000 Гц в 1,6 раза. Объяснить это можно тем, что ИТС подвергаются более высокой шумовой нагрузке.

Характерным элементом классической аудиограммы профессиональной НСТ является «шумовой зубец» (noise-notch), как правило, на частоте 4000 Гц. Этот признак часто применяется для дифференциальной диагностики от НСТ вследствие других причин (ототоксические медикаменты, возрастные изменения) (Coles R.R. et al., 2000).

Нами выявлены особенности аудиологических кривых АС отличающихся от классической кривой. Они более сглажены, не выражен «провал» на средних частотах, и отмечается повышение порогов как в низкочастотном, так и, в большей степени, в высокочастотном диапазоне. Возможно, это обусловлено потенцирующим действием ИЗ. Применение методики объективного определения «шумового зубца» позволило подтвердить шумовую этиологию поражения органа слуха у АС.

Особенности аудиограмм АС вполне объяснимы. Так, сглаженность кривой в высокочастотном диапазоне (отсутствие «провала» на частоте 4000 Гц) можно объяснить выраженным маскирующим действием низкочастотного и инфразвукового шума, особенно при уровнях свыше 100 дБ. Повышение порогов восприятия звуков на низких частотах (125 – 250 Гц) связано с патологическим воздействием на орган слуха ИЗ, который является составляющей авиационного шума, что соответствует существующим представлениям о действии ИЗ. Повышение порогов восприятия звуков в низкочастотном диапазоне наблюдается у военнослужащих со стажем работы до 5 лет.

На фоне нарушения слуха в клинической картине профессиональной НСТ постепенно формируются экстраауральные эффекты. Нарастание степени тугоухости происходит параллельно с развитием вегетативно-сосудистой дистонии, сначала по гипотоническому, а затем по гипертоническому типу.

Показано, что особенностью авиационного шума является наличие в его спектре высокоинтенсивной низкочастотной и инфразвуковой составляющей с УЗД выше 100 дБ. ИЗ как вредный производственный фактор «молод», так как в перечень таковых был включен только в 2004 г. Основные данные по медико-биологическому действию ИЗ получены в ходе экспериментальных исследований на животных, так как в производственных условиях в «чистом» виде ИЗ практически не встречается. Поэтому клиническая картина профессиональной НСТ инфразвукового генеза до конца не изучена. Приказом Минздравсоцразвития России от 27.04.2012 г. № 417н определены профессиональные заболевания, обусловленные ИЗ, в том числе и НСТ двусторонняя. К сожалению, этого не достаточно при решении клинико-экспертных вопросов связи указанных заболеваний с

профессией в связи с отсутствием методических рекомендаций, в которых должны быть определены критериальные параметры условий труда, приводящие к развитию профессиональной НСТ инфразвуковой этиологии, особенности клинических проявлений, критерии диагностики, экспертизы и лечебно-профилактические мероприятия.

На основании собственных результатов исследований нами определены критерии, которые позволяют определить профессиональную НСТ от сочетанного действия шума и ИЗ:

- шум широкополосный, свыше 100 дБ, инфразвуковая составляющая, превышающая нормативный уровень ИЗ ;
- длительность воздействия шума не менее 5 лет;
- жалобы на чувство тревоги, усталость, недомогание, головную боль головокружение;
- длительность развития заболевания органа слуха до появления начальных признаков нейросенсорной тугоухости на тональной аудиограмме не менее 2-х лет;
- постепенное нарастание степени тугоухости;
- нисходящий тип аудиограммы, характерна сглаженность с равномерным повышением порогов восприятия звуков по всему диапазону исследуемых частот, как в низкочастотном (125–500 Гц) до –20 дБ, так и, в большей степени, в высокочастотном диапазоне (4000–8000 Гц) от – 30 дБ до – 40 дБ;
- двустороннее поражение органа слуха;
- отсутствие костно-воздушной диссоциации;
- отсутствие других причин снижения слуха;
- наличие экстраауральных эффектов, развитие которых может предшествовать развитию тугоухости: вестибулопатия, нарушения вегетативной и центральной нервной системы, заболеваний органов дыхания, сердечно-сосудистой системы.

Таким образом, учитывая что, характер повреждения слуха, а также синдромы, обусловленные экстраауральным влиянием сочетанного действия шума и ИЗ имеют ряд особенностей считаем возможным выделить ПНСТ вследствие сочетанного действия шума и ИЗ в отдельную форму тугоухости. Нами предложены дифференциально-диагностические признаки ПНСТ авиационного генеза.

По результатам клинико-аудиологического исследования органа слуха, согласно существующей гармонизированной классификации тугоухости (Письмо Минздрава России от 06.11.2012 N 14-1/10/2-3508), диагноз НСТ различной степени установлен у 47% обследованных военнослужащих ИТС и у 27,8% военнослужащих ЛПС.

Ниже представлены гистограммы, показывающие распределение АС, имеющих НСТ, в зависимости от степени потери слуха, стажа и возраста, а также ЛС по видам авиации.



Рисунок 3 - Распределение авиационных специалистов в зависимости от степени потери слуха (%)

Признаки воздействия шума на орган слуха диагностированы у 20,0% военнослужащих ИТС, у 13,8% летчиков, 10,4% штурманов и 13,6% других членов летных экипажей. НСТ I степени (легкое снижение слуха) была выявлена у 24,0% обследованных ИТС, у 13,0% летчиков, 18,7% штурманов и 13,5% других членов летных экипажей. НСТ II степени (умеренное снижение слуха) диагностирована у 3,0% военнослужащих ИТС, у 0,8 % летчиков. АС с НСТ III степени (значительное снижение слуха) выявлено не было (см. рис. 3).

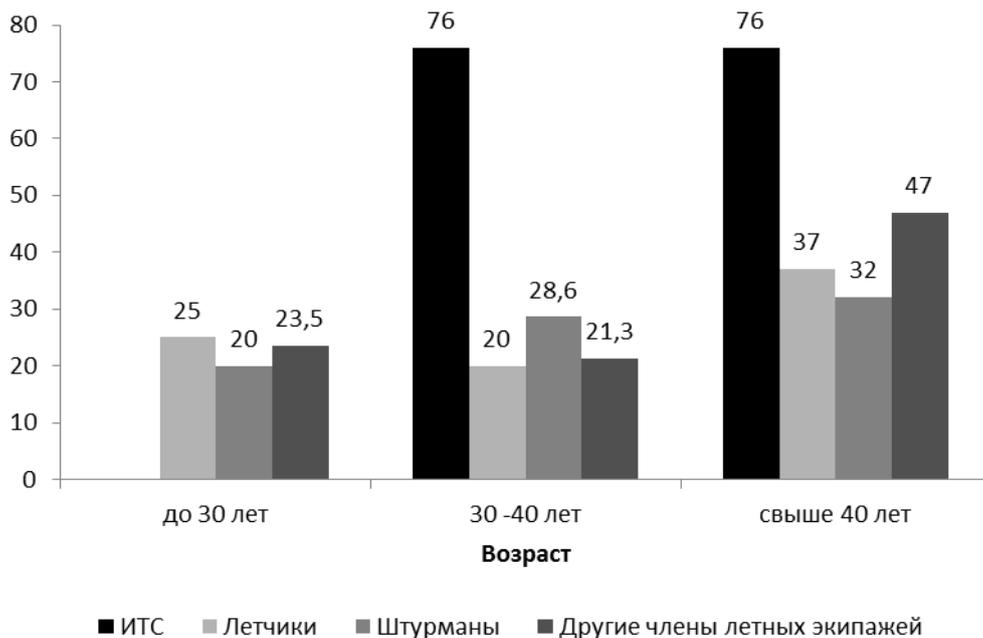


Рисунок 4 - Распределение авиационных специалистов с НСТ в зависимости от возраста (%)

Анализ распространенности НСТ у авиационных специалистов в зависимости от возраста представлен на рис. 4. Наибольшее количество случаев НСТ отмечено у военнослужащих ИТС в возрасте старше 30 лет, у ЛПС – в возрасте старше 40 лет. В возрасте 31–40 лет НСТ выявлена у 76,0% ИТС, у 20,0% летчиков, 28,6% штурманов и 21,3% других членов летных экипажей. Среди обследованных возрастной группы свыше 40 лет НСТ наблюдалась у 76,0% ИТС, у 37,0% летчиков, 32,0% штурманов и 47,0% других членов летных экипажей (см. рис. 4).

Анализ распространенности НСТ у АС в зависимости от стажа представлен на рис. 5. У ИТС НСТ отмечается уже при стаже работы более 6 лет (44,0% обследованных) (см. рис.5), достигая максимальных значений при стаже работы более 16 лет (76,0% обследованных). У АС ЛПС НСТ диагностируется уже при стаже работы до 5 лет (в пределах 20–25% всех категорий ЛПС), достигая наибольших величин при стаже работы более 20 лет (40% у ЛС и 60% у других членов летных экипажей).

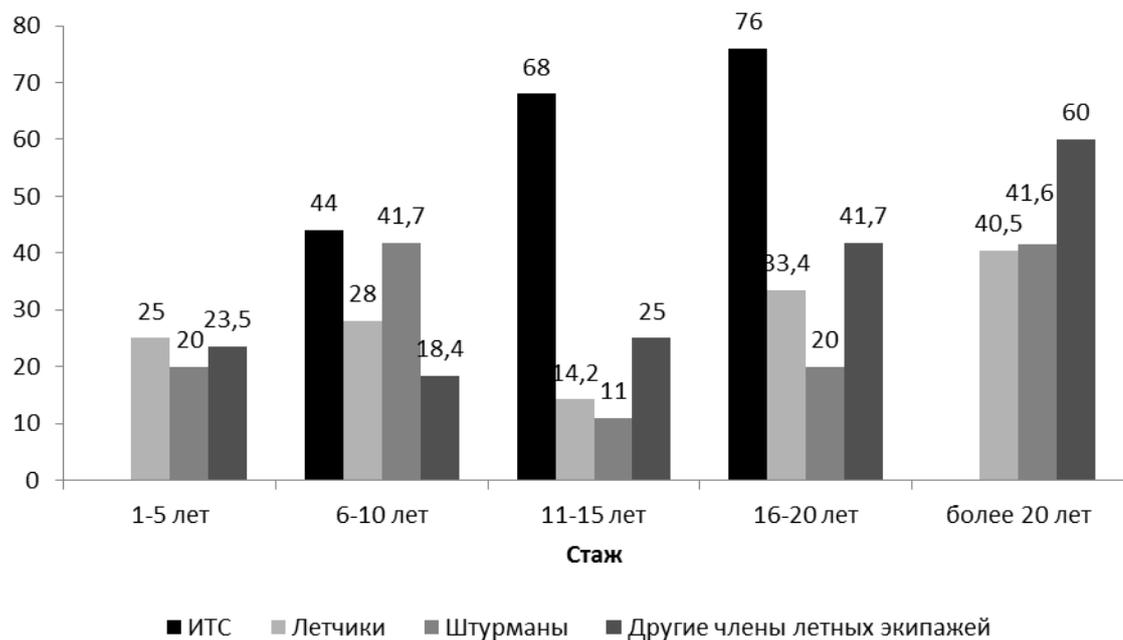


Рисунок 5 - Распределение авиационных специалистов с НСТ в зависимости от стажа (%)

Основную долю в структуре выявленной НСТ занимают признаки воздействия шума и НСТ IА степени, 51 % и 41 % соответственно.

Распределение выявленной патологии органа слуха среди ЛС (летчики и штурманы) по видам авиации отражена на рис 6.

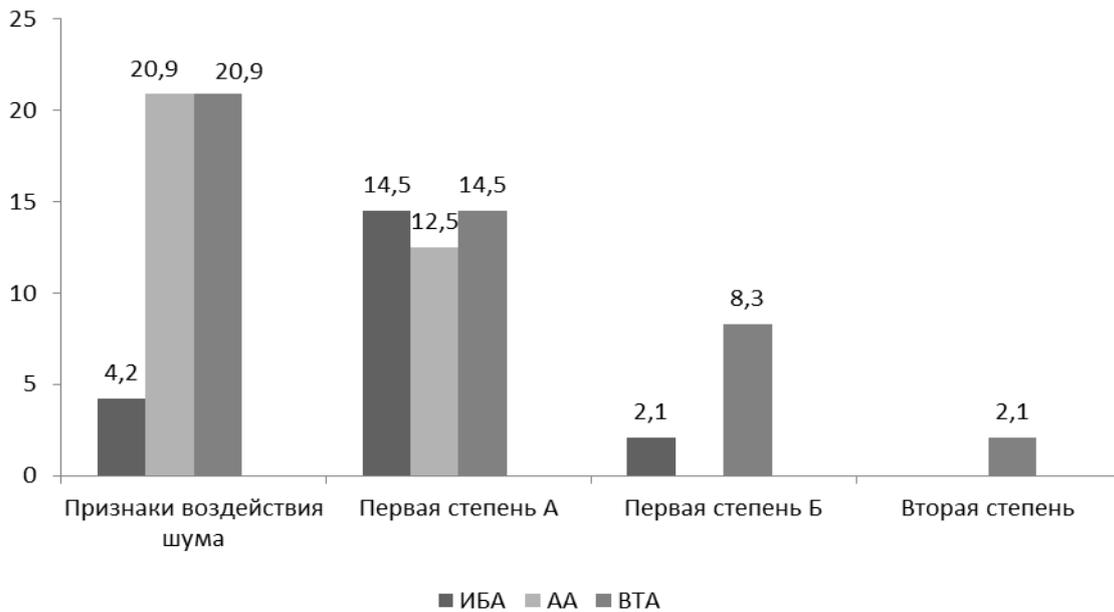


Рисунок 6 - Распределение тугоухости в зависимости от ее степени у летного состава видов авиации (%)

Из 48 человек с тугоухостью признаки воздействия шума на орган слуха диагностированы у 4,2 % военнослужащих ИБА, и по 20,9 % у военнослужащих АА и ВТА. НСТ I степени (легкое снижение слуха) была выявлена у 16,6 % летного состава ИБА, у 12,5 % летного состава АА и 22,8 % летного состава ВТА. Причем тугоухость IA степени выявлена у ЛС всех видов авиации в равном количестве. НСТ II степени (умеренное снижение слуха) диагностирована у одного летчика ВТА (2,1 %) (см. рис. 6).

Основную долю в структуре выявленной НСТ занимают признаки воздействия шума и НСТ IA степени, 51% и 41% соответственно. Более легкая степень тугоухости выявлена у военнослужащих в возрасте до 40 лет со стажем работы до 10 лет. НСТ с легким и умеренным снижением слуха наблюдалась у военнослужащих ЛС старше 40 лет, имеющих стаж работы 20 лет и более. Наличие большого количества военнослужащих ЛС с легкими формами тугоухости и выявленные единичные случаи более выраженных форм НСТ, даже при большом стаже работы объясняется тем, что лица с НСТ II и III степенью признаются негодными к летной работе. Нами же обследованы военнослужащие, признанные ВЛК годными к летной работе.

Таким образом, установлено, что воздействие на АС высокоинтенсивного авиационного шума ведет к развитию профессиональной НСТ, на клиническое течение которой оказывают влияние специальность, вид авиации, стаж работы и особенности авиационного шума.

Математическими методами установлены дозо - зависимые эффекты между уровнями экспозиции и клиническими показателями выявленной патологии органа слуха. Корреляционный анализ позволил установить, что среди исследуемых параметров возраст и

стаж работы с шумом более сильную связь (в 1,5–2 раза) с показателями аудиограммы имел последний. Наиболее выражена связь показателей аудиологического исследования со стажем работы у ИТС, а среди ЛПС – у летчиков. Наличие симметричного снижения слуха подтверждает, что повреждение связано с воздействием шума.

По результатам статистической обработки результатов обследования были построены математические модели. Анализ полученных зависимостей позволил дать прогностическую оценку. Через 5,5 лет у ИТС и 7–10 лет у ЛПС воздействие авиационного шума вызывает постоянное повышение порогов слуха до верхней границы нормы. Развитие кохлеарной патологии у ИТС с вероятностью 0,1 наступит через 0,7 года, с вероятностью 0,5 – через 8,7 лет, с вероятностью 1,0 – через 23 года. У ЛПС развитие нейросенсорной тугоухости с вероятностью 0,1 можно ожидать через 4,3 года, с вероятностью 0,5 – через 10,6 лет, с вероятностью 1,0 – через 22 года.

Таким образом, изменения слуха у АС имеют прямую математическую связь с воздействием авиационного шума, что позволяет использовать дозо-зависимые эффекты для построения математических моделей и прогнозирования клинических проявлений НСТ.

**Оценка профессиональных рисков у АС.** В настоящее время важное место в медицине труда уделяют разработке методологии количественной оценки риска воздействия производственных факторов на здоровье человека. Одним из косвенных критериев меры риска является гигиеническая оценка условий труда, которая позволяет априорно оценить степень профессионального риска. По результатам исследования акустической обстановки на рабочих местах АС установлены классы условий труда согласно (Руководство Р 2.2.2006–05). Условия труда ИТС по эквивалентному уровню звука соответствуют вредному четвертой степени (3.4) классу в АА и опасному (4) во всех остальных видах авиации; по ИЗ при обслуживании ВС дальней авиации КУТ соответствует вредному классу 3.1, ВГА и АА – вредному классу 3.2 и ИБА – вредному классу 3.3. Условия труда ЛПС по шуму соответствуют вредному классу 3.3 во всех видах военной авиации, по ИЗ – классу 2 (допустимый).

В соответствии с принятыми критериями ООН для оценки профессионального риска на рабочих местах АС, где условия труда на основании санитарно-гигиенических исследований соответствуют вредными и опасными, по степени весомости доказательств профессиональный риск нужно относить к категории подозреваемый профессиональный риск.

По результатам проведенных исследований выполнен расчет величин абсолютного RF+ и относительного риска RR, этиологической доли EF, доверительных интервалов 95 % CI, определена категория связи  $K_C$  и установлена оценка степени связи для АС, как за все виды, так и по каждому виду авиации. В таблице 5 представлены показатели, позволяющие дать

количественную оценку степени связи заболеваний ИТС с их профессиональной деятельностью.

Таблица 5 - Оценка степени связи заболеваний ИТС за все виды авиации

Класс болезней	RR	EF	RF <sup>+</sup> %	K <sub>C</sub>	Оценка степени связи
Болезни нервной системы	2,9	65 %	42	3	Высокая
Болезни глаз	1,7	41 %	15	4	Средняя
Болезни уха	1,5	33 %	17	4	Средняя
Болезни органов кровообращения	<b>4,5</b>	78 %	64	2	<b>Очень высокая</b>
Болезни органов дыхания	1,3	23 %	388	5	Малая
Болезни органов пищеварения	1,5	33 %	44	4	Средняя
Болезни кожи	2,7	63 %	38	3	Высокая
Группа 4 класса VIII (НСТ)	<b>7,1</b>	86%	10	1	<b>Почти полная</b>
Группа 3 Класса IX (повыш. АД)	2,8	64%	40	3	Высокая

Примечание: здесь и в табл. 6 – жирным шрифтом выделены значения при достоверности различий 95 %CI RR,  $P_{RR}<0,05$  и  $K_C>3$ .

Среди всех заболеваний ИТС болезни органов дыхания имеют «малую» связь ( $EF=23\%$ ) с работой, значения достоверны ( $P_{RR}<0,05$ ), болезни глаз, уха и органов пищеварения – «среднюю» ( $EF=33 - 41\%$ ), значения не достоверны ( $P_{RR}>0,05$ ), болезни нервной системы и кожи – «высокую» ( $EF=65\%$ ), значения достоверны ( $P_{RR}<0,05$ ), болезни органов кровообращения – «очень высокую» ( $EF=78\%$ ), а болезни, характеризующиеся повышенным АД – «высокую» ( $EF=65\%$ ), значения достоверны ( $P_{RR}<0,05$ ) (см. табл. 5).

Полученные статистические показатели позволяют утверждать, что перечисленные болезни (кроме болезней органов дыхания) являются профессионально обусловленными ( $K_C=2-4$ ). Самую высокую, «почти полную» ( $EF=86\%$ ), степень связи с условиями работы ИТС имели болезни группы 4 класса VIII, представленные одной нозологической формой – нейросенсорной тугоухостью ( $K_C=1$ ), значения достоверны ( $P_{RR}<0,05$ ).

По всем классам болезней выявлен высокий абсолютный риск, характеризующий социальную значимость неблагоприятных условий труда.

При оценке степени связи заболеваний ИТС по видам авиации установлено, что у ИТС ИБА заболевания глаз уха и органов дыхания имеют «малую» связь ( $EF<23\%$ ); заболевания органов пищеварения – «среднюю» ( $EF=41\%$ ); болезни нервной системы – «высокую» ( $EF=64$

«Почти полная» связь имеется с НСТ (EF=83 %). У ИТС ДА «почти полную» связь имеют болезни сердечно-сосудистой системы и нейросенсорная тугоухость (EF=82 и 89 % соответственно); «очень высокую» связь – болезни нервной системы и с повышенным АД (EF=68 и 73 % соответственно); «высокую» связь – болезни глаз, уха и кожи (EF=52 – 58 %); «среднюю» связь с заболеваниями желудочно-кишечного тракта (EF=41 %) и «малую» связь с болезнями органов дыхания (EF=23 %). В ВТА у ИТС «очень» высокая связь с НСТ (EF=77 %); «высокую» связь имеют болезни нервной системы (EF=62 %); «среднюю» – болезни глаз и кожи (EF=44 и 41% соответственно); «малую» – болезни органов кровообращения (EF=23 %). Все остальные классы болезней имеют нулевую связь (EF=0). Значения показателя относительного риска (RR) были не достоверны ( $P_{RR}>0,05$ ).

Таким образом, полученные результаты показывают, что согласно критериям у ИТС всех видов авиации к профессиональной патологии относится НСТ ( $K_C=1$ ), а все остальные классы болезней, кроме болезней органов дыхания – к профессионально обусловленными ( $K_C=4-2$ ). Болезни органов дыхания ( $K_C=5$ ) являются для всех ИТС общими заболеваниями. В тоже время к профессиональной патологии можно отнести болезни органов кровообращения ( $K_C=1$ ) у ИТС ДА и считать общей патологией болезни глаз, уха у ИТС ИБА и болезни уха, органов кровообращения и пищеварения у ИТС ВТА ( $K_C=5$ ).

В таблице 6 представлены показатели, позволяющие дать количественную оценку степени связи заболеваний ЛПС.

Таблица 6 - Оценка степени связи заболеваний ЛПС за все виды авиации

Класс болезней	RR	EF	RF <sup>+</sup> %	K <sub>C</sub>	Оценка степени связи
Болезни эндокринной системы	2,0	50%	147	4	Средняя
Болезни нервной системы	1,3	23%	26	5	Малая
Болезни глаз	<b>6,0</b>	83%	130	1	<b>Почти полная</b>
Болезни уха	<b>12,0</b>	92%	34	1	<b>Почти полная</b>
Болезни органов кровообращения	3,0	67%	205	3	Высокая
Болезни, характеризующиеся повышенным АД	2,8	64%	164	3	Высокая
Болезни органов пищеварения	1,1	9%	149	5	Малая
Болезни опорно-двигательного аппарата	<b>6,6</b>	85%	316	1	<b>Почти полная</b>

При оценке показателей, установлено, что среди всех заболеваний ЛПС болезни нервной системы и органов пищеварения не имеют связи с работой, болезни эндокринной системы имеют «среднюю» связь (EF=50 %), болезни органов кровообращения – «высокую» связь (EF=67 %). Самую высокую степень связи с условиями работы ЛПС – «почти полная» имели болезни уха (EF=92 %), заболевания опорно-двигательного аппарата и органа зрения (EF=85 и 83 % соответственно).

Согласно критериям болезни нервной системы (КС=5) и органов пищеварения являются общими заболеваниями. Болезни эндокринной системы (КС=4), органов кровообращения (КС=3) у ЛПС относятся к профессионально обусловленным заболеваниям, а болезни органа слуха, зрения и опорно-двигательного аппарата (КС=1) – к профессиональным заболеваниям. У всех АС (ИТС и ЛПС) по всем классам болезней выявлен высокий абсолютный риск.

Оценка показателей, дающих количественную оценку степени связи заболеваний ЛС (летчики и штурманы) по видам авиации свидетельствует о том, что заболевания органа зрения у ЛС военно-транспортной и дальней авиации, заболевания органа слуха (НСТ) у ЛС истребительной, армейской и дальней авиации, заболевания опорно-двигательного аппарата у ЛС всех видов авиации относятся к профессиональным заболеваниям ( $K_C=1$ ). У ЛС истребительной и армейской авиации болезни органа зрения, у ЛС военно-транспортной авиации болезни уха, заболевания нервной системы у ЛС армейской авиации, а также болезни эндокринной и сердечно-сосудистой системы у ЛС всех видов авиации ( $K_C=2 - 4$ ) следует отнести к профессионально обусловленной патологии. Болезни нервной системы (кроме ЛС АА), и желудочно-кишечного тракта являются общими заболеваниями.

Таким образом, по итогам анализа показателей, дающих количественную оценку степени связи заболеваний ЛПС с их профессиональной деятельностью, установлено, что у всех АС, подвергающихся воздействию авиационного шума, независимо от специальности, болезни уха (НСТ), опорно-двигательного аппарата и заболевания органа зрения относятся к профессиональной патологии.

Шум вызывает патологические изменения не только в органе слуха, но и в сердечно-сосудистой, центральной нервной системах, органах дыхания, кожи и др. По показателям, дающим количественную оценку степени связи заболеваний АС с их профессиональной деятельностью можно оценить риск развития неспецифической патологии по числу профессионально обусловленных заболеваний.

В группе ИТС значения относительного и абсолютного риска показывают, что авиационный шум усиливает риск развития заболеваний нервной, сердечно-сосудистой системы и кожи. Так, риск возникновения заболеваний нервной системы у ИТС выше, чем в контрольной группе в 2,9 раза, а абсолютный риск составляет 42 дополнительных случаев

заболеваний на 1000 человек в год. По сравнению с контрольной группой риск развития заболеваний сердечно-сосудистой системы у ИТС выше в 4,5 раза, а болезнью кожи – в 2,7 раза, абсолютный риск составляет соответственно 64 и 38 дополнительных случаев заболеваний на 1000 человек в год.

В группе ЛПС значения относительного и абсолютного риска показывают, что авиационный шум усиливает риск развития болезней эндокринной и сердечно-сосудистой системы. Риск развития патологии этих классов соответственно в 2 и 3 раза выше, чем в КГ, а абсолютный риск составляет 147 и 205 дополнительных случаев заболеваний на 1000 человек в год, что соответствует опасному уровню воздействия факторов военного труда.

Полученные данные свидетельствуют о высоком риске развития профессионально обусловленной патологии.

Одним из показателей оценки профессиональной заболеваемости служит индекс профзаболеваемости, являющийся обратной величиной произведения показателей категории риска (Кр) и категории тяжести (Кт). Категория риска определяется по шкале в зависимости от выявленных случаев профессиональных заболеваний. При расчете относительного риска и этиологической доли нами установлено, что НСТ является профессиональным заболеванием. НСТ выявлена у 47% ИТС и у 42,5% ЛПС. Вероятность выявленных случаев составляет более 10%, следовательно Кр будет соответствовать 1. Категория тяжести определяется на основе медицинского прогноза нетрудоспособности. При изучении медицинской документации установлено, что больным с тугоухостью соответствует медицинский прогноз в виде умеренной временной нетрудоспособности сроком менее 3 недель. Категория тяжести будет соответствовать 5. Индекс профессиональных заболеваний для АС будет равен 0,25.

Оценивая риск в зависимости от класса условий труда и показателей профессиональной заболеваемости установлена категория риска АС. У ЛПС КУТ соответствует вредному классу 3.3, индекс профзаболеваний составляет 0,25, риск относится к категории «высокий» (непереносимый) риск, что требует неотложных мер по снижению риска. У ИТС КУТ соответствует от 3.4 (вредного четвертой степени) до 4 класса (опасный), но индекс профзаболеваний составляет 0,25, риск находится между категориями «очень высокий» (непереносимый) и «сверхвысокий» риск, что требует проведения работ только по специальным регламентам.

Согласно критериям ООН мерой доказанности риска является категория доказанности риска. В нашем случае на основе результатов гигиенической оценки условий труда по критериям руководства Р 2.2.2006–05, материалов периодических медицинских осмотров, и эпидемиологических данных категория доказанности риска 1А, т.е. доказанный профессиональный риск.

Анализ структуры заболеваемости АС позволяет утверждать, что вредные факторы труда, особенно такие, как высокое нервно-психическое напряжение, гравитационные перегрузки, авиационный шум, оказывают непосредственное влияние на формирование профессиональной патологии.

Полученные результаты позволяют прогнозировать с высокой вероятностью, что работа АС во вредных и опасных условиях труда будет сопровождаться увеличением уровня общей заболеваемости и риском развития профессиональной и профессионально обусловленной патологии. Установлено, что риск у АС в зависимости от специальности, относится к категориям «высокий» - «сверхвысокий», что требует неотложных мер по его снижению.

**Структура управления рисками.** После оценки риска, его категорирования и доказанности определены мероприятия по управлению рисками – выбор и реализация мер профилактики. Необходимые меры профилактики и социальной защиты в условиях труда по принятым критериям включают в себя организационно-технические мероприятия, использование средств защиты, лечебно-профилактические меры, периодические медицинские осмотры, а также такие формы защиты временем, как режим труда и отдыха, сокращенный рабочий день, дополнительный отпуск и досрочное пенсионное обеспечение. Срочность и объем мер профилактики зависят от степени профессионального риска.

Этапы анализа риска представлены ниже на схеме 1.

Технические меры являются предпочтительными, т.к. конструктивные особенности источника шума способствуют снижению интенсивности шума. К основным мерам, позволяющим создавать малозумные узлы, механизмы и агрегаты, следует отнести изыскание оптимальных конструктивных форм деталей и компоновочной схемы ВС для их безударного взаимодействия или плавного обтекания газовоздушными потоками, разработка звукопоглощающих конструкций и др.

Одним из направлений борьбы с шумом является применение устройств и сооружений, позволяющих снизить уровень шума (средства коллективной защиты). Использование таких помещений дает возможность осуществить защиту от шума, и создать оптимальные микроклиматические условия. Нами для прогнозирования эффективности коллективных средств защиты использовался показатель потенциальной ненадежности действий оператора. Исследовали три варианта исполнения средства коллективной защиты (СКЗ-1, СКЗ-2, СКЗ-3), которые отличались друг от друга конструкцией наружной стенки. Наиболее низкая величина потенциальной ненадежности рассчитана для акустических условий помещений СКЗ-3, на основе которых НТЦ "Качество" (г. Москва) разработаны защитные аэродромные модули по типу контейнеров (сборно-разборные сооружения), обеспечивающих комфортные акустические и социально-бытовые условия для ИТС в периодах между вылетами ВС.

## Управление профессиональным риском нарушения здоровья авиационных специалистов, обусловленным авиационным шумом

### Сбор и анализ гигиенических и медикостатистических показателей для оценки уровня профессионального риска

- Изучение условий труда
- Идентификация факторов рабочей среды и трудового процесса
- Проведение измерений параметров шума (уровень звука) и инфразвука (общий уровень звукового давления) на рабочих местах в течение рабочей смены
- Оценка условий труда и установление класса условий труда (*категория риска – подозреваемый профессиональный риск*)
- Анализ заболеваемости по данным литературы

### Расчет профессионального риска

- Анализ заболеваемости по данным медицинской документации и медицинских осмотров (*категория риска – предполагаемый профессиональный риск*)
- Расчет статистических показателей количественной оценки риска и степени связи нарушений здоровья с работой
- Установление количественных зависимостей «экспозиция - ответ» и определение вероятности (*категория риска - доказанный профессиональный риск*)

### Система организации контроля и профилактических мероприятий

- Выбор и реализация мер профилактики:
  - административно-правовые;
  - организационно-технические;
  - экономические;
  - лечебно-профилактические
- Специальная оценка условий труда
  - очередная (раз в пять лет),
  - внеочередная (при появлении новых типов ВС, технологического оборудования)
- Мониторинг акустической обстановки на рабочих местах АС
- Контроль наличия средств защиты и правильность их применения
- Проведение предварительного и периодически медосмотров (с обязательным использованием тональной аудиометрии)
- Стационарное медицинское обследование при выявлении «шумовой патологии»
- Своевременное начало лечения при наличии профессиональной патологии и контроль его эффективности

Схема 1. Управление рисками

На федеральном уровне большое внимание уделяется одному из наиболее эффективных способов снижения шумовой экспозиции – защите временем. Режим труда и отдыха АС, обслуживающих ВС и осуществляющих подготовку их к вылету определяется на основании приказа МО РФ № 350 от 30.09.2002 г., в котором определен порядок предоставления военнослужащим отдельных видов отпусков и учета служебного времени и времени отдыха. Для АС, обслуживающих авиационную технику, предусмотрен отдых в специальных помещениях, удаленных от мест опробования двигателей. Перерывы могут быть разной длительности в зависимости от числа вылетов ВС в течение рабочей смены. Защита временем в ВС РФ активно используются для снижения рисков развития профессиональной и профессионально обусловленной патологии, но требует корректировки в зависимости от условий труда в каждой конкретной воинской части и подлежит контролю за ее соблюдением медицинским персоналом воинской части.

Одним из основных блоков управления рисками является комплекс лечебно-профилактических мероприятий. Он включает в себя проведение предварительных и периодических медицинских осмотров, диспансеризацию, лечение, вопросы экспертизы и использование средств защиты. Основные направления, в рамках которых должны проводиться профилактические мероприятия это профессиональный отбор и периодические медосмотры, которые должны соответствовать требованиям приказа Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 12.04.2011 № 302н. Однако, они предусмотрены только для лиц гражданского персонала МО РФ, а в отношении военнослужащих, подвергающихся воздействию высокоинтенсивного шума и ИЗ, эти мероприятия не разработаны.

С целью приведения данного документа к требованиям правовых актов в сфере защиты от шума нами внесены предложения по изменениям и дополнениям, по профотбору АС, отбираемых для прохождения военной службы в ВВС ВКС. Уточнены и расширены: объем обязательных исследований, противопоказания к приему на работу (службу), сопровождающуюся воздействием высокоинтенсивного шума и ИЗ. Нами рекомендовано ввести исследование адаптационных свойств слухового анализатора для всех лиц, работа которых будет связана с шумом высокого уровня. Это позволит на ранних этапах обучения принять экспертное решение о целесообразности обучения и/или необходимости проведения профилактических мероприятий по сохранению военно-профессиональной пригодности.

В проведенном нами исследовании показано, что эквивалентный уровень шума превышает предельно допустимую норму на 35–38 дБА у ИТС и 16–24 дБА у ЛПС и составляет 96–118 дБА, что уменьшает сроки развития кохлеарной патологии. Первые клинические признаки нарушения слуха по данным тональной пороговой аудиометрии появляются через два

года экспозиции шума и ИЗ. Вероятность развития НСТ при сочетанном действии шума и ИЗ выше, чем при изолированном действии широкополосного шума, при стаже работы свыше 15 лет. При стаже работы 5–10 лет она практически соответствует оценкам стандарта ISO 1999:1990. То есть, полученные нами данные не только соответствуют прогнозированию развития НСТ по данным международной организации стандартизации, но и опережают вероятные сроки её развития, за счет более интенсивной шумовой нагрузки на АС ВВС.

Исходя из вышеизложенного анализа, нами определен порядок проведения углубленного медицинского обследования АС ВВС в зависимости от стажа работы в условиях шума, т.е. максимально приближен к требованиям приказа Минздравсоцразвития № 302н и рекомендованы изменения в приказ МО РФ № 800 от 2011 г.

Диспансерному динамическому наблюдению подлежат военнослужащие, имеющие хронические заболевания, перенесшие некоторые острые заболевания (инфекционные), травмы, операции, подвергающиеся воздействию профессиональных вредных факторов военного труда. Лица, подвергающиеся воздействию высокоинтенсивного шума и ИЗ в эту категорию не входят, так как шум в МО РФ не отнесен к вредному фактору.

В Приложении 1 приказа МО РФ № 800 от 2011 г. «Об утверждении Руководства по диспансеризации военнослужащих в Вооруженных силах РФ» в отношении хронической НСТ указаны мероприятия при наличии диагноза НСТ. На основании проведенных нами исследований предлагается дополнить раздел «Сроки наблюдения и объем исследований» в соответствии с рекомендациями МЗ РФ, учитывая стаж и стадию заболевания.

Необходимо отметить также отсутствие в настоящее время рекомендаций по медикаментозной профилактике и коррекции неблагоприятных последствий воздействия акустических колебаний при военно-профессиональной деятельности. Предложенный нами комплекс лечебно-профилактических мероприятий позволит своевременно выявить и в какой-то степени предотвратить развитие профессиональной патологии у АС, а также позволит своевременно провести комплекс лечебно-профилактических мероприятий при выявлении патологии, этиологически связанной с воздействием шума. Это будет способствовать сохранению здоровья АС и позволит отсрочить развитие шумовой патологии.

Особое внимание уделено экспертному вопросу к лицам, имеющим снижение слуха. На сегодняшний день в нашей стране действуют три классификации тугоухости: международная, для лиц «шумовых» профессий и медико-социальная экспертиза (МСЭ) (Письмо Минздрава России от 06.11.2012 N 14-1/10/2-3508), а в ВС РФ классификация тугоухости вообще, и для ПНСТ в частности, не предусмотрена. В немногочисленных методических пособиях и рекомендациях, предназначенных в основном для врачей врачебно-летных комиссий для оценки степени потери слуха при тугоухости изложены требования ГОСТ 12.4.062-78.

В постановление Правительства РФ от 4 июля 2013 г. № 565 и приказе Министерства обороны РФ от 9 октября 1999 г. № 455, регламентирующих вопросы экспертизы, степень годности к военной службе и годность к летной работе оцениваются восприятием шепотной речи в метрах от ушной раковины без учета аудиологического и др. методов исследования слуха и классификации тугоухости. Предложенные нами изменения и дополнения в статьи «Расписания болезней» по экспертной оценке имеющейся тугоухости согласно имеющейся ее гармонизированной классификации помогут избежать путаницы в постановке диагноза и принятие правильного клинико-экспертного решения.

Одной из задач медицинского обследования военнослужащих, подвергающихся воздействию вредных и опасных факторов, является своевременная диагностика заболеваний и проведения освидетельствования для определения причинной связи полученных ими увечий, заболеваний. Это регламентируется также «Положением о военно-врачебной экспертизе». В нем предусмотрено установление причинной связи полученного заболевания с исполнением служебных обязанностей рядом вредных и опасных факторов и веществ. Высокоинтенсивный шум и ИЗ как наиболее широко распространенные профессиональные факторы в этот перечень не входят. В связи с этим считаем целесообразным внести соответствующие изменения в документы ВС РФ по ВЛЭ и ВВЭ по оценке экспертного решения в отношении тугоухости.

Правильная организация комплекса лечебно-профилактических мероприятий, включающих предварительные и периодические медицинские осмотры, обследование и лечение в специализированных медицинских учреждениях, и внедрение методических рекомендации по экспертной оценке позволит существенно снизить риск развития шумовой и инфразвуковой патологии и продлить профессиональное долголетие.

На сегодняшний день общепринятой точкой зрения является, что наиболее эффективным способом борьбы с шумом являются СИЗ, которые значительно снижают риск развития профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний. Выбор СИЗ от шума следует производить применительно к характеру спектра и к уровню шума на рабочих местах.

При уровне авиационного шума до 100 дБА следует использовать один из типов противошумов: втулки, вкладыши, тампоны или наушники, акустическая эффективность которых, как правило, не превышает 20 дБ. Они обеспечивают ослабление шума, передающегося в орган слуха воздушным путем. С позиции защиты органа слуха и эргономических свойств рекомендуем предпочтение отдавать противошумным наушникам.

По результатам наших исследований при уровнях шума до 110 дБА наиболее широко используют наушники, что связано с их достаточной эффективностью и хорошими эксплуатационными эргономическими свойствами. Для усиления их акустической

эффективности, особенно при смещении акустического спектра в область низких частот используются вкладыши.

При уровнях шума свыше 110 дБА необходима защита не только воздушного пути передачи звука в орган слуха, но костного пути. Поэтому здесь целесообразно использовать противошумный шлем (ПШШ), который обеспечивает защиту органа слуха и головы, что обеспечивает защиту обоих путей передачи звука в улитку органа слуха.

При уровнях шума свыше 125 дБА необходима защита не только органа слуха и головы, но и грудной клетки, и брюшной полости, чтобы обеспечить защиту последних от «воздушной вибрации». Для этого рекомендовано использовать комплекс специальных средства защиты, в который должны входить противошумные шлемы и противошумный жилет, обладающие акустической эффективностью в области низких частот и ИЗ. Это новый класс технических СИЗ, предназначенный для защиты человека от аурального и экстрааурального действия высокоинтенсивного шума и ИЗ.

На основе предложенных нами предельно допустимых УЗД, уровней звука и эквивалентных уровней звука в октавных полосах частот от 2 до 8000 Гц выполнены временные расчеты пребывания на рабочих местах ИТС при подготовке ВС к вылету. Установлено, что сокращение времени пребывания на рабочих местах ИТС при работающих авиационных двигателях даже до 6 мин не позволяет предельно допустимым УЗД и эквивалентным уровням звука достичь фактических величин указанных параметров ни в одном виде авиации. Поэтому для еще большего приближения к ПДУ необходимо применение СИЗ от шума.

Применение СИЗ позволит увеличить время пребывания в зоне интенсивных шумов. Применение наушников ИТС в ДА позволит увеличить рабочее время до 1,5 ч; в ИБА – до 1 ч; в АА – до 3 ч; в ВТА – до 2 ч. Использование комбинации наушников и вкладышей ИТС в ДА снимет ограничение рабочего времени; в ИБА позволит увеличить рабочее время до 2–8 ч; в АА – до 2–8 ч; в ВТА – до 4–8 ч.

При сравнении УЗД и общего УЗД ИЗ, измеренных на рабочих местах ИТС при обслуживании ВС разных видов авиации с работающими двигателями, с ПДУ для УЗД и эквивалентного уровня звука с учетом поправок на время установлено, что сокращение времени пребывания на рабочих местах ИТС позволяет только частично достичь ПДУ для ИЗ. Ситуация усугубляется еще и тем, что СИЗ от ИЗ нет. Поэтому защита от ИЗ должна сочетать ауральные и экстраауральные СИЗ (Зинкин В.Н. и др., 2011; 2013).

Для обоснования выбора типа СИЗ от шума необходимо применение принципа «интенсивность шума–класс противошума». Руководствуясь этим принципом нами проведена сравнительная оценка фактических УЗД в низко-, средне- и высокочастотном диапазонах и уровней шума на рабочих местах АС ВВС с эффективностью промышленных образцов СИЗ от

шума. Это позволило определить класс СИЗ от шума и направления совершенствования средств и методов защиты от шума для каждого вида авиации.

Сравнительная характеристика акустической эффективности разных типов промышленных образцов СИЗ не способна обеспечить в полном объеме безопасность ИТС ВВС. Наименьшей акустической эффективностью СИЗ обладают в области низких частот.

Существующие методы оценки акустической эффективности СИЗ позволяют оценить их эффективность в диапазоне частот 63–8000 Гц. Для повышения надежности предлагается в качестве обязательного этапа проводить испытания СИЗ от шума в натуральных условиях.

В связи с отсутствием стандартных методов оценки акустической эффективности экстраауральных СИЗ от шума одной из задач данной работы явилась разработка метода субъективной оценки поглощения шума экстраауральными средствами защиты (противошумный шлем). Нами разработан и предложен для практического использования метод субъективной оценки звукопоглощающих свойств материалов, применяемых для изготовления СИЗ, заключающийся в исследовании костной проводимости при тональной аудиометрии. Метод измерения поглощения звука был апробирован на мягком шлеме, который был разработан в интересах АС ВВС.

Измерение поглощения звука мягкого шлема, расположенного на манекене головы, с помощью размещения микрофона в подшлемном пространстве показало, что величина звукопоглощения на частоте 250 Гц составила 4 дБ и соответствовала величине поглощения звука, измеренного костным телефоном-вибратором фиксированного с помощью оголовья, 6 дБ. На частоте 500 Гц величина поглощения звука, измеренная с помощью микрофона, равнялась 5 дБ и была ниже значений полученных с помощью костного телефона на 7–14 дБ независимо от способа фиксации костного телефона. На частотах 1000 и 2000 Гц величина звукопоглощения при измерении микрофоном составила соответственно 9 и 20 дБ и практически совпадало со значениями, полученными костным телефоном при стандартной фиксации, но была ниже чем при фиксации телефона рукой. На частотах 4000 и 8000 Гц величина звукопоглощения при измерении микрофоном была наибольшей и составила соответственно 29 и 39 дБ. Она практически совпадало со значениями, полученными КТВ при фиксации его рукой, и была выше на 4–9 дБ чем при стандартной фиксации телефона.

Таким образом, можно сделать заключение, что методика исследования костной проводимости, которая широко используется при проведении тональной аудиометрии, позволяет оценивать акустическую эффективность противошумного шлема и материалов, которые могут использоваться для создания новых образцов СИЗ от шума.

## ВЫВОДЫ

1. Установлено, что авиационный шум это собирательное понятие, так как, он формируется за счет одновременной работы нескольких разнородных шумообразующих механизмов (авиационный двигатель, вспомогательное оборудование, внутренние источники шума в кабине и салоне воздушного судна и др.). Особенности авиационного шума являются его высокоинтенсивность, широкополосность, в спектре которого преобладают высокие частоты, и высокоинтенсивная широкополосная инфразвуковая составляющая.

2. Наиболее неблагоприятной акустической нагрузке среди всех авиационных специалистов подвергается инженерно-технический состав, уровень шума на их рабочих местах составляет 97 – 118 дБА в звуковом и 91 – 111 дБ Лин в инфразвуковом диапазонах. Наиболее интенсивный шум выявлен в истребительно-бомбардировочной авиации. На рабочих местах летно-подъемного состава воздействует шум интенсивностью 96 – 104 дБА в звуковом и 96 – 100 дБ Лин в инфразвуковом диапазонах, с наиболее высокими значениями в истребительно-бомбардировочной авиации.

3. Среди комплекса вредных производственных факторов на рабочих местах авиационных специалистов шум по степени превышения нормативных величин занимает ведущее место. Впервые установлено, что условия труда инженерно-технического состава по шуму являются вредными четвертой степени (класс 3.4) в армейской авиации и опасными (класс 4) в других видах авиации, а летно-подъемного состава – вредными третьей степени (класс 3.3); по инфразвуку: у инженерно-технического состава вредными первой – третьей степени (класс 3.1 – 3.3), у летно-подъемного состава – допустимыми (класс 2).

4. Анализ общей заболеваемости с временной утратой трудоспособности по основным классам болезней показал, что у инженерно-технического состава по сравнению с контрольной группой повышена общая заболеваемость с временной утратой трудоспособности. Число случаев трудопотерь достоверно составило  $746,2 \pm 33,1$ , а число дней трудопотерь –  $6953,3 \pm 535,8$ , что соответствует уровню заболеваемости «ниже среднего». Уровень заболеваемости был выше в классах болезней нервной системы, глаз, органов кровообращения, пищеварения. Наиболее высокие показатели заболеваемости были в группе инженерно-технического состава дальней авиации.

5. Анализ патологической пораженности летно-подъемного состава по сравнению с аналогичными показателями в контрольной группе по основным классам болезней показал, что у всех категорий (летчики, штурмана и другие члены летных экипажей), практически в равной степени, повышено количество военнослужащих с заболеваниями органа слуха, опорно-двигательного аппарата, органа зрения, сердечно-сосудистой системы. Особенности летной

деятельности в зависимости от вида авиации оказывают влияние на структуру патологической пораженности летного состава. Наиболее высокие показатели патологической пораженности по большинству классов болезней были у летного состава армейской авиации.

6. Выявленный характер физиологических и патологических изменений состояния слухового анализатора по результатам клинического обследования, показал, что формирование нейросенсорной тугоухости у авиационных специалистов начинается при стаже работы от 2 лет. Диагноз нейросенсорная тугоухость различной степени установлен у 47% военнослужащих инженерно-технического состава и у 27,8% военнослужащих летно-подъемного состава.

7. Выявлены специфические особенности клинического течения тугоухости: начальные признаки изменений на аудиограмме появляются при стаже от 2-х лет; аудиограмма пологая, сглажена, с равномерным повышением порогов восприятия звуков по всему диапазону исследуемых частот, в большей степени на частотах 4000–8000 Гц; вероятность развития тугоухости выше, особенно при стаже свыше 15 лет; наличие экстраауральных эффектов, развитие которых может предшествовать развитию тугоухости.

Тугоухость у авиационных специалистов следует рассматривать как научно обоснованную новую форму нейросенсорной тугоухости, генез которой обусловлен сочетанным действием высокоинтенсивного шума и инфразвука.

8. Оценка профессионального риска развития нейросенсорной тугоухости впервые позволила доказать, что у инженерно-технического состава к профессиональным заболеваниям относится нейросенсорная тугоухость (КС=1), а к профессионально обусловленным – заболевания нервной системы, органов кровообращения, глаз, уха, желудочно-кишечного тракта, кожи и подкожной клетчатки (КС=4–2); у летно-подъемного состава к профессиональным заболеваниям относится нейросенсорная тугоухость, заболевания опорно-двигательного аппарата и органа зрения (КС=1), а к профессионально обусловленным – заболевания органов кровообращения и эндокринной системы (КС=3–4).

. По весомости доказательств профессиональные риски авиационных специалистов ВВС относятся к категории «доказанный профессиональный риск».

9. Построенные математические модели позволяют использовать их для прогнозирования времени развития нейросенсорной тугоухости у авиационных специалистов. С вероятностью 0,1 патологические изменения со стороны слухового анализатора можно ожидать уже через 0,7 года у инженерно-технического состава и 4,3 года у летно-подъемного состава, а к 25 годам стажа все авиационные специалисты будут иметь нейросенсорную тугоухость.

10. Обоснована необходимость использования средств индивидуальной защиты от авиационного шума в зависимости от вида авиации. На основании методики исследования

костной проводимости, используемой при проведении тональной аудиометрии для оценки костно-воздушной проводимости звука, разработан субъективный метод измерения поглощения звука, позволяющий оценить акустическую эффективность экстраауральных средств индивидуальной защиты от высокоинтенсивного шума и инфразвука.

11. Определены мероприятия по управлению профессиональным риском шумовой патологии. Научно обоснован и разработан комплекс лечебно-профилактических мероприятий, направленных на совершенствование предварительных и периодических медицинских осмотров, обследование и лечение в специализированных медицинских учреждениях и врачебной экспертизы военнослужащих, профессиональная деятельность которых связана с действием авиационного шума. Внедрение этого комплекса в ВВС позволит привести к снижению заболеваемости на 10 – 25% и повысит профессиональное долголетие военнослужащих на 5 – 7 лет.

12. Перспективными направлениями развития системы управления риском развития нейросенсорной тугоухости при действии авиационного шума являются: научные исследования по созданию СИЗ от шума нового поколения и внедрение в ВВС государственной системы оценки условий труда, основанной на учете рисков здоровью.

**Практические рекомендации.** Выполненное исследование предполагает проведение ряда мероприятий научного, организационного и практического характера:

- предоставление рекомендаций по изменениям и дополнениям в документы, регламентирующие деятельность медицинской службы Вооруженных сил РФ с целью приведения их в соответствие с федеральными нормативно правовыми актами в сфере защиты от шумового воздействия;

- разработка методических рекомендаций по оценке профессионального риска;

- в связи с принятием на снабжение в ВС РФ средств защиты от шума СИЗ-1 и СИЗ-2 в воинских частях необходимо усилить контроль за их правильным использованием и осуществить мониторинг за состоянием здоровья АС.

- использовать метод субъективной оценки шумопоглощающих свойств материалов, используемых для создания новых образцов СИЗ от шума.

Борьба с авиационным шумом должна входить в комплекс приоритетных задач при обеспечении безопасности полетов.

**Перспективы дальнейшей разработки.** Перспективным направлением является проведение научных исследований по созданию эффективных технических средств защиты от ИЗ, а также разработка и внедрение в практику табельных средств защиты (индивидуальных и

коллективных) от авиационного шума. Необходимо осуществлять разработку методических рекомендаций по использованию СИЗ для каждого типа ВС.

Не менее перспективным направлением является научное исследование механизмов формирования ауральной и экстраауральной патологии в результате сочетанного действия шума и инфразвука.

Необходимо более глубокое изучение факторов военного труда АС, создающих высокие профессиональные риски и осуществлять разработки по управлению рисками.

Учитывая динамику роста воздушного транспорта, необходимо проведение всестороннего мониторинга этой отрасли и разработку эффективных и своевременных мероприятий по профилактике неблагоприятного действия авиационного шума на население, окружающую среду и АС.

### **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Ушаков И.Б., Ромасюк С.И., Шешегов П.М., Солдатов С.К., Шишов А.А. Действие авиационного шума на орган слуха специалистов инженерно-технического состава Военно-Воздушных Сил // Военно-медицинский журнал. – 2006. – № 7. – С. 59 – 66.
2. Ушаков И.Б., Зинкин В.Н., Солдатов С.К., Шешегов П.М. Влияние высокоинтенсивного авиационного шума на показатели гемодинамики инженерно-технического состава Военно-Воздушных Сил // Военно-медицинский журнал. – 2007. – № 1. – С. 52 – 57.
3. Свидовый В.И., Ахметзянов И.М., Зинкин В.Н., Шешегов П.М., Миронов В.Г. Влияние сочетанного шума и инфразвука на слуховой и вестибулярный анализаторы // Вестник Санкт-Петербургской Государственной медицинской академии им. И.И.Мечникова Профилактическая и клиническая медицина. – 2006. – № 3. – С. 69 – 73.
4. Зинкин В.Н., Миронов В.Г., Сергеев О.Е., Ахметзянов И.М., Свидовый В.И., Солдатов С.К., Миронова Т.А., Шешегов П.М. Ведущие клинические критерии шумовой патологии // Российская оториноларингология. – 2007. – № 3 (28). – С. 51 – 56.
5. Зинкин В.Н., Солдатов С.К., Шешегов П.М. Особенности патологического действия авиационного шума на орган слуха инженерно-технических работников авиации // Вестник оториноларингологии. – 2007. – № 6. – С. 25 – 29.
6. Зинкин В.Н., Солдатов С.К., Миронов В.Г., Шешегов П.М., Шведов А.П., Миронова Т.А., Деллалов Н.Н. Заболеваемость авиационных специалистов, подвергающихся воздействию шума // Вестник Российской Военно-медицинской академии. – СПб., 2008. – № 2 (22), приложение. – С. 85 – 88.
7. Зинкин В.Н., Квасовка В.В., Солдатов С.К., Шишов А.А., Свидовый В.И., Шешегов П.М., Шведов А.П. Влияние высокоинтенсивного авиационного шума на заболеваемость инженерно-технического состава Военно-воздушных Сил // Военно-медицинский журнал. – 2008. – № 2. – С. 59 – 63.
8. Зинкин В.Н., Солдатов С.К., Шешегов П.М., Елефиренко С.В., Миронов В.Г. Действие авиационного шума на орган слуха специалистов Военно-воздушных Сил // Военно-медицинский журнал. – 2009. – № 3. – С. 54 – 58.
9. Солдатов С.К., Зинкин В.Н., Бухтияров И.В., Шешегов П.М., Миронов В.Г., Россельс А.В., Жаров Е.В. Критерии шумовой патологии у авиационных специалистов и

**их прогностическая значимость // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2010. – №2. – С. 18 – 22.**

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., Кукушкин Ю.А., Ахметзянов И.М., Шешегов П.М. Риски здоровью, обусловленные кумулятивным действием авиационного шума, и мероприятия по борьбе с ним // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. ВИНТИ – 2011. – №1. – С. 80-88.

12. Зинкин В.Н., Кукушкин Ю.А., Богомолов А.В., Солдатов С.К., Ахметзянов И.М., Шешегов П.М. Гигиенические аспекты авиационного шума // Вест. Межд. акад. проблем человека в авиации и космонавтике. – 2011. – №1. – С. 49 – 56.

13. Зинкин В.Н., Богомолов А.В., Ахметзянов И.М., Шешегов П.М. Экологические аспекты безопасности жизнедеятельности населения, подвергающегося действию авиационного шума // Теоретическая и прикладная экология. – 2011. – №3. – С. 97 – 101.

14. Зинкин В.Н., Кукушкин Ю.А., Богомолов А.В., Солдатов С.К., Шешегов П.М. Анализ эффективности средств защиты от шума во взаимосвязи с профессиональной надежностью специалистов «шумовых» профессий // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. – 2011. – №3. – С. 70 – 76.

15. Зинкин В.Н., Шешегов П.М. Проблемы экспертизы воздействия высокоинтенсивного шума на специалистов Военно-воздушных сил // Военно-медицинский журнал. – 2012. – №1. – С. 45 – 50.

16. Зинкин В.Н., Богомолов А.В., Ахметзянов И.М., Шешегов П.М. Авиационный шум: специфические особенности биологического действия и защиты // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2012. – Т.46, №2. – С. 9 – 16.

17. Шешегов П.М., Зинкин В.Н. Методические подходы по раннему выявлению и профилактике нейросенсорной тугоухости шумовой этиологии // Донозоология и здоровый образ жизни – 2012. – №1(10). – С.60 – 65.

18. Солдатов С.К., Зинкин В.Н., Кукушкин Ю.А., Харитонов В.В., Шешегов П.М. Эволюция средств и методов защиты от авиационного шума: состояние к началу XXI века // Вестник Международной академии проблем человека в авиации и космонавтике. 2013. № 2. С. 55 – 66.

19. Зинкин В.Н., Солдатов С.К., Шешегов П.М., Рыженков С.П. Медико-биологические эффекты авиационного шума // Вестник Международной академии проблем человека в авиации и космонавтике. 2013. – № 2. – С. 44 – 54.

20. Солдатов С.К., Зинкин В.Н., Шешегов П.М., Харитонов В.В. Состояние здоровья населения, подвергающегося воздействию авиационного шума // Научно-методический электронный журнал "Концепт". 2013. – Т. 4. – С. 1201 – 1205.

21. Солдатов С.К., Зинкин В.Н., Кукушкин Ю.А., Харитонов В.В., Шешегов П.М. Современные средства и методы защиты от авиационного шума // Проблемы безопасности полетов. 2013. – № 8. – С. 21 – 35.

22. Зинкин В.Н., Шешегов П.М. Методические аспекты врачебной экспертизы воздействия высокоинтенсивного шума на авиационных специалистов // Проблемы безопасности полетов. 2013. – № 9. – С. 30 – 37.

23. Зинкин В.Н., Ахметзянов И.М., Солдатов С.К., Шешегов П.М., Богомолов А.В., Драган С.П. Нейросенсорная тугоухость: оценка риска и профилактика // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2013. – Т.47, №4. – С. 62 – 63.

24. Васильева И.Н., Зинкин В.Н., Шишов А.А., Шешегов П.М. Возможности использования биологических индикаторов для мониторинга безопасности труда работников промышленных предприятий и населения территорий, к ним прилегающих // Безопасность труда в промышленности. – 2014. – №2. – С. 24 – 27.

25. 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* 2014г. – №3. – С. 12 – 14.
26. Зинкин В.Н., Рыженков С.П., Солдатов С.К., Шешегов П.М., Чистов С.Д., Симухин В.В., Есев А.А., Харитонов В.В., Поляков Н.М., Дроздов С.В. Гигиеническая обстановка на территориях, примыкающих к глиссаде аэродрома//*Здоровье населения и среда обитания*. – 2014. – №6 (255). – С.38 – 40.
27. Зинкин В.Н. Шешегов П.М. Современные проблемы шума в авиации / Проблемы безопасности полетов. – 2014. – №5. – С. 3 – 25.
28. Ахметзянов И.М., Зинкин В.Н., Орихан М.М., Шешегов П.М., Драган С.П., Харитонов В.В. Медицинские аспекты гигиенического нормирования инфразвука // *Гигиена труда*. – 2014. – №7. – С. 25 – 27. (Здоровье населения и среда обитания)
29. 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. – №4. – С. 5 – 16.
30. Зинкин В. Н., Шешегов П. М. Технология исследования звукопоглощающей способности материалов на основе тональной аудиометрии // *Медицинская техника*. – 2014. – №4. – С. 43 – 47.
31. Зинкин В.Н., Солдатов С.К., Шешегов П.М., Чуманов Ю.А., Харитонов В.В. Шум как фактор риска снижения работоспособности и профессиональной надежности авиационных специалистов // *Проблемы безопасности полетов*. – 2014. – № 8. – С. 3-28.
32. Зинкин В.Н., Шешегов П.М., Чуманов Ю.А., Чистов С.Д. Клинические аспекты авиационного шума // *Материалы Международной акустической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Е.Я. Юдина*. – Москва.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – С.172 – 182.
- 33.Зинкин В.Н., Шешегов П.М. Возможности тональной аудиометрии в определении звукопоглощающих свойств материалов // *Вестник оториноларингологии*. – 2014. – №6. – С. 34 - 38.
34. Шешегов П.М. Методические подходы к оценке эффективности экстраауральных средств защиты // *Защита от повышенного шума и вибрации / Сб. докладов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием*. – СПб., 2015. – С. 552 – 565.
- 35.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. – С. 3 – 12.
36. Шешегов П.М., Зинкин В.Н., Дворянчиков В.В., Миронов В.Г. Нейросенсорная тугоухость шумовой этиологии у военнослужащих: диагностика, лечение, профилактика // *Вестник Российской военно-медицинской академии*. – СПб. – 2015. – №2(50). – С. 60 – 66.
- 37.Зинкин В.Н., Шешегов П.М., Шишов А.А. Характеристика уровня жизни населения городских территорий, примыкающих в авиатранспортным предприятиям // *Урбанистика*. — 2015. - № 1. - С. 44–55. DOI: 10.7256/2310-8673.2015.1.14918. URL: [http://e-notabene.ru/urb/article\\_14918.html](http://e-notabene.ru/urb/article_14918.html).
38. Жданько И.М., Зинкин В.Н., Богомолов А.В., Шешегов П.М. Организация контроля и мониторинга инфразвука на различных видах транспорта // *Проблемы безопасности полетов*. – 2015. – № 7. – С. 43 – 49.
39. Шешегов П.М. Особенности защиты человека от шума и инфразвука высокой интенсивности // *Материалы IX международной научной конференции «Системный анализ в медицине» (САМ 2015) / под общ. ред. В.П.Колосова*. Благовещенск, 2015. – С.137 – 141.
40. Шешегов П.М. Условия труда авиационных специалистов и профессиональная заболеваемость // *Материалы IX международной научной конференции «Системный анализ в медицине» (САМ 2015) / под общ. ред. В.П.Колосова*. Благовещенск, 2015. – С.167 – 172.

41. Зинкин В.Н., Шешегов П.М., Чистов С.Д. Клинические аспекты профессиональной сенсоневральной тугоухости акустического генеза // Вестник оториноларингологии. – 2015. – №6. – С. 65 – 70.

42. Шешегов П.М. Профессиональные риски у авиационных специалистов Военно-воздушных сил//Проблемы безопасности полетов. – 2016. – №2. – С. 3 – 25.

43. Зинкин В.Н., Шешегов П.М. Актуальные вопросы медицинского обеспечения инженерно-технического состава авиатранспортных предприятий// Вестник МНАПЧАК. – 2014. – № 2 (46). – С.19 – 32.

44. Шешегов П.М. Клинические аспекты авиационного шума//Материалы X международной научной конференции «Системный анализ в медицине» (САМ 2016) / под общ. ред. В.П.Колосова. Благовещенск, 2016. – С.141 – 144.

45. Шешегов П.М., Чистов С.Д. Особенности нейросенсорной тугоухости авиационного шума//Материалы X международной научной конференции «Системный анализ в медицине» (САМ 2016) / под общ. ред. В.П.Колосова. Благовещенск, 2016. – С.144 – 148.

46. Зинкин В.Н., Шешегов П.М. Анализ профессионально обусловленной заболеваемости летного состава государственной авиации и рекомендации по профилактике нарушений опорно-двигательного аппарата//Политика и общество. 2016. № 5. С. 688-696.

47. Zhdanko I.M., Zinkin V.N., Soldatov S.K., Bogomolov A.V., Sheshegov P.M. Fundamental and applied aspects of preventing the adverse effects of aviation noise//Human Physiology. 2016. T. 42. № 7. С. 705 – 714.

48. 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.

Примечание: жирным шрифтом выделены статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах и изданиях, рекомендуемых ВАК.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- АА - армейская авиация
- АС - авиационные специалисты
- ВС – воздушное судно
- ВТА - военно-транспортная авиация
- ДА - дальняя авиация
- ИБА - истребительно-бомбардировочная авиация
- ИЗ – инфразвук
- ИТС - инженерно-технический состав
- КГ - контрольная группа
- КТВ - костный телефон вибратор
- КУТ - класс условий труда
- ЛПС - летно-подъёмный состав
- ЛС - летный состав
- НСТ - нейросенсорная тугоухость
- ПДУ - предельно допустимый уровень
- ПСНТ – профессиональная нейросенсорная тугоухость
- СИЗ - средства индивидуальной защиты
- СПС - средние пороги слуха
- УЗД - уровень звукового давления