

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ КАЗЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ВОЙСКОВАЯ ЧАСТЬ 15650»
МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

Диссертация

на соискание ученой степени доктора медицинских наук

НАУЧНЫЙ КОНСУЛЬТАНТ:

доктор медицинских наук,
старший научный сотрудник

ЗИНКИН В.Н.

Ахтубинск, 2017 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|-----|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 4 |
| ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ..... | 11 |
| 1.1 Акустический шум | 11 |
| 1.2 Физиологическое действие акустического шума на организм человека | 14 |
| 1.3 Патологическое действие акустического шума на организм человека | 20 |
| 1.4 Влияние шума на заболеваемость | 31 |
| 1.5 Профессиональные риски | 33 |
| 1.6 Медицинские аспекты акустического шума | 37 |
| 1.7 Проблемы защиты от акустического шума | 42 |
| ГЛАВА 2. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБОСНОВАНИЕ | 47 |
| 2.1 Материал исследования | 47 |
| 2.2 Метрологические методы исследования авиационного шума | 50 |
| 2.3 Методы исследования заболеваемости с временной утратой трудоспособности и состояния здоровья авиационных специалистов..... | 52 |
| 2.4 Клиническое обследование органа слуха | 54 |
| 2.5 Оценка риска формирования шумовой патологии | 57 |
| 2.6 Исследование звукопоглощающих свойств материалов | 59 |
| 2.7 Статистические методы исследования | 62 |
| ГЛАВА 3. ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ АВИАЦИОННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ | 64 |
| 3.1 Источники авиационного шума | 64 |
| 3.2 Оценка акустической обстановки на рабочих местах ИТС | 66 |
| 3.3 Оценка акустической обстановки на рабочих местах ЛПС | 80 |
| ГЛАВА 4. АНАЛИЗ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ АВИАЦИОННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ.... | 86 |
| 4.1 Анализ заболеваемости инженерно-технического состава | 86 |
| 4.2 Анализ заболеваемости летно-подъемного состава | 98 |
| ГЛАВА 5. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ ОРГАНА СЛУХА | 110 |
| 5.1 Результаты оториноларингологического обследования ИТС | 110 |
| 5.2 Результаты оториноларингологического обследования ЛПС | 125 |
| 5.3 Изучение характера математических связей между внешними параметрами и показателями аудиограммы..... | 143 |
| ГЛАВА 6. ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ У АВИАЦИОННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ | 156 |

| | |
|---|-----|
| 6.1. Гигиеническая оценка условий труда авиационных специалистов | 156 |
| 6.2. Оценка профессиональных рисков авиационных специалистов | 157 |
| Глава 7. СТРУКТУРА И ОБОСНОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКОМ ... | 165 |
| 7.1 Управление рисками | 165 |
| 7.2 Организационно-технические мероприятия | 166 |
| 7.3 Комплекс лечебно-профилактических мероприятий | 170 |
| 7.4 Обоснование использования средств индивидуальной защиты при воздействии авиационного шума..... | 185 |
| ГЛАВА 8.ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСТРААУРАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ | 197 |
| ГЛАВА 9. ОБСУЖДЕНИЕ | 209 |
| ВЫВОДЫ | 239 |
| СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ | 242 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | 244 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ | 275 |

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования.

Глобальная стратегия Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) определяет ряд приоритетов, в том числе оценка риска воздействия вредных и опасных факторов производственной среды и система защиты человека от их воздействия [187]. Сохранение и укрепление здоровья населения, увеличение роли профилактики заболеваний является одной из ведущих государственных задач и в нашей стране [196].

Неблагоприятное действие шума на персонал продолжает оставаться актуальной проблемой на производстве и транспорте. Первое место (21,82%) по распространенности среди производственных физических факторов занимает шум. Воздействию шума с уровнем, превышающим предельно допустимый, в России подвергаются несколько миллионов человек. Удельный вес промышленных предприятий, не отвечающих санитарно-эпидемиологическим требованиям, по уровню шума составляет 33,06%. Доля рабочих мест работников промышленных предприятий, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям по физическим факторам составляет 45,0%, из них по шуму 15,35%, а обследованных рабочих мест – 60,8%, из них по шуму – 21,8% [157]. Сохраняется приоритетное гигиеническое значение шума и на транспорте, на котором доля объектов, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям, составила 21,79%.

Воздействие производственных вредных факторов является основной причиной повышенного уровня общей заболеваемости работающих и формирования профессиональных заболеваний, в структуре которых доля нейросенсорной тугоухости (НСТ) в 2014 г. составила 59,05%. Истинная распространенность профессиональной тугоухости среди рабочих шумовых профессий, по мнению отечественных авторов, колеблется от 2,7 до 77 % в различных видах производства [165; 157].

Одной из современных особенностей промышленных шумов является увеличение в спектре низкочастотных составляющих, в том числе инфразвука (ИЗ). Это связано с увеличением мощности и габаритов механизмов и транспорта, быстрым перемещением больших объемов жидкости и воздуха при технологических процессах [71]. Источниками производственного шума с инфразвуковой составляющей с уровнем звукового давления (УЗД) выше 100 дБ являются все виды транспорта (воздушный, железнодорожный, морской, речной и автомобильный) и многие виды промышленности (авиационная, строительная, металлургическая, горнодобывающая, газо- и нефтедобывающая и др.) [89]. Одновременное воздействие на рабочих местах высокоинтенсивного шума и ИЗ оказывает определенное влияние на клиническую картину НСТ [76;73]. Данная проблема усугубляется недостаточно

эффективными существующими способами борьбы с высокоинтенсивным производственным шумом, особенно, в области низких частот и ИЗ [204; 220; 69].

Актуальность проблемы изучения развития и профилактики профессиональной тугоухости в Военно-воздушных Силах (ВВС) Воздушно-Космических Сил (ВКС) Вооруженных Сил Российской Федерации (ВС РФ) 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. Рост научно-технического прогресса, развитие и внедрение новых технологий ведут к модернизации существующих и созданию перспективных образцов вооружения и военной техники. При этом происходит возрастание энерговооруженности ВС, сопровождаемое увеличением риска неблагоприятного воздействия профессиональных факторов, одним из которых является авиационный шум, на состояние здоровья обслуживающего персонала. Проблема шумовой патологии в ВВС ВКС усугубляется определенными недостатками в организации лечебно-профилактических мероприятий, рекомендуемых федеральными документами при работе с шумом как производственным фактором, отсутствием или недостаточным количеством табельных средств защиты от шума (коллективных и индивидуальных), которые в большинстве случаев обладают низкой акустической эффективностью.

Хорошо изучена заболеваемость профессиональной НСТ в ряде отраслей промышленности и на транспорте [3; 91; 166; 105 и др.]. В тоже время в литературе имеются лишь единичные разрозненные данные о шумовой патологии военнослужащих ВВС ВКС. Нет обобщенных данных по акустической обстановке по видам авиации, систематизации акустической обстановки по авиационным специальностям. Отсутствуют данные о заболеваемости с временной утратой трудоспособности авиационных специалистов (АС), остаются неизученными проблемы состояния здоровья данной категории во взаимосвязи с воздействием профессиональных и непрофессиональных факторов. Отсутствует система оценки профессиональных рисков. Требуется изучения особенности клиники тугоухости при действии авиационного шума, так как наличие в его спектре высокоинтенсивного шума и ИЗ приводит к сочетанному повреждению органа слуха [70; 71]. Система медико-профилактических мероприятий и экспертиза в отношении военнослужащих, подвергающихся воздействию шума, требует изменений. Проблемными остаются и вопросы совершенствования защиты от авиационного шума, особенно индивидуальных, в том числе методов оценки их акустической эффективности.

Цель исследования. Разработать и научно обосновать комплекс медико-профилактических мероприятий и врачебной экспертизы, направленных на снижение риска

развития нейросенсорной тугоухости у авиационных специалистов 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 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 военной экспертизы, направленных на снижение риска развития НСТ у военнослужащих, профессиональная деятельность которых связана с действием авиационного шума.

Разработаны и научно обоснованы принципы использования противошумов для ИТС при обслуживании воздушных судов различных видов авиации. На основе исследования восприятия звуков по костной проводимости аудиометром разработан субъективный метод оценки акустической эффективности экстраауральных средств индивидуальной защиты 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 (тугоухости) 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 инфразвука, что позволяет выделить ее в отдельную форму. Полученные результаты позволят повысить эффективность дальнейших научных исследований механизмов формирования ауральной и экстраауральной патологии в результате сочетанного действия шума и инфразвука, что поможет сформировать клинико-экспертные критерии профессиональной патологии от воздействия инфразвука и расширит знания в области профессиональной патологии (медицины труда).

Оценка риска убедительно доказала, что НСТ у всех категорий АС является профессиональным заболеванием, кроме того установлено, что у ЛПС имеются заболевания других органов и систем, связанные с особенностями условий труда, которые также относятся к

профессиональной патологии. Это требует более глубокого изучения факторов, влияющих на условия 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 эффективности 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 (МО) 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 посредством тональной аудиометрии может служить оценкой звукопоглощающих свойств материалов, их комбинации при проектировании и промышленном производстве средств индивидуальной защиты (СИЗ) от шума.

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 инфразвука.

Положения, выносимые на защиту.

1. Авиационные специалисты 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 ИЗ, 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 нейросенсорной тугоухости у АС является авиационный шум. Ведущее значение в ее развитии отводится уровню звука,

длительности действия и акустическому спектру. 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 нейросенсорной тугоухости.

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 воздушных судов 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, выполнены анализ и обобщение полученных результатов. Отдельные части работы выполнены в рамках НИР и НИОКР ГНИИ ВМ МО РФ, 4 ЦНИИ МО РФ, Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова 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 автором 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-летной комиссии, годовых отчетов медицинской части, лечебного учреждения; современных методов статистического анализа; объемом проведенного исследования; сравнением полученных отдельных результатов диссертационного исследования с результатами других авторов; экспертизой результатов при их публикации в печатных изданиях.

Апробация работы. Основные результаты диссертационных исследований доложены и осуждены 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); 3-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Защита населения от повышенного шумового воздействия» (СПб, 2011); 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); VI, VIII, IX Международных конференций «Системный анализ в медицине (САМ)» (Благовещенск, 2012, 2014, 2015, 2016гг); Международной акустической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Е.Я. Юдина (Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014); Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Защита от повышенного шума и вибрации» (СПб, 2015); VI Межрегиональной научно-практической конференции с международным участием «Безопасность жизнедеятельности: наука, образование, практика» (Южно-Сахалинск, 2016).

Апробация диссертационной работы проведена на расширенном заседании научно-технического совета Государственного летно-испытательного центра МО РФ (войсковая часть 15650).

Публикации. Основные положения диссертационной работы опубликованы в 44 научных работах, в том числе 25 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.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Акустический шум

В зависимости от частоты колебаний условно акустические колебания подразделяют на три диапазона:

- инфразвуковой – к нему относят акустические колебания с частотой ниже 20 Гц;
- звуковой – к нему относят колебания в диапазоне от 20 Гц до 20 кГц;
- ультразвуковой – к нему относят акустические колебания выше 20 кГц.

Принято считать, что человеческое ухо способно воспринимать звуки от 16 до 20000 Гц, а колебания с частотой меньше 16 Гц (инфразвук) и с частотой более 20000 Гц (ультразвук) не вызывают слуховых ощущений. Однако было доказано [201], что звуки могут восприниматься при частотах от 1 до 225 000 Гц. Звуковой диапазон частот делят на три части: тоны до 500 Гц называются низкочастотными, от 500 до 1000 Гц – среднечастотными, от 1000 до 8000 Гц – высокочастотными. Звуки частотой выше 8000 Гц являются сверхвысокочастотными. Зона речевых частот расположена в области 500–4000 Гц. Данное разделение обусловлено особенностями слухового анализатора человека. Надо помнить о принятой условности такого деления, ибо граница слышимости зависит от ряда факторов – индивидуальной чувствительности звуковоспринимающего аппарата, возраста, пола, функционального состояния организма и др.

Шумом принято называть любой нежелательный звук или совокупность беспорядочно сочетающихся звуков различной частоты и интенсивности, оказывающих неблагоприятное воздействие на организм, мешающих работе и отдыху [187]. С физической точки зрения шум представляет собой механические колебания воздушной среды, носящие случайный или тональный характер. Он классифицируется:

1. По характеру спектра:

широкополосный с непрерывным спектром акустические колебания шириной более одной октавы;

тональный, в спектре которого имеются выраженные тоны, что устанавливается измерением в третьооктавных полосах частот по превышению уровня в одной полосе по сравнению с соседними не менее чем на 10 дБ [187].

2. По преимуществу преобладания акустической энергии в той или иной части спектра:

инфразвуковой шум (ИЗШ) – от 0 Гц до 20 Гц;

низкочастотный шум (НЧШ) – от 20 Гц до 400 Гц;

среднечастотный шум (СЧШ) – от 400 Гц до 1000 Гц;

высокочастотный шум (ВЧШ) – от 1000 Гц до 20000 Гц;

ультразвуковой шум (УЗШ) – свыше 20000 Гц.

3. По временным характеристикам:

постоянный, уровень звука которого за 8-часовой рабочий день изменяется во времени не более чем на 5 дБА;

непостоянный (колеблющийся по уровню, прерывистый по времени, импульсный).

4. По уровню:

низкоинтенсивный – до 60 дБА;

среднеинтенсивный – до 90 дБА;

высокоинтенсивный – свыше 90 дБА.

Характеристиками постоянного шума на рабочих местах для его гигиенической оценки являются уровень звука (УЗ) (L_A) в дБА и уровень звукового давления (УЗД) L в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2; 4; 8; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000 и 8000 Гц.

Характеристиками непостоянного шума (кроме импульсного) являются УЗ (L_A) в дБА, эквивалентный уровень звука ($L_{A_{экв}}$) в дБА и максимальный уровень звука ($L_{A_{макс}}$) в дБА. Эквивалентные уровни звука должны быть приведены (нормализованы) к 8-часовой рабочей смене (рабочему дню) [36; 42].

Производственный шум, создаваемый при эксплуатации техники и транспортных средств, представляет собой акустические колебания от инфразвукового до ультразвукового диапазонов. Удельный вес промышленных предприятий, не отвечающих санитарно-эпидемиологическим требованиям по уровню шума составляет 33,06 %. Наиболее неблагоприятная обстановка по шуму имеет место в горно-добывающей промышленности, тяжёлом машиностроении, чёрной металлургии, деревообрабатывающей, строительной, химической и полиграфической промышленности, сельском хозяйстве, на транспорте [157]. К особенностям производственного шума можно отнести широкую распространенность его на промышленных объектах, высокий удельный вес промышленных предприятий, не отвечающих санитарно-эпидемиологическим требованиям по уровню шума, увеличение в спектре шумов доли низкочастотных и инфразвуковых частот, загрязнение окружающей среды [85; 69].

Экологические аспекты воздействия производственного шума на окружающую природную среду все чаще становятся пристальным объектом исследований. Этому способствуют расширение сети автомагистралей, увеличение грузовых и пассажирских перевозок авиационным транспортом, высокие скорости полетов самолетов (звуковой удар), близкое расположение аэропортов и военных объектов к населенным пунктам, расширение сети газо- и нефтепроводов, наличие в спектре шумов перечисленных источников шума высоких

уровней звука, низких частот и ИЗ. Все чаще производственный шум становится причиной социального напряжения населения, проживающего вблизи промышленных объектов [70; 213].

Акустический шум широко распространен в ВС РФ, значение его как гигиенического фактора возрастает с каждым годом, чему способствуют увеличение энергонасыщенности войск, появление новых видов объектов вооружения и военной техники (ОВВТ), таких как авианесущие крейсера, корабли на воздушной подушке, тяжелые танки и самоходные артиллерийские установки, системы залпового огня, самолеты истребительной и бомбардировочной авиации, межконтинентальные ракеты. Известно, что увеличение размеров, скорости перемещения, мощности двигателей ОВВТ, оснащение их современными дизелями и газотурбинными установками приводит не только к увеличению уровней шума, но и к возрастанию удельного веса инфразвуковых и низкочастотных составляющих. Необходимо отметить также, что ИЗ и низкочастотные акустические колебания в силу своих физических особенностей (большая длина волны, слабое поглощение звуковой энергии в воздухе и других средах) распространяются на большие расстояния от источника их образования. Указанные особенности, а также малая эффективность технических средств защиты от них, позволяет выделить ИЗШ и НЧШ как наиболее неблагоприятные с эколого-гигиенической точки зрения акустические факторы [14].

Авиационный шум – разновидность промышленного шума, который, по мнению большинства исследователей, является ведущим неблагоприятным фактором, действующим на личный состав ВВС ВКС [2].

Основным источником шума на рабочих местах АС являются ВС. Генерация шума происходит за счет работы основных и дополнительных авиационных двигателей, компрессоров, кондиционеров, а также корпуса планера во время полета. При подготовке самолета к полету, разбеге, взлете, наборе высоты доминирует шум двигателя, при крейсерском полете и посадке – аэродинамический шум, вызываемый обтеканием воздуха планера [217].

Источниками шума на аэродроме являются вспомогательные транспортные средства и техническое наземное оборудование, которые широко используются при подготовке ВС к полетам (аэродромно-подвижный агрегат, топливно-насосная установка, аэродромный кондиционер, установка для проверки гидросистем, тепловые машины и др.), а также технико-эксплуатационные части (ТЭЧ) при проведении ремонтно-регламентных работ [217].

Источникам шума в авиации, механизмам его образования посвящены многочисленные исследования [35; 117; 208; 84 и др.]. Имеются также работы по перспективам развития авиации и конструктивных особенностях снижения авиационного шума [122; 243; 24; 39; 137 и др.].

Анализ литературы показал, что имеются многочисленные разрозненные данные по акустической обстановке по типам самолетов, но нет обобщенных данных по видам авиации,

нет систематизации акустической обстановки по авиационным специальностям, нет данных по шумовой нагрузке на АС. На сегодняшний день нет четкого определения, что из себя представляет авиационный шум. В литературе недостаточно уделено вниманию исследованию влияния спектрального состава авиационного шума на организм человека и его роль на развитие патологического действия и клинические особенности шумовой патологии. Последнее особо актуально с позиции того, что если уровни производственного шума превышают 90–100 дБА, то можно ожидать присутствие ИЗ с УЗД 100–107 дБ [96; 89; 71].

1.2 Физиологическое действие акустического шума на организм человека

1.2.1 Специфические (ауральные) эффекты действия шума

Шум, являясь общебиологическим раздражителем, воздействует на все органы и системы организма, но особенно неблагоприятно интенсивный шум действует на орган слуха [117; 112; 187]. Первичное восприятие осуществляется чувствительными клетками кортиева органа улитки лабиринта внутреннего уха, а в передаче и анализе информации участвуют структуры и системы головного мозга [261].

При воздействии шума развиваются определенные физиологические изменения в слуховом анализаторе, которые зависят от конкретных условий: уровня и характера шума, продолжительности его воздействия, индивидуальных свойств человека и многих других факторов, которые не всегда можно учесть [114; 10; 13; 112; 187].

Исследования, посвященные специфической реакции организма на акустическое воздействие, занимают в литературе значительное место [8; 228; 226; 90; 117; 344; 368; 276; 275; 278 и др.].

В настоящее время установлено, что орган слуха обладает адаптационными возможностями к изменяющейся шумовой обстановке, то есть орган слуха приспосабливается к изменениям интенсивности силы звука. Непосредственно после начала звукового раздражения слуховая чувствительность понижается и по окончании звука она восстанавливается до исходного уровня. В норме восстановление слуховой чувствительности наблюдается в течение нескольких часов после воздействия непрерывного звука и зависит от интенсивности звука. При адаптации к тишине слуховая чувствительность несколько повышается [233; 259].

В механизме слуховой адаптации играют роль изменения возбудимости как периферического, так и коркового отдела слухового анализатора [235; 90; 301]. При действии звуков высокой частоты и большой интенсивности слуховая адаптация обуславливается,

видимо, изменениями как в спиральном (кортиево́м) органе, так и в коре головного мозга. Выделяют два основных механизма слуховой адаптации. Первый – временное смещение порогов (ВСП) слуховой чувствительности при длительном воздействии шума. Вторым включает в себя более мобильные процессы, например, акустический рефлекс – рефлекс мышц среднего уха, сокращение которых под действием сильных акустических сигналов приводит к уменьшению амплитуды колебания барабанной перепонки и слуховых косточек и, следовательно, к уменьшению коэффициента передачи системы среднего уха [260; 329].

При характеристике функциональных возможностей слуховой системы человека принято выделять следующие области слухового восприятия звука:

- болевой порог, представляющий собой наименьшую силу звука, которая вызывает ощущение неприятного щекотания в ухе (осознание звука), переходящее в чувство боли;
- порог слышимости, представляемый собой наименьшую силу звука, которую воспринимает ухо человека на данной частоте [117].

Болевые ощущения, обусловленные шумом, связаны с механическим смещением в системе среднего уха и указывают на достижение порога прочности барабанной перепонки. Болевой порог шума у здоровых людей практически не зависит от частоты и по одним данным соответствует УЗД 110–130 дБ, а по другим – от 130 дБ и выше [34; 117].

При воздействии на слуховую систему громкого звука или шума происходит повышение порогов слуха. Если в ближайшие минуты после окончания этого воздействия пороги слуха остаются близкими к исходному уровню, то такое явление можно рассматривать как компенсаторную, приспособительную реакцию. Длительное, в течение многих часов, повышение порогов слуха, которые затем все же возвращаются к исходному уровню, отражает утомление анализатора [209].

ВСП слышимости снижает восприятия внешнего звукового сигнала, если он достаточно «сильный». Установлена зависимость этого показателя от уровня, продолжительности и спектрального состава шума. Чем больше уровень и время действия, тем выше вероятность развития ВСП слуха. Звук низкой частоты является менее раздражающим, чем звук высокой частоты той же интенсивности, поэтому ВСП слышимости, в первую очередь, появляются на высоких частотах (4000 Гц). Однако при действии шума, в спектре которого низкие и средние частоты (наряду с высокими) превышают допустимые УЗД, нарушается слуховая чувствительность и в низкочастотном диапазоне. В норме после воздействия шума (не позднее 24 ч) пороги слуха возвращаются к исходному уровню, поэтому ВСП слышимости надо рассматривать как ответную компенсаторно-приспособительную реакцию на внешнее чрезмерное воздействие. Длительность, в течение которой происходит восстановление порогов слуха, отражает утомление анализатора и адаптационные возможности [27; 26; 118].

ВСП надо рассматривать критерием функционального состояния слухового анализатора при проведении врачебной экспертизы. В настоящее время для исследования нарушений слуховой адаптации, особенно за рубежом, используется метод для определения ВСП слышимости или temporary threshold shift (TTS) [194; 209; 235], что важно при профотборе лиц, профессиональная деятельность которых будет протекать в условиях высокой шумовой нагрузки. Необходимо отметить, что данный подход практически не используется у нас при проведении профотбора лиц, работа которых связана с шумовым воздействием.

Анализ механизмов физиологической защиты органа слуха от чрезмерно сильных звуков, которые обеспечивают повышение порогов слуха в таких экстремальных условиях, свидетельствует о том, что слуховая система не является столь беззащитной. Если система «барабанная перепонка–рычажный механизм слуховых косточек–овальное окно» увеличивает интенсивность слабых звуков в 50 раз, то аккомодационный эффект, создаваемый мышцами среднего уха, защищает его от чрезмерно сильных звуков. Это происходит в результате сокращения стременной мышцы, ограничивающей амплитуду колебаний стремечка, что обеспечивает эффект аттенюации внешнего механического сигнала до нескольких десятков дБ [194; 20].

Таким образом, установлено, что действие акустических колебаний сопровождается ВСП, а существующие адаптационные механизмы слуха направлены на последовательное сохранение относительного постоянства условий его деятельности, прежде всего центральных отделов слухового анализатора. Они в известных пределах обеспечивают сохранность физиологически более молодых образований, особо чувствительных к экстремальным условиям.

1.2.2 Неспецифические (экстраауральные) эффекты действия шума

Экспозиция шума оказывает действие не только на орган слуха, но и на другие системы организма. Признаки и симптомы такого действия носят неспецифический характер, так как они могут возникать под влиянием множества других профессиональных факторов, в том числе и вибрации, являющейся одной из разновидностей механических колебаний. Кроме того, одновременное воздействие нескольких вредных факторов могут усиливать действие друг друга. Считается неблагоприятной комбинация акустических колебаний с общей вибрацией [187; 307].

Неспецифические эффекты шума, в первую очередь, проявляются изменениями в центральной нервной, сердечно-сосудистой и эндокринной системах, сдвигами в обмене веществ, снижением общей резистентности организма [230; 266; 112; 311; 364].

Сложный механизм нервно-рефлекторных и нейро-гуморальных сдвигов приводит к нарушению уравновешенности и подвижности процессов торможения возбуждения в центральной нервной системе (ЦНС), о чем свидетельствуют изменения биоэлектрической активности головного мозга [249; 223]. Снижение условных рефлексов, увеличение латентного периода зрительно- и слухомоторной реакций, увеличение количества ошибок при тестировании также отражают развитие сдвигов в нервных центрах головного мозга, причем вероятность безотказной, точной работы оператора зависит как от уровня, продолжительности воздействия шума, так и от использования средств защиты от шума [2].

Изменения электроэнцефалограммы в виде диффузного снижения активности, ослабления реактивности, увеличение медленноволновой активности, межполушарная асимметрия указывают на дисфункцию стволовых структур и диффузные изменения по функциональному и органическому типу [2; 90].

Многие неспецифические проявления действия шума можно описать в рамках модели стресса [158; 120; 123; 248; 102; 9; 251; 257; 262; 245; 296; 279; 324]. Понятие «состояние стресса» в настоящее время используется для характеристики состояния человека в экстремальных условиях на физиологическом, психологическом и поведенческом уровнях. В зависимости от силы и продолжительности стрессового воздействия реакция стресса может иметь нормальный, пограничный и патологический уровень выраженности.

Наиболее общая классификация выделяет физиологический и психологический стрессы. Физиологический стресс характеризуется выраженными физиологическими сдвигами в вегетативной и нейрогуморальной сферах и субъективным ощущением дискомфорта. Психологический стресс характеризуется развитием психических реакций при действии экстремального раздражителя, что проявляется изменениями памяти, мышления, внимания, эмоциональной и мотивационной сфер, двигательного и речевого поведения, развитием страха, тревоги и паники [123].

Значительное место в механизмах стрессовых реакций отводится симпатoadреналовой системе. Считается, что изменения функции адрено- и холинореактивных систем при воздействии шума наступают значительно раньше, чем изменения слуховой функции, и носят адаптационный характер. Под влиянием шума ретикулярная формация головного мозга активирует высшие нервные центры и гипоталамус, действуя через него опосредованно на мозговое вещество надпочечников. Возникающее при воздействии шума напряжение в системе гипофиз-кора-надпочечники, обуславливает метаболических расстройств головного мозга, что в свою очередь способствует формированию очагов возбуждения или торможения.

Действие шума на организм человека приводит к значимым изменениям со стороны вегетативной нервной системы, что проявлялось дисфункцией сердечного ритма, артериального

давления, периферического кровоснабжения, потоотделения, терморегуляции. Как правило, в начале воздействия происходила активация симпатического отдела, которая в дальнейшем сменялась повышением тонуса парасимпатического отдела [2; 90].

Исследование изменений обменных процессов, возникающих под действием громкого звука, выявило весьма пеструю картину этих изменений [115]. Так, в частности в работе В.И.Дынник [64] подчеркивается важная роль нейрогуморальных факторов в генезе шумовой патологии. В работе В.В. Мухина [147] отмечена разная суточная динамика эрго- и трофотропного метаболизма у лиц с различной устойчивостью к шуму, а в исследовании Янушанца О.И. [266] показаны функциональные изменения иммунной системы животных при воздействии шума. Наряду с этим показано, что шумовая стимуляция у здоровых лиц не вызывала повышения в плазме уровней катехоламинов, пролактина, кортизола и гормона роста [282; 299]. У пациентов с гипертонической болезнью уровень адреналина и активность ренина не изменялись, хотя уровень норадреналина в плазме повышался [271].

Отмечается, что под влиянием шума могут развиваться изменения реактивности сосудов головного мозга, проявляющиеся спазмами артериальных сосудов, нарушением проницаемости гематоэнцефалического барьера, сдвигами энергообмена в структурах головного мозга [148]. Эти расстройства могут быть причиной циркуляторной гипоксии и вызывать изменения функционального состояния ЦНС. Нарушение тонуса сосудов микроциркуляторного русла проявляется спастическим и спастико-атоническим состоянием сосудов. В последние годы получены новые экспериментальные данные о нарушении микроциркуляции и изменении реактивности терминальных сосудов в головном мозге. Реакция на шум крупных и мелких артериальных сосудов объясняется особенностью регуляции их тонуса. Если у крупных сосудов она обусловлена нервной регуляцией, то у мелких сосудов – гуморальной [90].

Установлено, что эндокринная система также участвует в компенсации вредного влияния звука на ЦНС прежде всего через механизмы адренкортикальной активации [197; 200].

Изменения в состоянии сердечно-сосудистой системы (ССС) при шумовых воздействиях характеризуется неустойчивостью частоты сердечных сокращений (ЧСС) и артериального давления (АД), появлением функциональных шумов сердца, увеличением упруго-вязких свойств стенок сосудов мышечного типа и повышением периферического сопротивления [256; 251; 358; 337], что приводит не только к ухудшению функционального состояния, но и снижению надежности адаптивных системных реакций организма в условиях производственного шума [102].

Так, J. Hawkins и A. Lennart [311; 326] отметили, что действие шума вызывает повышение АД, нарушение ритма сердца, изменения на электрокардиограмме (ЭКГ). I. Valcic

[363] обнаружил сужение сосудов под влиянием шума, одинаковое у чувствительных и нечувствительных к его действию людей; причем это явление сохраняется продолжительное время даже после прекращения действия шумового фактора. Выявлено также развитие нарушений сосудистого тонуса у рабочих, находящихся в условиях шума и других производственных факторов [246; 287], что соответствует реографическим исследованиям состояния периферического кровообращения при воздействии на организм шума и вибрации [175]. Указанные изменения отмечены и при рассмотрении медицинских аспектов влияния авиационного шума, а именно при обобщающем обзоре сердечно-сосудистых реакций на действие данного фактора [321; 317].

В ряде экспериментально-теоретических исследований [272; 271] изучались механизмы кардиоваскулярных и гормональных эффектов действия шума на организм. L. Andren [271] пришел к выводу, что повышенное АД является адаптационной реакцией при действии интенсивного шума. Если одна часть симпатической нервной системы блокирована, тогда другие ее части могут быть активизированы, чтобы сохранить давление крови на повышенном уровне. Это указывает на временное перерегулирование барорецепторов в течение воздействия шума, которое вероятно медулируется (берет начало) из гипоталамуса.

Вестибулярные эффекты связаны с тем, что акустическая энергия большой интенсивности способна вызывать раздражение вестибулярного аппарата, который имеет тесную связь со структурами внутреннего уха [252; 209; 21]. В результате этого в условиях действия высокоинтенсивного шума появляются субъективные жалобы на дезориентацию, головокружение, тошноту и нарушение позного равновесия, а наличие нистагма может сопровождаться ухудшением зрительного восприятия. Общепринято считать, что шум свыше УЗД 140 дБ будет вызывать вестибулярные эффекты, а также действовать неблагоприятно на другие сенсорные системы (механорецепторы и проприорецепторы) [126; 14]. При длительном воздействии шума высоких уровней наблюдается взаимосвязь между показателями центральной гемодинамики и степенью выраженности вестибулярных нарушений [20]..

В работе K.D. Kryter [324] неоднократно подчеркивается, что если у рабочих, подвергавшихся воздействию высоких уровней производственного шума, обнаруживаются не слуховые системные расстройства здоровья, то они возникают вследствие психологических факторов, связанных с общей рабочей окружающей средой и с опасностью ущерба от шумового источника, а не от воздействия шума как такового. E. Borg и K.M. Holgers [279; 312] сделано аналогичное предположение. Оно состояло в том, что любые возможные вредные эффекты шума, если они существуют, могут относиться скорее применительно к информационному содержанию шума (громкого звука) – информации, относящейся скорее к опасным действиям или маскировке существенной информации, – чем непосредственно к самому шуму. К

психологическим эффектам можно отнести такие реакции, как испуг, раздражение, ухудшение работоспособности.

Это указывает, что шум является не только физиологическим, но и психологическим фактором, связанным с конкретной ситуацией (реальной или экспериментальной). Определенным подтверждением этого положения может служить работа Л.Н.Мармышевой [134], в которой приводятся данные, что с возрастанием уровня шума на 13 дБ частота функциональных нарушений нервной системы у лиц напряженного труда возрастала в 2 раза. Результаты работы А. Cohen [288] также свидетельствуют о наличии психологических эффектов шума.

Шум, недостаточно сильный, чтобы вызывать ухудшение слуха, может нарушить речевой контакт и препятствовать восприятию других полезных звуковых сигналов. Такого рода внешнее шумовое воздействие отрицательно сказывается на эффективности операторской деятельности, особенно у тех категорий, где важное место отводится речевой связи и функционального состояния органа слуха [231; 244].

Механизмы мешающего действия шума в отношении речевой связи проявляются тремя основными способами. Речевой сигнал может маскироваться или "тонуть" в шуме, временное смещение порогов слышимости под влиянием шума может ухудшить индивидуальную способность понимать сообщение и вибрация органов и тканей. Отмечено, что трудности речевого общения в условиях шума иногда приводят к болезни гортани. Как отдаленный эффект описывается социальная изоляция рабочих, возникающая вследствие развивающихся нарушений речи [30].

Анализ вышеприведенных данных научной литературы позволяет сделать некоторые обобщения. Несомненно, что воздействие шума вызывает изменения в функциональном состоянии организма человека, оказывая влияние на центральную нервную, сердечно-сосудистую, нейроэндокринную и вестибулярную системы. Необходимо учитывать важное действие шума на психологию человека. Помеховое действие шума может создавать трудности при выполнении профессиональной деятельности, напряжению компенсаторных механизмов и предпосылок к ошибочным действиям оператора в системе человек-машина.

1.3 Патологическое действие акустического шума на организм человека

1.3.1 Специфическое действие шума

В числе многообразных проявлений неблагоприятного воздействия шума на организм человека ведущим клиническим признаком является медленно прогрессирующее снижение

слуха по типу кохлеарного неврита. Как правило, патологические изменения развиваются симметрично с обеих сторон, поэтому оба уха страдают в одинаковой степени.

Поражение органа слуха в результате воздействия шума проявляется вначале повышением порога слуха на частоте 4000 Гц. Это изменение в начальной стадии заболевания практически не отражается на слуховом восприятии речи, поэтому лица, работающие при воздействии шума, в указанной стадии не замечают имеющегося у них снижения слуха. Субъективное ощущение ухудшения слуха наступает по мере прогрессирования снижения слуха в области восприятия частот речевого диапазона (500 – 2000 Гц), которое обычно развивается медленно, постепенно увеличиваясь со стажем работы в данной профессии. При аудиометрическом исследовании слуха отмечается дальнейшее повышение порогов слуха в области восприятия высоких частот (4000–8000 Гц), частот речевого диапазона со снижением слуховой чувствительности на более низких частотах (125–250 Гц). Костное и воздушное звукопроведение нарушается в одинаковой степени по всему диапазону звуковых частот.

Многие авторы по-разному объясняют развитие профессиональной тугоухости [114; 10; 56; 161; 255; 13; 18; 163; 286; 304; 279]. Действительно, патогенез шумовых поражений кохлеарного и вестибулярного аппарата чрезвычайно сложен. Для изучения механизмов возникновения, профессиональной тугоухости применяются самые современные методы исследования: биохимические, рентгеновская дифракция, электронная микроскопия и другие, которые объяснили многие процессы, происходящие в сложном аппарате улитки и в клетках слухового нерва. Несмотря на большое количество научной информации, это не помогло выработать общепризнанную теорию патогенеза профессиональной тугоухости [90; 173; 187]. Предложен ряд теорий развития профессиональной тугоухости: механическая, адаптационно-трофическая, нейрогенная, сосудистая и др.

Интенсивный шум, вызывая соответствующую реакцию в звуковом анализаторе в виде химических изменений и электрических импульсов, является значительной нагрузкой, которая не может считаться чисто механической, так как колебания покоящегося на базилярной мембране кортиева органа ничтожно малы. Например, для частоты в 2000 Гц амплитуда находится между одной миллиардной и одной десятиллиардной долей миллиметра [101; 154; 306].

Другие авторы [232; 38] объясняют первичные изменения с перераздражением определенных отделов ЦНС, связанных с восприятием слуха, в результате чего возникают изменения во внутреннем ухе. Особую роль в патогенезе тугоухости отводят подкорковым центрам, регулирующим трофику слухового анализатора. Эти влияния осуществляются по трофическим нервным волокнам, идущим к кортиеvu органу. Выявлены существенные биохимические изменения в рецепторных клетках кортиева органа при воздействии шума.

Согласно данной концепции при воздействии звуковых раздражителей наступает перераздражение центра слуха, которое через вегетативную трофическую систему раздражения передается на улитку, вызывая в периферическом рецепторе дистрофический процесс.

Сложные и строго взаимосвязанные биохимические и ферментативные процессы наиболее обстоятельно изучены Винниковым Я.А. и Титовой Л.К. [32; 117]. Они показали, что звуковые воздействия приводят к эквивалентным превращениям механической энергии в химическую и как следствие квантовому выбросу ацетилхолина. Последний же вызывает ряд сложных процессов (изменение цитоплазмы, пульсации клеточного ядра, изменение характера прижизненной сорбции красителя и др.).

Внутреннее ухо (лабиринт) кровоснабжается по «концевому типу» [5; 19]. Лабиринтная артерия (одна из терминальных ветвей вертебробазилярного бассейна) является практически единственной артерией, кровоснабжающей внутреннее ухо и кохлеовестибулярный нерв. Коллатеральное кровообращение может поддерживать энергетический обмен периферической части вестибулярного и, особенно, слухового анализатора очень кратковременно. Патологические процессы (спазм сосудов, капиллярный стаз, отложение атеросклеротических бляшек и т.п.) вызывают расстройство микроциркуляции в бассейне кровоснабжения лабиринтной артерии и сопровождаются изменением питания чувствительных клеток улитки и других нейроэлементов кортиевого органа вплоть до дегенерации. Эти нарушения приводят к развитию нейросенсорной тугоухости и обуславливают малую обратимость патологического процесса [229].

Многие исследователи считают, что в патогенезе тугоухости существенное значение имеет состояние кровообращения как в системе внутреннего уха, так и в мозговом кровотоке в целом [263; 19; 124; 21; 37; 222; 367; 310]. Так, вследствие воздействия интенсивного производственного шума первоначально возникает повышение кровенаполнения мозга в бассейне внутренних сонных артерий, в то время как кровенаполнение вертебробазилярной зоны в целом ещё существенно не отличается от возрастной нормы. В более поздних стадиях тугоухости тонус артериол и венозный отток нарушаются и в системе вертебробазилярных артерий [163].

Считается, что основная роль в развитии шумовой патологии принадлежит интенсивности шума. При высоких уровнях шума преобладает потеря слуха, а при малых превалируют нервно-сосудистые нарушения [230; 224; 126; 7; 116; 280].

Итак, в представлениях о механизме патологических изменений внутреннего уха при воздействии шума единого мнения нет. Одни исследователи считают ведущей причиной морфологических изменений избыточную акустическую энергию, другие – нервно-трофические

расстройства, третьи – сосудистые нарушения. Следовательно, механизм развития шумовой НСТ включает в себя множество патогенетических звеньев.

1.3.2 Неспецифическое действие шума

Более глубокие и более ранние изменения под влиянием шума наступают в ЦНС: ослабевает внутреннее торможение, нарушается уравновешенность нервных процессов, чаще в сторону преобладания возбуждения, снижается подвижность нервных процессов. Высокие уровни шума (130 дБА и выше) оказывают травмирующее действие на ЦНС и могут вызвать обморочные состояния, эпилептиформные припадки и психические нарушения. Выявленный у работающих в шумовых условиях синдром дисциркуляторной энцефалопатии, характеризовался церебральной микроорганической симптоматикой и не отличался от энцефалопатии иной этиологии [79; 355].

Наличие разнообразных жалоб у специалистов «шумовых» профессий указывает на формирование функциональных изменений ЦНС. Появление же на следующих этапах эмоциональных нарушений (снижение настроения, раздражительность и др.) и вовлечение в процесс вегетативной нервной системы (повышенная потливость, акроцианоз, лабильность частоты сердечных сокращений и артериального давления и др.) указывает на наличие одного из синдромов в виде астенического, астеновегетативного, астенодепрессивного, неврастенического и вегетососудистого. Расстройства вегетативной нервной системы могут быть первыми проявления «шумовой» патологии и предшествовать патологии органа слуха. Этап вегетативных нарушений может продолжаться в течение нескольких лет с последующим формированием таких нозологических форм как гипертоническая болезнь и/или дисциркуляторная энцефалопатия [103].

Обнаруживаемые при массовых обследованиях рабочих шумовых профессий неспецифические изменения ЦНС проявляются обычно в виде умеренно выраженного синдрома неврастения, реже в виде синдрома вегетативно-сосудистой дисфункции (нейроциркуляторной дистонии), ухудшения адаптивных системных реакций организма [123; 102].

В работе А.М. Refal [348] показано, что долгосрочные воздействия шума и вибрации, как профессионально вредных факторов, могут вызывать депрессию у наиболее восприимчивых людей, а использование защитных мер и ограничение времени воздействия будет вести к уменьшению случаев психических болезней.

Данные углубленных клинико-неврологических исследований свидетельствуют о том, что у рабочих с большим стажем работы, в частности производства железобетонных изделий,

где шум является одним из ведущих профессионально вредных факторов, отмечаются изменения в иннервации костно-мышечного аппарата и существенные функциональные сдвиги со стороны вегетативной нервной системы [143]. Изменение симпатической нервной системы выражалось, в частности, в угнетении пиломоторного рефлекса, ослаблении кожной реакции в ответ на внутрикожное введение адреналина, некотором снижении суточного содержания катехоламинов в моче.

Проведенный в работе L. Andren [271] анализ жалоб у рабочих «шумовых» цехов свидетельствовал об их связи не только с состоянием слуховой функции, но и мозгового кровообращения. О том, что последнее может существенно ухудшаться у ряда лиц такого контингента, подтверждают результаты исследования гемодинамики головного мозга при длительном действии производственного шума [263]. Причем, отмечена важная роль нарушений церебральной гемодинамики в развитии патологии органа слуха шумовой этиологии [124].

У лиц, подвергающихся воздействию шума в профессиональных условиях, выявляются нарушения ССС в виде болей в области сердца, сердцебиения, неустойчивостью ЧСС и АД, аритмий и сосудистых гипертензий с последующим развитием гипертонической болезни, ишемической болезни сердца [277; 340; 287; 337; 358; 333; 365]. Т. Vergot [277] считает, что соматические нарушения возникают лишь при большой интенсивности шума, что подтверждается выявленным значительным повышением АД у штамповщиц, рабочих машиностроительной промышленности и текстильщиц, подвергающихся воздействию высокоинтенсивного производственного шума [207; 110; 343; 272; 315]. Н.Ф. Измеров и др. [88] отмечают, что распространенность сердечно-сосудистых расстройств и факторы риска, в том числе шумовой, у женщин, работающих в условиях производственного шума, отмечаются чаще, чем у мужчин.

Несмотря на признание большинством авторов возможности гипертензивных эффектов шума, единого мнения по этому вопросу все же не существует [171]. В тоже время не вызывает сомнения, что шум надо рассматривать «разрешающим» фактором для реализации факторов риска артериальной гипертензии (курение, отягощенная наследственность, пограничная гипертензия и др.) [31]. Другие авторы считают высокоинтенсивный шум основным фактором развития гипертензии [8; 187]. Риск развития сердечно-сосудистых заболеваний существенно увеличивается от наличия шума [31], длительности профессионального стажа [100] и уровня шума [88; 359]. Нарушения функции ССС при воздействии импульсного шума встречаются чаще, чем у лиц, работающих в условиях постоянного шума эквивалентного уровня [88; 359].

Связь нарушений функций нервной и сердечно-сосудистой системы с воздействием шума при отсутствии признаков профессионального снижения слуха затруднена, поскольку эти

функциональные нарушения имеют неспецифический характер, вызываются разнообразными причинами и значительно распространены среди как организованных, так и неорганизованных контингентов населения [112; 187].

Установлено, что работающие в условиях воздействия шума часто жалуются на отсутствие аппетита, а при обследовании выявлено угнетение перистальтики желудка, кишечника, кислотной функции желудка со снижением количества желудочного сока [160]. Д.П. Качалай [97] выявил схожие нарушения у 20 % рабочих шумовой профессии.

В результате воздействия шума высокой интенсивности одновременно возникают нарушения как в нейроэндокринной, так и в иммунной системах. Развивается приобретенный иммунодефицит. Дефекты иммунной системы проявляются в основном снижением антиинфекционного иммунитета, созданием благоприятных условий для развития аутоиммунных и аллергических процессов, снижением противоопухолевого иммунитета [54; 78; 55; 33].

В литературе также имеются данные о воздействии шума высокой интенсивности на органы дыхания в виде структурных нарушений легочной паренхимы и капиллярного русла хронического бронхита, эмфиземы легких [68; 283].

Специфический характер изменений наблюдался при исследовании органа зрения у специалистов при продолжительном действии шума. В начале появлялись незначительные преходящие, а затем и стойкие нарушения зрительных функций. У 30 % лиц «шумовых» профессий регистрировались локальные изменения прозрачности хрусталика, указывая на развитие дистрофических изменений в преломляющих средах глаза и сетчатки. Выявлены изменения в сосудистом русле органа зрения в виде расстройства микроциркуляции [155].

Таким образом, прямое и опосредованное (через сенсорные системы) действие шума приводит к развитию патологических изменений в центральной нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной, пищеварительной и иммунной системах, органе зрения и формированию сложного многокомпонентного симптомокомплекса. Клинико-физиологические исследования показали, что шум в зависимости от его параметров и длительности действия на организм работающего может вызвать специфические изменения в органе слуха и неспецифические – проявляющиеся в вышеуказанных органах и системах. При этом гемодинамические и церебральные нарушения наступают значительно раньше и порой предшествуют специфическим изменениям органа слуха.

Наличие специфических и неспецифических патологических нарушений во многих органах и системах у работающих в условиях производственного шума, огромное количество клинических наблюдений, хорошая воспроизводимость патологических процессов в

экспериментальных условиях позволило отечественным ученым в 70-80 годы XX века сформировать концепцию «шумовой болезни» [10; 247; 8].

1.3.3 Особенности действия акустических колебаний в зависимости от диапазона частот

Ультразвук. Действие ультразвука через воздух прежде всего сопровождается изменением в критическом органе – ухе, вызывая временное снижение порогов звукового восприятия, а в некоторых случаях шум в ушах. Кроме того, он способен вызывать изменения уровня сахара и электролитов в крови, появления утомляемости, головной боли, тошноты и раздражительности. Однако все эти симптомы субъективны и нельзя утверждать, что они связаны с ультразвуком, так как при его генерации образуются акустические колебания слышимого диапазона достаточно выраженной интенсивности [83; 186].

Контактное воздействие ультразвука вызывает механические и тепловые эффекты, которые широко используются в диагностических и лечебных целях (литотрипсия, ультразвуковая диагностика, физиотерапия).

Импульсный шум (ИШ). Действие ИШ характеризуется сложными амплитудно-временными характеристиками, к которым в первую очередь относятся высокие пиковые уровни, длительность импульсов, частота их следования, передний фронт нарастания и задний фронт спада импульсов и др. Каждая из перечисленных характеристик может вносить свой вклад в биологический эффект воздействия импульсного шума [167; 15].

Ведущая роль в развитии патологических изменений со стороны слухового анализатора, тем не менее, принадлежит, прежде всего, амплитуде импульса. При этом по достижении ИШ уровня 135–140 дБ I в органе слуха экспериментальных животных (кроликов) наступают органические поражения, а действие ИШ выше уровня 150 дБ I сопровождается выраженными анатомическими нарушениями в улитке. ИШ является более травмирующим для слухового анализатора, чем постоянный шум [119; 12; 11; 167; 187; 308; 323].

Воздействие ИШ характеризуется более значительным и стойким раздражающим эффектом и трудностью наступления адаптации к шуму [322]. Именно трудностями адаптации к нестандартному раздражителю объясняются изменения как со стороны путей поступления информации об акустическом раздражителе, так и со стороны структур головного мозга, участвующих в анализе поступающей информации и формировании ответной реакции организма [167].

При исследовании физиологических функций человека, подвергающегося воздействию ИШ, большое внимание обращается на состояние ССС. Установлено, что при воздействии ИШ происходит развитие регионарной церебральной гипертензии, при этом существует

возможность появления не только гипертонических, но и гипотонических состояний. У работников, подвергающихся воздействию ИШ, отмечается большая, чем при постоянном, частота жалоб на боли в области сердца и сердцебиение. Действие данного фактора вызывает тахикардию, которую можно сравнить с реакцией организма на длительный изнуряющий труд. Имеются сведения о неблагоприятном действии интенсивного ИШ на органы дыхания, что может служить предпосылкой для развития таких структурных нарушений, как хронические неспецифические заболевания легких по типу обструктивного бронхита и очаговой эмфиземы [225; 15].

Инфразвук. В физиологической акустике долгое время существовало мнение, что ИЗ не воспринимается слуховым анализатором. В настоящее время установлено, что он воспринимается не как чистые тоны, а как сочетание слуховых и тактильных ощущений, и это проявляется чувством пульсации, массажа в области барабанной перепонки и среднего уха [89]. По-видимому, восприятие ИЗ происходит за счет гармоник, возникающих в результате деформаций в среднем и внутреннем ухе. Подтверждением могут являться данные теоретических и экспериментальных исследований, показавших способность ИЗ вызывать одномоментное смещение всего столба жидкости улитки. Наблюдаемая многими авторами «ритмическая функциональная пульсация ядер» рецепторных слуховых клеток не только в апикальной части, но и других отделах спирального органа, еще больше склоняет к данной точке зрения [96]. Несмотря на то, что ИЗ интенсивностью менее 100 дБ не воспринимается как звук, колебания кохлеарных жидкостей вызывают колебательные смещения базилярной мембраны, амплитуда которых обратно пропорциональна частоте ИЗ [353].

В лабораторных условиях определены пороги слышимости ИЗ. Так, для 100 Гц он составляет около 40 дБ и 140 дБ для 1 Гц. Кратковременное воздействие ИЗ при УЗД 120–140 дБ приводило к временному смещению порога слышимости на 5–10 дБ преимущественно в области низких и средних частот. Исходные пороги слуха восстанавливаются через несколько минут. При УЗД ниже 130 дБ ИЗ не представляют серьезной опасности для функции слуха при продолжительности воздействия не более 30 мин. Увеличение экспозиции до нескольких часов при тех же УЗД вызывало появление у животных кровоизлияний в среднем ухе и звукопроводящих путях [96; 89].

Результаты по медико-биологическому действию ИЗ получены, в основном, при экспериментальных исследованиях на животных. Повреждающие эффекты ИЗ на барабанную перепонку и среднее ухо определены в 1976 г. [366]. Морфологические исследования среднего и внутреннего уха кроликов после воздействия интенсивного ИЗ (УЗД 150–170 дБ) [327] показали влияние кратковременного воздействия (7,5–10 мин непрерывного и прерывистого ИЗ частотой 1, 10 и 20 Гц). Обнаружен ряд патологических изменений, включая: разрыв

барабанной перепонки; кровотечения из среднего уха; разрыв мембраны Рейсснера; эндолимфатическая водянка; потеря волосковых клеток; повреждение сосудистой полоски. В исследовании G.W. Harding [309] воздействие ИЗ с УЗД 100 дБ не производило повреждающего эффекта на среднее или внутреннее ухо. Однако 24-часовое действие ИЗ вызывало некоторый эффект: сдвиг порогов слуха на 10–20 дБ на частоте 2 кГц и ниже, определенный у кроликов методом стволомозговых коротколатентных слуховых вызванных потенциалов, и отсутствие влияния такой экспозиции ИЗ на уровень эмиссии на частоте продукта искажения. Исследования на животных показали, что при воздействии ИЗ наблюдались реактивные изменения со стороны волосковых клеток кортиева органа, ядра которых увеличивались в размерах, а ДНК смещалась на периферию ядер. Патологические изменения в виде инъекции кровеносных сосудов и мелкоточечных кровоизлияний в барабанной перепонке и слуховых косточках, а также на слизистой полости наружного и среднего уха можно объяснить механическим действием ИЗ. В центральном отделе слуховой системы (височная доля головного мозга) при действии ИЗ выявляли очаговые сосудистые изменения в виде умеренного расширения капиллярных и прекапиллярных сосудов с наличием в них большого количества форменных элементов крови (по типу венозного застоя). В цитоплазме пирамидных нейронов при этом наблюдали скопление большого количества лизосом, а также гипохромия [96; 89; 152].

Исследования лиц, длительно подвергавшихся в условиях производства влиянию ИЗ при УЗД от 100 до 130 дБ, показали наличие у некоторых из них анатомических изменений барабанной перепонки, а также появление постоянного смещения порога слышимости. В отличие от высоко- и среднечастотного шума низкочастотный шум вызывает ухудшение слуха преимущественно в диапазоне низких и средних частот [96].

С помощью физиолого-акустических и психоакустических исследований установлено, что звуки низких частот обладают выраженным маскирующим действием, особенно при уровнях свыше 100 дБ. ИЗШ даже при нормативных уровнях уменьшают разборчивость речи, причем маскирующий эффект распространяется до 4000 Гц [96; 152].

Описанные выше изменения по аналогии с медико-биологическим действием шума можно трактовать как ауральные эффекты ИЗ. На фоне нарушения слуха в клинической картине постепенно формируются экстраауральные эффекты. Основные механизмы действия ИЗ объясняют влиянием на механо- и проприорецепторы, резонансными эффектами, непосредственным распространением упругих волн по органам и тканям тела человека.

По аналогии с шумом высокой интенсивности и вибрацией в восприятии ИЗ существенную роль может играть путь, идущий от механорецепторов. Для этого диапазона колебаний установлены пороги вибротактильной чувствительности, которые находятся

несколько выше порогов слышимости. Интересные исследования по поводу роли механорецепторов в механизме восприятия ИЗ проведены с использованием генетически глухих людей и животных с разрушением ушного лабиринта или обнаженных людей, у которых уши и голова были надежно защищены шлемом. Несмотря на это, характер ответной биологической реакции при воздействии ИЗ не изменялся [126; 117].

Воздействие ИЗ на слуховой и вестибулярный анализаторы, а также механорецепторы сопровождается возникновением нервной импульсации, которая поступает в различные отделы головного мозга, приводя к нарушению корково-подкорковых взаимоотношений и активации ретикулярной формации и таламических отделов головного мозга. Подтверждением нейрогуморального пути формирования реакций при действии ИЗ являются морфофункциональные нарушения в различных отделах эндокринной системы, изменение уровня гормонов (катехоламины, глюкокортикоиды и др.) в крови, надпочечниках и холинергической медиации. В результате гормональной перестройки на воздействие ИЗ в организме может происходить изменение белкового метаболизма, окислительно-восстановительных процессов. Некоторые авторы общим и местным действием катехоламинов объясняют гемодинамические реакции и микроциркуляторные нарушения в органах и тканях в ответ на действие ИЗ [115].

Воздействие НЧШ вызывает в организме лабораторных животных нарушения в виде изменения состояния регуляторных систем и метаболизма на клеточном и субклеточном уровнях. Существует два типа механизма повреждающего действия: центральный механизм – перевозбуждение гипоталамо-гипофизарно-адреналовой системы; местный – непосредственное воздействие на высокоорганизованные структуры мембранного и генетического аппаратов клеток [146; 176].

Установлено, что НЧШ при УЗД свыше 120 дБ, воздействуя на человека, приводит к резонансным эффектам – колебаниям костных образований черепа, кожных покровов и внутренних органов. Поэтому он был назван автором «воздушной вибрацией» [116; 117]. Резонансная теория основана на учете совпадения частот акустических колебаний с собственной частотой того или иного органа. Частота резонанса определяется положением тела (лежа, сидя), мышечным напряжением и другими факторами [283].

В настоящее время установлено, что в механизме действия ИЗ важное место занимает непосредственное воздействие на клеточном уровне. Предложена даже теория раздражения, согласно которой в механизме неблагоприятного действия ИЗ ведущее место принадлежит денатурационным изменениям протоплазматических белков [150; 89; 176].

По аналогии с шумом при действии ИЗ предлагается рассматривать возникающие патофизиологические эффекты в двух аспектах, квазиинформационном и энергетическом. В

первом случае результатом вредного действия фактора ИЗ являются вегетативные реакции, повышение АД и т.п. Эти эффекты обычно появляются при уровнях, не превышающих 90 дБ, т.е. соответствуют порогу слышимости ИЗ (слуховой путь восприятия). Энергетический эффект обычно связывают с действием ИЗ (свыше 120 дБ) не только на орган слуха, но и другие пути восприятия [14; 18].

ИЗ способен вызывать патологические изменения органов дыхания. При УЗД 165-170 дБ зарегистрировано нарушение дыхательного цикла [283]. Было установлено также, что широкополосный шум отрицательно влияет на ряд зрительных функций [342] и это может быть связано с тем, что инфразвуковой компонент вызывает ухудшение состояния гемолимфоциркуляторного русла конъюнктивы [202; 155].

В лабораторных условиях влияние ИЗ свыше уровня 100 дБ вызывало у испытуемых появление субъективных ощущений (головокружение, тошноту, нарушение равновесия) в состоянии с объективными признаками (снижением статокINETического равновесия, нистагма), что убедительно свидетельствовало о нарушении функции вестибулярного анализатора [71; 283].

В настоящее время лабиринтный путь воздействия ИЗ на организм не вызывает сомнений. В тоже время появилось много сведений об экстралабиринтных путях его влияния [269], хотя нередко они носят противоречивый характер. Так, близкое анатомическое расположение с улиткой отолитовых и купулярных рецепторов заставляет обратить внимание на функцию вестибулярного аппарата при действии ИЗ, поскольку в этом случае, как отмечалось выше, могут появляться такие вестибулярные расстройства, как головокружение, тошнота, нарушение равновесия, нистагм, снижение статокINETической устойчивости.

В исследованиях на волонтерах выявлено, что действию ИЗ вызывает изменения в вестибулярном анализаторе в виде увеличения протяженности и меры рассеивания кефалографических кривых. Причиной этого феномена связывают с прямым действием низких частот на вестибулярный анализатор, экстралабиринтные отделы (стволовую и мозжечковую части) и сосуды головного мозга. При сочетанном влиянии шума и ИЗ изменения расчетных показателей кефалограмм были менее выражены, что возможно указывает на маскирующее действие шума [203].

Выявлено также, что при действии ИЗ регистрируются изменения у животных и человека ЧСС, АД, периферического кровообращения, морфологические изменения во внутренних органах (печени и сердце) и головном мозге [146], изменения кожи и подкожной клетчатки [153].

Таким образом, при воздействии ИЗ критическим органом считают не только орган слуха, но и вестибулярный анализатор, центральную нервную и сердечно-сосудистую системы,

органы дыхания. В клинической картине преобладают астеновегетативные и сосудистые нарушения, которые способствуют формированию таких заболеваний как астенический синдром, гипертоническая болезнь, дисциркуляторная энцефалопатия, хронический бронхит, эмфизема легких, офтальмопатия и др.

Таким образом, воздействие шума на организм зависит от его спектрального состава и временной организации акустического сигнала. Считаем, что наибольший научный интерес представляет действие акустического шума в сочетании с ИЗ, так как наличие схожих критических органов и механизмов действия создают условия для кумуляции патологических эффектов.

1.4 Влияние шума на заболеваемость

Шум, являясь общебиологическим раздражителем, оказывает влияние на организм в целом, снижая его резистентность, о чем свидетельствуют вышеприведенные данные литературы. Проявлением такого действия служит повышение уровня заболеваемости с временной утратой трудоспособности (ВУТ) и развитие профессиональной патологии.

К профессиональным заболеваниям относят:

- профессиональные заболевания, в этиологии которых главная роль принадлежит определенному профессиональному фактору (химический, физический и др.);
- производственно обусловленные заболевания, в развитии которых установлена причинная связь с воздействием определенных факторов производственной среды. [188; 58; 112].

В настоящее время состав профессиональной патологии по этиологическим факторам существенно изменился. На первое место вышли заболевания, вызываемые физическими факторами (шумом, вибрацией, электромагнитными, ионизирующими излучениями и др.) В структуре профессиональной патологии от воздействия физических факторов производственных процессов в 2014 г., как и в предыдущие годы, отмечался наиболее высокий уровень профессиональных заболеваний – 46,79 % (2013г. – 46,65 %; 2012г. – 47,4 %) [157].

Несмотря на то, что в стране ежегодно регистрируемая профпатология составляет небольшой процент от общего числа заболеваемости с ВУТ, эта патология имеет большое социально-гигиеническое и социально-экономическое значение. Диагноз профессионального заболевания является убедительным доказательством воздействия на здоровье работающих неблагоприятных условий труда, которые нуждаются в изменении, иногда безотлагательном. По отношению к этим больным должны применяться все необходимые оздоровительные и реабилитационные мероприятия: лечение и перевод на работу вне контакта с вредными

производственными факторами, переобучение, оздоровление в санатории-профилактории и др. [85; 157]. В Минобороны России система выявления и учета профпатологии отсутствует.

Указаний на более высокий уровень заболеваемости с ВУТ у лиц «шумных» профессий в литературе достаточно много. Изучалась заболеваемость у рабочих прядильно-ткацкого производства [90; 334; 285; 336; 362], металлургии, машиностроительных предприятий [138; 303; 339], горно-рудной промышленности [3; 65; 110; 352], нефтедобывающей отрасли [17; 91; 356; 292], железнодорожного [168; 169; 166], авиационного [105; 92; 358] и водного транспорта [131; 149; 360], сельском хозяйстве [94; 346; 325], пожарной охраны [319; 314].

А.А.Прохоров и В.А.Кудрин [191] выявили, что у железнодорожных диспетчеров, труд которых характеризуется очень высокой напряжённостью – загрузка рабочего дня диспетчера составляет 81–100 %, снижение слуха происходит в 17,4 % случаев, ишемическая болезнь сердца – в 9 %, а гипертоническая болезнь – в 8,7 %.

Сравнительный анализ заболеваемости с ВУТ рабочих, не имеющих отклонений в состоянии здоровья, и лиц с признаками «шумовой» патологии выявил у последних значимо большую частоту случаев в 2,2 раза [290; 295]. При этом статистически достоверно на 40 % была больше продолжительность одного случая заболеваний. К аналогичным выводам приходят и другие авторы [273; 341; 313; 332]. Л.А. Олешкевич [159] и И.Л. Карагодина [95] в исследованиях, проведенных на больших группах населения крупных городов, показали, что заболеваемость с ВУТ у лиц, работающих в условиях шума, но проживающих в акустически комфортных условиях, в 1,4 раза больше, а у проживающих в шумных условиях в 3,3 раза выше, чем у групп, работающих в акустически комфортных условиях.

При изучении заболеваемости с ВУТ как интегрального показателя влияния факторов среды у станочников доказана зависимость ее не только от стажа работы, но и от уровня шума [339; 351]. Установлена зависимость между заболеваемостью и величиной потерь слуха на речевых частотах 500–2000 Гц, свидетельствующая о том, что одновременно со снижением слуха происходят изменения, способствующие снижению резистентности организма. При увеличении уровня шума на 10 дБ показатели общей заболеваемости работающих (как в случаях, так и в днях) возрастают в 1,2–1,3 раза [90].

Большой интерес представляет анализ динамики специфических и неспецифических нарушений с увеличением стажа работы при шумовом воздействии на примере ткачей. Установлено, что с увеличением стажа у них развивается шумовая болезнь, т.е. полиморфный симптомокомплекс, включающий патологические изменения органа слуха в сочетании с вегетососудистой дисфункцией. При этом темпы роста потерь слуха почти в 3,5 раза выше темпа роста функциональных нарушений нервной системы. При стаже работы до 5 лет преобладают переходящие вегетососудистые нарушения, более 10 лет – потери слуха [90].

О.А. Воробьев и Ю.В. Крылов, С.В. Скребнев, В.Н.Зинкин и др.[35; 208; 80; 82] изучали заболеваемость рабочих авиапромышленного предприятия. В этих работах общие показатели числа заболевших лиц, случаев и дней потери трудоспособности в зависимости от интенсивности шумового воздействия оценены как выше средних и средние. Установлена выраженная зависимость увеличения числа многократно болевших лиц от интенсивности воздействующего авиационного шума.

Эта тенденция особенно отчетливо прослеживается среди обратившихся за медицинской помощью неоднократно (3–4 раза). Высокие показатели случаев, дней и продолжительности случая временной нетрудоспособности обусловлены заболеваниями органов дыхания, кровообращения, пищеварения. Среди болезней класса кровообращения ведущее место занимают нейроциркуляторная дистония, гипертоническая болезнь и ишемическая болезнь сердца. По всем критериям заболеваемости отмечена зависимость от возраста обследуемых, стажа работы с шумом, уровня шума.

В последнее десятилетие появились данные о заболеваемости ИТС ВВС ВКС, обслуживающего авиационную технику [215; 205]. У этой категории работающих выявлены высокие показатели заболеваемости сердечно-сосудистой и нервной систем.

Анализ литературных данных показывает, что для наиболее полной оценки характера и степени неспецифического влияния авиационного шума необходимы не только клинические и инструментальные исследования для выявления нарушений в организме человека, но и анализ заболеваемости АС.

1.5 Профессиональные риски

Каждый работник в процессе трудовой деятельности подвергается воздействию факторов среды и трудового процесса, которые могут оказывать негативное действие на здоровье работающего. Для каждого работающего человека существует профессиональный риск – вероятность повреждения (утраты) здоровья или смерти, связанная с исполнением обязанностей по трудовому договору. Закрепленное в Конституции обеспечение права работника на труд без риска потери здоровья, относится к приоритетным задачам государственной политики в области охраны и медицины труда, поскольку являются основой экономического развития страны [190].

Риск – одна из важнейших категорий, отражающих меру опасности ситуаций, в которых имеются потенциальные факторы, способные неблагоприятно воздействовать на человека, общество и природу [127]. До сих пор нет единого определения самого понятия «риск», очень

часто термин «риск» употребляется как тождественный термину «опасность» или как синоним вероятности [250; 29].

В настоящее время понятие риска является общенаучной проблемой и выделилось в самостоятельную дисциплину. В связи с тем, что исследование риска является новым научным направлением, в методологии исследования риска нет единого подхода. Часто в исследовании риска выделяют два направления: оценка риска и управление рисками (американский и канадский подход). Задача первого блока – идентификация опасности, оценка воздействия и его последствий, характеристика риска и сравнение его с другими рисками с целью определения степени приемлемости и выработки приоритетов управления, второго – разработка планов действий и принятие решений по снижению и контролю риска. Сама методологическая схема называется методологией анализа риска или риском [28].

Общим в оценке риска и управлением риском является то, что они – две стадии единого процесса принятия решения. Такая общность обусловлена их главной целевой функцией – определением приоритетов действий, направленных на уменьшение риска до минимума, для чего необходимо знать как его источники и факторы – (анализ риска), так и наиболее эффективные пути его сокращения (управлением риском). Оценка риска служит основой для исследования и выработки мер управления риском в соответствии с алгоритмом действий [4].

Длительное время основу функционирования промышленных предприятий составляла концепция абсолютной безопасности, или нулевого риска (принцип *as low as practically achievable*, ALAPA). Она предусматривала такую организацию производственного объекта, при которой полностью исключалась возможность аварии. Современное состояние безопасности техносферы наглядно демонстрирует неправомерность такого подхода из-за невозможности достижения абсолютной безопасности.

Со временем концепция нулевого риска уступила место концепции приемлемого риска, в основе которой заложен принцип «предвидеть и предупредить» – принцип приемлемого риска (*as low as reasonably achievable*, ALARA). Ее смысл заключается в следующем: при любой ситуации дозы воздействия должны быть минимальны, насколько это возможно достичь с учетом экономических и социальных обстоятельств. Эта концепция предусматривает возможность аварии и, соответственно, меры для предотвращения ее возникновения и развития. Ее принципиальные положения составили основу современных методов анализа техногенного риска [127].

В настоящее время широкое распространение в РФ получили три концептуальных подхода к оценке профессиональных рисков в контекстах:

- медицины (гигиены) труда,
- безопасности и охраны труда,

– социального страхования.

Первая концепция реализует подход, изложенный в документах ВОЗ: риск есть математическая концепция, отражающая ожидаемую тяжесть или частоту неблагоприятных реакций на данную экспозицию. Она основана на количественной оценке риска ущерба здоровью работника от действия вредных и опасных факторов рабочей среды и трудовой нагрузки с учетом вероятности тяжести и нарушений здоровья. Методика оценки изложена в Руководстве Р.2.2.1766-03 [192], которое разработано в НИИ медицины труда РАМН.

Вторая концепция базируется на определении Международной организации по стандартизации (ИСО): профессиональный риск – это вероятность повреждения (утраты) здоровья или смерти работника в зависимости от условий труда, опасных производственных факторов и анализа производственного травматизма на рабочем месте и профессиональных заболеваний. Оценка и классификация условий труда основана на результатах аттестации рабочих мест [193].

Третья концепция развивает определение риска, данное в Федеральном законе № 125-ФЗ [240]: профессиональный риск – вероятность повреждения (утраты) здоровья или смерти застрахованного, связанная с исполнением им обязанностей по трудовому договору (контракту). Методика оценки разработана Фондом социального страхования РФ и является основным инструментом для установления размера типовых страховых тарифов в отношении однородных видов экономической деятельности [127].

По ГОСТ Р 51897-2002. «Менеджмент риска. Термины и определения» [52], оценка величины риска (risk estimation) – это процесс установления вероятности и последствий его, а оценивание риска (risk evaluation) – процесс сравнения оцененного риска с его допустимостью, т.е. определение социальной значимости риска. При этом проверяется, не превышен ли в данной ситуации допустимый риск, который считается социально приемлемым с учетом существующих общественных ценностях. В настоящее время приходится ограничиваться упрощенными подходами, оценивая риск по одному или нескольким показателям, критериям, величинам, представляющим обобщенные характеристики, для суждения его социальной приемлемости.

Попытка реализовать универсальный алгоритм оценки профессиональных рисков представлена в ГОСТ Р 12.0.010—2009 «ССБТ. Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков» [44]. В этом стандарте даны общие рекомендации по определению опасностей, а также выбору и использованию прямых и косвенных методов оценки профессиональных рисков.

Представленный в стандарте подход полностью соответствует определению риска по Федеральному закону от 18.07.2011 г. № 238-ФЗ «О внесении изменений в Трудовой кодекс

Российской Федерации» [239]: «Профессиональный риск – вероятность причинения вреда здоровью в результате воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов при исполнении работником обязанностей по трудовому договору или в иных случаях, установленных настоящим Кодексом и другими федеральными законами». Вместе с тем с введением указанного стандарта еще более отчетливо проявилась проблема наличия, качества и доступности информации, необходимой для оценки профессиональных рисков.

Методы анализа и оценки риска делятся на феноменологические, детерминистские и вероятностные. При оценке риска применяются качественные и количественные методы анализа. Количественная оценка риска имеет ряд преимуществ: дает основание более объективно судить о степени угрозы и сравнить ее с требованиями нормативов; дает возможность разработать систему управления риском, соответствующую его степени.

Для исследования различных направлений деятельности человека, коллектива, сообщества применяются различные методики оценки риска. В медицинской практике чаще используются следующие методики.

Санитарно-гигиеническая оценка риска проводится в соответствии с нормативной документацией системы оценки профессионального риска [192; 193 и др.].

Медико-экологическая оценка риска. Это вид экспертных работ, направленных на определение числа людей, способных проявить негативные реакции на воздействие конкретного неблагоприятного фактора, действующего с определенной силой и в заданный промежуток времени [98].

В последнее время все чаще появляются работы по оценке профессиональных рисков с целью их прогнозирования и управления ими [139; 57; 195; 113 и др.]. В практической медицине в основном используется санитарно-гигиеническая методика оценки риска, которая разработана в НИИ медицины труда РАМН на основе федеральных нормативных и методических документов.

Военная служба – это вид трудовой деятельности, который сопряжен с высокими физическими, психологическими, эмоциональными нагрузками, в условиях воздействия неблагоприятных факторов, зачастую не отвечающих санитарно-гигиеническим требованиям и нормам. Несоблюдение гигиенических регламентов ведет к риску нарушения здоровья и развития профессионального заболевания. Методология оценки риска в ВС РФ пока еще не нашла широкого применения. В доступной литературе имеются единичные сообщения по оценке риска военного труда, в частности в авиации [99]. Возможно это связано с тем, что в ВС РФ отсутствует понятие «профессиональная патология». С развитием современного направления в профилактической медицине – оценке профессионального риска, возникла

необходимость о создании методических указаний по оценке профессионального риска в ВС РФ.

1.7 Медицинские аспекты акустического шума

Н. Gierke, G. Jansen, Н. Dieroff [302; 318; 293] и др. считают предотвращение неблагоприятного влияния шума и защиту организма от данного фактора человека, особенно работающего в шумовых условиях, проблемой здравоохранения, однако постоянно указывают на необходимость получения дополнительных доказательств связи «шум – состояние здоровья». При рассмотрении влияния шума на здоровье акцентируется внимание на том, что в этой проблеме необходимо выделять и исследовать два аспекта [304].

К одному из них относится государственная, публичная ответственность, связанная с принятием и исполнением соответствующих нормативных документов, разработкой эффективных технических средств и организационных мер по снижению неблагоприятного влияния шума на организм человека, проведением систематических обследований и реабилитационных мероприятий лицам, работающим в условиях повышенного шумового риска и т.д.

Другой аспект влияния шума на здоровье связан с личными обязанностями человека, особенно подвергающегося действию шума как профессионально вредного фактора, в частности, применением, где и когда это необходимо, соответствующих средств индивидуальной защиты от шума, использовании отдыха в минимально шумной обстановке и т.д.

По данным ВОЗ, при анализе глобального груза болезней от профессиональных факторов риска, потеря слуха от шума занимает второе место (этиологическая доля 17 %). Существует ряд международных и национальных стандартов по критериям оценки профессиональной потери слуха от шума. В частности, в ВОЗ имеются два документа для сбора эпидемиологических данных: по предупреждению глухоты и нарушения слуха у населения [349], по предупреждению потери слуха, вызванной профессиональным воздействием шума [345]. ИСО 1999-1990 является международным стандартом, в котором приведены методы определения профессиональной экспозиции шума и оценки нарушений слуха от шума, а также процедура прогнозирования вероятности потери слуха в зависимости от уровня шума, стажа работы, пола и возраста. Эксперты Международной организации труда (МОТ) рекомендуют программы сохранения слуха, основой которой является мониторинг слуха работников с регулярными аудиометрическими исследованиями [350; 59]. Например, специалистами Национального института профессиональной безопасности и здоровья (NIOSH, США) в 1996 г.

разработана программа Hearing Loss Prevention Programs (HLPPs), которая предназначена для всех работающих, которые получают шумовую нагрузку на протяжении 8-часовой экспозиции звука с уровнями, равными или выше 85 дБА. В США имеются также стандарты Министерства труда, включающие стандарт по оценке шумовой экспозиции с определением терминов и основными требованиями [338] и стандарт регистрации случаев [347]. Имеется национальный стандарт США для отделов пожарной охраны NFPA1582-2007 [357]. Национальной ассоциацией сохранения слуха США (NHSA) разработано «Профессиональное руководство по пересмотру базовой аудиограммы» [335]. Американская академия аудиологии одобрило это руководство и рекомендует его применение при реализации программ сохранения слуха по стандарту OSHA [338]. Американским колледжем профпатологии и экопатологии в 2012 г. разработано руководство «Профессиональная потеря слуха, вызванная шумом» [320], полностью поддерживающее основные положения Американской академии аудиологии. В Евросоюзе также имеется «Руководство по диагностике профзаболеваний (2009), где даются критерии экспозиции, острые и хронические эффекты воздействия шума, но нет критериев оценки потерь слуха [297].

В нашей стране учеными НИИ медицины труда тоже разработана компьютерная программа сохранения здоровья работающих при воздействии шума [227]. В государстве есть ряд нормативно-правовых актов в области регулирования акустической среды и защиты населения от воздействия шума: закон РФ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» № 52 – ФЗ от 30 марта 1999 г.; закон РФ «Об охране атмосферного воздуха» № 96 – ФЗ от 4 мая 1999 г.; закон РФ «Об охране окружающей среды» № 7 - ФЗ от 10 января 2002 г. с изменениями на 10 марта 2014г.; закон РФ «О специальной оценке условий труда» № 426-ФЗ от 28 декабря 2013г.; Трудовой кодекс РФ; государственные стандарты; санитарные нормы и правила и др. Разработана и действует система мер профилактики и защиты человека от шума, которая включает в себя комплекс инженерно-технических, организационных и оздоровительных мероприятий.

Среди мер медицинской профилактики неблагоприятного воздействия шума центральное место занимают предварительные при приеме на работу и периодические медицинские осмотры, которые должны проводиться в соответствии с требованиями приказа Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 12.04.2011 № 302н [178]. Основная цель предварительных медицинских осмотров – оценка состояния здоровья работающих для решения вопросов пригодности к работе в условиях воздействия шума, что может сопровождаться развитием профессионального заболевания или обострением имеющейся патологии. Полученные данные имеют существенное значение для дальнейшего наблюдения за работающими людьми.

Периодические медосмотры обеспечивают динамическое наблюдение за состоянием здоровья работающих в условиях воздействия шума, что важно для своевременной диагностики начальных признаков профессиональной и профессионально обусловленной патологии. В соответствии с приказом Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 12.04.2011 № 302н все лица, поступающие на работу или работающие во вредных условиях труда по производственному шуму (по результатам специальной оценки условий труда), подлежат предварительным и периодическим медицинским осмотрам. В осмотре участвуют терапевт, невролог, оториноларинголог, офтальмолог. Подробности по диспансеризации работников шумовых профессий указаны в Письме Минздрава России от 06.11.2012 № 14-1/10/2-3508. Противопоказаниями к приему на работу, сопровождающуюся шумовым воздействием, служат стойкое понижение слуха, хотя бы на одно ухо, любой этиологии; отосклероз и другие хронические заболевания уха с неблагоприятным прогнозом; нарушение функции вестибулярного аппарата любой этиологии в т. ч. болезнь Меньера. Кроме того, следует руководствоваться общими медицинскими противопоказаниями к допуску на работу, связанную с опасными, вредными веществами и производственными факторами.

Разработаны положения экспертизы трудоспособности и профилактики профессиональной тугоухости [174].

Представленные выше данные показывают, что на федеральном уровне создана оптимальная структура для наблюдения за здоровьем лиц шумовых профессий. К сожалению, анализ проводимых мероприятий по профилактике шумовой патологии среди военнослужащих далек от требований действующих руководящих документов в России. В военной медицине отсутствует не только понятие «шумовая патология», но и профессиональная патология.

В основном документе, регламентирующем деятельность медицинской службы в ВС РФ – «Руководстве по медицинскому обеспечению ВС РФ на мирное время», введенного в действие приказом НТ ВС – зам МО РФ № 1 от 15 января 2001 г. [185] об акустическом шуме, как вредном физическом факторе, ничего не сказано ни в главе 10 - «Осуществление медицинского контроля за условиями жизнедеятельности личного состава», ни в главе 15 - «Особенности лечебно-профилактических мероприятий в отношении отдельных категорий военнослужащих». К профессиональным вредностям относится воздействие на организм человека радиоактивных веществ (РВ), источников ионизирующих излучений (ИИИ), источников электромагнитных полей (ЭМП), компонентов ракетного топлива (КРТ) и других сильнодействующих ядовитых веществ. Таким образом, медицинская служба ВС РФ акустический шум не относит к вредному фактору, что указывает на определенные противоречия отношения к шуму по сравнению с гражданским здравоохранением в нашей стране.

В приказе МО РФ № 800 от 18.06.2011 г. «Об утверждении Руководства по диспансеризации военнослужащих в Вооруженных Силах Российской Федерации» [184] сказано, что диспансерное динамическое наблюдение за военнослужащими, имеющими стойкое или прогрессирующее понижение слуха (нейросенсорная потеря слуха, отосклероз, адгезивный средний отит, тимпаносклероз); нарушения вестибулярной функции осуществляется постоянно. Военнослужащие с указанной патологией осматриваются врачом воинской части раз в 6 мес, оториноларингологом также раз в 6 мес., при наличии вестибулярных нарушений – неврологом. Проводятся камертональные пробы (Желе, Вебера, Бинга) и пороговая тональная аудиометрия раз в 6 мес. В качестве основных лечебно-профилактических мероприятий рекомендовано ограничение повышенной шумовой и вибрационной нагрузки, при работе в шумной обстановке применять защитные средства (противошумы-заглушки, беруши, шлемы). В Приложении № 10 этого же приказа говорится, что оториноларингологом ежегодно осматриваются военнослужащие, проходящие военную службу по контракту, не состоящие под диспансерным динамическим наблюдением, только со второй возрастной группы (с 36 лет). Пороговая тональная аудиометрия проводится военнослужащим четвертой возрастной группы (46 лет и старше), только лицам, работающим в условиях повышенного воздействия шума. Этим же приказом (Приложение № 13) определены группы состояния здоровья. Ко второй группе здоровья относят военнослужащих, имеющих риск возникновения различных заболеваний, а также подвергающихся воздействию профессиональных вредных факторов военного труда [184]. Если четко следовать вышесказанным указаниям, то впервые будут выявляться лица с уже сформированным профессионально обусловленным заболеванием шумовой этиологии, а не лица с ранними стадиями заболевания, а тем более лица, имеющие риск развития заболевания.

В связи с тем, что в военной медицине шум не выделен как вредный фактор, ведущий к развитию профессиональной патологии, поэтому не разработаны вопросы профотбора и экспертизы шумовой патологии. В тоже время в Положении о военно-врачебной экспертизе, утвержденного постановлением Правительства РФ от 4 июля 2013 г. № 565 предусмотрено, что военно-врачебная комиссия выносит при необходимости также заключение о годности к военной службе в конкретном виде Вооруженных Сил или роде войск, о годности к работе с радиоактивными веществами, источниками ионизирующего излучения, компонентами ракетных топлив и иными высокотоксичными веществами, токсичными химикатами, относящимися к химическому оружию, источниками, создающими электромагнитные поля в диапазоне частот от 30 кГц до 300 ГГц, и оптическими квантовыми генераторами, микроорганизмами I, II групп патогенности (пункты 34, 54, 78) [177].

В пункте 94 раздела IX «Определение причинной связи увечий, заболеваний военнослужащих...» Положения о военно-врачебной экспертизе, утвержденного постановлением Правительства РФ от 4.07.2013 г. № 565 [177], перечислены внешние факторы, воздействие которых может рассматриваться в качестве причины, приводящий к развитию увечья или заболевания у военнослужащих в формулировке «военная травма»: радиоактивные вещества, источники ионизирующего излучения, компоненты ракетных топлив и иных высокотоксичных веществ, токсичные химикаты, относящихся к химическому оружию, источники электромагнитного поля и лазерного излучения, микроорганизмы I и II групп патогенности.

В связи с тем, что воздействие акустического шума на организм не является фактором, ведущим к развитию профессиональной патологии (по вышеуказанным правовым актам), то военнослужащие, прослужившие в шумной обстановке длительный период времени (в частности ИТС авиации) и имеющие при увольнении из рядов ВС РФ хронические заболевания органа слуха, сердечно-сосудистой и нервной системы профессионального генеза, не считаются лицами, получившими профессиональное заболевание. Такие военнослужащие не защищены в социальном плане, так как причинная связь выявленной у них патологии расценивается как «заболевание получено в период военной службы».

Статьей 40 «Расписания болезней» Положения о военно-врачебной экспертизе [177] устанавливается связь понижения слуха только с категорией годности к военной службе, но не с особенностями профессиональной деятельности.

В Вооруженных Силах России, в том числе и в ВВС ВКС, на сегодняшний день понятие профессиональные заболевания отсутствует, что является нарушением требований, которые предусмотрены законодательством для федеральных нормативных актов и документов. Это положение противоречит и положениям Международной организации охраны труда. При проведении военно-врачебной экспертизы в ВС используется иной подход к определению причиной связи заболеваний у военнослужащих – «военная травма». Определен перечень факторов, действие которых может сопровождаться развитием «военной травмы». Однако в него шум и ИЗ не входят.

Необходимо усилить контроль при отборе АС при работе с источниками шума и ИЗ. В ВС РФ требует совершенствования и приведения ее к соответствию с федеральными документами и система диспансерного наблюдения за лицами, работающими в условиях воздействия шума и ИЗ.

Таким образом, в ВВС ВКС существуют категории военнослужащих, которые в процессе выполнения ими военно-профессиональных обязанностей систематически подвергается воздействию высокоинтенсивного широкополосного авиационного шума. В ряде случаев это

может приводить к развитию заболеваний. В тоже время на настоящий момент отсутствуют правовые механизмы по оздоровительным и экспертным мероприятиям по отношению к данным военнослужащим.

1.8 Проблемы защиты от акустического шума

Борьба с шумом в авиации ведется давно, а наиболее эффективные способы и методы снижения его интенсивности связаны, как правило, с уменьшением тяги двигателей и с увеличением массы воздушного судна, что ухудшает их тактико-технические характеристики. Тем не менее, последние достижения в авиационной акустике, материаловедении позволяют предложить инновационные решения по оптимизации акустической обстановки на аэродроме и на прилегающих к нему территориях с целью уменьшения негативного воздействия шума на здоровье АС и населения [214].

Снижение интенсивности авиационного шума осуществляется по следующим направлениям [90; 66; 84; 23; 121; 253; 212]:

- уменьшение параметров шумового фактора в источнике образования шума технологическими, конструктивными и эксплуатационными способами;
- снижение интенсивности шумов по пути их распространения средствами звукоизоляции или звукопоглощения;
- уменьшение вредного воздействия шума на организм путем использования СИЗ и средств коллективной защиты (СКЗ) персонала или изменения его режима труда, а также комплекса медицинских организационных мер.

Одним из главных направлений по защите от шума является создание СИЗ, которые должны использоваться в следующих случаях:

- когда измерения шума показывают превышение санитарных норм до осуществления технических мероприятий;
- когда технические средства и способы невозможно или не целесообразно применять, а также когда они не обеспечивают уровень, требуемых санитарными нормами;
- когда по технологии производства или режиму работы необходимо временное непродолжительное пребывание в условиях интенсивных шумов [208; 74].

Основное предназначение СИЗ от шума способствовать перекрытию наиболее значимых путей проникновения акустических колебаний в организм. Принято считать, что звуковые колебания воспринимаются человеком непосредственно через орган слуха путем воздушной проводимости и через череп путем костной проводимости. В соответствии с ГОСТ Р 12.4.208–99, ГОСТ Р 12.4.209–99 и ГОСТ Р 12.4.210–99 (перечисленные три ГОСТа с 1.07.12 г. заменены

на ГОСТ Р 12.4.255–2011) [50] в зависимости от конструктивного исполнения СИЗ подразделяются на следующие виды:

- противошумные наушники, закрывающие ушную раковину снаружи;
- противошумные вкладыши, которые располагаются во внутренней части слухового прохода или в ушной раковине;
- противошумные шлемы, закрывающие ушную раковину и часть головы.

СИЗ органа слуха от шума предназначены для защиты воздушного пути, являющегося основным путем воздействия акустических колебаний звукового диапазона на орган слуха. Они состоят из двух групп: наушники и вкладыши.

К настоящему времени разработано значительное количество модификаций СИЗ от шума, отличающихся как внешним видом и качеством изготовления, так и эффективностью.

Литература по вопросу стандартизации противошумов крайне ограничена. По данным Н.Ф. Измерова [90], лишь в Японии имеется стандарт (JIS B-9904), который устанавливает требования к эффективности для противошумных средств в диапазоне частот от 500 до 4000 Гц. Стандарт включает метод определения или проверки эффективности с помощью специальной установки, объективно определяющей звукоизоляцию противошумных наушников.

Основным требованием к противошумам является их эффективность защиты от шума, которая зависит от их конструктивных особенностей, массы и силы прижатия к околоушной области. Эффективность шумоглушения определяется на низких звуковых частотах (до 250 Гц) уплотняющим слоем, на средних (500–1000 Гц) – материалами и конструкцией корпуса и на высоких частотах (свыше 1000 Гц) – наполнителем корпуса наушников. Большое значение имеет сила прижатия к околоушной области. Так, при увеличении этой силы в 2 раза эффективность повышается примерно на 5 дБ на всех частотах. Однако увеличение силы прижатия свыше 1 кг непереносимо при ношении наушников более 4 ч [90].

Для оценки акустической эффективности (заглушающей способности) противошумных наушников используется упрощенный метод измерения с помощью микрофонов, расположенных в устройстве для испытаний [48] и субъективный метод измерения поглощения шума по результатам пороговой аудиометрии, проводимой в специальном помещении [47].

Некоторые авторы [90; 81; 204] предлагают, кроме вышеуказанных методов, в качестве обязательного этапа проводить испытания противошумных наушников в натуральных условиях. Это позволяет всесторонне оценить их эргономические и эксплуатационные характеристики и прямым способом установить степень защиты человека от неблагоприятного влияния шума.

Все зарубежные образцы противошумных наушников построены по принципу защиты на частотах речевого диапазона (300–2000 Гц), а отечественные серийные противошумы

конструкции ВЦНИИОТ – на частотах 2000–8000 Гц при незначительной эффективности на частотах ниже 500 Гц [90; 330; 274]. Заглушающая способность СИЗ различных производителей неодинакова, разброс величин шумопоглощения составляет в области низких (63–250 Гц) частот – 2 – 27 дБ; в области средних (500–1000 Гц) частот – 4–36 дБ; в области высоких (свыше 1000 Гц) частот – 23–42 дБ [217].

В России по эффективности защиты от шума, массе и силе прижатия к околоушной области противошумы делят на три группы: А, Б и В, что позволяет правильно выбрать средство защиты в зависимости от характера окружающего шума [2].

При уровнях шума свыше 100–110 дБА необходима защита не только органа слуха, но и головы, чтобы обеспечить уменьшение влияния высокоинтенсивного шума на костный путь проведения звука. Поэтому для защиты головы при уровнях шума свыше 100–110 дБА рекомендовано использовать противошумные шлемы [90; 75]. В перечне СИЗ (ГОСТ 12.4.275—2014) [53] предусмотрен также шумозащитный шлем. Однако требований к подобным СИЗ в системе стандартов безопасности труда не предъявляется. Стандартной методики оценки их акустической эффективности в РФ не имеется. Как правило, для этого используется измерение уровня звука с помощью микрофона, размещенного в подшлемном пространстве шлема, одетого на манекен головы [61]. Использование микрофона в подобных условиях носит спорный характер, поскольку в формировании звукового поля в замкнутом пространстве с ограниченным объемом имеется много неучтенных факторов и это не соответствует требованиям при измерении микрофоном, предъявляемым ГОСТ 31296.2–2006 [43].

В зарубежных источниках рекомендуется, при необходимости, использовать в качестве шумозащитных авиационные защитные шлемы. Уровни поглощения шума авиационными защитными шлемами (мягкими и упругими) достаточны в области высоких частот (1000–8000 Гц). Очевидно, что шумопоглощение авиационными шлемами достигается в основном за счет их значительной конструктивной массы, а также вследствие наличия в конструкции внутреннего шумозащитного пакета [214].

Серьезные трудности возникают для защиты персонала от производственного шума, в спектре которого преобладают акустические колебания ниже 100 Гц. Воздействие на человека акустических колебаний при высоких уровнях и наличие в спектре низких и инфразвуковых частот приводит к формированию экстраауральных эффектов, которые получили название «воздушная вибрация». При уровнях шума свыше 125 дБА необходима защита не только органа слуха и головы, но грудной клетки, и брюшной полости, чтобы обеспечить защиту последних от «воздушной вибрации». Для этого рекомендуется использовать противошумные жилеты, пояса и костюмы, 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 [217; 220; 81].

Наличие частот инфра- и звукового диапазонов в спектре шума в сочетании с высоким их уровнем должно быть учтено при выборе средств и способов защиты [218; 77]:

Существующие подходы позволяют оценить эффективность СИЗ от шума только от 63–125 Гц. Для расширения диапазона исследования акустической эффективности противозумов в область более низких частот и ИЗ были разработаны методики и технологии, которые требуют научной проработки и внедрения в практику [81; 77; 62]. Особенно, это актуально для создания средств защиты от авиационного шума.

Таким образом, наибольшего эффекта защиты от высокоинтенсивных авиационных шумов можно достичь лишь при комплексном использовании коллективных и индивидуальных средств защиты от шума. Шумозащитные сооружения в сочетании с СИЗ от шума обеспечивают комфортную акустическую обстановку в период проведения полетов и позволяют варьировать суммарным временем работы АС. Использование СИЗ от шума является наиболее эффективным способом борьбы с авиационным шумом. Выбор их должен производиться на основании оценки условий труда АС.

Для надежной защиты АС от интенсивных широкополосных акустических колебаний требуется использовать комбинацию СИЗ от шума, обладающих высокой эффективностью в высоко-, средне- и низкочастотной части спектра. Это позволит обеспечить защиту органа слуха (противозумные вкладыши, наушники), головы (противозумные шлемы) и тела человека (противозумные костюмы). Работа по созданию экстраауральных средств защиты от высокоинтенсивного шума, низкочастотного шума и ИЗ является важной современной проблемой по защите от вредного действия производственного шума. Отсутствие подобных эффективных средств защиты на снабжении является основанием для проведения комплексных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по их созданию.

Из приведенного обзора литературы следует, что шум широко представлен в различных ОБВТ и воздействует на большие группы военнослужащих. При этом на сегодняшний день отсутствует полная характеристика о спектральном составе этих шумов. Особенно актуально это для ВВС ВКС, где имеется большое количество источников высокоинтенсивного шума, что создает высокие риски развития нарушений здоровья, обусловленных действием авиационного шума. Многообразие источников шума, воздействующих на АС, требует проведения систематизации имеющихся данных.

Несмотря на многочисленные исследования о неблагоприятном влиянии авиационного шума, в первую очередь, на орган слуха, а также на нервную и сердечно-сосудистую систему,

остаются неизученными особенности клинической картины заболеваний АС при сочетанном действии шума и ИЗ.

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

Однако в отношении военнослужащих ВС РФ в доступной нам литературе отсутствуют данные о их заболеваемости с ВУТ. Остаются неизученными проблемы состояния здоровья данной категории во взаимосвязи с воздействием профессиональных и непрофессиональных факторов. Не внедрена система мероприятия по оценке профессиональных рисков. Существующая система профилактических мероприятий и военно-врачебная экспертиза военнослужащих, подвергающихся воздействию авиационного шума, требует изменений. Проблемными остаются и вопросы совершенствования защиты от шума, особенно индивидуальных, в том числе методов оценки их акустической эффективности.

В настоящей диссертации будут рассмотрены все вышеперечисленные вопросы применительно к военнослужащим ВВС ВКС.

ГЛАВА 2. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБОСНОВАНИЕ

2.1. Материал исследования

Обследовано 372 авиационных специалистов, из них 100 человек 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 человека летно-подъемного состава. Кроме того, было проведено обследование 20 человек контрольной группы (КГ), которые не связанные с обслуживанием авиационной техники и до этого не имели контакт с высокоинтенсивным шумом.

При отборе обследуемых в группе ИТС руководствовались следующими критериями:

- возраст обследуемых от 24 до 49 лет;
- стаж работы с авиационной техникой от 4 до 26 лет.

Военнослужащие экспериментальной группы ИТС были распределены на четыре группы по 25 человек в каждой в зависимости от стажа работы:

- первая группа военнослужащие со стажем до 5 лет;
- вторая группа – стаж работы до 10 лет;
- третья группа – стаж работы до 15 лет;
- четвертая группа – стаж работы свыше 15 лет;
- пятая группа – в нее были включены все обследуемые из 1–4 групп, поэтому ее численность составила 100 человек, связанные с обслуживанием авиационной техники. Все лица мужского пола.

Средний стаж работы с авиационной техникой в последней группе составил $11,6 \pm 0,5$ года. В экспериментальной группе 1 средние величины возраста ($26,5 \pm 0,8$ года) и стажа работы в условиях шума ($3,6 \pm 0,2$ года) были наименьшими по сравнению с экспериментальными группами 2–4 и соответственно были наибольшими в экспериментальной группе 4 ($41,3 \pm 0,6$ года и $19,8 \pm 0,5$ года).

Более подробная характеристика контрольной и экспериментальных групп ИТС приведена в таблице 2.1. Как видно, 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).

Таблица 2.1 - Характеристика контрольной и экспериментальных групп ИТС ($M \pm m$)

| Наименование группы | Количество обследуемых | Возраст, (годы) | Стаж работы с шумом, (лет) |
|--|------------------------|---------------------|----------------------------|
| Контрольная | 20 | 35,5±1,9 | 0 |
| Экспериментальная 1 стаж до 5 лет | 25 | 26,5±0,8 p<0,001 | 3,6±0,2 p<0,001 |
| Экспериментальная 2 стаж до 10 лет | 25 | 32,4± 1,4 p>0,2 | 8,6±0,5 p<0,001 |
| Экспериментальная 3 стаж до 15 лет | 25 | 36,9±1,2 p>0,2 | 14,2±0,5 p<0,001 |
| Экспериментальная 4 стаж свыше 15 лет | 25 | 41,3±0,6 p<0,005 | 19,8±0,5 p<0,001 |

Примечание: здесь и в табл.2.2, 2.3 p – уровень значимости различий по критерию Стьюдента между контрольной и экспериментальными группами.

К ЛПС относятся летчики, штурманы, прочие члены летных экипажей, парашютисты, планеристы, воздухоплаватели, военнослужащие, выполняющие полетные задания на борту воздушного судна, руководители полетов. В работе для обследования взяли летчиков, штурманов и других членов летных экипажей (борттехник, бортинженер, бортрадист и др.) в количестве 252 военнослужащих, которые регулярно подвергаются действию авиационного шума. Возраст ЛПС колебался от 23 до 55 лет. Лётный стаж оценивался по общему налёту и составлял от 100 до 5200 часов. Весь ЛПС был распределён на три группы:

1-я группа – летчики в количестве 123 человека;

2-я группа – штурманы в количестве 48 человек;

3-я группа – другие члены летных экипажей в количестве 81 человек.

Кроме того, летчики и штурманы были разделены на группы по видам авиации:

– летный состав истребительно-бомбардировочной авиации в количестве 31 человека;

– летный состав армейской авиации (вертолеты) в количестве 57 человек;

– летный состав военно-транспортной авиации в количестве 83 человека.

Средний стаж летной работы ЛПС составил 13,2±0,7 года, что соответствует налету 1000 – 1500 часов. Средний возраст ЛПС (35,0±0,6 лет) достоверно (p>0,2) не отличался от возраста военнослужащих контрольной группы. Между летными специалистами (летчики, штурманы, другие члены летных экипажей) существенной разницы в возрасте и стаже летной работы не

наблюдается. Более подробная характеристика экспериментальных групп ЛПС представлена в таблицах 2.2 и 2.3 и таблице 1 Приложения.

Таблица 2.2 - Характеристика контрольной и группы ЛПС ($M \pm m$)

| Наименование группы | Количество обследуемых | Возраст, (годы) | Стаж летной работы, (лет) |
|---------------------------------------|------------------------|---------------------|---------------------------|
| Контрольная | 20 | 35,5±1,9 | 0 |
| Экспериментальная 1 стаж до 5 лет | 34 | 23,9±0,5 p<0,001 | 2,6±0,3 p<0,001 |
| Экспериментальная 2 стаж до 10 лет | 64 | 30,6±0,6 p<0,1 | 7,9±0,2 p<0,001 |
| Экспериментальная 3 стаж до 15 лет | 64 | 34,4±0,4 p>0,2 | 13,2±0,3 p<0,001 |
| Экспериментальная 4 стаж до 20 лет | 46 | 39,1±0,4 p<0,1 | 17,6±0,4 p<0,001 |
| Экспериментальная 5 стаж свыше 20 лет | 44 | 46,8±0,7 p<0,005 | 24,8±0,8 p<0,001 |

Таблица 2.3 - Характеристика ЛПС по специальностям ($M \pm m$)

| Наименование группы | Число обследованных | | | Возраст, годы | | | Стаж летной работы, лет | | |
|---------------------|---------------------|----------|-----------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|
| | Летчики | Штурманы | Др. члены | Летчики | Штурманы | Др. члены | Летчики | Штурманы | Др. члены |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Со стажем до 5 лет | 12 | 5 | 17 | 25,3±0,3 p<0,001 | 24,2±0,6 p<0,001 | 22,9±0,3 p<0,001 | 3,4±0,2 p<0,001 | 2,8±0,4 p<0,001 | 1,9±0,3 p<0,001 |
| Со стажем до 10 лет | 25 | 12 | 27 | 29,9±0,2 p<0,005 | 30,1±0,4 p<0,1 | 31,4±0,4 p<0,1 | 8,5±0,2 p<0,001 | 8,0±0,4 p<0,001 | 7,3±0,2 p<0,001 |
| Со стажем до 15 лет | 35 | 9 | 20 | 34,8±0,3 p>0,2 | 34,1±0,8 p>0,2 | 34,5±0,3 p>0,2 | 13,3±0,2 p<0,001 | 13,1±0,5 p<0,001 | 13,1±0,3 p<0,001 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------------------------|----|----|----|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Со стажем до 20 лет | 24 | 10 | 12 | 39,1±0,4 p<0,1 | 39,0±0,5 p<0,1 | 39,1±0,5 p<0,1 | 17,5±0,3 p<0,001 | 17,3±0,4 p<0,001 | 17,9±0,5 p<0,001 |
| Со стажем более 20 лет | 27 | 12 | 5 | 47,0±0,7 p<0,005 | 46,8±0,9 p<0,01 | 45,4±1,1 p<0,02 | 24,9±0,7 p<0,001 | 25,2±0,9 p<0,001 | 23,0±1,4 p<0,001 |

2.2. Метрологические методы исследования авиационного шума

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.

На первом этапе (в натуральных условиях) обеспечивалась регистрация временного развития сигнала в определенных контрольных точках, на втором – обработка зарегистрированных сигналов. При обработке информации определялись:

- параметры временного развития сигнала в диапазоне частот 2–8000 Гц;
- спектральные характеристики акустического давления в линейном масштабе и по шкале А, то есть в последнем случае с учетом порогов восприятия акустических колебаний слуховым анализатором человека.

Приемники акустического давления, средства калибровки и регистрации поверялись, а остальные средства подготавливались в соответствии с технической документацией на них.

К измерительному тракту предъявлялись следующие требования:

- рабочий диапазон частотой: 2–8000 Гц;
- неравномерность частотной характеристики: ± 2 дБ;
- погрешность сквозной калибровки не менее 60 дБ.

Для обработки записанной информации применялась вычислительная техника, обеспечивающая реализацию алгоритмов, предусмотренных методикой обработки, а также документирование результатов измерений.

В результате обработки данных измерений сигнала в каждой контрольной точке определялись в числовой форме:

- параметры временного развития акустического давления;
- измерительные энергетические параметры акустического давления;
- интегральные энергетические параметры акустического сигнала в графической форме;
- спектрограммы акустического давления.

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 преимущественно в кабинах ВС.

Измерения шума и инфразвука выполняли в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9612-2013, ГОСТ 31296.1 -2006 [42,43].

В течение летной смены ИТС подвергается воздействию шума различной интенсивности и непостоянно. Это связано с тем, что на протяжении летной смены имеют место несколько периодов апробирования двигателей перед выпуском на старт. Длительность и интенсивность воздействия авиационного шума зависит от типа ВС и от числа вылетов. В промежутках между вылетами ВС авиационные специалисты находятся в условиях акустического фона аэродрома, включающего в себе шумы различной авиационной техники, самолетов, подготавливаемых к вылету, совершающих руление, взлеты, посадки и пролеты над аэродромом, а также могут находиться в закрытых помещениях, которые, как правило, располагаются на стоянке вблизи от самолетов. В связи с тем, что работа ИТС носит циклический характер с целью установления влияния шума, действию которого подвергаются авиационные техники, обслуживающие ВС были составлены профессиограммы. За основные параметры профессиограмм были приняты: время от момента запуска авиадвигателей ВС до момента его выруливания со стартовой площадки; количество вылетов ВС за летную смену; время, необходимое для подготовки самолета (вертолета) к полету специалистами других профессий, которые работают только со вспомогательным оборудованием.

На каждом этапе замерялся средний уровень звука по шкале А и производились расчеты эквивалентных уровней звука для этапов работы, а также определялся эквивалентный уровень звука в течение летной смены (при различном числе полетов за летную смену), определялась доза шума.

Оценка дозы шума имеет одно неоспоримое достоинство: она учитывает энергию, переданную за время действия шума, что позволяет оценивать шумовую нагрузку и

соотносить ее с вызываемыми биологическими эффектами. В связи с этим ее использование помогает выявлению качественно-количественных связей соотношения «доза-эффект». Эквивалентный уровень и доза шума математически связаны между собой, а с физической точки зрения отражают колебательный процесс с энергетической стороны [42].

Расчет эквивалентного уровня звука и дозы шума проводился согласно приложения 11 «Руководства» [193].

Нарушение деятельности оператора является событием, имеющим определенную вероятность. Эта вероятность – потенциальная ненадежность действий – использована нами в качестве меры степени влияния шума на надежность деятельности АС. Количественной основой этой меры является риск возникновения неблагоприятного эффекта (срыв деятельности, ошибочные действия и т.п.)

По математическим моделям, устанавливающим зависимость потенциальной ненадежности действий ИТС от уровня авиационного шума, проведен расчет потенциальной ненадежности действий. Данный показатель использовался для прогнозирования эффективности коллективных средств защиты.

2.3. Методы исследования заболеваемости с временной утратой трудоспособности и состояния здоровья авиационных специалистов

Проводился ретроспективный анализ заболеваемости с временной утратой трудоспособности 2577 авиационных специалистов ИТС, систематически подвергающегося воздействию высокоинтенсивного шума при эксплуатации авиационной техники и 469 авиационных специалистов ЛПС.

При изучении заболеваемости ИТС информационную базу составили данные раздела 6.2 годовых медицинских отчетов формы 3/мед.

На основании изучения гигиенических условий показатели заболеваемости ИТС были дифференцированы на 3 группы обследованных:

1. Авиационные специалисты, обслуживающие истребители различного типа в количестве 1092 человека.
2. Авиационные специалисты, обслуживающие самолеты военно-транспортной авиации в количестве 331 человек.
3. Авиационные специалисты, обслуживающие самолеты дальней авиации в количестве 1154 человек.

В качестве критериев временной утраты трудоспособности использовали:

– число случаев первичной заболеваемости;

- число случаев трудопотерь;
- число дней трудопотерь.

При анализе заболеваемости особое внимание было уделено классам болезней, имеющих этиопатогенетическую связь с воздействием на организм человека шума и инфразвука (см. главу 1): болезни нервной системы (класс VI), болезни глаз (класс VII), болезни уха и сосцевидного отростка (класс VIII), болезни органов кровообращения (класс IX), болезни органов дыхания (класс X), болезни органов пищеварения (класс XI), болезни кожи и подкожной клетчатки (класс XII).

Учитывая, что шум, оказывая кохлеарный эффект, вызывает развитие нейросенсорной тугоухости, а доля больных с данной патологией в классе VIII незначительная, что не позволяет сделать выводы о состоянии звукового анализатора при сравнении уровня заболеваемости по классу VIII, решено было выделить отдельно группу 4 VIII класса – другие болезни уха. Во всех анализируемых таблицах отчета в данной группе болезней имеется только одна нозологическая форма – нейросенсорная тугоухость.

Экстраауральное действие шума проявляется в первую очередь заболеваниями, характеризующимися повышенным артериальным давлением. В связи с этим из класса IX выделена группа 3, где отражены нозологические формы болезней, характеризующихся повышенным артериальным давлением.

При изучении таблиц формы 3–мед годовых отчетов установлено, что в течение анализируемого года за медицинской помощью из числа авиационных специалистов группы ЛПС обращалось до 8–12 человек, как правило, по поводу острых заболеваний простудного характера или с травмами, что не позволяет оценить заболеваемость летного состава. В связи с дефицитом информации этого контингента о заболеваемости в форме 3/мед. произведена выкопировка диагнозов из историй болезни, медицинских книжек ЛПС и книг протоколов ВЛК за 2009 – 2012г., что явилось базой для оценки патологической пораженности ЛПС.

Из 469 авиационных специалистов ЛПС, признанных ВЛК годными к летной работе, летчиков было 191 человек, штурманов – 91 человек, других членов летных экипажей – 187 человек. Состояние здоровья руководителей полетов, воздухоплателей, парашютистов не проводилось в связи с тем, что они не подвергаются воздействию высокоинтенсивного авиационного шума в отличие от выбранных категорий ЛПС.

Кроме того были выделены группы летного состава (летчики и штурманы) видов авиации: истребительно-бомбардировочная авиация 73 человека, армейская авиация – 33, военно-транспортная – 103 и дальняя авиация – 73 человека.

Состояние здоровья ЛПС анализировалось по следующим классам болезней: заболевания нервной системы (класс VI), заболевания органа зрения (класс VII), болезни уха и

сосцевидного отростка (класс VIII), заболевания сердечно-сосудистой системы (класс IX), заболевания желудочно-кишечного тракта (класс XI). Кроме того, в связи с частой встречаемостью были выделены класс IV (заболевания эндокринной системы), заболевания 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» [156].

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

2.4. Клиническое обследование органа слуха

Для исследования слуховой функции был использован метод тональной пороговой аудиометрии, который является не только наиболее простым, доступным, информативным методом, позволяющим определить качественную и количественную оценку потери слуха, причем даже на ранних стадиях, но и в настоящее время является основным в диагностике нейросенсорной тугоухости при проведении клинических и экспертных исследований.

Для исследования слуховой функции существует множество методик, требующих специальной акустической аппаратуры, но только незначительная их часть применяется в клинической практике. Другие методы исследования слуховой функции используются для подтверждения предварительно выставленного диагноза или для дифференциальной диагностики при проведении клинических и научных исследований. При анализе годовых отчетов госпиталя за 25 лет установлено, что больных с вестибулярным синдромом из числа военнослужащих по контракту не было, поэтому исследование вестибулярного анализатора, в котором могут возникать патологические изменения при воздействии низкочастотного шума и ИЗ, не проводились.

Обследование проводилось на базе филиала № 4 ФГКУ «413 ВГ» МО РФ врачом оториноларингологом с обязательным проведением тональной пороговой аудиометрии. Исследования проводились в соответствии с «Методиками...» [140], в утреннее время через 1–2 часа после приема пищи.

Обследование ЛОР органов включало изучение жалоб и анамнеза, где особое внимание обращалось на специальные вопросы, касающиеся слухового анализатора, наружный осмотр и эндоскопию ЛОР-органов по общепринятой методике, а также проверку остроты слуха. Последняя проводилась с помощью шепотной речи, при этом использовали таблицу слов В.И. Воячека (басовая и дискантная группы) [140]. За остроту слуха принималось расстояние, с которого обследуемый воспринимал все произносимые слова. В последующем выполнялась пороговая тональная аудиометрия.

Аудиометрическое исследование проводилось в соответствии с методическими рекомендациями [174] в специально оборудованной комнате диагностическим аудиометром AD 229. Изменение уровня тона в данном аудиометре происходит ступенчатое (перепад между ступеньками составляет 5 дБ). Перед началом исследования была проведена «биологическая» калибровка посредством исследования слуха у 10 практически здоровых лиц в возрасте 17 – 18 лет (исследовали 10 курсантов Ахтубинской средней школы с первоначальной летной подготовкой), что отражено в таблице 2.4.

Таблица 2.4 - Результаты «биологической» калибровки аудиометра AD 229

| Путь восприятия акустического сигнала | Среднегеометрическая частота, Гц | | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 | 6000 | 8000 |
| Воздушный | 13±3,2 | 12±2,4 | 10±2,1 | 8±1,8 | 7±2,0 | 6±1,3 | 6±1,4 | 5±1,3 | 6±1,2 |
| Костный | 10±3,1 | 10±2,0 | 8±2,1 | 6±2,0 | 6±1,8 | 5±1,5 | 4±2,0 | 4±1,7 | 4±1,2 |

Последовательность определения порогов восприятия звуков проводилась на звуковые частоты по методу № 1 в следующем порядке: 1000, 2000, 3000, 4000, 6000, 8000, 1000, 500, 250 и 125 Гц. Пороги слышимости по воздушному проведению звука определялись отдельно для каждого уха через телефоны аудиометра, предназначенные для правого и левого уха соответственно, и при помощи костного телефона. Определение слуховых порогов по костному проведению начиналось с надпороговых интенсивностей с последующим снижением интенсивности до достижения порога, с повторением всех этапов, применяемых при определении порогов по воздушному звукопроведению.

Результаты тональной пороговой аудиометрии по воздушной и костной проводимости распечатывались на принтере. Результаты аудиологического исследования заносились в таблицу с учетом возрастных поправок согласно таблице 2.5 [174].

Таблица 2.5 - Пороги слуха (в дБ) у практически здоровых людей в зависимости от возраста (ГОСТ 12.4.062-78) [174]

| Звуковые частоты, Гц | Возраст (лет) | 20 – 29 | 30 – 39 | 40 – 49 | 50 – 59 |
|----------------------|---------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | пол | пределы колебаний, <= | пределы колебаний, <= | пределы колебаний, <= | пределы колебаний, <= |
| 125 | М | 5 | 5 | 10 | 10 |
| 250 | М | 5 | 5 | 10 | 10 |
| 500 | М | 5 | 5 | 10 | 15 |
| 1000 | М | 5 | 7 | 9 | 16 |
| 2000 | М | 10 | 7 | 14 | 27 |
| 4000 | М | 10 | 13 | 31 | 41 |
| 6000 | М | 10 | 15 | 28 | 42 |
| 8000 | М | 8 | 17 | 33 | 45 |

По данным пороговой тональной аудиометрии определялась количественная характеристика потери слуха. С этой целью определялась среднеарифметическая величина потери слуха в децибелах по воздушной проводимости на частотах речевой зоны 500, 1000, 2000 (СПС_{500-2000 Гц}), которая сравнивалась с потерей слуха на частоте 4000 Гц [174].

Степень тугоухости устанавливалась в соответствии с гармонизированными критериями (см. таблицу 2.6), основанными на количественных показателях степени снижения слуха от воздействия производственного шума [174].

Таблица 2.6 - Гармонизированная классификация тугоухости [174]

| Степень тугоухости | Международная | Для работающих в шуме* | Медико-социальная экспертиза*** |
|--------------------|--|--|--|
| | Ср. значение слуховых порогов на 500, 1000, 2000, 4000 Гц (дБ) | Ср. значение слуховых порогов на 500, 1000, 2000 Гц (дБ) | Ср. значение слуховых порогов на 500, 1000, 2000 Гц (дБ) |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Пресбиакузис | | средний показатель для мужчин 40 – 49 лет ** | |
| | | 10 | |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|----------|--------------------------------|----------|
| Признаки воздействия шума | | 11 - 15 | |
| I степень - легкое снижение слуха | 26 – 40 | Ст. А 16 – 25 Ст. Б 26 - 40 | 20 – 40 |
| II степень - умеренное снижение слуха | 41 – 55 | 41 - 55 | 41 – 60 |
| III степень - значительное снижение слуха | 56 – 70 | более 55 | 61 – 80 |
| IV степень (значительно выраженное снижение слуха) | 71 – 90 | - | - |
| Глухота | более 90 | более 90 | более 90 |

Примечание: * При оценке состояния слуха необходимо учитывать дополнительные критерии показателей слуховых порогов на частоте 4000 Гц у работников "шумоопасных" производств: 26–40 дБ - при признаках воздействия шума; 41–50 – при ст. "А" и 51–60 – при ст. "Б" легкой степени; 65 +/- 20 – при значительной степени снижения слуха.

** Для других возрастных категорий см. табл. 2.5 (Пороги слуха у практически здоровых людей в зависимости от возраста).

*** Оценка состояния слуха при проведении медико-социальной экспертизы предполагает оценку восприятия шепотной, разговорной речи и показателей порога разборчивости речи.

На основании врачебного осмотра и инструментального исследования выставлялся клинический диагноз согласно международной классификации болезней (МКБ-10).

2.5. Оценка риска формирования шумовой патологии

Профессиональный риск – это прогнозируемая вероятность нарушения здоровья с учетом ее тяжести от действия вредных и опасных факторов рабочей среды и трудовой нагрузки.

Прогнозы строятся с помощью математических моделей, основанных на использовании вероятностных характеристик частоты неблагоприятных реакций, которые должны отражать влияние всего спектра воздействующих факторов. При анализе частоты тех или иных отклонений в состоянии здоровья, как отдельных лиц, так и трудовых коллективов, может быть

использовано бесчисленное множество показателей, каждый из которых можно рассматривать как критерий профессионального риска [144].

Существуют многочисленные подходы к изучению рисков, связанных со здоровьем и безопасностью человека (санитарно-гигиенические, медико-экологические, экономические и т.д.), используемые для исследования различных аспектов жизнедеятельности человека, коллектива, населения и т.п. [127]. В зависимости от условий труда степень риска ущерба для здоровья работников может быть оценена либо количественно, либо качественно.

Нами выбран санитарно-гигиенический метод оценки риска, разработанный Государственным учреждением Научно-исследовательским институтом медицины труда Российской академии медицинских наук. 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).

В Руководстве Р 2.2.1766–03 [192] представлена программа оценки профессионального риска, которая включает в себя 12 этапов. В связи с особенностями военного труда в ВС РФ, главным из которых является отсутствие профессиональной патологии в ВС РФ, в результате воздействия шума, анализ части этапов был исключен.

Для проведения санитарно-гигиенических исследований нами были выбраны профессиональные группы авиационных специалистов, профессиональная деятельность которых сопряжена с воздействием высокоинтенсивного авиационного шума (ИТС, ЛПС).

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.

Гигиеническую оценку акустической обстановки проводили с учетом требований нормативных документов СН 2.2.4/2.1.8.562–96 и СН 2.2.4/2.1.8.583–96 [210; 211]. В качестве нормируемых показателей для шума использовали уровни звукового давления (L, дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц; уровень звука (L_A, дБА) и эквивалентный (по энергии) уровень звука (L_{Аэкв}, дБА), а для ИЗ – УЗД в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2, 4, 8 и 16 (L, дБ) и эквивалентный уровень звукового давления (L_{экв}, дБ Лин). С учетом циклограммы на рабочих местах каждой «шумовой» профессии в инфразвуковом диапазоне были определены минимальные (L_{min}, дБ) и максимальные (L_{max}, дБ) значения УЗД в октавных полосах в

течение рабочей смены, а в звуковом диапазоне – минимальные (L_{Amin} , дБА) и максимальные (L_{Amax} , дБА) значения уровней звука.

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. 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. По коэффициенту связи (K_c) установлена также степень связи нарушений здоровья с работой [86;141; 265].

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) [316].

2.6. Исследование звукопоглощающих свойств материалов

Одной из особенностей современных производственных шумов является наличие в них акустических частот низкочастотного и инфразвукового диапазонов. Показано, что если уровни звука составляют около 90–100 дБА, то можно ожидать присутствие инфразвука с УЗД 100–107 дБ [96; 89; 71]. При высоких уровнях звука необходима защита уже не только органа слуха (воздушный путь поступления звука), но и головы, для уменьшения акустической нагрузки на костный путь проведения звука. Это достигается путем использования противозвукового шлема (ПШШ) [220;70].

Отсутствие стандартных методов оценки эффективности защиты костно-тканевого пути проведения высокоинтенсивного шума вызвало необходимость разработки изучения поглощения звука материалами, используемыми для производства средств индивидуальной защиты. В настоящее время в медицине для оценки состояния слуха у человека широко используются тональные аудиометры, которые позволяют оценивать пороги слышимости по воздушному и костному пути проведения звука. В последнем случае используется костный телефон-вибратор (КТВ). Он с помощью специального устройства прикрепляется в области сосцевидного отростка в области уха и через него поочередно подается тональный акустический сигнал с частотой 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц. Громкость регулируется ступенчато с шагом в 5 дБ.

Биофизической основой метода тональной аудиометрии является способность тканей человека проводить акустический сигнал от места его генерации (сосцевидный отросток) до воспринимающего органа (рецепторы улитки). Прохождение и распространение звука происходит по многослойной структуре: кожа, кость, перилимфа. Учитывая, что основным путем передачи сигнала являются костные структуры, то метод получил название – исследование костной проводимости. Причиной ухудшения костной проводимости может быть как повышение порогов слышимости на уровне рецепторов, так и нарушения на пути распространения звука. Моделирование последней причины в виде использование прокладок из материалов с различными звукопоглощающими свойствами между КТВ и сосцевидным отростком стало основой экспериментальных исследований.

При работе использовали аудиометр АД 229. Известно, что нормальные пороги слышимости при передаче звука костно-тканевым путем на 30–40 дБ выше уровня звукового давления, воспринимаемого ухом воздушным путем [209; 234]. Все современные аудиометры сконструированы так, что нормальные пороги слуха для звуков всех частот, как по воздушной, так и по костной проводимости отмечены нулевой линией, что упрощает чтение аудиограмм [229; 128].

Аудиологическое исследование производили в специально оборудованном помещении в соответствии с методикой регистрации аудиограмм [229; 93]. В начале исследования определяли пороги восприятия звуков по воздушной проводимости на частоты в диапазоне 125–8000Гц, затем по костной проводимости на частоты в диапазоне 250–8000Гц. Всего в исследовании принимали участие 15 человек в возрасте от 19 до 32 лет. В таблице 2.7 представлены показатели аудиограммы при исследовании воздушной и костной проводимости.

Таблица 2.7 - Показатели аудиограммы у испытуемых $M \pm m$, дБ (n=30)

| Проводимость | Частота акустического сигнала, Гц | | | | | | | | | |
|--------------|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 250 | 500 | 750 | 1000 | 1500 | 2000 | 3000 | 4000 | 6000 | 8000 |
| Воздушная | -1,0 | -1,8 | -0,2 | 1,1 | 3,0 | 7,6 | 12,8 | 13,6 | 11,2 | 11,0 |
| | $\pm 0,4$ | $\pm 0,7$ | $\pm 0,7$ | $\pm 0,7$ | $\pm 0,9$ | $\pm 1,2$ | $\pm 1,2$ | $\pm 0,9$ | $\pm 0,9$ | $\pm 1,0$ |
| Костная | -7,3 | -3,5 | -0,3 | 1,5 | 10,6 | 12,7 | 12,3 | 8,3 | 10,0 | 8,3 |
| | $\pm 0,8$ | $\pm 1,2$ | $\pm 1,0$ | $\pm 1,3$ | $\pm 1,2$ | $\pm 1,1$ | $\pm 0,9$ | $\pm 0,8$ | $\pm 1,3$ | $\pm 1,1$ |

Из представленных данных в таблице 2.7 следует, что функциональное состояние слуха у лиц, принимавших участие в испытаниях, соответствует физиологической норме. Различий между правым и левым ухом не выявлено.

При исследовании акустических свойств материалов под КТВ помещали прокладка из различных материала размером 5×7 см и определяли пороги по костной проводимости в этом же диапазоне частот. Наушники при этом не снимались, воздушная маскировка не проводилась (определялась абсолютная костная проводимость). При измерении 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 исследуемого материала. Оценку звукопоглощения оценивали в каждой октавной полосе от 250 до 8000 Гц по разности величин между исходной аудиограммой и аудиограммой с исследуемым материалом.

При выборе материала использовали два критерия. Первый – материал по механическим свойствам должен иметь подобие биологическим тканям, участвующим в проведении звука от места прикрепления КТВ до ушной улитки. Имитацию костной ткани осуществляли с помощью пластинок из стали и пластика; кожи, крови, воды – резины, пластилина; легких – поролон. Для сравнения в таблице 2.8 приведены механические свойства выбранных материалов и биологических тканей [22].

Таблица 2.8 - Величина скорости звука и удельной плотности материалов и биологических тканей человека [22]

| Материал | Скорость звука, м·с ⁻¹ | Удельная плотность, кг·м ⁻³ |
|-----------|--------------------------------------|---|
| 1 | 2 | 3 |
| Сталь | 5000-6000 | 7700-7900 |
| Пластик | 2320 | 900-1600 |
| Пластилин | 1700 | 900 |
| Резина | 35-70 | 1100-1400 |
| Поролон | 40 | 25 |
| Кость | 3300 | 1920 |
| Кровь | 1590 | 1048-1066 |
| Кожа | 1610 | 1093-1121 |
| Вода | 1500 | 1000 |
| Легкие | 70 | 260 |

Из представленных данных в табл. 2.8 видно, что биологические ткани имеют близкое сходство с выбранными для моделирования материалами по таким параметрам как величина скорости звука и удельной плотности.

Вторым критерием выбора материала являлось способность его поглощать звук, что позволяет в дальнейшем использовать его при конструировании и изготовлении СИЗ.

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).

2.7. Статистические методы исследования

Полученные клиничко-физиологические данные и показатели заболеваемости и патологической пораженности были использованы для формирования базы исходных данных с целью проведения статистического анализа. Для этого использовали разные пакеты компьютерных программ по Microsoft Excel Statistica пакет «Анализ данных»; <http://medstatistic.ru/calculators/averagestudent>.

На первом этапе для изучаемых внешних параметров и медицинских показателей были определены средние значения исследуемых групп – число степеней свободы (n), средняя арифметическая (M), средняя ошибка средней арифметической (m). В расчетах использовали методические приемы медицинской статистики [135, 63]. Предварительный анализ полученной базы данных показал необходимость применения для дальнейшей статистической обработки подходов, используемых для параметрических и непараметрических генеральных выборок.

Для оценки достоверности параметрических данных использовали t_{st} – стандартное значение критерия, определяемое по таблице критериев Стьюдента, для заданного порога вероятности безошибочных прогнозов (0,95; 0,99; 0,999), в зависимости от числа степеней свободы, n_1 , n_2 – численности сравниваемых выборок, $df = n_1 + n_2$ – число степеней свободы для разности двух средних.

В работе использовался корреляционный, дисперсионный и регрессионный анализ.

Оценка силы связи коэффициента корреляции осуществлялась по шкале Голубкова Е.П. [40], которая предусматривает наличие пяти степеней: отсутствует ($r=0,0-0,20$), очень слабая ($r=0,21-0,40$), слабая ($r=0,41-0,60$), умеренная ($r=0,61-0,80$) и сильная ($r=0,81-1,0$).

На основании регрессионного анализа построены линейные математические модели и рассчитан вероятностный прогноз развития патологических процессов.

Расчет количественных показателей риска отношение шансов (OR), абсолютный (RF) и относительный риск (RR), этиологическая доля (EF), доверительных интервалов 95 % CI выполнен с помощью онлайн калькулятора (medstatistic.ru) [136].

В таблице 2.9 приведены обобщенные данные об объеме и методах исследования.

Таблица 2.9 - Объем и методы исследования

| Направление исследования | Объекты, материалы и методы исследования | Объем исследований |
|---|--|--|
| 1 | 2 | 3 |
| 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 заболеваемости и состояния здоровья авиационных специалистов | 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 | 120 исследований |
| | Тональная пороговая аудиометрия | 860 исследований |

ГЛАВА 3. ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ АВИАЦИОННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ

3.1. Источники авиационного шума

В настоящее время в связи с развитием и внедрением новейших технологий производства практически каждый работающий находится под воздействием неблагоприятного фактора труда различного происхождения (химический, физический, биологический и др.).

Специальная оценка условий труда на рабочем месте предполагает определение и измерение основных неблагоприятных факторов.

К наиболее неблагоприятным и распространенным физическим факторам, которые воздействуют на авиационных специалистов при обслуживании и эксплуатации авиационной техники, относят шум, инфразвук и вибрацию. Поэтому проблема акустического воздействия занимает ведущее место среди неблагоприятных факторов, оказывающих влияние на авиационных специалистов. В первую очередь это относится к ЛПС при выполнении полетов и ИТС при технической эксплуатации воздушных судов, и в проведении ремонтно-регламентных работ.

Авиационный шум формируется несколькими источниками. Каждый источник генерирует шум с определенной спектральной и энергетической характеристикой. Основным источником шума на рабочих местах авиационных специалистов являются ВС. Шум создают работающие авиационные двигатели, компрессоры, кондиционеры, планер во время полета. При подготовке воздушного судна к полету, взлете, наборе высоты доминирует шум двигателя, при крейсерском полете и посадке – аэродинамический шум за счет обтекания планера воздухом [84].

Источники шума от работы авиационного двигателя разделяются на внешние и внутренние. В современной авиации в настоящее время применяются газотурбинные двигатели, имеющие несколько разновидностей. Наибольшее распространение имеет одна из них – двухконтурные турбореактивные двигатели. Основным источником внутреннего шума газотурбинного двигателя являются компрессор, камера сгорания, турбина, вентилятор, поток струи газов. Для самолетов с двухконтурным турбореактивным двигателем шум зависит от степени двухконтурности, чем она выше, тем меньше шум [84].

У винтовых самолетов воздушный винт используется в качестве движителя дозвуковых самолетов и его вращение является основным источником шума самолетов этого типа. Винт создает аэродинамический шум в результате турбулентности натекающего потока, образования вихрей, срыва вихрей, взаимодействия ударных волн с потоком на концах лопастей и др.

Интенсивность шума определяется частотой вращения винта, а также его аэродинамическими и геометрическими параметрами [84; 67].

Процессы шумообразования вертолетов сложнее. Основная особенность — наличие двух винтов, расположенных близко друг к другу, другая — взаимодействие несущего винта и планера, генерирующее дополнительный шум. Спектральные характеристики вертолетов и винтовых самолетов идентичны. Из-за сложного характера взаимодействия винтов, а также из-за взаимодействия винта и планера шум вертолетов разных типов существенно различается, но характерным свойством является низкочастотный спектр шума многих типов вертолетов и распространение этого шума на большие расстояния. Кроме того на вертолетах имеются источники шума механического происхождения (редукторы и трансмиссия) [84; 67].

Шум в салоне современного самолета обусловлен большим количеством источников [84; 67]. Основные из них являются силовая установка, турбулентный пограничный слой и другие источники, связанные с обтеканием самолета, внутренние источники. При полете ведущим внешним источником является планер воздушного судна, который подвергается динамической нагрузке за счет набегающих воздушных слоев, и работающие двигатели. В турбулентном пограничном слое вокруг фюзеляжа наблюдается случайное поле интенсивных аэродинамических пульсаций в звуковом диапазоне частот (псевдозвуковые пульсации). Эти пристеночные пульсации приводят к колебаниям поверхности фюзеляжа и излучению шума, т.е. конструкция самолета преобразует энергию пульсаций в звуковое излучение. Данный источник шума начинает существенно сказываться на больших, в основном сверхзвуковых, скоростях полета. Спектр шума широкополосный, но при увеличении толщины пограничного поля возрастают низкочастотные составляющие [84; 67].

Важное место образованию шума во время полета внутри ВС отводится основным и дополнительным силовым установкам. Количество, тип двигателя и их расположение определяют шум в салоне. Наибольшие уровни шума регистрируются, когда двигатели установлены на крыле и пассажирский салон находится под воздействием ближнего акустического поля источников. При компоновке силовой установки в хвостовой части фюзеляжа снижается вклад высокочастотного шума, но возрастает вклад структурного звука (звуковой вибрации). Кроме того, надо учитывать, что внутренний шум в самолете определяется системой кондиционирования, к элементам которой относятся выпускные клапаны, турбохолодильники, вентиляторы, эжекторы, участки воздухопроводов, решетки, жалюзи и насадки индивидуальной вентиляции [84; 67].

Шум в салоне самолета претерпевает эволюцию в зависимости от этапа полета. Например, в реактивных самолетах с двигателями, расположенными в средней части крыла, выхлопные струи отнесены от пассажирской кабины относительно далеко. При взлете

основным источником шума является силовая установка. После отрыва от земли шум существенно снижается по причине уменьшения отраженной от поверхности звуковой энергии и увеличения звукоизоляции фюзеляжа после уборки шасси. В режиме горизонтального крейсерского полета шум ослабляется вследствие уменьшения тяги двигателей, но возрастает и становится определяющей низкочастотная составляющая от пограничного слоя [67].

Подготовка ВС к полету процесс многоэтапный и длительный по времени. В условиях аэродрома подготовка современных самолетов к первому вылету занимает несколько часов. При последующих вылетах время может существенно сокращаться. Перед вылетом ВС задействовано достаточно большое количество аэродромной техники, которая для мобильности передвижения в большинстве случаев смонтирована на тяжелых грузовых автомобилях. К таким вспомогательным транспортным средствам, широко используемое при подготовке и обеспечении полетов, относится аэродромно-подвижный агрегат, топливно-насосная установка (ТНУ), аэродромный кондиционер, установка для проверки гидросистем и др. Надо учитывать, что шум образуемый при работу перечисленных установок, как правило, суммарный, то есть складывается из шума работы непосредственно вспомогательного оборудования и автомобильного двигателя, выполняющего роль пусковой и/или силовой установки.

Источниками шума являются также испытательные стенды, оборудование, площадки для опробования двигателей в ТЭЧ.

Из представленных данных выше данных видно, что в авиации существует больше количество источников шума, что оказывает существенное влияние на генез и параметры шума. Как правило, понятие авиационного шума ассоциируется с работой двигателя. С научной точки зрения авиационный шум надо классифицировать как собирательный термин. Правильность терминологии должна определяться авторами в контексте изложения конкретного материала.

3.2. Оценка акустической обстановки на рабочих местах ИТС

Проведенные с нашим участием исследования акустической обстановки показали, что ИТС подвергается воздействию высокоинтенсивного широкополосного шума и инфразвука, источником которого, в первую очередь, являются самолетные двигатели.

Изучение условий деятельности ИТС показывает, что в наибольшей степени они подвергаются шумовому воздействию в следующих аэродромных зонах: на местах опробования двигателей, на площадках стартового осмотра, на позициях подготовки ВС к вылету и в ТЭЧ, при проведении ремонтно-регламентных работ. В неблагоприятных акустических условиях находятся технические экипажи, непосредственно осуществляющие техническую эксплуатацию ВС и водители аэродромного пускового агрегата.

Основными рабочими моментами в процессе которых ИТС подвергается воздействию шума, являются:

1. Подготовка ВС к очередному вылету. Как правило, на протяжении летной смены имеют место несколько периодов опробования двигателей перед каждым вылетом самолета на старте продолжительностью от 5 до 30 мин в зависимости от типа ВС (период воздействия высокоинтенсивного шума).

2. Заруливание и послеполетный осмотр ВС продолжительностью 5-10 мин (период воздействия высокоинтенсивного шума).

3. В промежутках между выпусками самолетов ИТС находится в условиях шумового фона аэродрома (период «отдыха» от высокоинтенсивного шума) [264].

Уровни интенсивности и спектральный состав шумов, воздействующий на ИТС в процессе летной смены не является постоянным, а изменяется в довольно широких пределах. Это связано с тем, что на протяжении летной смены имеют место несколько периодов опробования двигателей перед выпуском ВС на старт (от 2 до 5 вылетов за смену) продолжительностью от 5 до 2-3 часов в зависимости от типа ВС. В промежутках между выпусками самолетов (вертолетов) авиационные специалисты, работающие на позиции подготовки ВС, находятся в условиях акустического фона аэродрома, включающего в себе шумы различной авиационной техники, самолетов, подготавливаемых к вылету, совершающих руление, взлеты, посадки и пролеты над аэродромом. Акустический фон на аэродроме при отсутствии полетов составляет 65–70 дБА. ИТС также могут находиться в закрытых помещениях, которые, как правило, располагаются вблизи от самолетов (расстояние в несколько десятков метров) и предназначены для подготовки ИТС в период полетов, отдыха и выполняют роль защитных сооружений от различных неблагоприятных внешних факторов (погодных, шума и т.д.).

Основным руководящим документом для авиационных специалистов, который устанавливает порядок организации инженерно-авиационного обеспечения боевых действий (выполнения специальных задач) и боевой подготовки государственной авиации является «Федеральные авиационные правила инженерно-авиационного обеспечения государственной авиации (ФАП и ИАО)», которые утверждены приказом Министра Обороны Российской Федерации от 9 сентября 2004 г. № 044 [237]. В этом документе изложены требования для всего личного состава авиационных объединений, соединений, воинских частей и организаций, воинских частей авиационно-технического и радиотехнического обеспечения ВС РФ и других авиационных формирований федеральных органов исполнительной власти и организаций, в ведении которых имеется государственная авиация. Этим же документом определен перечень специалистов ИТС, принимающих участие при запусках и опробовании двигателей ВС.

В целях установления влияния шума, действию которого подвергаются авиационные техники, обслуживающие самолеты и вертолеты различных родов авиации ВС РФ в течение летной смены, на их профессиональную работоспособность были составлены циклограммы и произведены измерения уровней шума в течение выполнения рабочих операций для ИТС, подвергающегося воздействию шума при работе авиадвигателей во время проведения полетов, при опробовании двигателей после выполнения на ВС регламентных работ, а также для ИТС, подвергающегося воздействию шума от работы вспомогательного оборудования при подготовке ВС к полетам. К вспомогательному оборудованию относятся: аэродромный пусковой агрегат (АПА), автомобильный кондиционер (АК), вспомогательная силовая установка (ВСУ), установка для проверки гидросистемы (УПГ). Основными элементами циклограммы являлись:

- время от момента запуска авиадвигателей ВС до момента его выруливания со стартовой площадки;
- количество вылетов ВС за летную смену;
- время, необходимое для подготовки самолета (вертолета) к полету специалистами других профессий, которые работают только со вспомогательным оборудованием.

Группы ИТС указаны в соответствии с перечнем специалистов, который определен «ФАП и ИАО» [237].

В таблице 3.1 представлена длительность воздействия шума на инженерно-технический состав за летную смену во время обеспечения полетов и выполнения регламентных работ в зависимости от вида авиации при работающих двигателях.

Таблица 3.1 - Длительность воздействия шума на инженерно-технический состав за летную смену во время обеспечения полетов и выполнения регламентных работ в зависимости от вида авиации при работающих двигателях

| Наименование группы | Специальность | Время работы двигателей от запуска до начала выруливания, мин | Кол-во вылетов за летную смену/ кол-во газовок за смену | Общее время работы за летную смену, мин |
|---|---------------|---|---|---|
| 1 | 2 | 4 | 5 | 6 |
| Истребительно-бомбардировочная авиация (ИБА) | | | | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|--|--|------------------|--|
| Специалисты группы обслуживания авиационной эскадрильи | Начальник ТЭЧ звена Старший техник (техник) самолета Авиационный механик Специалисты по АО и АВ | 5 – 11 | 2 – 4 (5 – 6) | 12 – 44 |
| Специалисты группы диагностики, регламента и анализа двигателей | Старший инженер Начальник группы Старший механик Старший техник Специалисты по АО | 40 – 70 | 1 | 20 – 70 |
| Дальняя авиация (ДА) | | | | |
| Специалисты группы обслуживания авиационной эскадрильи | Начальник ТЭЧ звена Старший техник (техник) самолета Авиационный механик Специалисты по АО и АВ | 10 – 15(без прогрева) 15 – 25 (с прогревом) | 1 – 3 | 10 – 45(без прогрева) 15 – 75 (с прогревом) |
| Специалисты группы диагностики, регламента и анализа двигателей | Старший инженер Начальник группы Старший механик Старший техник Специалисты по АО | 60 - 110 | 1 | 60 – 110 |
| Военно-транспортная авиация (ВТА) | | | | |
| Специалисты группы обслуживания авиационной эскадрильи | Начальник ТЭЧ звена Старший техник (техник) самолета Авиационный механик Специалисты по АО и АВ | 8 – 15 | 2 – 4 | 15 – 60 |
| Специалисты группы диагностики, регламента и анализа двигателей | Старший инженер Начальник группы Старший механик Старший техник Специалисты по АО | 90 – 135 | 1 | 50 - 135 |
| Армейская авиация (АА) | | | | |
| Специалисты группы обслуживания авиационной эскадрильи | Начальник ТЭЧ звена Старший техник (техник) самолета Авиационный механик Специалисты по АО и АВ | 3 – 8 | 3 – 4 | 9 – 32 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|----|---|----|
| Специалисты группы диагностики, регламента и анализа двигателей | Старший инженер Начальник группы Старший механик Старший техник Специалисты по АО | 40 | 1 | 40 |

Примечание: диапазон параметров указан в зависимости от типа ВС

Из табл. 3.1 видно, что в ИБА специалисты группы обслуживания авиационного оборудования и вооружения (АО, АВ) находятся под воздействием шума с момента запуска двигателя до начала выруливания 5 – 11 мин, в зависимости от типа самолета. Специалисты группы диагностики двигателей находятся под воздействием шума двигателя от 40 до 70 мин при одном вылете в смену и, соответственно, до 2 – 3 час при большем количестве вылетов в зависимости от типа самолета.

Данные табл. 3.1 показывают, что в ДА группы обслуживания ИТС находятся под воздействием шума с момента запуска двигателя до начала выруливания 10 – 15 мин, а при 3 вылетах в смену до 75 мин, в зависимости от типа самолета. ИТС группы диагностики двигателей находятся под воздействием шума двигателя от 60 до 110 мин при одном вылете в смену и, соответственно, до 2–5,5 час при 2-3 вылетах в зависимости от типа самолета.

Из табл. 3.1 видно, что в ВТА специалисты группы обслуживания ИТС находятся под воздействием шума с момента запуска двигателя до начала выруливания 8–15 мин, а при 3 вылетах в смену – 24–45 мин, в зависимости от типа самолета. Специалисты группы диагностики двигателей находятся под воздействием шума двигателя от 50 до 135 мин при одном вылете в смену и, соответственно, до 2–4,5 час при большем количестве вылетов в зависимости от типа самолета.

Данные табл. 3.1 показывают, что в АА группы обслуживания ИТС находятся под воздействием шума с момента запуска двигателя до начала выруливания 3–8 мин, а при 3–4 вылетах в смену от 19 до 32 мин, в зависимости от типа вертолета. ИТС группы диагностики двигателей находятся под воздействием шума двигателя 40 мин при одном вылете в смену и, соответственно, до 1,5–3 час при 3–4 вылетах в зависимости от типа вертолета.

Установлено, что продолжительность воздействия шума на ИТС во время обеспечения полетов и выполнения регламентных работ колеблется от 5 до 25 мин для специалистов группы обслуживания и от 20 до 135 мин для специалистов группы диагностики двигателей при совершении одного вылета в смену в зависимости от типа ВС. Наименьшее время нахождения в шумовой зоне у ИТС ИБА и АА, наибольшее – у ИТС ДА и ВТА.

В таблице 3.2 представлена длительность воздействия шума на ИТС за летную смену во время обеспечения полетов и выполнения регламентных работ в зависимости от вида авиации при работе вспомогательного оборудования.

Таблица 3.2 - Длительность воздействия шума на инженерно-технический состав за летную смену во время обеспечения полетов и выполнения регламентных работ в зависимости от вида авиации при работе вспомогательного оборудования

| Наименование группы | Специальность | Время работы двигателей от запуска до начала выруливания, мин | Кол-во вылетов за летную смену/ кол-во газовок за смену | Общее время работы за летную смену, мин |
|---|--|---|---|---|
| 1 | 2 | 4 | 5 | 6 |
| Истребительно-бомбардировочная авиация (ИБА) | | | | |
| Специалисты группы обслуживания авиационной эскадрильи | Старший техник (техник, механик) группы обслуживания по специальностям АО, АВ, РЭО, САПС | 10 – 20 (АПА, АК) | 2 – 4 (5 – 6) | 24 – 80 |
| Специалисты группы диагностики, регламента и анализа двигателей | Старший техник (техник, механик) группы регламентных работ по специальностям АО, АВ, РЭО, САПС | 20 – 70 (АПА, УПГ, АК) | 1 | 20 – 70 |
| Дальняя авиация (ДА) | | | | |
| Специалисты группы обслуживания авиационной эскадрильи | Старший техник (техник, механик) группы обслуживания по специальностям АО, АВ, РЭО, САПС | 240 (АПА, ВСУ, АК) | 3 | 240 |
| Специалисты группы диагностики, регламента и анализа двигателей | Старший техник (техник, механик) группы регламентных работ по специальностям АО, АВ, РЭО, САПС | 60 – 110 (АПА, УПГ, ВСУ, АК) | 1 | 60 – 110 |
| Военно-транспортная авиация (ВТА) | | | | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|--|------------------------------|-------|----------|
| Специалисты группы обслуживания авиационной эскадрильи | Старший техник (техник, механик) группы обслуживания по специальностям АО, АВ и ДТО, РЭО | 15 – 20 (АПА, ВСУ, АК) | 2 – 4 | 30 – 80 |
| Специалисты группы диагностики, регламента и анализа двигателей | Старший техник (техник, механик) группы регламентных работ по специальностям АО, АВ и ДТО, РЭО | 50 – 135 (АПА, УПГ, ВСУ, АК) | 1 | 50 - 135 |
| Армейская авиация (АА) | | | | |
| Специалисты группы обслуживания авиационной эскадрильи | Старший техник (техник, механик) группы обслуживания по специальностям АО, АВ и ДТО, РЭО, САПС | 8 – 15 (АПА, АК) | 3 – 4 | 21 – 60 |
| Специалисты группы диагностики, регламента и анализа двигателей | Старший техник (техник, механик) группы регламентных работ по специальностям АО, АВ и ДТО, РЭО, САПС | 40 (АПА, УПГ, АК) | 1 | 40 |

Примечание: см. таблицу 3.2.

Из табл. 3.2 видно, что в ИБА специалисты группы обслуживания ИТС находятся под воздействием шума от вспомогательного оборудования в течение 10 – 20 мин при одном вылете в смену. Специалисты группы диагностики двигателей находятся под воздействием шума от вспомогательного оборудования 20 – 70 мин при одном вылете в смену в зависимости от типа самолета.

Данные табл. 3.2 показывают, что в ДА специалисты группы обслуживания ИТС находятся под воздействием шума от вспомогательного оборудования до 240 мин при одном вылете в смену. Специалисты группы диагностики двигателей находятся под воздействием шума от вспомогательного оборудования от 60 до 110 мин при одном вылете в смену в зависимости от типа самолета.

Из табл. 3.2 видно, что в ВТА специалисты группы обслуживания находятся под воздействием шума от вспомогательного оборудования 8 – 15 мин при одном вылете в смену ИТС группы диагностики двигателей находятся под воздействием шума вспомогательного оборудования от 50 до 135 мин при одном вылете в смену в зависимости от типа самолета.

Данные табл. 3.2 показывают, что в АА группы обслуживания ИТС находятся под воздействием шума вспомогательного оборудования 8–15 мин при одном вылете в смену в зависимости от типа вертолета. Специалисты группы диагностики двигателей находятся под воздействием шума от вспомогательного оборудования 40 мин при одном вылете в смену.

Из этого следует, что продолжительность воздействия шума на ИТС во время работы вспомогательного оборудования колеблется от 8 до 80 мин для специалистов группы обслуживания и от 20 до 240 мин для специалистов группы диагностики двигателей при совершении одного вылета в смену в зависимости от типа ВС. Наименьшее время нахождения в шумовой зоне у ИТС ИБА и АА, а наибольшее – у ИТС ДА и ВТА.

Таким образом, ИТС в зависимости от специальности, штатной должности, типа летательного аппарата при подготовке его к вылету подвергается шумовому воздействию в течение 5–135 мин, как при работе двигателя с момента его запуска до начала выруливания, так и при работе вспомогательного оборудования. При совершении более одного вылета в смену длительность шумового воздействия увеличивается. Установлено также, что инженерно-техническое обеспечение полетов на аэродроме в течение летной смены осуществляется в условиях воздействия на ИТС **непостоянного прерывистого многочасового шума**.

На основании циклограмм проведена комплексная оценка шума, действующего на ИТС для всех ВС, стоящих на вооружении ВВС ВКС. Определены эквивалентные уровни и дозы шума, проведено исследование его спектральных и энергетических характеристик в диапазоне 2–16 Гц и 31,5–8000 Гц. Полученные результаты отражены в табл. 3.3–3.5.

В таблице 3.3 представлены: диапазон УЗД в полосе 2–8000 Гц, общий УЗД, уровень звука, время воздействия шума в течение летной смены, эквивалентный уровень и доза шума от работы двигателя ВС разных видов авиации.

Таблица 3.3 - Характеристики шума на рабочих местах ИТС при работе двигателей ВС во время обеспечения полетов и выполнения регламентных работ

| Вид авиации | Диапазон УЗД, дБ в полосе частот (Гц) | | Общий УЗД, (дБ Лин) | Уровень звука (L _{дБА}) | Время воздействия шума в течение летной смены, мин | | Эквивалентный уровень звука (L _{Аэкв} дБА) | | Относительная доза шума, усл.ед (Д/Д _{пду}) | |
|--|---------------------------------------|-----------|---------------------|-----------------------------------|--|---------|---|-----------|---|----------|
| | 2-16 | 31,5-8000 | | | мин | макс | мин | макс | мин | макс |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Истребительно-бомбардировочная авиация | 84 - 105 | 96 - 119 | 101- 112 | 115- 127 | 20- 45 | 40- 120 | 94- 114 | 99- 118 | 0,75 -33 | 6-250 |
| Дальняя авиация | 82 - 94 | 99 - 117 | 92 - 101 | 111- 122 | 60 - 100 | 240 | 96 - 112 | 107 - 116 | 2,7- 105 | 80 - 640 |

| | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|----------|----------|-----------|-----------|---------|----------|-----------|-----------|-------------|---------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Военно-транспортная авиация | 93 - 100 | 94 - 120 | 102 - 108 | 107 - 126 | 30 - 45 | 80 - 135 | 105 - 109 | 113 - 114 | 9,4-16 | 133-180 |
| Армейская авиация | 92 - 104 | 93 - 117 | 103-108 | 113-122 | 21 - 30 | 40 - 60 | 102-110 | 105-112 | 3,15 - 6,25 | 12,5-42 |

Примечание: 1. $t_{\text{рабочей смены}} = 8 \text{ ч.}$

2. $D - \text{доза шума } [D = (L_{\text{Аэкв}})^2 \times t_{\text{рабочей смены}}, \text{ Па}^2 \times \text{ч}];$

3. $D_{\text{пду}} = (0,356 \text{ Па})^2 \times 8 \text{ ч} = 1,014 \text{ Па}^2 \text{ч}; D / D_{\text{пду}}, \text{ отн.ед.}$

4. Здесь и в табл. 3.4–3.7 указан диапазон параметров в зависимости от типа ВС

УЗД в инфразвуковой полосе частот находился в диапазоне 82–105 дБ с максимумом значений на рабочих местах самолетов ИБА и АА.

УЗД в полосе 31,5–8000 Гц находился в диапазоне 93–120 дБ с максимумом значений на рабочих местах самолетов ИБА и ВТА.

Общий УЗД находился в интервале 92–112 дБ Лин. Наиболее высокие величины отмечены на рабочих местах при обслуживании самолетов ИБА.

Уровень звука находился в диапазоне 107–127 дБА. Наиболее высокие значения уровня звука отмечаются на рабочих местах самолетов ИБА и ВТА.

Из табл. 3.3 видно, что эквивалентные уровни звука находятся в интервале 94–118 дБА, а диапазон доз шума в зависимости от времени воздействия шума в течение летной смены составлял 0,75–640 усл. ед. Наиболее высоких величин эквивалентный уровень звука достигал на рабочих местах ИТС при обслуживании самолетов ИБА, а доза шума – самолетов ДА.

В таблице 3.4 представлены те же показатели, что и в таблице 3.3, которые характеризуют шум на рабочих местах ИТС от работы вспомогательного оборудования. Уровни звукового давления в октавных полосах, создаваемые при работе вспомогательного оборудования представлены в таблице 2 Приложения.

Таблица 3.4 - Характеристики шума на рабочих местах ИТС при работе вспомогательного оборудования во время обеспечения полетов и выполнения регламентных работ [217]

| Наименование оборудования | Диапазон УЗД, дБ в полосе частот (Гц) | | Общ. УЗД, (дБ Лин) | Уровень звука (ЛдБА) | Время воздействия шума в течение летной смены, час | Эквивалентный уровень звука (L _{Аэкв} дБА) | | Относительная доза шума, усл.ед (D/D _{пду}) | |
|---|---------------------------------------|-----------|--------------------|----------------------|--|---|------|---|------|
| | 2-16 | 31,5-8000 | | | | мин | макс | мин | макс |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Аэродромный подвижный электроагрегат (АПА-5Д) | 101-103 | 64-100 | 108 | 85 | 2 – 7 | 80 | 85 | 0,1 | 0,9 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--|-------|--------|----|-----|-------|-----|-----|-----|------|
| Установка для проверки гидросистем (УПГ-300) | 76-78 | 78-113 | 83 | 113 | 2 – 7 | 107 | 112 | 40 | 438 |
| Аэродромный кондиционер (АК-04М) | 44-66 | 78-105 | 67 | 106 | 2 – 7 | 100 | 105 | 8 | 87 |
| Вспомогательная силовая установка (ВСУ) | 78-79 | 83-116 | 85 | 120 | 2 – 6 | 114 | 119 | 198 | 1493 |
| Топливо-насосная установка (ТНУ) | 83-89 | 80-123 | 92 | 126 | 1 – 3 | 117 | 122 | 203 | 1876 |

Примечание: см. табл. 3.3

Данные табл. 3.4 показывают, что уровни звука лежат в диапазоне 85–126 дБА. Эквивалентные уровни звука находятся в интервале 80–122 дБА. Относительная доза шума в зависимости от загрузки ИТС составила 0,1–1876 отн.ед. При этом наиболее высоких величин данные показатели достигали на рабочих местах ИТС при работе с ТНУ и ВСУ.

В таблице 3.5 представлена характеристика шума на рабочих местах ИТС при работе двигателя и вспомогательного оборудования во время обеспечения полетов и выполнения регламентных работ. В ней отражены те же показатели, что в таблице 3.3.

Таблица 3.5 - 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 _{Аэкв} , (дБА) | Доза шума, усл.ед (Д/Д _{пду}) |
|--|--|-----------|-------------------------------------|---------------------|---------------------------|---|
| | 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 |

Из табл. 3.6 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, то есть, указывая на преобладание в спектре данных типов самолетов частот звукового диапазона. Подтверждением этому явилось

исследование уровня звука - его значения были даже 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 истребительно-бомбардировочной авиации. ИТС, обслуживающий самолеты дальней авиации получает наиболее значительную дозу шума, превышающую ПДУ в 1578 раз. Это связано с тем, что на обслуживание самолетов дальней авиации уходит значительно больше времени, чем на воздушные суда других видов авиации.

Таким образом, данные циклограмм показывают, что ИТС при обеспечении полетов и выполнения регламентных работ подвергается воздействию **непостоянного многочасового высокоинтенсивного** шума. Время воздействия шума зависит не только от типа воздушного судна, используемого вспомогательного оборудования, но и от количества вылетов в летную смену.

В таблице 3.6 показана спектральная характеристика авиационного шума на рабочих местах ИТС во время обеспечения полетов и выполнения регламентных работ по видам авиации.

Таблица 3.6 - Уровни звукового давления в октавных полосах на рабочих местах ИТС при обеспечении полетов воздушных судов по видам авиации

| Виды авиации | Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 2 | 4 | 8 | 16 | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| Дальняя авиация | 86-93 | 85-94 | 84-94 | 86-97 | 98-102 | 105-107 | 105-114 | 103-110 | 105-108 | 105-113 | 103-120 | 105-118 | 108-112 |
| Истребительно-бомбардировочная авиация | 93-103 | 94-104 | 95-106 | 96-107 | 98-111 | 102-113 | 103-115 | 104-118 | 106-123 | 106-122 | 108-122 | 112-122 | 108-118 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|------------------------------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| Армейская авиация (вертолеты) | 93- 101 | 95- 101 | 94- 102 | 101- 105 | 102- 106 | 103- 108 | 105- 110 | 106- 112 | 105- 112 | 107- 113 | 108- 115 | 110- 119 | 96- 115 |
| Военно- транспортная авиация | 96- 100 | 95- 100 | 96- 101 | 96- 104 | 96- 105 | 97- 106 | 98- 106 | 101- 109 | 102- 112 | 101- 117 | 103- 119 | 101- 123 | 97- 109 |

Из табл. 3.6 следует, что УЗД на рабочих местах ИТС при работе авиационных двигателей на аэродроме и выполнении полетов в инфразвуковом диапазоне частот (2–16 Гц) колебались от 84 дБ до 107 дБ. При сравнении полученных данных с СН 2.2.4/2.1.8.583-96 [211] видно, что УЗД в октавной полосе со среднегеометрической частотой 2 Гц находились в диапазоне 86–103 дБ в зависимости от ВС вида авиации, при этом превышение ПДУ (100 дБ) на этой частоте было минимальным – до 3 дБ и 1 дБ у истребителей и вертолетов соответственно.

В октавной полосе со среднегеометрической частотой 4 Гц они практически не отличались от предыдущей октавы. Превышение ПДУ (95 дБ) выявлено у ВС практически всех видов авиации на 5-9 дБ, за исключением, дальней авиации, а наибольшие величины отмечены в ИБА (до 9 дБ).

УЗД в октавной полосе со среднегеометрической частотой 8 Гц колебались от 84 дБ до 106 дБ в зависимости от ВС вида авиации, то есть они были несколько выше, чем в предыдущих двух октавах. Превышение ПДУ (90 дБ) было у ВС всех видов авиации на 4–16 дБ.

У ВС всех видов авиации максимальные УЗД в области инфразвука приходились на октавную полосу со среднегеометрической частотой 16 Гц – 86–107 дБ, что превышало ПДУ (85 дБ) на 11–22 дБ.

Итак, превышение санитарных норм в инфразвуковом диапазоне выявлено на рабочих местах ИТС при работе двигателей у ВС всех видов авиации в октавной полосе со среднегеометрической частотой 8 Гц и 16 Гц. Максимальные величины этого показателя выявлены у ВС истребительной авиации, а у ВС дальней авиации они были практически в норме.

Таким образом, выявлено превышение ПДУ в инфразвуковом диапазоне частот на рабочих местах ИТС при работе двигателей у ВС всех видов авиации практически во всех октавах. Авиационные специалисты в течение летной смены периодически обслуживают ВС с работающими двигателями, это тем самым свидетельствует о том, что ИТС подвергается воздействию **непостоянного высокоинтенсивного инфразвука, являющегося составной частью авиационного шума.**

В звуковом диапазоне частот (31,5–8000 Гц) УЗД колебались от 96 до 123 дБ и были существенно выше, чем в области инфразвука (см. табл. 3.6). При сравнении полученных данных с СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [210] УЗД в октавной полосе со среднегеометрической частотой

31,5 Гц колебались от 96 дБ до 111 дБ в зависимости от ВС вида авиации, при этом небольшое превышение ПДУ (107 дБ) выявлено только у ВС ИБА – на 4 дБ.

В октавной полосе со среднегеометрической частотой 63 Гц УЗД находился в пределах 97-113 дБ, то есть ПДУ (95 дБ) было превышено на 2-18 дБ у ВС всех видов авиации и максимальных значений они достигали в ИБА.

УЗД в октавной полосе со среднегеометрической частотой 125 Гц составили 98–115 дБ, то есть ПДУ (87 дБ) было превышено на 11-28 дБ у ВС всех видов авиации и максимальных значений они достигали в ИБА и АА.

В октавной полосе со среднегеометрической частотой 250 Гц УЗД находился в пределах 101-118 дБ, то есть ПДУ (82 дБ) было превышено на 19-36 дБ у ВС всех видов авиации и максимальных значений они достигали в ИБА и АА.

УЗД в октавной полосе со среднегеометрической частотой 500 Гц составил 102–123 дБ, то есть ПДУ (78 дБ) было превышено на 24–45 дБ у ВС всех видов авиации и максимальных значений они достигали в ИБА.

В октавной полосе со среднегеометрической частотой 1000 Гц УЗД находился в пределах 101–122 дБ, то есть ПДУ (75 дБ) было превышено на 26–47 дБ у ВС всех видов авиации и максимальных значений они достигали в ИБА и ВТА.

УЗД в октавной полосе со среднегеометрической частотой 2000 Гц составил 103–122 дБ, то есть ПДУ (73 дБ) было превышено на 30–49 дБ у ВС всех видов авиации и максимальных значений они достигали в ИБА, ВТА и ДА.

В октавной полосе со среднегеометрической частотой 4000 Гц УЗД находился в пределах 101–123 дБ, то есть ПДУ (71 дБ) было превышено на 30–52 дБ у ВС всех видов авиации и максимальных значений они достигали в ИБА и ВТА.

УЗД в октавной полосе со среднегеометрической частотой 8000 Гц составил 96–118 дБ, то есть ПДУ (69 дБ) было превышено на 27–49 дБ у ВС всех видов авиации и максимальных значений они достигали в ИБА и АА.

Анализ результатов измерения показывает, что УЗД на рабочих местах ИТС дальней авиации находится в пределах от 98 до 120 дБ с максимумом спектра в полосе частот 1000 – 8000 Гц (область средних и высоких частот). УЗД на рабочих местах ИТС ИБА – в диапазоне 98–123 дБ, с максимумом спектра в полосе частот 500 – 4000 Гц (область низких частот). На рабочих местах ИТС ВТА УЗД составил 96–123 дБ, с максимумом спектра в полосе частот 1000–4000 Гц (область средних частот). УЗД на рабочих местах ИТС АА находится в пределах 96 – 119 дБ и достигал максимальных значений в полосе частот 1000–4000 Гц (область средних частот). Во всех видах авиации области высоких частот (8000 Гц) УЗД оставались высокими.

Как видно, шум на рабочих местах всех видов авиации представлен во всех октавах звукового диапазона частот, что позволяет его классифицировать как широкополосный шум. В то же время в спектрах шума в зависимости от типа ВС имеются отличия. В ДА максимум спектра шума находится в области высоких частот, в АА и ВТА – в зоне средних частот, в ИБА в более низком диапазоне.

Разница между УЗД на рабочих местах ИТС и ПДУ с увеличением частоты достигла больших величин.

Итак, превышение ПДУ шума выявлено на рабочих местах ИТС при работе двигателей у ВС всех видов авиации практически во всех октавах, особенно в ИБА. Авиационные специалисты в течение летной смены периодически обслуживают ВС с работающими двигателями, следовательно, они подвергаются воздействию **непостоянного высокоинтенсивного широкополосного шума**.

В таблице 3.7 дано распределение общей дозы шума по различным частотным диапазонам шума, создаваемого при работе авиационных двигателей различных типов ВС на рабочих местах ИТС.

Таблица 3.7 - Распределение общей дозы шума по различным частотным диапазонам шума, создаваемого при работе авиационных двигателей различных типов воздушных судов на рабочих местах инженерно-технического состава

| Вид авиации | Доля (%) дозы шума в октавных полосах со среднегеометрическими частотами (Гц) | | |
|--|---|---------|----------|
| | 2 - 16 | 2 - 250 | 2 - 8000 |
| Дальняя авиация | 2-13 | 8-23 | 100 |
| Истребительно-бомбардировочная авиация | 3-26 | 10-37 | 100 |
| Армейская авиация (вертолеты) | 6-27 | 17-35 | 100 |
| Военно-транспортная авиация | 10-25 | 14-36 | 100 |

Из табл. 3.7 следует, что в инфразвуковом диапазоне частот на долю дозы шума приходится 2–27 %, а в низкочастотном диапазоне частот (2–250 Гц) – 8–37 %, то есть прирост за счет низких частот был небольшой. Значит, спектральная плотность дозы шума при работе

авиационных двигателей приходится на область средних и высоких частот (500–4000 Гц). При этом максимальные ее значения выражены в ИБА.

Таким образом, результаты акустических измерений, выполненных на рабочих местах ИТС при эксплуатации различных типов самолетов на аэродроме и ТЭЧ, показали, что основным источником шума у ИБА, ДА и ВТА является двигатель, у вертолетов – двигатель и винт двигателя. Кроме того, ИТС подвергается воздействию шума от работы вспомогательного оборудования и общего шумового фона аэродрома. На ИТС воздействует непостоянный прерывистый многочасовой широкополосный высокоинтенсивный шум, который в большинстве случаев превышает 100 дБ. Показано, что в авиационном шуме присутствует инфразвуковая составляющая, уровень которой колебался от 84 до 107 дБ. Наиболее интенсивный шум выражен в ИБА. Спектральная плотность дозы шума при работе двигателей ВС всех видов авиации приходится на область средних и высоких частот (500–8000 Гц). В инфразвуковом диапазоне частот доля дозы шума составляет 2–27 %, а в низкочастотном диапазоне (2–250 Гц) – 8–37 %. Длительность воздействия шума зависит от количества вылетов в летную смену.

3.3. Оценка акустической обстановки на рабочих местах летно-подъемного состава

В таблице 3.8 представлена характеристика акустической обстановки на рабочих местах ЛПС во время полетов.

Таблица 3.8 - Уровни звукового давления в октавных полосах в кабинах и салонах ВС

| Вид авиации | Уровни звукового давления (дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, (Гц) | | | | | | | | | Уровень звука, (дБА) |
|-------------|--|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------|
| | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | |
| ДА | 85-84 | 91-90 | 85-88 | 88-89 | 91-90 | 81-80 | 77-79 | 80-78 | 70-68 | 96-97 |
| ИБА | 85-86 | 83-88 | 88-93 | 88-91 | 89-93 | 94-98 | 84-94 | 82-96 | 75-98 | 96-103 |
| ВТА | 80-95 | 79-102 | 80-110 | 83-102 | 80-90 | 74-88 | 71-82 | 65-78 | 60-76 | 82-104 |
| АА | 89-112 | 93-110 | 96-105 | 88-102 | 85-94 | 84-88 | 78-86 | 72-86 | 72-90 | 86-103 |

В звуковом диапазоне частот (31,5–8000 Гц) УЗД колебались от 60 до 112 дБ в зависимости от типа воздушного судна.

При сравнении полученных данных с СН 2.2.4/2.1.8.562–96 [210] УЗД в октавной полосе со среднегеометрической частотой 31,5 Гц колебались от 84 дБ до 112 дБ в зависимости от ВС вида авиации, при этом небольшое превышение ПДУ (107 дБ) выявлено только у вертолетов – на 5 дБ. Наименьший уровень УЗД – в дальней авиации.

В октавной полосе со среднегеометрической частотой 63 Гц УЗД находился в диапазоне 79 - 110 дБ, то есть ПДУ (95 дБ) было превышено на 15 дБ в АА и ВТА, у других типов ВС УЗД находился в допустимых пределах.

УЗД в октавной полосе со среднегеометрической частотой 125 Гц составили 80–110 дБ, ПДУ (87 дБ) было превышено на 1–23 дБ у ВС практически во всех видах авиации и максимальных значений они достигали в ВТА и АА.

В октавной полосе со среднегеометрической частотой 250 Гц УЗД находился в диапазоне 83–102 дБ, то есть ПДУ (82 дБ) было превышено на 3–20 дБ у ВС всех видов авиации и максимальных значений они достигали в ВТА и АА.

УЗД в октавной полосе со среднегеометрической частотой 500 Гц составил 85–94 дБ, то есть ПДУ (78 дБ) было превышено до 16 дБ у ВС всех видов авиации и максимальных значений они достигали в АА и ИБА.

В октавной полосе со среднегеометрической частотой 1000 Гц УЗД находился в диапазоне 81–98 дБ, то есть ПДУ (75 дБ) было превышено на 6–23 дБ у ВС всех видов авиации и максимальных значений они достигали в ИБА.

УЗД в октавной полосе со среднегеометрической частотой 2000 Гц составил 71–94 дБ, то есть ПДУ (73 дБ) было превышено до 21 дБ у ВС всех видов авиации и максимальных значений они достигали в ИБА.

В октавной полосе со среднегеометрической частотой 4000 Гц УЗД находился в диапазоне 65–96 дБ, то есть ПДУ (71 дБ) было превышено до 25 дБ. Максимальных значений они достигали в ИБА, АА и ДА.

УЗД в октавной полосе со среднегеометрической частотой 8000 Гц составил 60–98 дБ, то есть ПДУ (69 дБ) было превышено до 29 дБ. Максимальных значений они достигали в ИБА и АА.

Уровень шума находился в диапазоне 82–104 дБА. Превышение ПДУ (80 дБА) было у ВС практически всех видов авиации, максимальные значения отмечены в ИБА, ВТА и АА.

Таким образом, превышение УЗД в кабинах ВС с максимумом в низкочастотном диапазоне спектра октавных частот отмечается в вертолетной авиации, в высокочастотном диапазоне – в ИБА и ДА. В некоторых ВС ВТА, АА УЗД превышает ПДУ по всему спектру частот.

В таблице 3.9 представлены усредненные характеристики шума в кабинах ВС по видам авиации.

Таблица 3.9 - 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.

Как видно, шум во всех типах ВС представлен во всех октавах звукового диапазона частот, что позволяет его классифицировать как широкополосный шум. В то же время в спектрах шума в зависимости от типа ВС имеются отличия. Если максимум спектра шума в самолётах ДА, ВТА и АА находится в области низких частот, то в самолётах ИБА – в области средних и высоких частот.

Эквивалентный уровень звука на рабочих местах летного состава (ЛС) находился в пределах 96–104 дБА. Наиболее высокие его значения отмечены в ВТА, 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, то есть находится на верхней границы ПДУ.

В зависимости от величины уровня звука на рабочих местах все авиационные специалисты были распределены на пять основных групп.

К первой группе относятся технические экипажи ВС: старший техник, техник самолета и механики, а также специалисты по авиационному оборудованию, отвечающие за подключение и отключение агрегатов электропитания к ВС, которые при подготовке самолетов (вертолетов) подвергаются воздействию наиболее интенсивных акустических шумов при опробовании двигателей в течение всей летной смены (до 8–9 часов), с уровнем звука 116 – 127 дБА (эквивалентный уровень звука от 97 до 118 дБА).

Вторая группа – специалисты групп обслуживания по различным системам: авиационного оборудования, авиационного вооружения, радиоэлектронного оборудования (РЭО), дизельно-топливного оборудования и другие. Лица этой группы не находятся в зоне самых интенсивных шумов. По характеру работы они пребывают на позициях подготовки ВС в течение почти всего стартового времени (в общей сложности 4 – 6 час). Уровень звука, воздействующий на них 94 – 124 дБА (эквивалентный уровень звука от 94 до 115 дБА).

Третья группа – специалисты ТЭЧ, подвергающиеся воздействию интенсивных шумов при проведении ремонтно-регламентных работ, опробование и регулировка двигателей после проведения ремонтных и регламентных работ. Для выполнения этой работы привлекается вспомогательное оборудование. Авиационный шум воздействует на них в течение 4 – 6 часов с уровнем звука 93 – 114 дБА (эквивалентным уровнем 90 – 105 дБА).

Четвертая группа – водители всех вспомогательных транспортных средства (АПА, ВСУ, АК, ТНУ), участвующих в подготовке полетов. Лица этой группы могут находиться в зоне самых интенсивных шумов. Помимо шума от авиационного двигателя на них воздействует шум от работы вспомогательного оборудования и двигателя автомобиля. По характеру работы они пребывают на позиции подготовки ВС в течение стартового времени. Подвергаются воздействию шума в течение 8 – 10 часов 80 – 110 дБА (эквивалентным уровнем 80 – 120 дБА).

Пятая группа – ЛПС (летчики, штурманы, бортинженеры и др.), которые подвергаются воздействию шума внутри воздушного судна при выполнении полетов. Уровень звука на рабочих местах этих специалистов находится в диапазоне 96 – 104 дБА (эквивалентный уровень звука до 104 дБА).

Таким образом, результаты проведенного анализа позволяют сделать выводы, что авиационный шум обладает рядом особенностей:

- в большинстве случаев уровень звука на рабочих места авиационных специалистов превышает ПДУ, что позволяет его классифицировать как **высокоинтенсивный шум**;
- по характеру спектра это широкополосный шум, так как его спектр содержит все октавы звукового диапазона;

– в состав спектра авиационного шума входят **инфразвук** в диапазоне частот от 2 до 16 Гц, что позволяет его классифицировать как широкополосный инфразвук;

– по временным характеристикам авиационный шум и инфразвук являются **непостоянными**, что обусловлено периодичностью полетов и режимом подготовки авиационных двигателей к полетам, поэтому на определенных этапах он может быть колеблющимся или прерывистым;

– спектр шума может иметь **несколько максимумов**, что определяется типом ВС;

– шум, как правило, формируется за счет работы нескольких источников шума;

– время общей акустической нагрузки у авиационных специалистов составляет несколько часов (**длительный**), при этом периоды активной акустической нагрузки, обусловленные необходимостью пребывания на рабочих местах вблизи ВС, чередуются с периодами пассивной акустической нагрузки (**прерывистый**), когда авиационные специалисты находятся в стартовых помещениях или на достаточном удалении от ВС при подготовке к вылету.

При работе с авиационной техникой шум значительно превышает ПДУ во всем диапазоне частот, по всем видам авиации, воздействуя как на ИТС, обслуживающего авиационную технику, так и на ЛС (см. рис. 1 – 3 приложения). Наличие в спектре авиационного шума высокоинтенсивных инфразвуковых (общий УЗД 101–111 дБ Лин) и акустических колебаний звукового диапазона (УЗД 116–127 дБА) представляет особый интерес, поскольку в доступной специальной и научной литературе подобные сведения носят единичный характер. Эта особенность авиационного шума позволяет рассматривать его как модель сочетанного действия шума и инфразвука на человека, что имеет важный научный интерес в развитии шумовой патологии.

Проведенное исследование доказывает, что авиационный шум это действительно собирательное понятие, так как, он формируется за счет одновременной работы нескольких разнородных шумообразующих механизмов. По своему характеру и воздействию он является непостоянным, высокоинтенсивным, широкополосным, длительным шумом, в спектре которого преобладают средние и высокие частоты, в сочетании с широкополосным инфразвуком.

Основными источниками генерируемого авиационного шума являются авиационные двигатели и вспомогательное оборудование. Изучены характеристики шума видов авиации: интенсивность, спектральный состав, длительность его воздействия на авиационных специалистов, имеющие свои особенности в зависимости от типа ВС.

Установлено, что ИТС при технической эксплуатации ВС, в зависимости от его типа подвергается шумовому воздействию, интенсивностью 116 – 127 дБА в звуковом и 91 – 111 дБ Лин в инфразвуковом диапазонах. Наиболее интенсивному шумовому воздействию

подвергается ИТС ИБА. ЛПС подвергается воздействию шума интенсивностью 97 – 104 дБА в звуковом и 96 – 100 дБ Лин в инфразвуковом диапазонах, в зависимости от типа ВС. Наиболее высокие значения шума и ИЗ отмечены в ИБА.

Рассчитана доза шума, воздействующего на авиационных специалистов в течение летной смены. Анализ показал, что максимальная спектральная плотность дозы шума при работе авиационных двигателей всех видов авиации приходится на область средних и высоких частот (500–8000 Гц).

При спектральном анализе шума в кабинах ВС установлено, что максимум спектра шума в самолётах дальней, транспортной и армейской авиации находится в области низких частот, в самолётах истребительно-бомбардировочной авиации – в области средних частот.

Особенности авиационного шума: его высокая интенсивность, широкополосность, наличие в спектре высокоинтенсивной инфразвуковой составляющей, при длительном воздействии создают у АС высокие риски развития профессиональной и профессионально обусловленной патологии.

ГЛАВА 4. АНАЛИЗ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ АВИАЦИОННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ

4.1. Анализ заболеваемости инженерно-технического состава

Многokратное и длительное воздействие акустического шума вызывает не только физиологические изменения в организме человека, но и достаточно значимые патологические нарушения вплоть до профессиональных заболеваний. Исходя из методических подходов, изложенных в разделе 2.3, нами было проведено эпидемиологическое ретроспективное исследование заболеваемости ИТС различных видов авиации при выполнении ими военно-профессиональных обязанностей в обычных условиях.

В таблицах представлены: число случаев первичной заболеваемости, число случаев трудопотерь, число дней трудопотерь за период 2009–2012 гг. по VI–XII классам болезней. Выбор указанных классов болезней определен двумя обстоятельствами. Во-первых, анализ показал, что в основном болезни этих классов вносят наибольший вклад в общую заболеваемость. Во-вторых, по данным литературы акустический шум может оказывать неблагоприятное влияние, в первую очередь, на данные органы и системы, а значит, и способствовать развитию заболеваний в выбранных классах.

Из литературных источников известно, что шум оказывает ауральное и экстраауральное действие. Анализируя таблицы годовых отчетов по классу VIII установлено, что основная масса военнослужащих обращалась и лечилась по поводу наружного и среднего отитов. Доля больных с заболеваниями внутреннего уха среди больных данного класса болезней незначительная, что не позволяет делать выводы о состоянии звукового анализатора при сравнении уровня заболеваемости по классу VIII. Учитывая то, что шум, в первую очередь, вызывает поражение слухового анализатора, решено вывести в отдельную строку из класса VIII группу 4: другие болезни уха (сюда относятся: кондуктивная и нейросенсорная потеря слуха, другая потеря слуха, оталгия и выделения из уха). Во всех анализируемых таблицах отчета в данной группе болезней имеется только одна нозологическая форма – нейросенсорная тугоухость.

Кроме того, отдельно выведена строка группы 3 класса IX: заболевания, характеризующиеся повышенным артериальным давлением, так как экстраауральное действие шума преимущественно проявляется патологией сердечно-сосудистой системы.

В таблице 3 Приложения представлена динамика заболеваемости ИТС за 2009 – 2012г., в таблицах 4,5 Приложения аналогичные данные ИТС по видам авиации, и контрольной группы.

Класс VI. Болезни нервной системы. Из представленных в табл. 3 и 4 Приложения результатов видно, что практически все показатели заболеваемости подразделениях

экспериментальной группы по отношению к аналогичным показателям контрольной группы в период 2009–2012 гг. оказались выше. Первичная заболеваемость у военнослужащих ИТС ИБА выше, чем в контрольной группе в среднем за исследуемый период в 3,5 раза, у военнослужащих ИТС ВТА – в 3,8 раза, у военнослужащих ИТС ДА в 5,6 раз. Число случаев трудопотерь выше у ИТС ИБА в 2,6 раза, у ИТС ВТА – в 3 раза, у ИТС ДА – в 3,1 раза, чем в контрольной группе. Соответственно в подразделениях экспериментальной группы выше и число дней трудопотерь, в среднем во всех видах авиации в 2,2 раза по отношению к контрольной группе. При этом наибольшая заболеваемость выявлена среди ИТС ДА.

Класс VII. Болезни глаз. Данные табл. 3 и 4 Приложения показывают, что по отношению к личному составу контрольной группы все исследуемые показатели заболеваемости оказались выше у ИТС всех видов авиации в течение всего срока исследования. Первичная заболеваемость у военнослужащих ИТС ИБА, ВТА выше, чем в контрольной группе в среднем за исследуемый период в 1,7 раза, у военнослужащих ИТС ДА в 2,7 раза. Число случаев трудопотерь выше у ИТС ИБА в 1,8 раза, у ИТС ВТА и ДА – в 2,3 раза. Число дней трудопотерь у ИТС ИБА были выше, чем в контрольной группе в 1,5 раза, у ИТС ВТА – в 2 раза, а у ИТС ДА – в 6 раз. Наибольшая заболеваемость выявлена в группе ИТС ДА.

Класс VIII. Болезни уха и сосцевидного отростка. Из представленных в табл. 3 и 4 Приложения результатов видно, что практически все показатели заболеваемости у ИТС ИБА и ВТА по отношению к аналогичным показателям контрольной группы в период 2009-2012 гг. практически не отличались. У военнослужащих ИТС ДА все показатели были выше, чем в контрольной группе в 2,6 раза.

Более детальный анализ заболеваемости по данному классу болезни показал, что у личного состава экспериментальных подразделений за весь период исследования, гораздо чаще наблюдалась нейросенсорная тугоухость (**группа 4, класс VIII**). Особенно высокие показатели здесь выявлены у ИТС ДА: первичная заболеваемость в 3,7 раза, число случаев трудопотерь – в 4,9 раза, число дней трудопотерь – в 4 раза выше, чем в контрольной группе, тогда как у ИТС ИБА и ВТА эти показатели выше показателей контрольной группы в среднем в 2 – 2,5 раза.

Класс IX. Болезни органов кровообращения. Данные табл. 3 и 4 Приложения показывают, что по отношению к личному составу контрольной группы все исследуемые показатели заболеваемости оказались выше у ИТС всех видов авиации в течение всего срока исследования. Первичная заболеваемость у военнослужащих ИТС ИБА, ВТА выше, чем в контрольной группе в среднем за исследуемый период в 2 раза, у военнослужащих ИТС ДА в 8 раз. Число случаев трудопотерь выше у ИТС ИБА в 3,5 раза, у ИТС ВТА – в 1,7 раза, у ИТС ДА – в 4,7 раза. Число дней трудопотерь у ИТС ИБА были выше, чем в контрольной группе в 4

раза, у ИТС ВТА – в 1,6 раза, а у ИТС ДА – в 8,8 раза. Наибольшая заболеваемость выявлена в группе ИТС ДА.

Более детальный анализ заболеваемости по данному классу болезни показал, что у личного состава экспериментальных подразделений, гораздо чаще наблюдались заболевания, характеризующиеся повышенным кровяным давлением (**группа 3, класс IX**) за весь период исследования. Особенно высокие показатели здесь выявлены у ИТС ДА: первичная заболеваемость в 17 раз, число случаев трудопотерь – в 3 раза, число дней трудопотерь – в 7 раз выше, чем в контрольной группе, тогда как у ИТС ИБА и ВТА эти показатели выше показателей контрольной группы в среднем в 2,5–3,5 раза.

Класс X. Болезни органов дыхания. Из представленных в табл. 3 и 4 Приложения результатов видно, все показатели заболеваемости экспериментальных групп либо не отличались от контрольных величин, либо были несколько выше или ниже (не более чем на 10 %), от уровня контрольной группы.

Класс XI. Болезни органов пищеварения. Данные табл. 3 и 4 Приложения показывают, что по отношению к контрольной группе показатели заболеваемости оказались выше в группе ИТС ИБА и особенно у ИТС ДА в течение всего срока исследования. В группе ИТС ВТА эти показатели были даже несколько ниже (примерно на 10 %). А именно: первичная заболеваемость у ИТС ИБА в 2,5 раза, у ИТС ДА в 3,5 раза выше, чем в контрольной группе; у ИТС ИБА и ДА число случаев трудопотерь в 1,2, число дней трудопотерь 2,6 раза соответственно выше, чем в контрольной группе.

Класс XII. Болезни кожи и подкожной клетчатки. Из представленных в табл. 3 и 4 Приложения результатов видно, что по отношению к личному составу контрольной группы все исследуемые показатели заболеваемости оказались выше у ИТС всех видов авиации в течение всего срока исследования. Особенно высокие показатели заболеваемости были у ИТС ИБА: первичная заболеваемость была выше в 2,9 раза, число случаев трудопотерь – выше в 3,1 раза, число дней трудопотерь – выше в 2,5 раза. Менее высокие показатели были у ИТС ВТА и ДА: первичная заболеваемость выше, чем в контрольной группе в 2,5 раза, число случаев трудопотерь – в 2 раза, число дней трудопотерь – в 1,7 раза.

Общий итог по классам. Данные табл. 3 и 4 Приложения показывают, что по отношению к контрольной группе показатели заболеваемости оказались существенно выше у ИТС ДА в среднем в 2–2,5 раза в течение всего срока наблюдения. В группе ИТС ИБА все показатели заболеваемости в течение 2009–2012 гг. также были выше, в среднем в 1,5 раза. У ИТС ВТА эти показатели были в среднем в 1,2 раза выше, чем в контрольной группе в течение всего срока наблюдения.

Таким образом, анализ заболеваемости ИТС ВВС показал, что у личного состава, обслуживающего авиационную технику при выполнении ими военно-профессиональных обязанностей при воздействии авиационного шума, увеличены первичная заболеваемость, число случаев трудопотерь и число дней трудопотерь по большинству классов болезней, особенно болезней органов кровообращения, нервной системы, заболеваниям внутреннего уха (нейросенсорной тугоухости).

Ниже представлены результаты статистической обработки показателей заболеваемости в контрольной и экспериментальных группах.

В табл. 4.1 в объем генеральной выборки ИТС включены средневзвешенные показатели заболеваемости трех видов авиации за четыре года, поэтому число наблюдений $n=12$ (в контрольной группе составило $n=4$).

Таблица 4.1 - Обобщенные результаты заболеваемости ИТС за 2009–2012 гг. ($M \pm m \%$)

| Класс болезней | Исследуемая группа | Число единиц наблюдения | Первичная заболеваемость | Число случаев трудопотерь | Число дней трудопотерь |
|--|--------------------|-------------------------|--|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Класс VI. Болезни нервной системы | КГ | $n=4$ | $9,2 \pm 1,6$ | $13,8 \pm 1,7$ | $174,9 \pm 33,7$ |
| | ИТС | $n=12$ | $40,9 \pm 3,3$ $t=8,6$ $p<0,001$ | $41,7 \pm 1,8$ $t=11,3$ $p<0,001$ | $365,3 \pm 20,9$ $t=4,8$ $p<0,001$ |
| Класс VII. Болезни глаз | КГ | $n=4$ | $8,5 \pm 1,3$ | $9,2 \pm 1,6$ | $28,9 \pm 4,8$ |
| | ИТС | $n=12$ | $14,9 \pm 0,6$ $t=4,5$ $p<0,001$ | $15,0 \pm 0,7$ $t=3,3$ $p<0,005$ | $156,4 \pm 11,4$ $t=10,3$ $p<0,001$ |
| Класс VIII. Болезни уха и сосцевидного отростка | КГ | $n=4$ | $8,5 \pm 2,3$ | $12,7 \pm 1,6$ | $98,7 \pm 3,4$ |
| | ИТС | $n=12$ | $16,6 \pm 2,4$ $t=2,4$ $p<0,05$ | $17,5 \pm 2,5$ $t=1,6$ $p<0,2$ | $133,8 \pm 24,4$ $t=1,4$ $p<0,2$ |
| Класс IX. Болезни органов кровообращения | КГ | $n=4$ | $5,7 \pm 4,6$ | $14,5 \pm 2,5$ | $120,3 \pm 13,9$ |
| | ИТС | $n=12$ | $45,3 \pm 8,3$ $t=4,2$ $p<0,001$ | $64,0 \pm 8,7$ $t=5,5$ $p<0,001$ | $843,8 \pm 104,4$ $t=6,9$ $p<0,001$ |
| Класс X. Болезни органов дыхания | КГ | $n=4$ | $307,9 \pm 2,2$ | $307,9 \pm 2,2$ | $1252,0 \pm 49,1$ |
| | ИТС | $n=12$ | $379,9 \pm 32,9$ $t=2,2$ $p<0,05$ | $388,2 \pm 32,7$ $t=2,5$ $p<0,05$ | $2031,0 \pm 84,5$ $t=8,0$ $p<0,001$ |
| Класс XI. Болезни органов пищеварения | КГ | $n=4$ | $13,2 \pm 9,0$ | $30,1 \pm 5,1$ | $306,0 \pm 7,4$ |
| | ИТС | $n=12$ | $38,0 \pm 3,1$ $t=2,6$ $p<0,05$ | $43,8 \pm 3,3$ $t=2,3$ $p<0,05$ | $699,5 \pm 98,5$ $t=4,0$ $p<0,002$ |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--|-----|------|---|--|--|
| Класс XII. Болезни кожи и подкожной клетчатки | КГ | n=4 | 14,0 ± 1,8 | 14,8 ± 1,5 | 131,1 ± 21,1 |
| | ИТС | n=12 | 36,7 ± 3,1 t=6,3 p<0,001 | 38,2 ± 4,7 t=10,3 p<0,001 | 330,1 ± 48,9 t=3,7 p<0,005 |
| Класс VIII. Группа 4. Другие болезни уха (НСТ) | КГ | n=4 | 0,7 ± 0,8 | 1,4 ± 0,9 | 12,0 ± 8,1 |
| | ИТС | n=12 | 8,5 ± 1,4 t=4,8 p<0,001 | 10,3 ± 1,4 t=5,5 p<0,001 | 80,9 ± 12,2 t=4,7 p<0,001 |
| Класс IX. Группа 3. Болезни с повышенным АД | КГ | n=4 | 2,1 ± 1,5 | 14,1 ± 1,9 | 98,8 ± 10,0 |
| | ИТС | n=12 | 29,0 ± 5,5 t=4,7 p<0,001 | 39,8 ± 5,6 t=4,4 p<0,001 | 483,8 ± 50,7 t=7,5 p<0,001 |
| Общий итог по всем классам | КГ | n=4 | 437,7 ± 6,4 | 532,3 ± 28,5 | 4318,3 ± 72,4 |
| | ИТС | n=12 | 755,0 ± 24,0 t=12,8 p<0,001 | 746,2 ± 33,1 t=4,9 p<0,001 | 6953,3 ± 535,8 t=4,9 p<0,001 |

Примечание: t – критерий Стьюдента; p – вероятность различия.

Результаты статистической обработки подтвердили данные анализа заболеваемости по абсолютным данным, представленным в таблице 3 Приложения.

Класс VI. Болезни нервной системы. Данные табл. 4.1 показывают, что средние значения генеральных совокупностей показателей заболеваемости в экспериментальной группе, были выше, в среднем в 3,2 раза, аналогичных показателей в контрольной группе в данный период исследования. При сравнении средних значений установлено, что критерий Стьюдента находился в диапазоне 4,8–11,3 ($p<0,001$).

Класс VII. Болезни глаз. Из представленных в табл. 4.1 результатов видно, средние значения генеральных совокупностей показателей заболеваемости в экспериментальной группе, были выше аналогичных показателей в контрольной группе в данный период исследования, в среднем в 2,9 раза. При сравнении средних значений установлено, что критерий Стьюдента находился в диапазоне 3,3–10,3 ($p<0,005$ – $0,001$).

Класс VIII. Болезни уха и сосцевидного отростка. Из представленных в табл. 4.1 результатов видно, что средние значения генеральных совокупностей показателей заболеваемости в экспериментальной группе, были незначительно выше, в среднем в 1,6 раза, аналогичных показателей контрольной группы в данный период исследования. При сравнении средних значений установлено, что критерий Стьюдента для первичной заболеваемости соответствовал 2,4 достоверны ($p<0,05$), а для числа случаев и дней трудопотерь находился в диапазоне 1,4–1,6 ($p>0,05$).

Более детальный анализ заболеваемости по данному классу показал, что средние значения

генеральных совокупностей показателей заболеваемостью нейросенсорной тугоухостью (**группа 4, класс VIII**) в экспериментальной группе, были существенно выше, в среднем в 8,7 раза, аналогичных показателей в контрольной группе в данный период исследования. При сравнении средних значений установлено, что критерий Стьюдента находился в диапазоне 4,7–5,5 ($p < 0,001$).

Класс IX. Болезни органов кровообращения. Данные табл. 4.1 показывают, что средние значения генеральных совокупностей показателей заболеваемости в экспериментальной группе, были существенно выше аналогичных показателей в контрольной группе в данный период исследования в среднем в 6,4 раза. При сравнении средних значений установлено, что критерий Стьюдента находился в диапазоне 4,2–6,9 ($p < 0,001$).

Более детальный анализ заболеваемости по данному классу болезни показал, что, в экспериментальной группе средние значения генеральных совокупностей по заболеваниям, характеризующимся повышенным кровяным давлением (**группа 3, класс IX**) также были существенно выше, в среднем в 7,2 раза, аналогичных показателей в контрольной группе в данный период исследования. При сравнении средних значений установлено, что критерий Стьюдента находился в диапазоне 4,4–7,5 ($p < 0,001$).

Класс X. Болезни органов дыхания. Из представленных в табл. 4.1 результатов видно, средние значения генеральных совокупностей показателей заболеваемости в экспериментальной группе, были незначительно выше, в среднем в 1,4 раза, аналогичных показателей в контрольной группе в данный период исследования. При сравнении средних значений установлено, что критерий Стьюдента находился в диапазоне 2,2–8,0 ($p < 0,05–0,001$).

Класс XI. Болезни органов пищеварения. Данные табл. 4.1 показывают, что средние значения генеральных совокупностей показателей заболеваемости в экспериментальной группе, были выше аналогичных показателей в контрольной группе в данный период исследования в среднем в 2,2 раза. При сравнении средних значений установлено, что критерий Стьюдента находился в диапазоне 2,3–4,0 ($p < 0,05–0,002$).

Класс XII. Болезни кожи и подкожной клетчатки. Из представленных в табл. 4.1 результатов видно, средние значения генеральных совокупностей показателей заболеваемости в экспериментальной группе, были выше в среднем в 2,6 раза, аналогичных показателей в контрольной группе в данный период исследования. При сравнении средних значений установлено, что критерий Стьюдента находился в диапазоне 3,7–10,3 ($p < 0,005–0,001$).

Общий итог по классам. Данные табл. 4.1 показывают, что средние значения генеральных совокупностей показателей заболеваемости в экспериментальной группе, были существенно выше (более 30 %) аналогичных показателей в контрольной группе в данный

период исследования. При сравнении средних значений установлено, что критерий Стьюдента находился в диапазоне 4,9–12,8 ($p < 0,001$).

В табл. 4.2 представлена заболеваемость ИТС по видам авиации обобщенная за четыре года (2009 – 2012 г.), поэтому число наблюдений в указанных группах составило 4. Более подробная информация по каждому году изложена в таблице 4 Приложения.

Таблица 4.2 - Обобщенные результаты заболеваемости ИТС по видам авиации ($M \pm m$, %)о

| Класс болезней | Исследуемая группа | Число единиц наблюдения | Первичная заболеваемость | Число случаев трудопотерь | Число дней трудопотерь |
|--|--------------------|-------------------------|--|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Класс VI. Болезни нервной системы | КГ | n=4 | 9,2 ± 1,6 | 13,8 ± 1,7 | 174,9 ± 33,7 |
| | ИТС ИБА | n=4 | 28,8 ± 2,3 t=7,0 p<0,001 | 40,6 ± 3,1 t=7,6 p<0,001 | 419,4 ± 27,0 t=5,7 p<0,002 |
| | ИТС ВТА | n=4 | 35,2 ± 6,8 t=3,7 p<0,01 | 36,0 ± 5,9 t=3,6 p<0,02 | 320,0 ± 52,5 t=2,3 p<0,1 |
| | ИТС ДА | n=4 | 54,1 ± 5,9 t=7,3 p<0,001 | 44,3 ± 4,2 t=6,7 p<0,001 | 327,2 ± 40,0 t=2,9 p<0,05 |
| Класс VII. Болезни глаз | КГ | n=4 | 8,5 ± 1,3 | 9,2 ± 1,6 | 28,9 ± 4,8 |
| | ИТС ИБА | n=4 | 11,6 ± 1,0 t=1,8 p<0,2 | 11,9 ± 0,7 t=1,6 p<0,2 | 82,5 ± 7,3 t=6,1 p<0,001 |
| | ИТС ВТА | n=4 | 15,4 ± 1,2 t=3,9 p<0,01 | 14,9 ± 1,2 t=2,9 p<0,05 | 115,9 ± 9,2 t=8,4 p<0,001 |
| | ИТС ДА | n=4 | 18,2 ± 1,0 t=5,9 p<0,002 | 18,0 ± 1,1 t=4,5 p<0,005 | 237,8 ± 28,3 t=7,3 p<0,001 |
| Класс VIII. Болезни уха и сосцевидного отростка | КГ | n=4 | 8,5 ± 2,3 | 12,7 ± 1,6 | 98,7 ± 3,4 |
| | ИТС ИБА | n=4 | 10,0 ± 0,6 t=0,6 p>0,2 | 12,1 ± 1,0 t=0,3 p>0,2 | 86,2 ± 6,2 t=1,8 p<0,2 |
| | ИТС ВТА | n=4 | 9,1 ± 2,9 t=0,2 p>0,2 | 9,7 ± 2,7 t=1,0 p>0,2 | 70,4 ± 20,1 t=1,4 p>0,2 |
| | ИТС ДА | n=4 | 25,0 ± 5,0 t=3,0 p<0,02 | 24,7 ± 5,1 t=2,3 p<0,1 | 196,9 ± 49,2 t=2,0 p<0,1 |
| Класс IX. Болезни органов кровообращения | КГ | n=4 | 5,7 ± 4,6 | 14,5 ± 2,5 | 120,3 ± 13,9 |
| | ИТС ИБА | n=4 | 19,8 ± 1,4 t=2,9 p<0,05 | 60,4 ± 2,4 t=13,2 p<0,001 | 700,6 ± 33,8 t=15,9 p<0,001 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--|---------|-----|--|--|--|
| | ИТС ВТА | n=4 | 19,4 ± 4,1 t=2,2 p<0,1 | 19,8 ± 3,6 t=1,2 p>0,2 | 226,0 ± 40,6 t=2,5 p<0,05 |
| | ИТС ДА | n=4 | 76,7 ± 18,2 t=3,8 p<0,01 | 80,2 ± 18,4 t=3,5 p<0,02 | 1156,4 ± 218,9 t=4,7 p<0,005 |
| Класс X. Болезни органов дыхания | КГ | n=4 | 307,9 ± 2,2 | 307,9 ± 2,2 | 1252,0 ± 49,1 |
| | ИТС ИБА | n=4 | 397,3 ± 6,3 t=13,4 p<0,001 | 410,7 ± 5,7 t=16,8 p<0,001 | 2389,5 ± 72,1 t=13,0 p<0,001 |
| | ИТС ВТА | n=4 | 290,4 ± 33,0 t=0,5 p>0,2 | 304,9 ± 27,3 t=0,1 p>0,2 | 1494,2 ± 133,6 t=1,7 p<0,2 |
| | ИТС ДА | n=4 | 389,1 ± 68,9 t=1,2 p>0,2 | 390,7 ± 68,4 t=1,2 p>0,2 | 1845,7 ± 201,0 t=2,9 p<0,05 |
| Класс XI. Болезни органов пищеварения | КГ | n=4 | 13,2 ± 9,0 | 30,1 ± 5,1 | 306,0 ± 7,4 |
| | ИТС ИБА | n=4 | 33,5 ± 3,6 t=2,1 p<0,1 | 47,9 ± 5,4 t=2,4 p<0,1 | 712,9 ± 98,9 t=4,1 p<0,01 |
| | ИТС ВТА | n=4 | 18,2 ± 2,3 t=0,5 p>0,2 | 18,8 ± 2,6 t=2,0 p<0,1 | 294,6 ± 36,0 t=0,3 p>0,2 |
| | ИТС ДА | n=4 | 47,9 ± 4,4 t=3,5 p<0,02 | 47,0 ± 3,0 t=2,9 p<0,05 | 808,3 ± 152,0 t=3,3 p<0,02 |
| Класс XII. Болезни кожи и подкожной клетчатки | КГ | n=4 | 14,0 ± 1,8 | 14,8 ± 1,5 | 131,1 ± 21,1 |
| | ИТС ИБА | n=4 | 39,3 ± 0,8 t=12,8 p<0,001 | 46,5 ± 3,5 t=8,3 p<0,001 | 362,2 ± 24,3 t=7,2 p<0,001 |
| | ИТС ВТА | n=4 | 26,1 ± 4,6 t=2,5 p<0,05 | 26,1 ± 4,8 t=2,3 p<0,1 | 237,6 ± 43,8 t=2,2 p<0,1 |
| | ИТС ДА | n=4 | 37,3 ± 7,0 t=3,2 p<0,02 | 33,9 ± 6,1 t=3,0 p<0,05 | 287,3 ± 141,9 t=1,1 p>0,2 |
| Класс VIII. Группа 4. Другие болезни уха (НСТ) | КГ | n=4 | 0,7 ± 0,8 | 1,4 ± 0,9 | 12,0 ± 8,1 |
| | ИТС ИБА | n=4 | 6,6 ± 0,7 t=5,6 p<0,002 | 8,2 ± 0,8 t=5,6 p<0,002 | 58,4 ± 4,8 t=4,9 p<0,005 |
| | ИТС ВТА | n=4 | 3,7 ± 1,7 t=1,6 p<0,2 | 6,8 ± 1,7 t=2,8 p<0,05 | 55,5 ± 13,9 t=2,7 p<0,05 |
| | ИТС ДА | n=4 | 11,5 ± 2,6 t=4,0 p<0,01 | 13,2 ± 2,5 t=4,5 p<0,005 | 109,5 ± 23,4 t=3,9 p<0,01 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---------|-----|---|--|---|
| Класс IX. Группа 3. Болезни, характеризующиеся повышенным АД | КГ | n=4 | 2,1 ± 1,5 | 14,1 ± 1,9 | 98,8 ± 10,0 |
| | ИТС ИБА | n=4 | 11,3 ± 1,1 t=4,9 p<0,005 | 34,6 ± 1,7 t=8,0 p<0,001 | 368,5 ± 24,2 t=10,3 p<0,001 |
| | ИТС ДА | n=4 | 51,0 ± 11,9 t=4,1 p<0,01 | 52,9 ± 12,7 t=3,0 p<0,05 | 694,0 ± 110,2 t=5,4 p<0,002 |
| Общий итог по всем классам | КГ | n=4 | 437,7 ± 6,4 | 532,3±28,5 | 4318,3 ± 72,4 |
| | ИТС ИБА | n=4 | 648,7 ± 18,8 t=10,6 p<0,001 | 729,7 ± 18,5 t=5,7 p<0,002 | 6536,9 ± 187,1 t=11,1 p<0,001 |
| | ИТС ВТА | n=4 | 512,8 ± 31,4 t=2,3 p<0,1 | 532,3 ± 11,7 t=0 p >0,2 | 4737,5 ± 103,8 t=3,9 p<0,01 |
| | ИТС ДА | n=4 | 925,1 ± 59,9 t=8,1 p<0,001 | 823,2 ± 84,5 t=3,3 p<0,02 | 7982,8±1227,6 t=3,0 p<0,05 |

Примечание: t – критерий Стьюдента; p – вероятность различия.

Класс VI. Болезни нервной системы. Данные табл. 4.2 показывают, что средние значения генеральных совокупностей показателей заболеваемости в экспериментальных группах, были выше аналогичных показателей контрольной группы в данный период исследования. У ИТС ИБА в среднем в 2,8 раза, у ИТС ВТА в среднем в 2,7 раза, у ИТС ДА – в среднем в 3,6 раза. При сравнении средних значений установлено: критерий Стьюдента для ИБА находился в диапазоне 5,7 – 7,6 ($p<0,002-0,001$); для ВТА – в диапазоне 2,3–3,6 ($p<0,02-0,01$); для ДА – в диапазоне 2,9–7,3 ($p<0,05-0,001$). Наибольшая заболеваемость выявлена у ИТС ДА.

Класс VII. Болезни глаз. Из представленных в табл. 4.2 результатов видно, что средние значения генеральных совокупностей показателей заболеваемости в экспериментальных группах, были выше аналогичных показателей в контрольной группе в данный период исследования. В группе ИТС ИБА в среднем в 1,8 раза, в группе ИТС ВТА в среднем в 2,7 раза, в группе ИТС ДА – в среднем в 4 раза. При сравнении средних значений установлено: критерий Стьюдента у ИТС ИБА для первичной заболеваемости и числа случаев трудопотерь находился в диапазоне 1,6–1,8 ($p>0,05$), а для числа дней трудопотерь – 6,1 ($p<0,001$); для ВТА – в диапазоне 2,9–8,4 ($p<0,05-0,001$); для ДА – в диапазоне 4,5–7,3 ($p<0,005-0,001$). Наибольшая заболеваемость выявлена у ИТС ДА.

Класс VIII. Болезни уха и сосцевидного отростка. Данные табл. 4.2 показывают, что средние значения генеральных совокупностей показателей заболеваемости в группах ИТС ИБА, ВТА, соответствовали аналогичным показателям контрольной группы в данный период исследования и были выше у ИТС ДА в среднем в 2,3 раза. При сравнении средних значений

установлено: критерий Стьюдента для ИБА находился в диапазоне 0,3–1,8 ($p>0,05$); для ВТА – в диапазоне 0,2–1,4 ($p>0,05$); для ДА – в диапазоне 2,0–3,0 ($p>0,05$). Наибольшая заболеваемость выявлена у ИТС ДА.

Более детальный анализ заболеваемости по данному классу показал, что средние значения генеральных совокупностей показателей заболеваемостью нейросенсорной тугоухостью (**группа 4, класс VIII**) в экспериментальных группах, были существенно выше аналогичных показателей в контрольной группе в данный период исследования. У ИТС ИБА в среднем в 6,7 раза, у ИТС ВТА в среднем в 4,9 раза, у ИТС ДА – в среднем в 11,6 раза. При сравнении средних значений установлено: критерий Стьюдента для ИБА находился в диапазоне 4,9–5,6 ($p<0,005$ – $0,002$); для ВТА – соответствовал 2,8 ($p<0,05$); для ДА – в диапазоне 3,9 – 4,5 ($p<0,01$ – $0,005$). Наибольшая заболеваемость выявлена у ИТС ДА.

Класс IX. Болезни органов кровообращения. Из представленных в табл. 4.2 результатов видно, что средние значения генеральных совокупностей показателей заболеваемости в экспериментальных группах, были существенно выше аналогичных показателей контрольной группы в данный период исследования. В группе ИТС ИБА в среднем в 4,5 раза, в группе ИТС ВТА в среднем в 2,2 раза, в группе ИТС ДА – в среднем в 9,5 раза. При сравнении средних значений установлено: критерий Стьюдента для ИБА находился в диапазоне 2,9–15,9 ($p<0,05$ – $0,001$); у ИТС ВТА – для первичной заболеваемости и числа случаев трудопотерь находился в диапазоне 1,2–2,2 ($p>0,05$), а для числа дней трудопотерь – 2,5 ($p<0,05$); для ДА – в диапазоне 3,5–4,7 ($p<0,02$ – $0,005$). Наибольшая заболеваемость выявлена у ИТС ДА.

Более детальный анализ заболеваемости по данному классу болезни показал, что, в экспериментальной группе средние значения генеральных совокупностей по заболеваниям, характеризующимся повышенным кровяным давлением (**группа 3, класс IX**) также были существенно выше аналогичных показателей контрольной группы в данный период исследования. В группе ИТС ИБА в среднем в 3,9 раза, в группе ИТС ВТА в среднем в 1,7 раза, в группе ИТС ДА – в среднем в 10 раз. При сравнении средних значений установлено, что критерий Стьюдента для ИБА находился в диапазоне 4,9 – 10,3 ($p<0,005$ – $0,001$); в группе ИТС ВТА для первичной заболеваемости соответствовал 3,1 ($p<0,05$), а для числа случаев и дней трудопотерь – в диапазоне 0,9–1,1 ($p>0,05$); для ДА – в диапазоне 3,0–5,4 ($p<0,05$ – $0,002$). Наибольшая заболеваемость выявлена у ИТС ДА.

Класс X. Болезни органов дыхания. Данные табл. 4.2 показывают, что средние значения генеральных совокупностей показателей заболеваемости в группах ИТС ИБА и ДА, были выше, а у ИТС ВТА соответствовали аналогичным показателям контрольной группы в данный период исследования. У ИТС ИБА в среднем в 1,5 раза, у ИТС ДА – в среднем в 1,3

раза. При сравнении средних значений установлено: критерий Стьюдента для ИБА находился в диапазоне 13,0–16,8 ($p < 0,001$); для ВТА – в диапазоне 0,1–1,7 ($p > 0,05$); для ДА – для первичной обращаемости и числа случаев трудопотерь соответствовал 1,2 ($p > 0,05$), а для числа дней трудопотерь соответствовал 2,9 ($p < 0,001$). Наибольшая заболеваемость выявлена у ИТС ИБА.

Класс XI. Болезни органов пищеварения. Из представленных в табл. 4.2 результатов видно, что средние значения генеральных совокупностей показателей заболеваемости в группах ИТС ИБА и ДА, были выше, а в группе ИТС ВТА ниже аналогичных показателей контрольной группы в данный период исследования. В группе ИТС ИБА выше в среднем в 2,1 раза, в группе ИТС ВТА ниже в среднем в 1,3 раза, в группе ИТС ДА – выше в среднем в 2,6 раза. При сравнении средних значений установлено: критерий Стьюдента у ИТС ИБА для первичной заболеваемости и числа случаев трудопотерь находился в диапазоне 2,1–2,4 ($p < 0,1$), а для числа дней трудопотерь – 4,1 ($p < 0,01$); для ВТА – в диапазоне 0,3–2,0 ($p > 0,05$); для ДА – в диапазоне 2,9–3,5 ($p < 0,05$). Наибольшая заболеваемость выявлена у ИТС ДА.

Класс XII. Болезни кожи и подкожной клетчатки. Данные табл. 4.2 показывают, что средние значения генеральных совокупностей показателей заболеваемости в экспериментальных группах, были выше аналогичных показателей контрольной группы в данный период исследования. У ИТС ИБА в среднем в 2,8 раза, у ИТС ВТА в среднем в 1,8 раза, у ИТС ДА – в среднем в 2,4 раза. При сравнении средних значений установлено: критерий Стьюдента для ИБА находился в диапазоне 7,2–12,8 ($p < 0,001$); у ИТС ВТА – для первичной обращаемости соответствовал 2,5 ($p < 0,05$), для числа случаев трудопотерь и числа дней трудопотерь соответствовал 2,3 ($p > 0,05$); у ИТС ДА – для первичной обращаемости и числа случаев трудопотерь находился в диапазоне 3,0–3,2 ($p < 0,05$), а для числа дней трудопотерь соответствовал 1,1 ($p > 0,05$). Наибольшая заболеваемость выявлена у ИТС ИБА.

Общий итог по классам. Из представленных в табл. 4.2 результатов видно, средние значения генеральных совокупностей показателей заболеваемости в группах ИТС ИБА и ДА, были выше, а у ИТС ВТА соответствовали аналогичным показателям в контрольной группе в данный период исследования. У ИТС ИБА выше в среднем в 1,5 раза, у ИТС ДА – выше в 1,8 раза. При сравнении средних значений установлено, что критерий Стьюдента для ИБА находился в диапазоне 5,7–11,1 ($p < 0,002–0,001$); у ИТС ВТА – для первичной заболеваемости и числа случаев трудопотерь находился в диапазоне 0–2,3 ($p > 0,05$), а для числа дней трудопотерь – 3,9 ($p < 0,01$); для ДА – в диапазоне 3,0–8,1 ($p < 0,05$).

Таким образом, статистический анализ заболеваемости ИТС ВВС в период 2009–2012 гг. показал, что у личного состава, который при выполнении ими военно-профессиональных обязанностей наряду с другими факторами подвергается воздействию высокоинтенсивного шума, увеличены первичная заболеваемость, число случаев трудопотерь и число дней

трудопотерь по всем представленным в табл. 4.1 классам болезней. При этом достоверность различия между показателями экспериментальной и контрольной группами в основном достигла значения 0,999, то есть достигала значимых значений. По классу VIII (болезни уха и сосцевидного отростка) достоверность различия была меньше 0,8 и значения не достоверны ($p > 0,05$). Наглядно структура трудопотерь в контрольной и экспериментальной группах представлена на рис. 4,5 Приложения.

При анализе показателей заболеваемости ИТС различных видов авиации (см. рис 6 Приложения) установлено, что в ИБА они в целом соответствовали аналогичным показателям экспериментальной группы (ИТС всех видов авиации) за весь исследуемый период, были выше показателей заболеваемости контрольной группы по всем классам болезней кроме класса VII болезни глаз, и класса VIII болезни уха и сосцевидного отростка, а по классу IX и группе 4 класса VIII – значительно выше. Среди всех видов авиации заболеваемость у ИТС ИБА была максимальной по заболеваниям органов дыхания, кожи и подкожной клетчатки. Вероятность различия по сравнению с аналогичными показателями контрольной группы по классу VIII, первичной заболеваемости и числу случаев трудопотерь по классам VII и XI была выше 0,7 по всем остальным классам болезней, а также по числу дней трудопотерь по классам VII и XI приближалась к 0,999, то есть была значимой ($p < 0,05$).

В группе ИТС ВТА показатели заболеваемости были выше аналогичных показателей контрольной группы по VI, VII, IX и XII классам болезней (болезни нервной системы, органа зрения, заболевания сердечно-сосудистой системы, кожи и подкожной клетчатки), во всех остальных классах (болезни уха и сосцевидного отростка, органов дыхания, пищеварения) соответствовали показателям заболеваемости контрольной группы. Среди всех видов авиации показатели заболеваемости в группе ИТС ВТА были самыми низкими. Вероятность различия по сравнению с аналогичными показателями контрольной группы по классу VII (болезни глаз), первичной заболеваемости VI, XII классов болезней и группы 3 IX класса, числа случаев трудопотерь по классу VI и группе 4 класса VIII, числа дней трудопотерь по классу IX и группе 4 класса VIII соответствовала 0,95–0,999, то есть была значимой ($p < 0,05$). По всем остальным классам болезней вероятность различия была выше 0,7, то есть была не достоверна ($p > 0,05$).

Показатели заболеваемости ИТС ДА были выше показателей заболеваемости контрольной группы по всем классам болезней за весь исследуемый период. Значительно выше они были в VI, IX классах болезней, группе 4 VIII и группе 3 IX классов болезней (болезни нервной, сердечно-сосудистой системы и других болезней уха). Среди всех видов авиации показатели заболеваемости в группе ИТС ДА были самыми высокими. Вероятность различия по сравнению с аналогичными показателями контрольной группы по первичной заболеваемости болезнями органов дыхания, числу случаев трудопотерь и числу дней

трудопотеря классам VIII, X и XII была выше 0,7, по всем остальным классам болезней она находилась в диапазоне 0,95–0,999, то есть была значимой ($p < 0,05$).

Таким образом, заболеваемость ИТС всех видов авиации была выше, чем в контрольной группе по всем анализируемым классам болезней. Наиболее высокие показатели заболеваемости были в группе ИТС ДА.

4.2. Анализ заболеваемости летно-подъемного состава

Исследование состояния здоровья летно-подъемного состава было проведено согласно методики, изложенной в разделе 2.3. Термин ЛПС объединяет несколько категорий специалистов таких как, летчики, штурманы и другие члены летных экипажей (бортинженеры, бортрадисты, стрелки и др.).

В табл. 4.3 представлены результаты освидетельствования ЛПС за 2009 – 2012 гг.

Таблица 4.3 - Результаты освидетельствования летно-подъемного состава в абсолютных ($M \pm m$) и относительных ($M \pm m\%$) значениях

| | Количество обследованного личного состава | | | | | | | |
|--|---|-------------|-----------|-------------|---------------------------|-------------|-----------|-------------|
| | Летчики | | Штурманы | | Др. члены летных экипажей | | Всего | |
| | $M \pm m$ | $M \pm m\%$ | $M \pm m$ | $M \pm m\%$ | $M \pm m$ | $M \pm m\%$ | $M \pm m$ | $M \pm m\%$ |
| Здоров | 82 ± 2,4 | 42,9±3,6 | 42 ±1,9 | 46,2±5,2 | 73±2,4 | 39,0±3,6 | 197±6,4 | 42,0±2,3 |
| Имеющие заболевания одного класса | 36 ±3,4 | 18,8±2,8 | 21±3,0 | 23,1±4,4 | 62±1,0 | 33,2±3,4 | 119±7,9 | 25,3±2,0 |
| Имеющие заболевания двух классов | 29 ± 3,7 | 15,3±2,6 | 10±1,0 | 10,9±3,3 | 25±0,8 | 13,4±2,5 | 64±5,3 | 13,6±1,6 |
| Имеющие заболевания трех и более классов | 36 ± 2,4 | 18,8±2,8 | 15±0,9 | 16,5±3,9 | 22±1,2 | 11,7±2,3 | 73±3,4 | 15,7±1,7 |
| Имеющие заболевания органа слуха в сочетании с заболеваниями других органов и систем | 8 ± 0,8 | 4,2±1,4 | 3±0,8 | 3,3±1,8 | 5±0,5 | 2,7±1,2 | 16±1,7 | 3,4±0,8 |
| Всего | 191±10,3 | 100 | 91±6,0 | 100 | 187±5,4 | 100 | 469±21,8 | 100 |

Всего признаны годными к летной работе 469 человек. Из них 197 (42,0 %) – здоровы.

Имеют диагнозы, не ограничивающие годность к летной работе 272 военнослужащих, из которых имеют диагноз одного класса болезней 119 (25,3%) человека, два диагноза разных классов болезней – 64 (13,6 %) военнослужащих, три и более диагноза разных классов болезней – 73 (15,7 %) человека. У 16 (3,4 %) военнослужащих имеются заболевания органа слуха (нейросенсорная тугоухость) в сочетании с другими заболеваниями.

Летчиков было 191 (40,7 %) человек, из них с диагнозом здоров – 82 (42,9 %), имеющих заболевание одного класса болезней – 36 (18,8 %), двух классов болезней – 29 (15,3 %), трех и более классов болезней – 36 (18,8 %), с нейросенсорной тугоухостью – 8 (4,2 %) человек. Штурманов было 91 (19,4 %) человек, из них с диагнозом здоров – 42 (46,2 %), с заболеванием одного класса – 21 (23,1 %), двух классов болезней – 10 (10,9 %), трех и более классов болезней – 15 (16,5 %), с нейросенсорной тугоухостью – 3 (3,3 %) военнослужащих. Других членов летных экипажей было 187 (39,9 %) человек, из них с диагнозом здоров – 73 (39,0 %), с заболеванием одного класса болезней – 62 (33,2%), двух классов болезней – 25 (13,4 %), трех и более классов – 22 (11,7 %), с нейросенсорной тугоухостью – 5 (2,7 %) военнослужащих.

В годовом отчете также как и в табл. 4.3 нет объективного отражения состояния здоровья летного состава, т.к. ряд военнослужащих имеют в диагнозе не одно заболевание, а несколько, из разных групп. Например, остеохондроз грудного отдела позвоночника, ожирение 2-й степени алиментарно-конституционального генеза, миопия слабой степени на оба глаза. В таблице 2 годового отчета указано только первое заболевание, и данный военнослужащий отнесен в группу с заболеваниями опорно-двигательного аппарата, а два других заболевания никакого отражения в отчете не имеют. Учитывая это, были изучены медицинские книжки и книги протоколов заседания врачебно-летной комиссии, где указаны данные осмотров специалистами ВЛК и указаны диагнозы имеющихся заболеваний.

Полученные результаты внесены в табл. 4.4. Представлено состояние здоровья по наиболее часто встречающимся заболеваниям. Отдельно вынесена строка с заболеваниями, характеризующимися повышенным АД, так как экстракохлеарное действие шума в первую очередь проявляется поражением сердечно-сосудистой системы, вызывая заболевания данной группы. Редко встречающиеся заболевания по всем остальным классам внесены в группу «прочие». Табл. 4.5 отражает средние значения вариационного ряда предыдущей табл. за 4 года наблюдения ($n = 4$).

Из табл. 4.4 видно, как распределены заболевания ЛПС по классам болезней, возрасту и специальности. Всего выявлено 734 заболевания у 469 человек. С диагнозом «здоров» в основном лица более молодого возраста от 21 до 30 лет. С увеличением возраста и стажа службы у всех категорий ЛПС снижается количество здоровых, и появляются заболевания, не ограничивающие годность к летной работе (возраст 31–40 лет).

Таблица 4.4 - Состояние здоровья летно-подъемного состава

| Нозологические формы | Год исследования | Летчики | | | | | | | Штурманы | | | | | | | Другие члены летных экипажей | | | | | | | Всего |
|--|------------------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|-------|----------|---------|--------|--------|---------|---------|-------|------------------------------|---------|--------|--------|---------|---------|-------|-------|
| | | 21 -25 | 26 - 30 | 31 -35 | 36 -40 | 41 - 45 | 46 - 50 | Всего | 21 -25 | 26 - 30 | 31 -35 | 36 -40 | 41 - 45 | 46 - 50 | Всего | 21 -25 | 26 - 30 | 31 -35 | 36 -40 | 41 - 45 | 46 - 50 | Всего | |
| Возраст | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| Здоров | 2012 | 35 | 24 | 19 | 8 | 2 | - | 88 | 17 | 13 | 12 | 3 | 1 | - | 46 | 28 | 20 | 12 | 12 | 7 | - | 79 | 213 |
| | 2011 | 31 | 24 | 17 | 7 | 2 | - | 81 | 14 | 11 | 10 | 5 | 1 | - | 41 | 25 | 16 | 14 | 11 | 6 | - | 72 | 194 |
| | 2010 | 30 | 25 | 16 | 7 | 2 | - | 80 | 15 | 10 | 10 | 7 | 1 | - | 43 | 24 | 15 | 16 | 11 | 5 | - | 71 | 194 |
| | 2009 | 32 | 23 | 16 | 6 | 2 | - | 79 | 14 | 10 | 8 | 5 | 1 | - | 38 | 23 | 17 | 14 | 10 | 6 | - | 70 | 187 |
| Класс IV. Заболевания эндокринной системы | 2012 | 1 | 2 | 10 | 9 | 5 | 6 | 33 | - | - | 5 | 4 | 3 | 3 | 15 | - | 1 | 5 | 5 | 9 | 9 | 29 | 77 |
| | 2011 | 1 | 2 | 8 | 9 | 4 | 4 | 28 | - | - | 4 | 3 | 3 | 2 | 12 | - | 2 | 4 | 6 | 8 | 8 | 28 | 68 |
| | 2010 | 2 | 2 | 8 | 8 | 4 | 5 | 29 | - | - | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 | - | 1 | 4 | 6 | 8 | 7 | 26 | 67 |
| | 2009 | - | 2 | 6 | 6 | 3 | 9 | 26 | - | - | 4 | 2 | 3 | 4 | 13 | - | - | 3 | 7 | 7 | 8 | 25 | 64 |
| Класс VI. Заболевания нервной системы | 2012 | - | - | - | 2 | 2 | 1 | 5 | - | - | - | 1 | - | - | 1 | - | - | - | - | 2 | 2 | 4 | 12 |
| | 2011 | - | - | - | 1 | 2 | 2 | 5 | - | - | - | - | - | 2 | 2 | - | - | - | 2 | 2 | 1 | 5 | 12 |
| | 2010 | - | - | - | 3 | 3 | - | 6 | - | - | - | 1 | - | 2 | 3 | - | - | - | 1 | 2 | 3 | 6 | 13 |
| | 2009 | - | - | - | 2 | 1 | 1 | 4 | - | - | - | 2 | - | - | 2 | - | - | - | 1 | 2 | 2 | 5 | 11 |
| Класс VII. Заболевания органа зрения | 2012 | - | 2 | 2 | 5 | 8 | 13 | 30 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 12 | 4 | 3 | 6 | 2 | 9 | 3 | 27 | 69 |
| | 2011 | - | 2 | 1 | 4 | 7 | 12 | 26 | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 11 | 3 | 2 | 4 | 2 | 9 | 2 | 22 | 59 |
| | 2010 | - | 3 | 1 | 4 | 7 | 10 | 25 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 11 | 4 | 4 | 5 | 2 | 8 | 2 | 25 | 61 |
| | 2009 | - | 1 | - | 3 | 6 | 13 | 23 | - | 1 | 4 | 1 | 1 | 3 | 10 | 5 | 3 | 5 | 2 | 6 | 1 | 22 | 55 |
| Класс VIII. Болезни уха и сосцевидного отростка | 2012 | - | - | - | 2 | 3 | 4 | 9 | - | - | - | 2 | - | 3 | 5 | - | - | - | 2 | 1 | 2 | 5 | 19 |
| | 2011 | - | - | - | 3 | 4 | 3 | 10 | - | - | - | 1 | - | 2 | 3 | - | - | - | 2 | 1 | 2 | 5 | 18 |
| | 2010 | - | - | - | 2 | 3 | 3 | 8 | - | - | - | - | - | 2 | 2 | - | - | - | 2 | 1 | 3 | 6 | 16 |
| | 2009 | - | - | - | 1 | 2 | 2 | 5 | - | - | - | 1 | - | 1 | 2 | - | - | - | 2 | 1 | 1 | 4 | 11 |
| Класс IX. Заболевания сердечно- сосудистой системы | 2012 | 6 | 2 | 15 | 7 | 7 | 12 | 49 | - | 2 | 5 | 5 | 3 | 5 | 20 | 3 | 5 | 8 | 9 | 10 | 5 | 40 | 109 |
| | 2011 | 2 | 3 | 14 | 7 | 7 | 11 | 44 | - | 1 | 5 | 4 | 2 | 7 | 19 | 2 | 4 | 9 | 8 | 9 | 4 | 36 | 99 |
| | 2010 | - | 2 | 13 | 8 | 9 | 9 | 41 | - | 1 | 5 | 7 | 1 | 4 | 18 | 1 | 4 | 8 | 10 | 8 | 2 | 33 | 92 |
| | 2009 | - | 1 | 14 | 6 | 5 | 12 | 38 | - | - | 5 | 4 | 2 | 4 | 15 | 2 | 3 | 7 | 9 | 9 | 1 | 31 | 84 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|--|------|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|
| Группа 3 класса IX. Заболевания, характеризу- ющиеся повышенным АД | 2012 | 5 | 2 | 13 | 7 | 7 | 11 | 45 | - | 2 | 5 | 4 | 2 | 4 | 17 | 2 | 4 | 7 | 7 | 5 | 3 | 28 | 88 |
| | 2011 | 1 | 2 | 11 | 6 | 7 | 9 | 36 | - | 1 | 5 | 3 | 1 | 4 | 14 | 2 | 3 | 6 | 7 | 5 | 3 | 26 | 76 |
| | 2010 | - | 1 | 10 | 6 | 9 | 8 | 34 | - | 1 | 4 | 7 | 1 | 3 | 16 | 1 | 2 | 7 | 8 | 6 | 2 | 26 | 76 |
| | 2009 | - | 1 | 10 | 5 | 5 | 8 | 29 | - | - | 4 | 4 | 2 | 3 | 13 | 1 | 3 | 6 | 8 | 4 | 2 | 24 | 68 |
| Класс XI. Заболевания желудочно- кишечного тракта | 2012 | - | 3 | 9 | 8 | 10 | 8 | 38 | - | - | 1 | 2 | 2 | 5 | 10 | 4 | 4 | 6 | 7 | 5 | 3 | 29 | 77 |
| | 2011 | - | 2 | 9 | 8 | 9 | 7 | 35 | - | - | 1 | 2 | 2 | 4 | 9 | 2 | 5 | 5 | 6 | 3 | 4 | 25 | 69 |
| | 2010 | - | 1 | 10 | 7 | 9 | 6 | 33 | - | - | 1 | 2 | 2 | 4 | 9 | 3 | 4 | 5 | 7 | 4 | 3 | 26 | 68 |
| | 2009 | - | 2 | 8 | 9 | 8 | 7 | 34 | - | - | 1 | 2 | 2 | 3 | 8 | 3 | 3 | 4 | 8 | 4 | 2 | 24 | 66 |
| Класс XIII. Заболевания опорно- двигательного аппарата | 2012 | 3 | 2 | 12 | 25 | 17 | 17 | 76 | - | 2 | 15 | 9 | 6 | 3 | 35 | 1 | 4 | 11 | 12 | 12 | 11 | 51 | 162 |
| | 2011 | 2 | 2 | 10 | 21 | 16 | 16 | 67 | - | 2 | 12 | 8 | 6 | 3 | 31 | 2 | 4 | 10 | 11 | 12 | 10 | 49 | 147 |
| | 2010 | 2 | 2 | 11 | 23 | 15 | 15 | 68 | - | 3 | 12 | 7 | 5 | 3 | 30 | 2 | 5 | 9 | 11 | 11 | 10 | 48 | 146 |
| | 2009 | 1 | 2 | 11 | 23 | 12 | 12 | 61 | - | 1 | 9 | 8 | 7 | 3 | 28 | 3 | 3 | 10 | 10 | 13 | 9 | 48 | 137 |
| Прочие | 2012 | - | 1 | 5 | 7 | 9 | 3 | 25 | - | - | 6 | 1 | 4 | 4 | 15 | 4 | 4 | 5 | 10 | 5 | 3 | 31 | 71 |
| | 2011 | - | 1 | 4 | 5 | 7 | 5 | 22 | - | - | 5 | 1 | 3 | 5 | 14 | 3 | 3 | 6 | 10 | 6 | 2 | 30 | 66 |
| | 2010 | - | 1 | 3 | 5 | 6 | 6 | 21 | - | - | 4 | 1 | 6 | 3 | 14 | 4 | 5 | 5 | 9 | 3 | 2 | 28 | 63 |
| | 2009 | - | 1 | 4 | 3 | 6 | 6 | 20 | - | - | 5 | 1 | 3 | 4 | 13 | 5 | 4 | 4 | 7 | 6 | 1 | 27 | 60 |
| ВСЕГО | 2012 | 45 | 36 | 72 | 73 | 63 | 64 | 353 | 18 | 20 | 47 | 29 | 20 | 27 | 161 | 44 | 41 | 53 | 59 | 60 | 38 | 295 | 809 |
| | 2011 | 36 | 36 | 63 | 65 | 58 | 60 | 318 | 16 | 16 | 40 | 26 | 18 | 26 | 142 | 37 | 36 | 52 | 58 | 56 | 33 | 272 | 732 |
| | 2010 | 34 | 36 | 62 | 67 | 58 | 54 | 311 | 16 | 16 | 37 | 31 | 19 | 21 | 140 | 38 | 38 | 52 | 59 | 50 | 32 | 269 | 720 |
| | 2009 | 33 | 32 | 59 | 59 | 45 | 62 | 290 | 14 | 12 | 36 | 26 | 19 | 22 | 129 | 41 | 33 | 47 | 56 | 54 | 25 | 256 | 675 |

Таблица 4.5 - Состояние здоровья летно-подъемного состава по числу выявленных заболеваний в абсолютных ($M \pm m$) и относительных ($M \pm m\%$) значениях

| Нозологические формы | Летчики | | Штурманы | | Др. члены экипажей | | Всего | | Ранг класса |
|--|----------------------------------|----------------|---------------------------------|----------------|---------------------------------|----------------|----------------------------------|----------------|-------------|
| | $M \pm m$ | $M \pm m\%$ | $M \pm m$ | $M \pm m\%$ | $M \pm m$ | $M \pm m\%$ | $M \pm m$ | $M \pm m\%$ | |
| Здоров | $82 \pm 2,3$ | $25,8 \pm 2,4$ | $42 \pm 1,9$ | $29,4 \pm 3,8$ | $73 \pm 2,4$ | $26,7 \pm 2,7$ | $197 \pm 6,4$ | $26,8 \pm 1,6$ | |
| Класс IV. Заболевания эндокринной системы | $29 \pm 1,7$ | $9,1 \pm 1,6$ | $13 \pm 0,8$ | $9,1 \pm 2,4$ | $27 \pm 1,0$ | $9,9 \pm 1,8$ | $69 \pm 3,2$ | $9,4 \pm 1,1$ | 5 |
| Класс VI. Заболевания нервной системы | $5 \pm 0,5$ | $1,6 \pm 0,7$ | $2 \pm 0,5$ | $1,4 \pm 1,0$ | $5 \pm 0,5$ | $1,8 \pm 0,8$ | $12 \pm 0,5$ | $1,6 \pm 0,5$ | 8 |
| Класс VII. Заболевания органа зрения | $26 \pm 1,7$ | $8,2 \pm 1,5$ | $11 \pm 0,5$ | $7,7 \pm 2,2$ | $24 \pm 1,4$ | $8,8 \pm 1,7$ | $61 \pm 3,4$ | $8,3 \pm 1,0$ | 6 |
| Класс VIII. Болезни уха и сосцевидного отростка | $8 \pm 1,2$ | $2,5 \pm 0,9$ | $3 \pm 0,6$ | $2,1 \pm 1,2$ | $5 \pm 0,5$ | $1,8 \pm 0,8$ | $16 \pm 2,0$ | $2,2 \pm 0,5$ | 7 |
| Класс IX. Заболевания сердечно-сосудистой системы | $43 \pm 2,7$ | $13,5 \pm 1,9$ | $18 \pm 1,2$ | $12,6 \pm 2,8$ | $35 \pm 2,3$ | $12,8 \pm 2,0$ | $96 \pm 6,1$ | $13,1 \pm 1,2$ | 2 |
| Группа 3 класса IX. Заболевания, характеризующиеся повышенным АД | $36 \pm 2,9$ | $11,3 \pm 1,8$ | $15 \pm 1,0$ | $10,5 \pm 2,5$ | $26 \pm 0,9$ | $9,5 \pm 1,8$ | $77 \pm 4,7$ | $10,5 \pm 1,1$ | 3 |
| Класс XI. Заболевания желудочно-кишечного тракта | $35 \pm 1,2$ | $11,0 \pm 1,7$ | $9 \pm 0,5$ | $6,3 \pm 2,0$ | $26 \pm 1,2$ | $9,5 \pm 1,8$ | $70 \pm 2,8$ | $9,5 \pm 1,1$ | 4 |
| Класс XIII. Заболевания опорно-двигательного аппарата | $68 \pm 3,5$ | $21,4 \pm 2,3$ | $31 \pm 1,7$ | $21,7 \pm 3,4$ | $49 \pm 0,8$ | $17,9 \pm 2,3$ | $148 \pm 6,0$ | $20,2 \pm 1,5$ | 1 |
| Прочие | $22 \pm 1,2$ | $6,9 \pm 1,4$ | $14 \pm 0,5$ | $9,8 \pm 2,5$ | $29 \pm 1,0$ | $10,6 \pm 1,8$ | $65 \pm 2,1$ | $8,9 \pm 1,0$ | |
| ВСЕГО | $318 \pm 15,1$ | 100 | $143 \pm 7,7$ | 100 | $273 \pm 9,4$ | 100 | $734 \pm 32,1$ | 100 | |

В возрасте 41–45 лет диагноз «здоров» у единиц и имеются заболевания по всем анализируемым классам болезней, а в возрасте 45–50 лет диагноз «здоров» не вынесен ни одному военнослужащему. В наиболее молодом возрасте у летчиков выявлены заболевания опорно-двигательного аппарата, эндокринной и сердечно-сосудистой системы. У штурманов в возрасте 21–25 лет имеются только заболевания органа зрения. А в группе других членов летных экипажей в молодом возрасте нет военнослужащих с заболеваниями нервной системы и органа слуха. Это связано с тем, что кандидаты для обучения на летчика и штурмана проходят жесткий отбор по состоянию здоровья. В то же время на должности других членов летных экипажей подбираются лица, уже имеющие заболевания, не ограничивающие годность к летной работе в данной категории.

По результатам диспансеризации проанализировано также состояние здоровья за 4 года военнослужащих одной из воинских частей, работа которых не связана с воздействием вредных факторов. Военнослужащие данной части выступили в качестве контрольной группы. Состояние их здоровья по количеству выявленных заболеваний отражено в табл. 4.6.

Таблица 4.6 - Состояние здоровья военнослужащих контрольной группы

| Классы болезней | Число выявленных заболеваний | | | | M ± m | M ± m% |
|--|------------------------------|-------|-------|-------|------------|----------|
| | 2009г | 2010г | 2011г | 2012г | | |
| Здоров | 204 | 219 | 243 | 258 | 231 ± 15,8 | 57,8±2,5 |
| Класс IV. Заболевания эндокринной системы | 26 | 26 | 24 | 28 | 26 ± 1,1 | 6,5±1,2 |
| Класс VI. Заболевания нервной системы | 8 | 7 | 7 | 6 | 7 ± 0,5 | 1,7±0,6 |
| Класс VII. Заболевания органа зрения | 9 | 8 | 8 | 7 | 8 ± 0,6 | 2,0±0,7 |
| Класс VIII. Болезни уха и сосцевидного отростка | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 ± 0,5 | 0,3±0,3 |
| Класс IX. Заболевания сердечно-сосудистой системы | 30 | 26 | 22 | 18 | 24 ± 3,5 | 6,0±1,2 |
| Группа 3 класса IX. Заболевания, характеризующиеся повышенным АД | 24 | 24 | 20 | 16 | 21 ± 2,5 | 5,2±1,0 |
| Класс XI. Заболевания желудочно-кишечного тракта | 63 | 57 | 33 | 31 | 46 ± 9,4 | 11,5±1,6 |
| Класс XIII. Заболевания опорно-двигательного аппарата | 20 | 18 | 16 | 14 | 17 ± 1,7 | 4,2±1,0 |
| Прочие | 46 | 44 | 38 | 32 | 40 ± 4,2 | 10,0±1,5 |
| ВСЕГО | 408 | 406 | 391 | 395 | 400 ± 5,4 | 100 |

У 353 военнослужащих контрольной группы выявлено 400 заболеваний (с заболеванием одного класса – 84 человека, двух классов – 29 человек, трех классов – 9 человек), которые распределены по тем же классам болезней, что и экспериментальная группа. Из таблицы видно, что здоровых в контрольной группе более 50 %. В структуре заболеваний военнослужащих контрольной группы преобладали болезни желудочно-кишечного тракта – 11,5 % и прочая патология (заболевания органов дыхания, мочеполовой системы, хирургическая патология).

Следующий этап анализа - статистическая обработка. Рассчитана патологическая пораженность на 1000 человек в КГ и группе ЛПС. Статистически обработанные данные патологической пораженности ЛПС представлены в сравнении с аналогичными данными контрольной группы в табл. 4.7. В объем генеральной выборки включены показатели заболеваемости за четыре года ($n = 4$).

Таблица 4.7 – Патологическая пораженность военнослужащих летно-подъемного состава и контрольной группы на 1000 человек

| Классы болезней | Конт- рольная группа M=359 | Летно-подъемный состав | | | |
|---|-------------------------------------|--|--|--|--|
| | | Всего M=469 | Летчики M=191 | Штурманы M=91 | Другие члены летных экипажей M=187 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Здоров | 654,4 ± 25,3 | 420,0 ± 22,8 t=6,9 p<0,001 | 429,3 ± 35,8 t=5,1 p<0,005 | 461,5 ± 32,3 t=4,7 p<0,005 | 390,4 ± 35,7 t=6,0 p<0,001 |
| Класс IV. Заболевания эндокринной системы | 73,6 ± 13,9 | 147,1 ± 16,4 t=3,4 p<0,01 | 151,8 ± 26,0 t=2,7 p<0,05 | 142,7 ± 23,3 t=2,6 p<0,05 | 144,4 ± 25,2 t=2,5 p<0,05 |
| Класс VI. Заболевания нервной системы | 19,8 ± 7,4 | 25,6 ± 7,3 t=0,6 p>0,6 | 26,2 ± 11,6 t=0,5 p>0,6 | 22,0 ± 15,4 t=0,1 p>0,9 | 26,7 ± 11,8 t=0,5 p>0,6 |
| Класс VII. Заболевания органа зрения | 22,7 ± 7,9 | 130,1 ± 15,5 t=6,2 p<0,001 | 136,1 ± 24,8 t=4,4 p<0,01 | 120,9 ± 24,2 t=3,9 p<0,01 | 128,3 ± 24,5 t=4,1 p<0,01 |
| Класс VIII. Болезни уха и сосцевидного отростка | 2,8 ± 2,8 | 34,1 ± 8,4 t=3,5 p<0,01 | 41,9 ± 10,5 t=3,6 p<0,01 | 33,0 ± 9,2 t=3,1 p<0,05 | 26,7 ± 8,8 t=2,6 p<0,05 |
| Класс IX. Заболевания сердечно- сосудистой системы | 68,0 ± 13,4 | 204,7 ± 18,6 t=6,0 p<0,001 | 225,1 ± 30,2 t=4,8 p<0,005 | 197,8 ± 31,8 t=3,8 p<0,01 | 187,2 ± 28,5 t=3,8 p<0,01 |
| Группа 3 класса IX. Заболевания, характеризующиеся повышенным АД | 59,5 ± 12,6 | 164,2 ± 17,1 t=4,9 p<0,005 | 188,5 ± 23,3 t=4,8 p<0,005 | 164,8 ± 18,9 t=4,6 p<0,005 | 139,0 ± 15,3 t=4,0 p<0,01 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|-----------------|---|--|--|--|
| Класс XI. Заболевания желудочно-кишечного тракта | 130,3 ± 17,9 | 149,2 ± 16,4 t=0,8 p>0,4 | 183,3 ± 28,0 t=1,6 p>0,1 | 98,9 ± 31,3 t=1,3 p>0,3 | 139,0 ± 25,3 t=0,3 p>0,7 |
| Класс XIII. Заболевания опорно- двигательного аппарата | 48,2 ± 11,4 | 315,6 ± 21,5 t=11,0 p<0,001 | 356,0 ± 34,6 t=8,5 p<0,001 | 340,7 ± 39,7 t=7,1 p<0,001 | 262,0 ± 32,2 t=6,5 p<0,001 |
| Прочие | 113,3 ± 16,9 | 138,6 ± 16,0 t=1,1 p>0,3 | 115,2 ± 23,1 t=0,1 p>0,9 | 153,9 ± 27,8 t=1,3 p>0,2 | 155,1 ± 26,5 t=1,3 p>0,2 |

Из табл. 4.7 следует, что здоровых в контрольной группе в 1,4 раза больше, чем в группе ЛПС, причем другие члены летных экипажей более здоровы, чем летчики и штурмана. При сравнении средних значений в контрольной и экспериментальной группах установлено: критерий Стьюдента находился в диапазоне 4,7–6,9 ($p<0,005$).

Заболевания эндокринной системы в экспериментальной группе в 2 раза выше, чем в контрольной группе. Сравнение средних значений достоверно ($t=2,5 - 3,4$, $p<0,05$).

Значения генеральных совокупностей заболеваний нервной системы в экспериментальной группе незначительно превышают данным контрольной группы. Однако различия показателей в группах ЛПС и контрольной группы недостоверны ($t=0,1 - 0,6$, $p>0,1$).

Средние значения генеральных совокупностей заболеваний органа зрения у ЛПС в 5,9 раза выше, чем в контрольной группе. При сравнении средних значений по группам ЛПС критерий Стьюдента находился в диапазоне 4,1–6,2 ($p<0,01$).

Данные табл. 4.7 показывают, средние значения генеральных совокупностей по заболеваниям органа слуха у ЛПС в 10 - 15 раз выше, чем в контрольной группе. Сравнение средних значений уровня патологической пораженности достоверно ($t=2,6 - 3,6$ $p<0,05$).

Средние значения генеральных совокупностей с заболеваниями сердечно-сосудистой системы у ЛПС в 3,3 раз выше, чем в контрольной группе. Имеют место достоверные различия патологической пораженности во всех профессиональных группах ЛПС и контрольной группы ($t=3,8 - 6,0$ $p<0,01$).

Более детальный анализ состояния здоровья по данному классу болезней показал, что у ЛПС средние значения генеральных совокупностей с заболеваниями, характеризующихся повышенным артериальным давлением в 3 раза выше аналогичных показателей военнослужащих контрольной группы. При сравнении средних значений установлено, что критерий Стьюдента находился в диапазоне 4,0 – 4,9 ($p<0,01$).

Средние значения генеральных совокупностей заболеваний желудочно-кишечного тракта в контрольной группе и у ЛПС примерно одинаковые. Однако различия показателей в группах ЛПС и контрольной группы недостоверны ($t=0,3 - 1,3$, $p>0,1$).

Средние значения генеральных совокупностей по заболеваниям опорно-двигательного аппарата у ЛПС почти в 7 раз выше, чем в контрольной группе. При сравнении средних значений установлено, что критерий Стьюдента находился в диапазоне $6,5 - 11,0$ ($p<0,001$).

Из табл. 4.7 видно, что средние значения генеральных совокупностей прочих заболеваний у ЛПС незначительно превышают аналогичный показатель контрольной группы. Различия показателей в группах ЛПС и контрольной группы недостоверны, критерий Стьюдента находился в диапазоне $0,1 - 1,3$ ($p>0,05$).

Таким образом, статистический анализ состояния здоровья ЛПС в период 2009–2012 г.г. показал, что у всех категорий ЛПС (летчики, штурмана и другие члены летных экипажей) повышено число заболеваний органа слуха, опорно-двигательного аппарата, органа зрения, сердечно-сосудистой и эндокринной системы. Заболевания нервной системы и желудочно-кишечного тракта соответствовали числу заболеваний данных классов болезней в контрольной группе. При этом достоверность различия между показателями экспериментальной и контрольной группами по IV, VII, VIII, IX и XIII классам болезней в основном достигла значения $0,999$, то есть достигала значимых значений. По VI и XI классам болезней достоверность различия была меньше $0,8$, то есть не достоверны.

Наиболее наглядно патологическая пораженность ЛПС и контрольной группы показана на рис. 7, 8 Приложения, а структура патологической пораженности профессиональных групп ЛПС – в табл. 6 и на рис. 9 Приложения.

Структура заболеваний среди различных профессиональных групп ЛПС практически не отличалась.

В табл. 4.8 представлена структура патологической пораженности летного состава (ЛС) (летчики и штурманы) видов авиации, а в табл. 7 Приложения патологическая пораженность летного состава видов авиации в сравнении с контрольной группой.

Таблица 4.8 – Структура патологической пораженности летного состава видов авиации и контрольной группы ($M \pm m\%$)

| Нозологические формы | | ИБА | АА | ВТА | ДА | Всего |
|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Здоров | $57,8 \pm 2,5$ | $29,8 \pm 4,3$ | $22,2 \pm 5,7$ | $27,3 \pm 3,4$ | $25,6 \pm 4,0$ | $26,9 \pm 2,1$ |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Класс IV. Заболевания эндокринной системы | 6,5 ± 1,2 | 7,9 ± 2,5 | 16,7 ± 5,1 | 8,1 ± 2,1 | 8,3 ± 2,5 | 9,1 ± 1,3 |
| Класс VI. Заболевания нервной системы | 1,7 ± 0,7 | 1,8 ± 1,2 | 5,6 ± 3,1 | -- | 1,6 ± 1,2 | 1,5 ± 0,6 |
| Класс VII. Заболевания органа зрения | 2,0 ± 0,7 | 4,4 ± 1,9 | 5,6 ± 3,1 | 9,9 ± 2,3 | 9,9 ± 2,7 | 8,0 ± 1,3 |
| Класс VIII. Болезни уха и сосцевидного отростка | 0,3 ± 0,3 | 4,4 ± 1,9 | 3,7 ± 2,6 | 0,6 ± 0,6 | 2,5 ± 1,4 | 2,4 ± 0,7 |
| Класс IX. Заболевания сердечно-сосудистой системы | 6,0 ± 1,2 | 14,0 ± 3,2 | 14,8 ± 4,8 | 13,5 ± 2,6 | 11,6 ± 2,9 | 13,2 ± 1,6 |
| Группа 3 класса IX. Заболевания, характеризующиеся повышенным АД | 5,2 ± 1,1 | 11,4 ± 3,0 | 12,9 ± 4,6 | 11,0 ± 2,4 | 9,9 ± 2,7 | 11,0 ± 1,4 |
| Класс XI. Заболевания желудочно-кишечного тракта | 11,5 ± 1,6 | 7,9 ± 2,5 | 7,4 ± 3,5 | 11,6 ± 2,4 | 9,1 ± 2,6 | 9,6 ± 1,4 |
| Класс XIII. Заболевания опорно-двигательного аппарата | 4,2 ± 1,0 | 21,9 ± 3,9 | 18,5 ± 5,3 | 20,9 ± 3,1 | 23,1 ± 3,8 | 21,5 ± 1,9 |
| Прочие | 10,0 ± 1,5 | 7,9 ± 2,5 | 5,5 ± 3,1 | 8,1 ± 2,1 | 8,3 ± 2,5 | 7,8 ± 1,2 |
| ВСЕГО | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Как следует из табл. 4.8, наибольшее количества ЛС с диагнозом «здоров» выявлено в ИБА – 30 %, тогда как в ДА – около 26 %, в ВТА – 27 %, наименьшее количество здоровых было в АА – 22 %.

Более подвержен заболеваниям эндокринной и нервной систем летный состав АА, в структуре которого они составляют 16,7 % и 5,6% соответственно. Тогда как, у ЛС других видов авиации соответствует структуре в контрольной группе.

Заболевания органа зрения в среднем в 4 раза выше, чем в контрольной группе, причем наиболее высокие показатели отмечены у ЛС ВТА и ДА. У ЛС ИБА и АА данная патология встречается в 2 раза реже, чем в других видах авиации.

По заболеваниям уха и сосцевидного отростка у ЛС в среднем значительно, в 8 раз, выше, чем в контрольной группе. Наиболее высокая патология данного класса отмечается в ИБА и АА – в 15 и 12 раз соответственно, а у ЛС ВТА – встречается реже, только в 2 раза выше, чем в контрольной группе.

Заболевания сердечно-сосудистой системы у ЛС всех видов авиации в среднем в 2,2 раза выше, чем в контрольной группе.

Более детальный анализ состояния здоровья по данному классу болезней показал, что у ЛС заболевания, характеризующимися повышенным артериальным давлением в среднем в 2,2 раза выше, чем в контрольной группе.

Структура заболеваний желудочно-кишечного тракта у ЛС всех видов авиации находится примерно на одном уровне и соответствует показателям контрольной группы.

Заболевания опорно-двигательного аппарата у всего ЛС значительно, в среднем в 5,1 раза выше, чем в контрольной группе. Разницы среди видов авиации практически нет.

Прочая патология занимает небольшое место в общей структуре заболеваемости – 5,5–8,3 % и она ниже, чем в контрольной группе.

Более наглядно структура патологической пораженности ЛС видов авиации представлена на рис. 10 Приложения.

Таким образом, выявленные различия патологической пораженности имеют некоторые отличия в нозологии в разных профессиональных группах ЛС. В ИБА по сравнению с АА и ВТА отмечается больше лиц с заболеваниями опорно-двигательного аппарата, у ЛС АА – с заболеваниями эндокринной и нервной систем, последнее возможно связано с особенностями вертолетов, где уровни вибрации наиболее высокие среди всех типов воздушных судов, и реже с болезнями позвоночника. У ЛС ВТА не выявлено военнослужащих с заболеваниями нервной системы, минимальная частота встречаемости НСТ (0,6 %). В ДА больше обследованных с заболеваниями опорно-двигательного аппарата. По сравнению с другими видами авиации в ВТА и ДА высокая патологическая пораженность заболеваний органа зрения, что можно объяснить большим напряжением зрения во время полета, особенно в ночное время. НСТ занимает небольшой процент в общей структуре состояния здоровья ЛС и находится в диапазоне 0,6 % в ВТА до 4,5 % в ИБА.

Анализ заболеваемости и состояния здоровья показал, что у всех авиационных специалистов ВВС ВКС, работающих в шумовой обстановке, повышены показатели заболеваемости и патологической пораженности практически по всем анализируемым классам болезней. В то же время имеются различия в превалировании того или иного класса болезней среди различных категорий авиационных специалистов.

Проведенное обследование показало, что у ИТС показатели заболеваемости были выше аналогичных показателей контрольной группы более чем на 30% ($p < 0,05$) по всем анализируемым классам болезней. Число случаев трудопотерь составило $746,2 \pm 33,1$, а число дней трудопотерь – $6953,3 \pm 535,8$, что соответствует уровню заболеваемости «ниже среднего». В структуре заболеваемости доминируют болезни органов дыхания (X класс) – 22,9%, болезни системы кровообращения (IX класс) – 12,1%, болезни органов пищеварения (XI класс) – 10,1% и нервной системы (VI класс) 5,2%. По сравнению с контрольной группой уровень

заболеваемости был существенно выше в таких классах болезней, как болезни нервной системы, глаз, органов кровообращения, органов пищеварения, кожи и подкожной клетчатки. Нейросенсорная тугоухость в структуре заболеваний VIII класса (болезни уха и сосцевидного отростка) занимает 60%. Показатели заболеваемостью нейросенсорной тугоухостью (группа 4, класс VIII) были выше аналогичных показателей контрольной группы в 8,7 раза ($p < 0,001$). Наиболее высокие показатели заболеваемости были в группе ИТС ДА, а наиболее низкие – в ВТА.

При анализе состояния здоровья ЛПС установлено, что в структуре патологической пораженности доминируют болезни опорно-двигательного аппарата (XIII класс) – 20,2%, болезни системы кровообращения (IX класс) – 13,1%, болезни органов пищеварения (XI класс) – 9,5%, эндокринной системы (IV класс) – 9,4% и органа зрения (VII класс) – 8,3%. Заболевания эндокринной, нервной системы и желудочно-кишечного тракта соответствовали числу заболеваний данных классов болезней в контрольной группе. У всех категорий ЛПС (летчики, штурмана и другие члены летных экипажей) по отношению к контрольной группе достоверно повышено число заболеваний органа слуха на 1,9%, опорно-двигательного аппарата на 16%, органа зрения на 6,3%, сердечно-сосудистой системы – на 7,1%. Удельный вес заболеваний среди различных категорий ЛПС практически не отличался. Имелись некоторые отличия в структуре патологической пораженности ЛС в зависимости от вида авиации. В ВТА и ДА большое количество военнослужащих с заболеваниями органа зрения, в АА увеличено число лиц с эндокринной патологией и заболеваниями нервной системы, в ИБА – с нейросенсорной тугоухостью, среди ЛС ДА и ИБА больше лиц с заболеваниями опорно-двигательного аппарата. Наиболее высокое число заболеваний отмечено в АА, а наиболее низкое – в ВТА.

ГЛАВА 5. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ ОРГАНА СЛУХА

5.1. Результаты оториноларингологического обследования ИТС

Жалобы на орган слуха предъявили 15 военнослужащих из 100 обследуемых, имеющих контакт с шумом, то есть 15 %. Они жаловались на шум в ушах и ухудшение слуха. Эти жалобы характерны для нейросенсорной тугоухости любого генеза и являются классическими симптомами, которые описаны во всех учебных пособиях по оториноларингологии [199; 163].

Шум в ушах (звон в ушах) беспокоил 10 обследуемых (10 %), шум носил высокочастотный характер (писк, звон в ушах). У части обследуемых он был не постоянным и возникал при работе в шумных условиях ближе ко второй половине рабочего времени. Шум в ушах исчезал во время отдыха, примерно через 3-4 часа после окончания воздействия шума. У 5 обследуемых (5 %) он носил постоянный характер. В связи с тем, что шум начал появляться постепенно и имеет, как правило, среднюю или слабую степень интенсивности, военнослужащие привыкали к нему. Отсутствие дискомфорта со стороны органа слуха не вызывало необходимости обращаться за медицинской помощью [90].

12 обследуемых (12 %) предъявили жалобы на нарушение слуха на оба уха в виде его снижения. У 6 человек это нарушение проявлялось в виде ухудшения разборчивости речи в шумной обстановке, при разговоре по радио, телефону, при просмотре телевизионных передач. Для улучшения разборчивости они увеличивали громкость воспринимаемого звука. Вторая половина обследуемых четко указала на снижение слуха на оба уха без акцента на нарушение разборчивости речи.

У 7 человек (7 %) помимо шума в ушах постоянного высокочастотного характера имелось и снижение слуха, причем интенсивность шума была тем выше, чем больше снижен слух.

Более подробная характеристика жалоб и их распределение по группам с разным стажем при работе с шумом дана в табл. 5.1, из которой видно, что жалобы на орган слуха предъявили военнослужащие 2-й, 3-й и 4-й групп. Из них 3 человека (3 %) – лица 2-й группы со стажем работы от 5 до 10 лет, 2 человека (2 %) – военнослужащие 3-й группы со стажем работы 10 – 15 лет и 10 человек (10 %) – лица 4-й группы со стажем работы 15 и более лет. Причем у 7 человек (7 %), помимо постоянного шума в ушах, отмечалось и понижение слуха. Основная масса обследуемых (85 %), имеющих контакт с шумом, жалоб на орган слуха не предъявляла.

Таблица 5.1 - Характер жалоб и их распределение по группам (абс. число обследуемых)

| Характер жалоб | Контрольная группа (n=20) | Экспериментальные группы | | | | | Экспериментальная группа № 5 (n=100) |
|------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| | | Экспериментальная группа № 1 (n=25) | Экспериментальная группа № 2 (n=25) | Экспериментальная группа № 3 (n=25) | Экспериментальная группа № 4 (n=25) | Экспериментальная группа № 5 (n=25) | |
| Периодический шум в ушах | - | - | - | - | - | 5 | 5 |
| Постоянный шум в ушах | - | - | - | - | - | 5 | 5 |
| Ухудшение разборчивости речи | - | - | 3 | 2 | 1 | 6 | 6 |
| Снижение слуха | - | - | - | - | 6 | 6 | 6 |
| Шум в ушах + снижение слуха | - | - | - | - | 7 | 7 | 7 |

Примечание: здесь и в табл. 5.2 – 5.11 n – количество обследуемых в группе.

Таким образом, при анализе жалоб на орган слуха выявлено, что у ИТС со стажем работы до 10 лет жалобы на нарушение слуха не было. При стаже работы от 10 до 20 лет жалобы наблюдались в единичных случаях. Основное количество военнослужащих, предъявивших жалобы на орган слуха со стажем работы более 20 лет. По характеру жалоб можно высказать предположение, что у части ИТС выявлены симптомы нейросенсорной тугоухости, а также отмечается зависимость от стажа работы. Полученные результаты согласуются с литературными данными [187; 112; 271 и др. авторы].

При эндоскопическом исследовании ЛОР-органов, в частности при отоскопии, ни у одного из обследуемых патологии со стороны анатомических структур наружного уха и барабанной перепонки не выявлено.

Следующий этап обследования включал в себя определение остроты слуха при восприятии шепотной речи, которая проводилась по методике, изложенной выше (см. разд. 2.4). Результаты исследования шепотной речи представлены в табл. 5.2.

Таблица 5.2 - Результаты восприятия шепотной речи (абсолютное число обследуемых)

| Группа обследуемых | Восприятие шепотной речи (м) | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|------------------------------|---|---|---|---|---|---|-----------|----|----|----|----|----|----|
| | Правое ухо | | | | | | | Левое ухо | | | | | | |
| | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| Контрольная группа (n=20) | 20 | - | - | - | - | - | - | 20 | - | - | - | - | - | - |
| Экспериментальная группа № 1 (n=25) | 25 | - | - | - | - | - | - | 25 | - | - | - | - | - | - |
| Экспериментальная группа № 2 (n=25) | 23 | 2 | - | - | - | - | - | 23 | 2 | - | - | - | - | - |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|--------------------------------------|----|----|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| Экспериментальная группа № 3 (n=25) | 16 | 9 | - | - | - | - | - | 16 | 9 | - | - | - | - | - |
| Экспериментальная группа № 4 (n=25) | 7 | 11 | 5 | 2 | - | - | - | 7 | 10 | 4 | 3 | 1 | - | - |
| Экспериментальная группа № 5 (n=100) | 71 | 22 | 5 | 2 | - | - | - | 71 | 21 | 4 | 3 | 1 | - | - |

Примечание: см. табл. 5.1.

В контрольной и 1-й экспериментальной группах нарушения восприятия шепотной речи не выявлено. Во 2-й экспериментальной группе у двух военнослужащих (2,5 %) отмечено незначительное снижение восприятия шепотной речи до 5 м. В 3-й группе уже 9 человек (9 %) имеют незначительное снижение восприятия шепотной речи. Более выраженные изменения выявлены у военнослужащих 4-й группы, где нарушение восприятия шепотной речи имели уже 18 человек (18 %), из них у 10 военнослужащих слух был снижен незначительно, значительно (от 4 м и ниже) - у 8 военнослужащих, причем у одного военнослужащего слух снижен более чем значительно и с разницей в сторонах 3 м и 2 м на правое и левое ухо соответственно .

Таким образом, с помощью данной методики установлено, что чем больше стаж работы военнослужащих с шумом, тем чаще и более выражено нарушение восприятия шепотной речи.

Восприятие разговорной речи определялось только у лиц, предъявлявших жалобы на орган слуха и выявленное снижение восприятия шепотной речи. Таких военнослужащих было 5 человек (5 %), все они из 4-й экспериментальной группы. Восприятие разговорной речи с расстояния в 5 м было у трех, с расстояния в 4 м у двух человек.

Статистические результаты тональной пороговой аудиометрии представлены в табл. 5.3.

Пороги восприятия звуков на частоте 125 Гц на правое ухо у ИТС 1-й экспериментальной группы повышены, по сравнению с контрольной группой, на 4,5 дБ ($p < 0,001$), 2-й группы – на 8,7 дБ ($p < 0,001$), 3-й группы – на 8,9 дБ ($p < 0,001$), 4-й группы – на 11,1 дБ ($p < 0,001$). В 5-й экспериментальной группе пороги восприятия звуков выше, чем в контрольной группе на 8,3 дБ ($p < 0,001$). Пороги восприятия звуков левым ухом на этой же частоте, по сравнению с КГ, были повышены практически также (см. табл. 5.3).

Пороги восприятия звуков на частоте 250 Гц на правое ухо повышены у ИТС 1-й экспериментальной группы на 2,7 дБ ($p < 0,05$), 2-й группы – на 7,5 дБ ($p < 0,001$), 3-й группы – на 7,5 дБ ($p < 0,001$), 4-й группы – на 8,5 дБ ($p < 0,001$), по сравнению с контрольной группой. В 5-й экспериментальной группе пороги восприятия звуков выше, чем в контрольной на 6,6 дБ ($p < 0,001$). Пороги восприятия звуков левым ухом на этой же частоте, по сравнению с контролем, были повышены практически также (см. табл. 5.3).

Таблица 5.3 - Показатели аудиограммы у инженерно-технического состава ($M \pm m$, дБ)

| Снижение слуха на частотах | Исследуемая сторона | Контрольная группа (n = 20) | Экспериментальная группа № 1 (n = 25) | Экспериментальная группа № 2 (n = 25) | Экспериментальная группа № 3 (n = 25) | Экспериментальная группа № 4 (n = 25) | Экспериментальная группа Всего (n = 100) |
|----------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 125 Гц | Правая | 6,3±0,6 | 10,8±0,6 p<0,001 | 15,0±0,8 p<0,001 | 15,2±1,0 p<0,001 | 17,4±1,3 p<0,001 | 14,6±0,6 p<0,001 |
| | Левая | 6,3±0,6 | 10,2±0,8 p<0,001 | 15,2±0,8 p<0,001 | 15,6±1,2 p<0,001 | 16,8±1,3 p<0,001 | 14,5±0,6 p<0,001 |
| 250 Гц | Правая | 7,3±0,8 | 10,0±0,8 p<0,05 | 14,8±0,9 p<0,001 | 14,8±0,8 p<0,001 | 15,8±1,2 p<0,001 | 13,9±0,6 p<0,001 |
| | Левая | 6,8±0,8 | 9,2±0,8 p<0,05 | 13,8±0,7 p<0,001 | 14,6±1,2 p<0,001 | 15,8±1,2 p<0,001 | 13,4±0,6 p<0,001 |
| 500 Гц | Правая | 6,5±0,5 | 8,6±0,9 p<0,05 | 14,0±0,8 p<0,001 | 14,2±1,1 p<0,001 | 16,0±1,2 p<0,001 | 13,2±0,6 p<0,001 |
| | Левая | 5,8±0,4 | 8,2±0,6 p<0,002 | 13,4±0,7 p<0,001 | 14,2±1,4 p<0,001 | 15,0±1,2 p<0,001 | 12,7±0,6 p<0,001 |
| 1 кГц | Правая | 7,0±0,6 | 8,0±0,6 p>0,2 | 12,6±0,9 p<0,001 | 14,8±1,2 p<0,001 | 17,6±1,3 p<0,001 | 13,3±0,6 p<0,001 |
| | Левая | 6,5±0,5 | 7,8±0,7 p<0,2 | 12,4±1,0 p<0,001 | 15,6±1,3 p<0,001 | 16,8±1,3 p<0,001 | 13,2±0,7 p<0,001 |
| 2 кГц | Правая | 7,5±0,6 | 7,4±0,5 p>0,2 | 12,8±1,0 p<0,001 | 18,4±1,8 p<0,001 | 22,0±1,8 p<0,001 | 15,2±0,8 p<0,001 |
| | Левая | 7,3±0,6 | 7,0±0,5 p>0,2 | 13,2±0,9 p<0,001 | 18,0±1,8 p<0,001 | 20,8±1,9 p<0,001 | 14,8±0,9 p<0,001 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|----------------------------|--------|----------|-------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 3 кГц | Правая | 7,8±0,6 | 7,4±0,5 p>0,2 | 14,0±1,6 p<0,001 | 21,0±2,0 p<0,001 | 25,0±2,6 p<0,001 | 16,9±1,3 p=0,001 |
| | Левая | 7,8±0,6 | 6,6±0,5 p>0,2 | 15,4±1,5 p<0,001 | 22,4±2,4 p<0,001 | 26,0±2,7 p<0,001 | 17,6±1,4 p<0,001 |
| 4 кГц | Правая | 8,5±0,5 | 8,8±0,4 p>0,2 | 20,6±2,7 p<0,001 | 27,6±2,8 p<0,001 | 35,8±3,3 p<0,001 | 23,2±1,7 p<0,001 |
| | Левая | 8,5±0,5 | 8,2±0,5 p>0,2 | 19,6±2,8 p<0,001 | 28,6±3,2 p<0,001 | 35,0±3,3 p<0,001 | 22,9±1,9 p<0,001 |
| 6 кГц | Правая | 10,3±0,7 | 8,2±0,6 p<0,05 | 25,6±3,4 p<0,001 | 26,6±2,8 p<0,001 | 35,6±3,7 p<0,001 | 24,0±2,0 p<0,001 |
| | Левая | 10,3±0,7 | 8,4±0,6 p<0,05 | 24,8±3,2 p<0,001 | 28,8±3,1 p<0,001 | 35,6±3,8 p<0,001 | 24,4±2,1 p<0,001 |
| 8 кГц | Правая | 10,8±0,8 | 9,2±0,8 p<0,2 | 26,2±3,5 p<0,001 | 25,6±2,6 p<0,001 | 37,0±3,3 p<0,001 | 24,5±1,9 p<0,001 |
| | Левая | 10,8±0,8 | 8,8±0,8 p<0,1 | 25,8±3,2 p<0,001 | 29,6±3,1 p<0,001 | 38,2±3,5 p<0,001 | 25,6±2,0 p<0,001 |
| СПС _{500-2000 Гц} | Правая | 7,0±0,5 | 8,1±0,6 p<0,2 | 13,3±0,7 p<0,001 | 15,8±1,3 p<0,001 | 18,5±1,3 p<0,001 | 13,9±0,6 p<0,001 |
| | Левая | 6,5±0,4 | 7,7±0,6 p<0,1 | 13,0±0,8 p<0,001 | 16,0±1,5 p<0,001 | 17,5±1,4 p<0,001 | 13,6±0,7 p<0,001 |

Примечание: p – уровень значимости различий по критерию Стьюдента между контрольной и экспериментальными группами.

Пороги восприятия звуков на частоте 500 Гц на правое ухо у ИТС 1-й экспериментальной группы повышены, по сравнению с контрольной группой, на 2,1 дБ ($p < 0,05$), 2-й группы – на 7,5 дБ ($p < 0,001$), 3-й группы – на 7,7 дБ ($p < 0,001$), 4-й группы – на 8,5 дБ ($p < 0,001$). В 5-й группе пороги восприятия звуков выше, чем в контрольной группе на 6,7 дБ ($p < 0,001$). Пороги восприятия звуков левым ухом на этой же частоте, по сравнению с контрольной группой, были повышены практически также (см. табл. 5.3).

Пороги восприятия звуков на частоте 1 кГц на правое ухо у ИТС 1-й экспериментальной группы практически не отличаются от контрольной ($p > 0,05$), повышены во 2-й группе на 5,6 дБ ($p < 0,001$), в 3-й группе на 7,8 дБ ($p < 0,001$), в 4-й группе на 10,6 дБ ($p < 0,001$), по сравнению с контрольной группой. В 5-й экспериментальной группе пороги восприятия звуков выше, чем в контрольной на 6,3 дБ ($p < 0,001$). Пороги восприятия звуков левым ухом на этой же частоте, по сравнению с контролем, были повышены практически также (см. табл. 5.3).

Пороги восприятия звуков на частоте 2 кГц на правое ухо у ИТС 1-й экспериментальной группы на одном уровне с контрольной группой ($p > 0,05$), повышены во 2-й группе на 5,3 дБ ($p < 0,001$), в 3-й группе на 10,9 дБ ($p < 0,001$), в 4-й группе на 14,5 дБ ($p < 0,001$). В 5-й экспериментальной группе пороги восприятия звуков выше, чем в контрольной группе на 6,4 дБ ($p < 0,001$). Пороги восприятия звуков левым ухом на этой же частоте, по сравнению с контролем, были повышены практически также (см. табл. 5.3).

Пороги восприятия звуков на частоте 3 кГц на правое ухо у ИТС 1-й экспериментальной группы практически не отличаются от контрольной ($p > 0,05$), повышены во 2-й группе на 6,2 дБ ($p < 0,001$), в 3-й группе на 13,2 дБ ($p < 0,001$), в 4-й группе на 17,2 дБ ($p < 0,001$), по сравнению с контрольной группой. В 5-й экспериментальной группе пороги восприятия звуков выше, чем в контрольной на 9,1 дБ ($p < 0,001$). Пороги восприятия звуков левым ухом на этой же частоте, по сравнению с контролем, были повышены практически также (см. табл. 5.3).

Пороги восприятия звуков на частоте 4 кГц на правое ухо у ИТС 1-й экспериментальной группы на одном уровне с контрольной группой ($p > 0,05$), повышены во 2-й группе на 12,1 дБ ($p < 0,001$), в 3-й группе на 19,1 дБ ($p < 0,001$), в 4-й группе на 27,3 дБ ($p < 0,001$). В 5-й экспериментальной группе пороги восприятия звуков выше, чем в контрольной группе на 14,7 дБ ($p < 0,001$). Пороги восприятия звуков левым ухом на этой же частоте, по сравнению с контролем, были повышены практически также (см. табл. 5.3).

Пороги восприятия звуков на частоте 6 кГц на правое ухо у ИТС 1-й экспериментальной группы ниже чем в контрольной на 2,1 дБ ($p < 0,05$) и повышены 2-й группы на 15,3 дБ ($p < 0,001$), 3-й группы на 16,3 дБ ($p < 0,001$), 4-й группы на 25,3 дБ ($p < 0,001$), по сравнению с контрольной группой. В 5-й экспериментальной группе пороги восприятия звуков выше, чем в

контрольной на 13,7 дБ ($p < 0,001$). Пороги восприятия звуков левым ухом на этой же частоте, по сравнению с контролем, были повышены практически также (см. табл. 5.3).

Пороги восприятия звуков на частоте 8 кГц на правое ухо у ИТС 1-й экспериментальной группы ниже на 1,6 дБ ($p > 0,05$) и повышены по отношению к контрольной группе 2-й группы на 15,4 дБ ($p < 0,001$), 3-й группы на 13,8 дБ ($p < 0,001$), 4-й группы на 26,2 дБ ($p < 0,001$). В 5-й экспериментальной группе пороги восприятия звуков выше, чем в контрольной группе на 13,7 дБ ($p < 0,001$). Пороги восприятия звуков левым ухом на этой же частоте, по сравнению с контрольной группой, были повышены практически также (см. табл. 5.3).

Таким образом, в большинстве случаев имеется повышение порогов восприятия звуков в экспериментальных группах (группа 5) по сравнению с контролем. При сравнении полученных результатов по всем исследуемым частотам увеличение составило 1,7–2,7 раза.

На рис. 5.1 приведены кривые слышимости 1–4 экспериментальных групп, имеющих разный стаж работы с шумом и возраст.

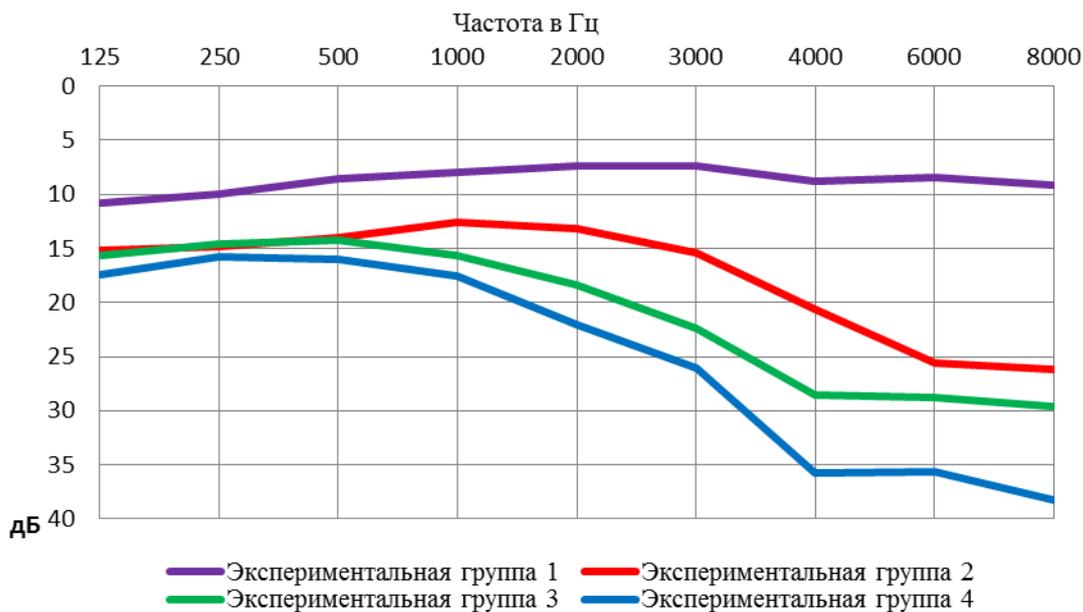


Рис.5.1 – Аудиограммы ИТС с различным профессиональным стажем

Анализ аудиограмм в каждой из экспериментальных групп показал следующее (см. рис. 5.1). Пороги восприятия звуков на оба уха у ИТС 1-й экспериментальной группы на частоты 125 ($p < 0,001$), 250 Гц ($p < 0,05$), 500 Гц ($p < 0,05$), 1 кГц ($p > 0,05$) выше чем в контрольной группе в среднем на 0,8–4,5 дБ; на частотах 2 кГц ($p > 0,05$), 3 кГц ($p > 0,05$), 4 кГц ($p > 0,05$) примерно на одном уровне; на частоты 6 кГц ($p < 0,05$) и 8 кГц ($p > 0,05$) – ниже аналогичных показателей контрольной группы на 1,6–2,1 дБ. с небольшой разницей сторон. По всему диапазону частот имеется небольшая разница сторон (0,2–0,8 дБ).

Пороги восприятия звуков у ИТС 2-й экспериментальной группы достоверно ($p < 0,001$) выше аналогичных показателей военнослужащих контрольной группы по всему диапазону исследуемых частот и находятся в пределах от 12,6 дБ до 26,2 дБ на правое ухо и от 12,4 дБ до 25,8 дБ на левое ухо. Пороги восприятия звуков на низкие частоты (125 Гц и 250 Гц) повышены до 15 дБ с небольшой разницей сторон. В зоне речевых частот (500 Гц, 1 кГц, 2 кГц) они минимально увеличены - до 14,0 дБ на правое и 13,4 дБ на левое ухо. В зоне высоких частот пороги восприятия звуков повышены максимально - до 26,2 дБ на правое ухо и до 25,8 дБ на левое ухо.

Пороги восприятия звуков у ИТС 3-й экспериментальной группы, по сравнению с военнослужащими контрольной группы, достоверно ($p < 0,001$) повышены по всему диапазону исследуемых частот на 14,2–27,6 дБ на правое ухо и на 14,2–29,6 дБ на левое ухо. В зоне низких частот (125 Гц, 250 Гц) пороги восприятия звуков повышены до 15,6 дБ на оба уха с небольшой разницей сторон. В речевом диапазоне пороги восприятия звуков повышены минимально до 14,2 дБ с небольшой разницей сторон и начинают возрастать с 2 кГц. Наибольший уровень порогов восприятия звуков – 27,6 дБ на правое ухо на частоте 4 кГц и 29,6 дБ на левое ухо на частоте 8 кГц.

Пороги восприятия звуков у ИТС 4-й экспериментальной группы, по сравнению с аналогичными показателями КГ, существенно достоверно ($p < 0,001$) повышены по всему диапазону исследуемых частот на 15,0–37,0 дБ на правое ухо и на 15,8 дБ – 38,2 дБ на левое ухо. Пороги восприятия звуков на низкие частоты (125 Гц, 250 Гц) повышены до 17,4 дБ на правое и 16,8 дБ на левое ухо. В зоне речевых частот (500 Гц– 2 кГц) они минимальны для 4-й группы и составляют 16,0 дБ на частоте 500 кГц для правого уха и 15,0 дБ на частоте 500 Гц для левого уха. В зоне высоких частот идет увеличение порогов восприятия звуков с повышением частоты, достигая максимума в 37,0 дБ справа и 38,2 дБ слева на частоте 8 кГц.

На рис. 5.2 показаны кривые слышимости контрольной и экспериментальной группы 5, в которой обобщены результаты всех четырех экспериментальных групп. 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.

На представленном рис. 5.2 видно, что пороги восприятия звуков по всем экспериментальным группам в целом (5-я группа) по сравнению с военнослужащими контрольной группы 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.

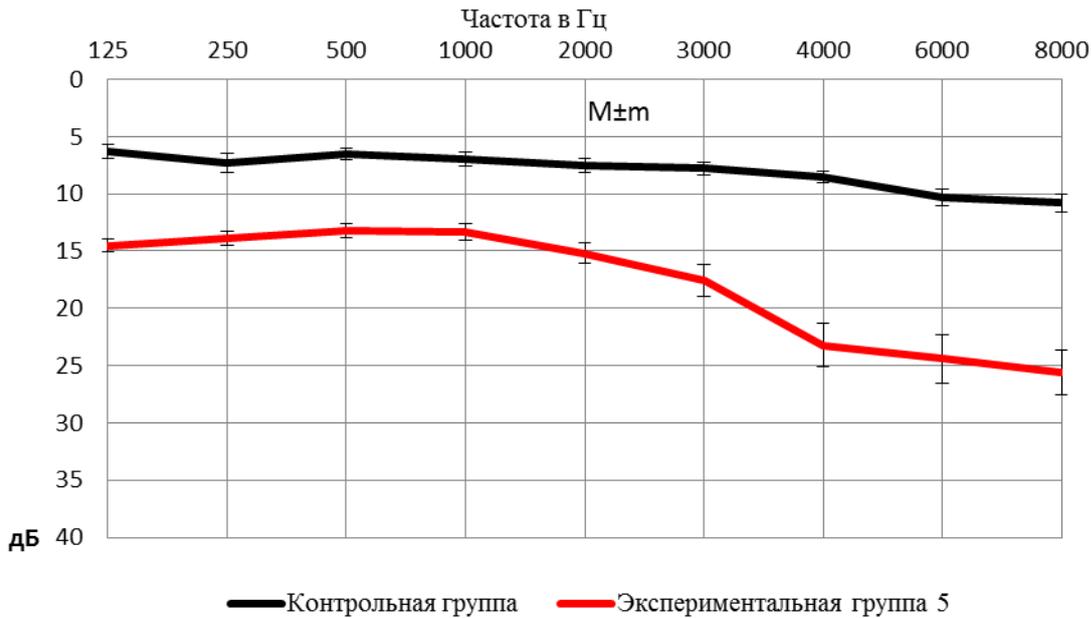


Рис. 5.2 - Аудиограммы контрольной и 5-й экспериментальной групп

В зоне низких частот (125 Гц, 250 Гц) пороги восприятия звуков повышены на 13,4–14,6 дБ на оба уха с небольшой разницей сторон. В речевом диапазоне (500 Гц–2 кГц) 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 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.

Таким образом, анализ результатов аудиограмм показывает следующее. Во-первых, наблюдается прогрессивное увеличение порогов восприятия звуков по всему диапазону исследуемых частот с обеих сторон равномерно с ростом стажа работы с шумом от 1-й до 4-й экспериментальных групп в среднем в 1,5–2 раза на низких частотах и до 3,8 раза на высоких частотах. Во-вторых, помимо выраженного повышения порогов восприятия звуков на высокие частоты идет значительное увеличение в низкочастотном диапазоне (125 Гц, 250 Гц), начиная с 1-й группы (в среднем в 1,5 раза по сравнению с контрольной группой). В тоже время в диапазоне речевых частот (500 Гц–2 кГц) повышение порогов восприятия звуков во всех группах выражено не столь значительно, но статистически достоверно. В-третьих, наиболее выраженное увеличение порогов восприятия звуков выявлено у военнослужащих 4-й экспериментальной группы, имеющих наибольший стаж работы с шумом.

Большое значение для профилактики и установления степени потери слуха имеют критерии оценки слуха. В настоящее время существует несколько классификаций тугоухости по степени понижения слуха [201; 107; 151; 289; 294]. До 2012 года оценку степени потери

слуха и степень тугоухости определяли согласно требований ГОСТ 12.4.062-78. В настоящее время разработана и принята гармонизированная классификация оценки состояния слуха [174], основанная на анализе клинико-аудиологических данных (восприятие шепотной речи, потеря слуха в области 4000 Гц, потере слуха в области речевого диапазона частот 500, 1000, 2000 Гц (СПС₅₀₀₋₂₀₀₀ Гц), пороге 50 и 100 % разборчивости речи и дифференциального порога силы восприятия звука). В своей работе мы руководствовались требованиями последнего документа. Кроме того, для постановки диагноза мы пользовались требованиями приказа МО РФ от 1999 г. № 455 и приложения к положению о военно-врачебной экспертизе, утвержденного постановлением Правительства РФ 2013 г. № 565.

СПС₅₀₀₋₂₀₀₀ Гц в 1-й экспериментальной группе соответствует показаниям контрольной группы и составила $8,1 \pm 0,6$ дБ ($p > 0,05$); во 2-й группе $-13,3 \pm 0,7$ дБ ($p < 0,001$), что больше чем в контрольной и 1-й группе в 1,9 раза; в 3-й группе $-16,0 \pm 1,5$ дБ ($p < 0,001$), что больше в 2,3 и 1,2 раза, чем в контрольной и во 2-й группах соответственно; в 4-й группе $-18,5 \pm 1,3$ дБ ($p < 0,001$), что больше в 2,6 раза и на 2,5 дБ, чем в контрольной и 3-й группах соответственно. В целом по всем экспериментальным группам (5-я группа) данная величина была $13,9 \pm 0,6$ дБ ($p < 0,001$), это в 2 раза больше, чем в контрольной группе. Явно виден рост потери слуха в зависимости от стажа, так как наибольшую потерю слуха на речевых частотах имеют ИТС 4-й экспериментальной группы (см. табл. 5.3).

В табл. 5.4 представлено количество военнослужащих с повышенным средним значением порога слуха на частотах 500, 1000, 2000 Гц (СПС₅₀₀₋₂₀₀₀ Гц) в соответствии с гармонизированной классификацией тугоухости в зависимости от стажа работы.

Таблица 5.4 - Распределение обследуемых по группам, имеющих повышение СПС₅₀₀₋₂₀₀₀ Гц более 11 дБ (абсолютные значения)

| Показатель СПС ₅₀₀₋₂₀₀₀ Гц | Контроль- ная группа, n=20 | Экспери- мент. группа 1, n=25 | Экспери- мент. группа 2, n=25 | Экспери- мент. группа 3, n=25 | Экспери- мент. группа 4, n=25 | Экспери- мент. группа 5, n=100 |
|--|-------------------------------------|--|--|--|--|---|
| 11 – 15 дБ | 0 | 4 | 11 | 9 | 6 | 30 |
| 16 – 25 дБ | 0 | 0 | 4 | 9 | 6 | 19 |
| 26 – 40 дБ | 0 | 0 | 0 | 1 | 7 | 8 |
| 41 – 55 дБ | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 |
| Всего | 0 | 4 | 15 | 20 | 21 | 60 |

Примечание: см. табл. 5.1.

Как видно из табл. 5.4, всего имеют повышение средних значений порога слуха на частотах 500, 1000, 2000 Гц выше 11 дБ 60 человек (60 %). В контрольной группе военнослужащих с СПС_{500-2000 Гц} > 11 дБ нет, а в экспериментальных группах в зависимости от стажа работы количество лиц увеличивалось. Если в 1-й группе со стажем работы до 5 лет было 4 человека, то в 4-й группе их было 21 (стаж свыше 15 лет).

Однако помимо степени потери слуха у работников «шумовых» профессий необходимо учитывать дополнительные критерии показателей слуховых порогов на частоте 4000 Гц. В табл. 5.5 представлено количество военнослужащих с повышенным порогом слуха в зависимости от стажа работы, в соответствие с рекомендациями по гармонизированной классификации тугоухости.

Таблица 5.5 - Распределение обследуемых по группам, имеющих повышение порогов слуха на частоте 4000 Гц (абсолютные значения)

| Потеря слуха на частоте 4000 Гц | Контрольная группа, n=20 | Эксперимент. группа 1, n=25 | Эксперимент. группа 2, n=25 | Эксперимент. группа 3, n=25 | Эксперимент. группа 4, n=25 | Эксперимент. группа 5, n=100 |
|---------------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 26 – 40 дБ | 0 | 0 | 7 | 9 | 4 | 20 |
| 41 – 50 дБ | 0 | 0 | 4 | 6 | 7 | 17 |
| 51 – 60 дБ | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 | 7 |
| Свыше 65 дБ | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 |
| Всего | 0 | 0 | 11 | 17 | 19 | 47 |

Примечание: см. табл. 5.1.

В контрольной и 1-й группе лиц с повышением порога на частоте 4000 Гц нет. Военнослужащие с патологией начинают появляться при стаже работы более 10 лет и их количество увеличивается от 11 до 19 человек (стаж более 15 лет). Общее количество с повышенным порогом на частоте 4000 Гц составляет 47 %.

Выполнен анализ аудиограмм каждого обследованного военнослужащего. У лиц с СПС_{500-2000 Гц} более 11 дБ проведена оценка слухового порога на частоте 4000 Гц. Результаты анализа аудиограмм представлены в табл. 5.6 с распределением выявленной патологии по исследуемым группам в соответствие с гармонизированной классификацией тугоухости [174].

Таблица 5.6 - Распределение обследуемых по группам, имеющих различную степень тугоухости (абсолютные значения, %)

| Форма тугоухости | Контрольная группа n = 20 | Эксперим. группа 1 n = 25 | Эксперим. группа 2 n = 25 | Эксперим. группа 3 n = 25 | Эксперим. группа 4 n = 25 | Всего n = 100 |
|---------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------|
| Признаки воздействия шума | 0 | 0 | 7 28 % | 9 36 % | 4 16 % | 20 20 % |
| I степень «А» | 0 | 0 | 4 16 % | 6 24 % | 7 28 % | 17 17 % |
| I степень «Б» | 0 | 0 | 0 | 1 4 % | 6 24 % | 7 7 % |
| II степень | 0 | 0 | 0 | 1 4 % | 2 8 % | 3 3 % |
| Всего | 0 | 0 | 11 44 % | 17 68 % | 19 76 % | 47 47 % |

Примечание: см. табл. 5.1.

Сравнивая данные табл. 5.4 – 5.5 с табл. 5.6 видно некоторое несоответствие, которое объясняется следующим образом. У лиц со стажем работы до 5 лет (1-я группа) 4 человека имеют СПС_{500-2000 Гц} 11–13 дБ, а на всех остальных частотах пороги слуха не превышали 15 дБ.

Во 2-й группе (стаж до 10 лет) из 11 человек с СПС_{500-2000 Гц} 11–15 дБ только у 7 обследованных на частоте 4000 Гц пороги восприятия слуха находились в диапазоне 26–40 дБ. У 4-х человек пороги слуха не превышали 20 дБ на частотах 2000–4000 Гц, но были повышены до 35 дБ на частотах 6000 или 8000 Гц.

У 3-х военнослужащих со стажем работы до 15 лет (3-я группа) при СПС_{500-2000 Гц} 11 – 15 дБ на частотах 2000–4000 Гц они не превышали 20 – 25 дБ, но были повышены пороги на частотах 6000–8000 Гц до 40–45 дБ. В тоже время из 9 человек с СПС_{500-2000 Гц} от 16 до 25 дБ только у 6 обследованных пороги на частоте 4000 Гц соответствовали диапазону 41–50 дБ, но у некоторых военнослужащих на частотах 6000–8000 Гц они были выше 45–50 дБ.

В 4-й группе (стаж работы более 15 лет) у 2-х военнослужащих при СПС_{500-2000 Гц} 11–15 дБ на частотах 2000–4000 Гц они не превышали 20–25 дБ и были в пределах 45– 50 на частотах 6000–8000 Гц. У одного обследованного СПС_{500-2000 Гц} был 30 дБ, а на частоте 4000 Гц 45 дБ и он был выделен в группу военнослужащих с I «А» степенью тугоухости.

Как следует из табл. 5.6, у военнослужащих контрольной и 1-й экспериментальной групп по данным аудиологического обследования патологии со стороны органа слуха не выявлено. Во 2-й группе выявлена патология у 44 % обследованных: у 7 человек имеются признаки воздействия шума, у 4-х – нейросенсорная тугоухость I «А» степени. В 3-й экспериментальной группе патологические изменения выявлены у 68 % обследованных: признаки воздействия шума у 9 человек, нейросенсорная тугоухость I «А» степени у 6 человек, нейросенсорная

тугоухость 1 «Б» степени – у 1, нейросенсорная тугоухость 2 степени – у 1 человека. В 4-й экспериментальной группе патология органа слуха выявлена у 76 % от всей группы: признаки воздействия шума у 4 человек, нейросенсорная тугоухость 1 «А» степени у 7 человек, нейросенсорная тугоухость 1 «Б» степени у 6 человек, нейросенсорная тугоухость 2 степени – у 2 человек. Всего тугоухость различной степени выраженности выявлена у 47 человек экспериментальных группы (47 %).

Сравнивая полученные результаты с данными табл. 5.3 видно, что во 2-й–4-й группах СПС_{500-2000 Гц} находится в диапазоне $13,3 \pm 0,7$ – $18,5 \pm 1,3$ дБ, а на частоте 4000 Гц – в диапазоне $20,6 \pm 2,7$ – $35,8 \pm 3,3$ дБ, что соответствует признаками воздействия шума и I-й «А» степени нейросенсорной тугоухости. Именно эти степени тугоухости выявлены почти у 80 % обследованных. Кроме того, можно сказать, что у военнослужащих 1-й группы поражения органа слуха нет, у военнослужащих 2-й группы имеются признаки воздействия шума, а у военнослужащих 3-й и 4-й групп имеется стойкое поражение органа слуха.

Данные табл. 5.6 показывают повышение степени тяжести заболевания в зависимости от стажа. Так, если длительность воздействия авиационного шума от 5 до 10 лет – имеются только признаки воздействия шума и нейросенсорная тугоухость 1 «А» степени. При стаже работы от 10 до 15 лет появились лица с нейросенсорной тугоухостью 1 «Б» и 2 степени, увеличилось число военнослужащих с признаками воздействия шума и нейросенсорной тугоухостью 1 «А» степени. При стаже работы более 15 лет отмечается увеличение числа военнослужащих с патологией органа слуха почти до 80 % за счет усиления степени тяжести заболевания. По сравнению с 3-й экспериментальной группой стало больше в 2 раз больных с нейросенсорной тугоухостью 2 степени, в 6 раз – с нейросенсорной тугоухостью 1 «Б» степени. Более чем в 2 раза снижено количество лиц с признаками воздействия шума.

Для выставления окончательного диагноза необходимо было провести дифференциальную диагностику. Дифференциальная диагностика нейросенсорной тугоухости профессиональной этиологии основывается на анализе жалоб, анамнеза, выявления причин и развития заболевания, отоскопической картины и данных клинико-аудиологических исследований слуховой функции.

Исходя из анамнеза и характерной отоскопической картины, диагностировать хронический средний или адгезивный отит не сложно. Трудно провести дифференциальную диагностику между профессиональной нейросенсорной тугоухостью, возникшей от воздействия шума, и тугоухостью другой этиологии.

В отличие от профессиональной тугоухость другой этиологии может развиваться, остро или, чаще, постепенно (процесс хронический) и потери слуха могут быть любой степени выраженности. Поражение слуха бывает одно или двухсторонним. Начало заболевания нередко

связывается с какой-либо определенной причиной: с перенесенным гриппом, нейроинфекцией, менингитом или контузией, применением ототоксических лекарственных препаратов, травмой. Частой причиной развития нейросенсорной тугоухости являются артериальная гипертензия, дегенеративно-дистрофические заболевания позвоночника в шейном отделе.

Клиническая картина нейросенсорной тугоухости скудная. Больные жалуются на снижение слуха, которое развивается медленно, постепенно. Нарушается разборчивость речи. Появляется шум в ушах, который носит высокочастотный характер. Ушной шум является основной причиной, заставляющей обращаться к врачу. Отоскопическая картина, практически никакой информации не дает.

При отосклерозе, как и при профессиональном кохлеарном неврите, снижение слуха развивается постепенно, больного беспокоят шумы низкочастотного характера. Вместе с тем профессиональная тугоухость всегда двухсторонняя, отосклероз может быть и односторонним, чаще встречается у лиц молодого возраста. Нередко диагноз отосклероз можно выставить основываясь на динамических исследованиях костного и воздушного звукопроведения (динамическая аудиометрия). Используются камертональные пробы Вебера, Швабаха, Ринне, Желе, Бинга, Федериче.

Для дифференциальной диагностики между невритами различной этиологии основным является аудиометрическое исследование. Поражение органа слуха, вызванное воздействием шума, характеризуется аудиологической картиной двухсторонней тугоухости с возможной разницей в остроте слуха на правом и левом ухе не более 15 дБ в среднеречевом диапазоне. Аудиограмма имеет картину нисходящей кривой с первоначальным нарушением восприятия высоких частот (4000–8000 Гц), и лишь по мере прогрессирования процесса – с присоединением нарушений восприятия частот среднего и низкого диапазона. При тугоухости любой другой этиологии повышение порогов восприятия звуковых частот наблюдается, как правило, одновременно по всему диапазону частот и может быть любой степени выраженности, вплоть до глухоты. В том и другом случае воздушное и костное звукопроведение страдает в одинаковой степени. Тогда как при отосклерозе всегда имеется костно–воздушный разрыв, как правило, в области низких частот.

Кроме того, нейросенсорная тугоухость профессионального генеза всегда развивается при длительном воздействии шума на организм, что должно быть подтверждено трудовым анамнезом, фактом шумового воздействия при оценке гигиенической обстановки на рабочем месте

Изучив жалобы, анамнез, данные аудиологического исследования всем лицам с выявленной патологией был выставлен диагноз: профессиональная нейросенсорная тугоухость шумовой этиологии. На основании проведенного количественного анализа данных

аудиологического исследования с полной уверенностью можно утверждать, что выявленные изменения носят патологический характер, так как согласно Письму Минздрава 2012 г. [174] эти изменения являются стойким поражением органа слуха.

Проведенное исследование еще раз доказывает специфичность патологического действия высокоинтенсивного широкополосного шума, каким является авиационный, на орган слуха [10; 162; 90; 14; 117; 187; 344; 278]. Жалобы на орган слуха в виде наличия шума в ушах высокочастотного характера, снижение слуха на оба уха преимущественно за счет ухудшения разборчивости речи в шумных условиях предъявили 12 % обследуемых (12 человек). У 29 % (29 человек) выявлено нарушение восприятия шепотной речи. Шепотная речь снижена во всей экспериментальной группе до $5,6 \pm 0,1$ м на правое ухо и до $5,6 \pm 0,1$ м на левое ухо. Причем снижение шепотной речи начинается уже у военнослужащих 2-й группы, достоверно она снижена у ИТС 3-й и 4-й экспериментальных групп. При этом среди обследуемых групп более высокое снижение восприятия шепотной речи было в 4-й экспериментальной группе.

Решающая роль в диагностике поражений органа слуха принадлежит аудиологическому исследованию. По данным аудиограммы определена количественная оценка потери слуха, что помогло правильно выставить диагноз. Диагноз хроническая двухсторонняя нейросенсорная тугоухость был установлен у 47 обследуемых (47 %). При этом признаки воздействия шума выявлены у 20 человек (20 %), нейросенсорная тугоухость 1 степени (легкое снижение слуха) у 24 человек (24 %), нейросенсорная тугоухость 2 степени (умеренное снижение слуха) – у 3 человек (3 %). Среди исследуемых групп число выявленных военнослужащих с тугоухостью различной степени было: во 2-й группе – 11 человек, в 3-й группе – 17 человек и в 4-й группе – 19 человек. Во всех экспериментальных группах разный структурный состав имеющейся патологии. Так, если в 3-й группе преобладали военнослужащие с признаками воздействия шума (9 человек), то в 4-й группе 13 человек с нейросенсорной тугоухостью 1 степени, 2 человека с нейросенсорной тугоухостью 2 степени и только 4 человека с признаками воздействия шума. Количественная оценка потери слуха помогает установить характер имеющихся изменений: патологический или функциональный. Средняя арифметическая порогов восприятия звуков на речевых частотах (500, 1000, 2000 Гц) во 2-й – 4-й экспериментальных группах превышает 11 дБ. Потеря слуха на частоте 4000 Гц в 3-й и 4-й группах превышает 25 дБ. Сравнивая полученные нами результаты с критериями оценки звукового анализатора [174] мы получаем результат: у военнослужащих 3-й и 4-й экспериментальных групп имеется стойкое поражение органа слуха. Значит, выявленные изменения носят патологический характер у 50 % обследованных.

Данные аудиометрии выявили особенность действия авиационного шума на орган слуха. Отмечено достоверное ($p < 0,001$) повышение порогов восприятия звуков как в низкочастотном

диапазоне (14,6 дБ на частоте 125 Гц), так и в высокочастотном диапазоне (25,6 дБ на частоте 8000 Гц). Повышение порогов восприятия звуков в низкочастотном диапазоне характерно при воздействии на орган слуха низкочастотного шума и инфразвука. Значит, авиационный шум оказывает на орган слуха сочетанное действие за счет инфразвуковой составляющей высокой интенсивности.

Кроме того, число и характер жалоб, количество выявленных военнослужащих с нарушением восприятия шепотной речи, а также повышение порогов восприятия звуков по данным аудиограммы, имеют тенденцию роста в зависимости от стажа работы. Так, у военнослужащих 1-й экспериментальной группы пороги восприятия звуков повышены только в зоне низких частот, а в зоне речевых и высоких частот не отличаются от показателей контрольной группы. У ИТС 2–4-й экспериментальных групп они прогрессивно повышаются по всему диапазону частот, при этом наиболее высокие пороги восприятия звуков отмечены у военнослужащих 4-й экспериментальной группы, которые превышают аналогичные показатели контрольной группы на низкие частоты в 2,7 раза, в зоне речевых частот в 3 раза, на высокие частоты в 4,2 раза.

Таким образом, проведенное исследование показывает, что авиационные специалисты при повседневной военно-профессиональной деятельности в процессе обеспечения полетов или проведения регламентных и ремонтных работ систематически подвергаются воздействию высокоинтенсивного широкополосного шума. Наличие в спектре авиационного шума высокоинтенсивной инфразвуковой составляющей оказывает дополнительное действие на орган слуха, проявляющееся в развитии у ИТС профессиональной патологии – хронической нейросенсорной тугоухости, степень выраженности которой зависит от стажа работы.

5.2. Результаты оториноларингологического обследования летного состава

При прохождении врачебно-летной комиссии ЛПС жалоб на здоровье не предъявлял. За период 2008–2012 г. лица ЛПС на лечение с нейросенсорной тугоухостью не поступали. Поэтому оториноларингологический статус ЛПС был изучен по историям болезни при прохождении обязательного стационарного обследования. В табл. 5.7 представлены результаты аудиологического исследования ЛПС в сравнении с контрольной группой.

Из табл. 5.7 видно, что пороги восприятия звуков на частоте 125 Гц повышены у всех категорий ЛПС в равной степени по сравнению с контрольной группой в 2,2 раза с небольшой разницей сторон, значения достоверны ($p < 0,001$).

Пороги восприятия звуков на частоте 500 Гц повышены у всех категорий ЛПС в равной степени по сравнению с контрольной группой в 2 раза с небольшой разницей сторон, значения

достоверны ($p < 0,001$) (см. табл. 5.7).

Таблица 5.7 - Результаты аудиологического исследования ЛПС ($M \pm m$)

| Частота Гц | Сторона | Контрольная группа n = 20 | Летчики n = 123 | Штурманы n = 48 | Другие члены ЛЭ n = 81 | Всего n = 252 |
|-----------------------------|---------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 125 | Правая | 6,3 ± 0,6 | 14,6 ± 0,6 p < 0,001 | 14,1 ± 0,9 p < 0,001 | 14,0 ± 0,7 p < 0,001 | 14,3 ± 0,5 p < 0,001 |
| | Левая | 6,3 ± 0,6 | 14,4 ± 0,6 p < 0,001 | 13,2 ± 0,8 p < 0,001 | 13,4 ± 0,8 p < 0,001 | 13,8 ± 0,5 p < 0,001 |
| 250 | Правая | 7,3 ± 0,8 | 14,6 ± 0,6 p < 0,001 | 12,7 ± 0,7 p < 0,001 | 12,8 ± 0,7 p < 0,001 | 13,6 ± 0,7 p < 0,001 |
| | Левая | 6,8 ± 0,8 | 14,2 ± 0,7 p < 0,001 | 12,2 ± 0,8 p < 0,001 | 12,5 ± 0,7 p < 0,001 | 13,3 ± 0,7 p < 0,001 |
| 500 | Правая | 6,5 ± 0,5 | 12,4 ± 0,5 p < 0,001 | 12,2 ± 0,7 p < 0,001 | 11,3 ± 0,6 p < 0,001 | 12,0 ± 0,5 p < 0,001 |
| | Левая | 5,8 ± 0,4 | 12,1 ± 0,6 p < 0,001 | 11,0 ± 0,7 p < 0,001 | 10,6 ± 0,6 p < 0,001 | 11,4 ± 0,6 p < 0,001 |
| 1000 | Правая | 7,0 ± 0,6 | 11,8 ± 0,8 p < 0,001 | 10,4 ± 0,7 p < 0,001 | 10,3 ± 0,6 p < 0,001 | 11,1 ± 0,7 p < 0,001 |
| | Левая | 6,5 ± 0,5 | 11,5 ± 0,7 p < 0,001 | 10,2 ± 0,7 p < 0,001 | 9,8 ± 0,6 p < 0,001 | 10,7 ± 0,6 p < 0,001 |
| 2000 | Правая | 7,5 ± 0,6 | 11,7 ± 0,8 p < 0,001 | 10,5 ± 0,7 p < 0,002 | 11,5 ± 0,8 p < 0,001 | 11,4 ± 0,6 p < 0,001 |
| | Левая | 7,3 ± 0,6 | 11,1 ± 0,6 p < 0,001 | 10,5 ± 0,7 p < 0,001 | 11,3 ± 0,8 p < 0,001 | 11,1 ± 0,7 p < 0,001 |
| 3000 | Правая | 7,8 ± 0,6 | 12,6 ± 1,0 p < 0,001 | 11,4 ± 1,0 p < 0,01 | 11,5 ± 0,9 p < 0,001 | 12,0 ± 0,8 p < 0,001 |
| | Левая | 7,8 ± 0,6 | 12,8 ± 0,9 p < 0,001 | 12,0 ± 1,0 p < 0,001 | 11,8 ± 1,0 p < 0,001 | 12,3 ± 0,8 p < 0,001 |
| 4000 | Правая | 8,5 ± 0,5 | 15,4 ± 1,0 p < 0,001 | 16,6 ± 1,7 p < 0,001 | 17,5 ± 1,5 p < 0,001 | 16,3 ± 0,9 p < 0,001 |
| | Левая | 8,5 ± 0,5 | 16,0 ± 1,0 p < 0,001 | 16,8 ± 1,6 p < 0,001 | 17,7 ± 1,5 p < 0,001 | 16,7 ± 0,9 p < 0,001 |
| 6000 | Правая | 10,3 ± 0,7 | 14,2 ± 0,8 p < 0,001 | 12,9 ± 0,8 p < 0,02 | 15,3 ± 1,3 p < 0,001 | 14,3 ± 0,9 p < 0,001 |
| | Левая | 10,3 ± 0,7 | 14,9 ± 0,9 p < 0,001 | 13,1 ± 0,9 p < 0,02 | 15,7 ± 1,3 p < 0,001 | 14,8 ± 0,9 p < 0,001 |
| 8000 | Правая | 10,8 ± 0,8 | 14,6 ± 0,8 p < 0,001 | 13,1 ± 0,8 p < 0,05 | 15,9 ± 1,2 p < 0,001 | 14,7 ± 0,8 p < 0,001 |
| | Левая | 10,8 ± 0,8 | 14,0 ± 0,7 p < 0,005 | 13,3 ± 0,9 p < 0,05 | 16,5 ± 1,4 p < 0,001 | 14,7 ± 0,8 p < 0,001 |
| СПС ₅₀₀₋ 2000 | Правая | 7,0 ± 0,5 | 12,0 ± 0,8 p < 0,001 | 11,0 ± 0,6 p < 0,001 | 11,0 ± 0,5 p < 0,001 | 11,5 ± 0,7 p < 0,001 |
| | Левая | 6,5 ± 0,4 | 11,6 ± 0,6 p < 0,001 | 10,6 ± 0,7 p < 0,001 | 10,6 ± 0,6 p < 0,001 | 11,1 ± 0,6 p < 0,001 |

Примечание: см. табл. 5.1.

Пороги восприятия звуков на частоте 1000 Гц повышены по сравнению с контрольной группой у летчиков в 1,7 раза, у других специалистов – в 1,5 раза с небольшой разницей сторон, значения достоверны ($p < 0,001$) (см. табл. 5.7).

Пороги восприятия звуков на частоте 2000 Гц повышены у всех категорий ЛПС в равной степени по сравнению с контрольной группой в 1,6 раза с небольшой разницей сторон, значения достоверны ($p < 0,001$) (см. табл. 5.7).

Пороги восприятия звуков на частоте 3000 Гц по сравнению с контрольной группой повышены у всех категорий ЛПС в равной степени в 1,6 раза с небольшой разницей сторон, значения достоверны ($p < 0,001$) (см. табл. 5.7).

Из данных табл. 5.7 следует, что пороги восприятия звуков на частоте 4000 Гц повышены по сравнению с контрольной группой у всех категорий ЛПС в равной степени в 2 раза с небольшой разницей сторон, значения достоверны ($p < 0,001$).

Пороги восприятия звуков на частоте 6000 Гц повышены по сравнению с контрольной группой у летчиков в 1,4 раза, у штурманов – в 1,3 раза, у других членов летных экипажей – в 1,5 раза с небольшой разницей сторон, значения достоверны ($p < 0,05$) (см. табл. 5.7).

Пороги восприятия звуков на частоте 8000 Гц по сравнению с контрольной группой повышены у летчиков в 1,4 раза, у штурманов – в 1,2 раза, у других членов летных экипажей – в 1,5 раза с небольшой разницей сторон, значения достоверны ($p < 0,05$) (см. табл. 5.7).

На рис. 5.3 показаны аудиограммы ЛПС и контрольной группы.

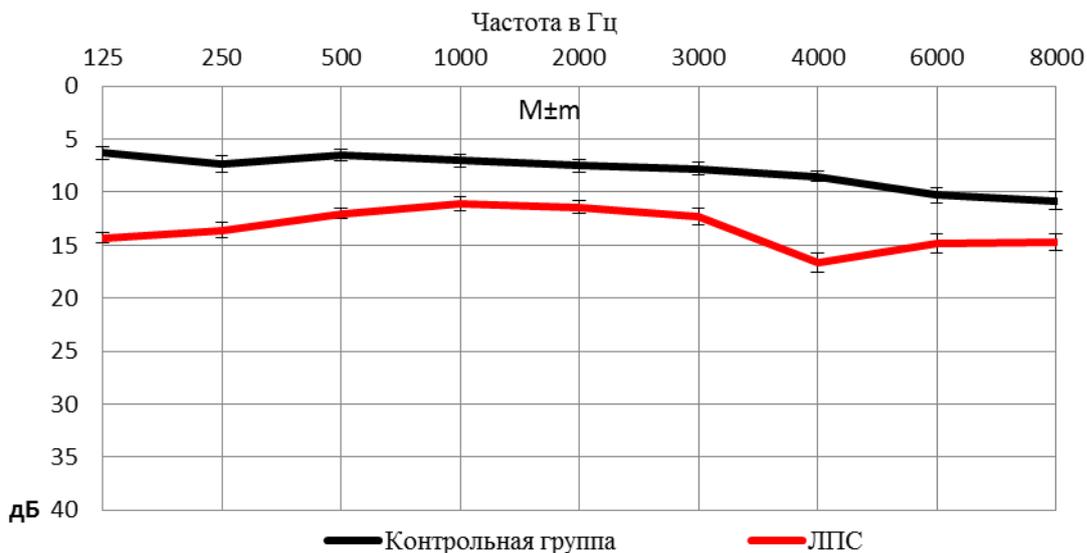


Рис. 5.3 - Аудиограммы ЛПС и контрольной группы

На рис. 5.3 видно, что пороги восприятия звуков ЛПС по сравнению с военнослужащими контрольной группы 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 Гц, 250 Гц) пороги восприятия звуков повышены на 6,3–8 дБ на оба уха с небольшой разницей сторон. В речевом диапазоне (500–3000 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.

Таким образом, у ЛПС пороги восприятия звуков по сравнению с контрольной группой повышены в 1,3–2,2 раза по всему диапазону частот. Наиболее высокими они были в зоне низких частот, наиболее низкими – в зоне средних частот. Пороги восприятия звуков всех категорий специалистов были примерно равными, с небольшой разницей на частотах 250, 1000, 6000, 8000 Гц. Средние пороги слуха на частотах 500, 1000, 2000 Гц превышали таковые контрольной группы на 4–5 дБ и были выше 11 дБ у всех категорий ЛПС.

Результаты аудиологического исследования ЛПС в группах с разным стажем летной работы представлены в табл. 8 Приложения.

В табл. 5.8 представлены данные аудиологического исследования ЛПС в зависимости от летной специальности и времени нахождения на летной работе.

Летчики. Из табл. 5.8 видно, что на всех исследуемых частотах в зависимости от стажа повышаются пороги восприятия звуков. Так на частоте 125 Гц при стаже работы до 5 лет пороги восприятия звуков составляют 12,9 дБ, при стаже работы 20 и более лет – 18,5 дБ, на частоте 250 Гц аналогичные показатели находятся в диапазоне 12,3–17,9 дБ, а на частоте 500 Гц – в диапазоне 10,4–16,1 дБ. На частоте 1000 Гц пороги восприятия звуков в зависимости от стажа работы находятся в диапазоне 9,6–16,7 дБ, на частоте 2000 Гц – в диапазоне 9,2–16,7 дБ, а на частоте 3000 Гц аналогичные показатели порогов слуха находятся в диапазоне 7,9–19,6 дБ. На частоте 4000 Гц пороги восприятия звуков в зависимости от стажа работы находятся от 10,8 до 21,7, на частоте 6000 Гц аналогичные показатели находятся в диапазоне 9,2–20,7 дБ, а на частоте 8000 Гц – 9,6–20,2 дБ.

Средние пороги слуха на частотах 500, 1000, 2000 Гц первой и третьей групп не превышали 10 дБ, во второй и четвертой группах были в пределах 11,2–12,1 дБ. В группе со стажем летной работы 20 лет и более они составили 16,2 дБ и превышали таковые показатели контрольной группы в 2,3 раза.

Таблица 5.8 - Результаты аудиологического исследования ЛПС (М ± m)

| Частота Гц | Сторона | Летчики со стажем | | | | | | Штурманы со стажем | | | | | | Другие члены летных экипажей со стажем | | | | | | Всего n=252 |
|--------------------------------|---------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------|----------------|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------|---------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------|---------------|----------------|
| | | До 5 лет | До 10 лет | До 15 лет | До 20 лет | 20 лет и более | Всего n=123 | До 5 лет | До 10 лет | До 15 лет | До 20 лет | 20 лет и более | Всего n=48 | До 5 лет | До 10 лет | До 15 лет | До 20 лет | 20 лет и более | Всего n=81 | |
| 125 | Правая | 12,9 ±2,3 | 14,2 ±1,2 | 13,1 ±1,0 | 15,4 ±1,1 | 17,0 ±1,4 | 14,6 ±0,6 | 9,0 ±1,1 | 13,3 ±1,7 | 16,7 ±2,2 | 14,2 ±2,0 | 15,0 ±2,4 | 14,1 ±0,9 | 12,1 ±1,2 | 16,1 ±1,4 | 14,5 ±1,4 | 12,9 ±1,5 | 9,0 ±3,7 | 14,0 ±0,7 | 14,3 ±0,5 |
| | Левая | 10,4 ±2,3 | 13,6 ±1,1 | 12,3 ±0,9 | 15,6 ±1,8 | 18,5 ±1,5 | 14,4 ±0,6 | 9,0 ±1,1 | 12,1 ±1,7 | 16,0 ±2,3 | 13,0 ±1,8 | 14,2 ±1,8 | 13,2 ±0,8 | 11,8 ±1,6 | 15,9 ±1,5 | 13,8 ±1,6 | 11,3 ±2,0 | 11,0 ±4,8 | 13,4 ±0,8 | 13,8 ±0,5 |
| 250 | Правая | 12,5 ±2,2 | 15,0 ±0,9 | 12,4 ±0,9 | 15,0 ±1,1 | 17,6 ±1,6 | 14,6 ±0,6 | 10,0 ±0 | 12,9 ±1,3 | 13,9 ±1,7 | 12,5 ±1,6 | 12,9 ±1,9 | 12,7 ±0,7 | 12,1 ±1,2 | 14,8 ±1,3 | 13,3 ±1,5 | 11,2 ±2,1 | 8,0 ±2,3 | 12,8 ±0,7 | 13,6 ±0,7 |
| | Левая | 9,6 ±2,2 | 14,6 ±0,8 | 11,7 ±1,0 | 15,6 ±1,5 | 17,9 ±1,9 | 14,2 ±0,7 | 9,0 ±1,1 | 12,5 ±1,6 | 12,9 ±1,5 | 12,5 ±1,6 | 12,5 ±2,1 | 12,2 ±0,8 | 11,8 ±1,6 | 14,8 ±1,3 | 12,5 ±1,4 | 9,6 ±1,9 | 9,0 ±3,3 | 12,5 ±0,7 | 13,3 ±0,7 |
| 500 | Правая | 10,4 ±2,0 | 12,8 ±0,9 | 10,7 ±0,7 | 12,1 ±1,0 | 15,4 ±1,5 | 12,4 ±0,5 | 10,0 ±0 | 12,5 ±1,6 | 10,6 ±1,4 | 13,5 ±1,6 | 10,8 ±1,8 | 12,2 ±0,7 | 10,6 ±1,0 | 12,6 ±1,2 | 10,0 ±1,0 | 11,2 ±1,5 | 12,0 ±4,2 | 11,3 ±0,6 | 12,0 ±0,5 |
| | Левая | 8,8 ±1,9 | 11,8 ±0,9 | 10,3 ±0,7 | 12,1 ±1,2 | 16,1 ±1,5 | 12,1 ±0,6 | 8,0 ±2,2 | 11,3 ±1,6 | 11,7 ±1,8 | 11,5 ±1,6 | 10,4 ±1,8 | 11,0 ±0,7 | 11,2 ±1,3 | 11,8 ±1,1 | 8,8 ±1,2 | 10,0 ±1,7 | 11,0 ±4,8 | 10,6 ±0,6 | 11,4 ±0,6 |
| 1000 | Правая | 9,6 ±2,0 | 11,8 ±1,0 | 9,7 ±1,0 | 11,0 ±0,9 | 16,3 ±3,4 | 11,8 ±0,8 | 11,0 ±1,2 | 11,3 ±1,5 | 8,9 ±1,9 | 10,0 ±1,3 | 10,8 ±1,8 | 10,4 ±0,7 | 10,3 ±1,3 | 10,0 ±1,1 | 9,5 ±1,4 | 11,2 ±1,5 | 12,0 ±2,8 | 10,3 ±0,6 | 11,1 ±0,7 |
| | Левая | 7,9 ±1,9 | 11,6 ±1,2 | 9,4 ±0,9 | 10,6 ±1,0 | 16,7 ±2,4 | 11,5 ±0,7 | 12,0 ±2,2 | 10,0 ±1,7 | 10,0 ±1,5 | 9,5 ±1,4 | 10,4 ±1,8 | 10,2 ±0,7 | 9,4 ±1,2 | 8,9 ±0,7 | 10,3 ±1,6 | 10,8 ±1,4 | 12,0 ±2,8 | 9,8 ±0,6 | 10,7 ±0,6 |
| 2000 | Правая | 9,2 ±2,0 | 11,6 ±0,9 | 9,4 ±0,9 | 10,8 ±0,9 | 16,7 ±3,0 | 11,7 ±0,8 | 13,0 ±2,2 | 12,1 ±1,7 | 8,3 ±0,9 | 9,5 ±1,2 | 10,4 ±1,5 | 10,5 ±0,7 | 10,0 ±1,2 | 10,6 ±1,3 | 11,8 ±1,7 | 14,2 ±3,2 | 15,0 ±2,5 | 11,5 ±0,8 | 11,4 ±0,6 |
| | Левая | 7,9 ±1,8 | 11,6 ±1,2 | 8,3 ±0,8 | 11,0 ±1,0 | 15,7 ±1,7 | 11,1 ±0,6 | 15,0 ±3,5 | 11,3 ±1,6 | 8,9 ±0,8 | 7,5 ±1,4 | 11,7 ±1,9 | 10,5 ±0,7 | 10,3 ±1,5 | 9,4 ±0,6 | 10,3 ±1,4 | 14,6 ±4,0 | 17,0 ±4,5 | 11,3 ±0,8 | 11,1 ±0,7 |
| 3000 | Правая | 7,9 ±1,6 | 11,6 ±1,2 | 10,0 ±1,0 | 12,3 ±1,5 | 19,6 ±3,5 | 12,6 ±1,0 | 10,0 ±3,5 | 12,1 ±1,7 | 8,3 ±0,9 | 8,5 ±1,8 | 15,8 ±3,1 | 11,4 ±1,0 | 9,1 ±1,0 | 10,9 ±1,4 | 9,8 ±1,6 | 16,3 ±4,0 | 17,0 ±3,5 | 11,5 ±0,9 | 12,0 ±0,8 |
| | Левая | 7,9 ±1,7 | 12,4 ±1,2 | 9,1 ±0,9 | 13,6 ±2,2 | 19,3 ±2,8 | 12,8 ±0,9 | 11,0 ±4,5 | 12,1 ±1,9 | 8,9 ±1,2 | 9,0 ±1,7 | 17,1 ±2,8 | 12,0 ±1,0 | 10,0 ±1,3 | 10,0 ±1,1 | 10,5 ±2,1 | 17,9 ±4,1 | 18,0 ±4,2 | 11,8 ±1,0 | 12,3 ±0,8 |
| 4000 | Правая | 10,8 ±2,2 | 14,2 ±1,4 | 12,9 ±1,6 | 15,6 ±2,0 | 21,5 ±3,0 | 15,4 ±1,0 | 13,0 ±6,5 | 17,1 ±3,5 | 14,4 ±3,8 | 14,0 ±3,5 | 22,7 ±4,3 | 16,6 ±1,7 | 15,3 ±2,9 | 13,7 ±2,3 | 17,0 ±2,5 | 23,3 ±6,2 | 29,0 ±8,7 | 17,5 ±1,5 | 16,3 ±0,9 |
| | Левая | 10,8 ±2,4 | 14,6 ±1,2 | 13,0 ±1,6 | 16,4 ±2,5 | 21,7 ±3,0 | 16,0 ±1,0 | 12,0 ±5,5 | 16,7 ±3,4 | 13,9 ±3,3 | 14,0 ±3,7 | 23,3 ±3,5 | 16,8 ±1,6 | 14,7 ±2,9 | 14,8 ±2,4 | 18,5 ±2,9 | 22,5 ±4,9 | 28,0 ±7,6 | 17,7 ±1,5 | 16,7 ±0,9 |
| 6000 | Правая | 9,2 ±1,7 | 11,6 ±1,1 | 13,6 ±1,4 | 14,7 ±1,6 | 19,4 ±2,7 | 14,2 ±0,8 | 7,0 ±2,2 | 12,9 ±2,2 | 13,3 ±1,8 | 9,5 ±2,3 | 17,1 ±2,2 | 12,9 ±0,8 | 12,1 ±1,5 | 12,0 ±1,5 | 16,2 ±2,9 | 21,3 ±6,2 | 26,0 ±8,5 | 15,3 ±1,3 | 14,3 ±0,9 |
| | Левая | 8,8 ±1,7 | 12,2 ±1,0 | 14,3 ±1,5 | 14,4 ±1,7 | 20,7 ±3,1 | 14,9 ±0,9 | 7,0 ±2,2 | 11,3 ±2,0 | 14,4 ±1,8 | 11,0 ±1,9 | 18,3 ±3,2 | 13,1 ±0,9 | 12,6 ±1,6 | 11,1 ±1,1 | 17,5 ±3,1 | 22,1 ±6,2 | 26,0 ±6,5 | 15,7 ±1,3 | 14,8 ±0,9 |
| 8000 | Правая | 9,6 ±1,5 | 10,6 ±1,1 | 12,7 ±0,9 | 15,2 ±2,3 | 20,2 ±3,0 | 14,6 ±0,8 | 9,0 ±2,1 | 10,4 ±1,7 | 12,2 ±2,5 | 9,5 ±2,0 | 17,5 ±3,3 | 13,1 ±0,8 | 10,3 ±1,6 | 13,2 ±2,0 | 20,0 ±3,1 | 20,0 ±5,2 | 24,0 ±9,2 | 15,9 ±1,2 | 14,7 ±0,8 |
| | Левая | 8,6 ±2,2 | 10,4 ±1,1 | 13,6 ±1,1 | 15,0 ±1,9 | 19,3 ±3,0 | 14,0 ±0,7 | 11,0 ±2,7 | 10,3 ±1,8 | 13,9 ±1,7 | 11,1 ±1,9 | 18,3 ±3,6 | 13,3 ±0,9 | 10,9 ±1,8 | 12,8 ±1,6 | 21,2 ±3,7 | 21,2 ±5,6 | 25,0 ±9,2 | 16,5 ±1,4 | 14,7 ±1,1 |
| СПС ₅₀₀₋ 2000 Гц | Правая | 9,7 ±1,7 | 12,1 ±1,4 | 9,9 ±1,4 | 11,3 ±1,4 | 16,1 ±1,9 | 12,0 ±0,8 | 11,3 ±1,7 | 12,0 ±1,7 | 9,3 ±1,6 | 11,0 ±1,6 | 10,7 ±1,7 | 11,0 ±0,6 | 10,3 ±1,6 | 11,1 ±1,6 | 10,4 ±1,6 | 12,2 ±1,6 | 13,0 ±2,3 | 11,0 ±0,5 | 11,5 ±0,7 |
| | Левая | 8,2 ±1,6 | 11,7 ±1,5 | 9,3 ±1,4 | 11,2 ±1,5 | 16,2 ±1,6 | 11,6 ±0,6 | 11,7 ±1,9 | 10,9 ±1,7 | 10,2 ±1,6 | 9,5 ±1,5 | 10,8 ±1,7 | 10,6 ±0,7 | 10,3 ±1,6 | 10,0 ±1,5 | 9,8 ±1,5 | 11,8 ±1,8 | 13,3 ±2,5 | 10,6 ±0,6 | 11,1 ±0,6 |

Аудиограммы летчиков с разным стажем работы представлены на рис. 5.4.

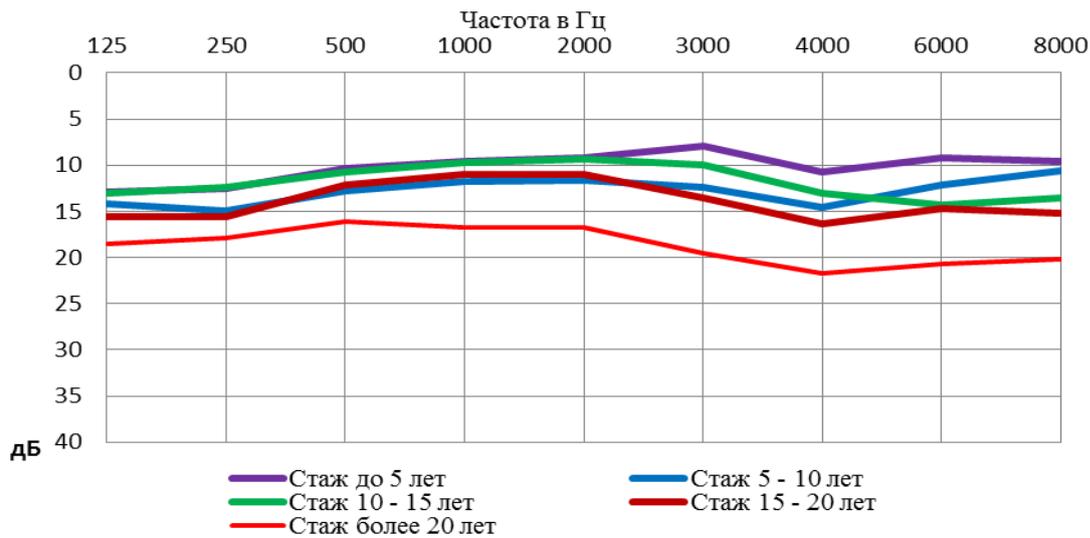


Рис. 5.4 - Аудиограммы летчиков с разным стажем летной работы

На аудиограммах, представленных на рис. 5.4, видно, что при стаже летной работы более 5 лет уже появляется повышение порогов восприятия звуков. В зоне низких и средних частот незначительное, более выраженное с частоты 3000 Гц. Повышение равномерное, примерно на 5 дБ больше по сравнению с предыдущей возрастной группой. Наиболее заметное повышение порогов в группе со стажем летной работы 20 лет и более. Исключение составляют летчики со стажем летной работы 10–15 лет, у них аудиограмма приближена к летчикам со стажем до 5 лет и только с частоты 6000 Гц пороги слуха начинают превышать пороги предыдущей группы. Обращает на себя внимание некоторый «завал» аудиологической кривой на низкие частоты во всех группах.

Штурманы. Из табл. 5.8 видно, что в зависимости от стажа повышаются пороги восприятия звуков, но не на все частоты и не во всех группах равномерно. Так, на частоте 125 Гц при стаже работы до 5 лет пороги восприятия звуков составляют 9 дБ, при стаже 10–15 лет – 16,7 дБ, а при стаже работы 20 и более лет – 15 дБ. На частоте 250 Гц аналогичные показатели находятся в диапазоне 10–13,9 дБ, а на частоте 500 Гц – в диапазоне 10–13,5 дБ. На частоте 1000 Гц пороги восприятия звуков в зависимости от стажа работы находятся в диапазоне 10–12 дБ, на частоте 2000 Гц – в диапазоне 8,9–15 дБ, а на частоте 3000 Гц аналогичные показатели порогов слуха находятся в диапазоне 8,9 – 17,1 дБ. На частоте 4000 Гц пороги восприятия звуков в зависимости от стажа работы находятся от 13 до 23,3 дБ, на частоте 6000 Гц аналогичные показатели находятся в диапазоне 7–18,3 дБ, а на частоте 8000 Гц – 10,4–18,3 дБ.

Средние пороги слуха на частотах 500, 1000, 2000 Гц находились в диапазоне 10,2–12 дБ и были примерно равные во всех группах.

На рис. 5.5 показаны аудиограммы штурманов в зависимости от стажа летной работы.

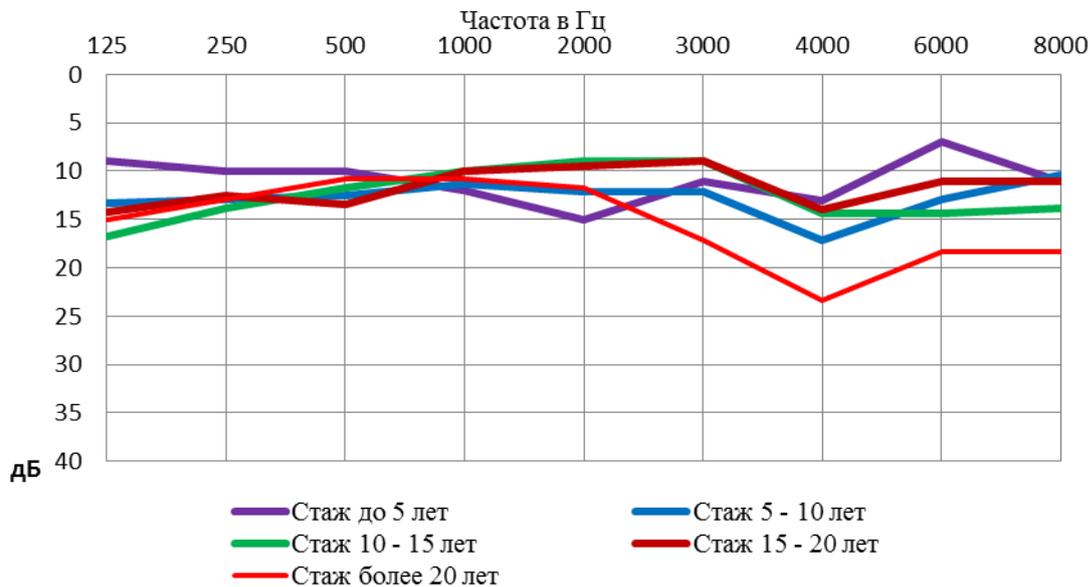


Рис. 5.5 - Аудиограммы штурманов с разным стажем летной работы

На рис. 5.5 видно, что на частотах 125–2000 Гц среди военнослужащих со стажем работы от 5 до 20 лет разницы в порогах восприятия звуков практически нет. У лиц со стажем работы до 5 лет отмечается повышение порога на частоте 2000 Гц по сравнению со всеми остальными группами на 3–7 дБ. В зоне высоких частот начинает появляться разница порогов восприятия звуков в зависимости от стажа, наиболее выражена она на частоте 4000 Гц. Обращает на себя внимание также повышение порогов на низкие частоты, кроме лиц со стажем до 5 лет.

Другие члены летных экипажей. Из табл. 5.8 видно, что почти на все исследуемые частоты в зависимости от стажа повышаются пороги восприятия звуков. Так, на частоте 125 Гц пороги восприятия звуков составляют от 11 дБ до 16,1 дБ, на частоте 250 Гц аналогичные показатели находятся в диапазоне 9–14,8 дБ. Наиболее низкие значения на этих частотах отмечаются у лиц со стажем работы 20 лет и более, а наиболее высокие – со стажем до 10 лет. На частотах 500 и 1000 Гц пороги восприятия звуков находятся в диапазоне 10–12,6 дБ, примерно равные во всех группах. С 2000 Гц происходит увеличение порогов в зависимости от стажа. На частотах 2000 и 3000 Гц пороги восприятия звуков находятся в диапазоне 10–18 дБ. На частоте 4000 Гц пороги восприятия звуков в зависимости от стажа работы находятся от 14,8 до 29 дБ, на частоте 6000 Гц аналогичные показатели находятся в диапазоне 12–26 дБ, а на частоте 8000 Гц – 10,9–25 дБ.

СПС_{500-2000Гц} у лиц со стажем летной работы до 5 лет и от 10 до 15 соответствовали 10,3 дБ, в остальных группах были в пределах 11,1–13,3 дБ.

Более наглядно обобщенные аудиограммы других членов летных экипажей представлены на рис. 5.6.

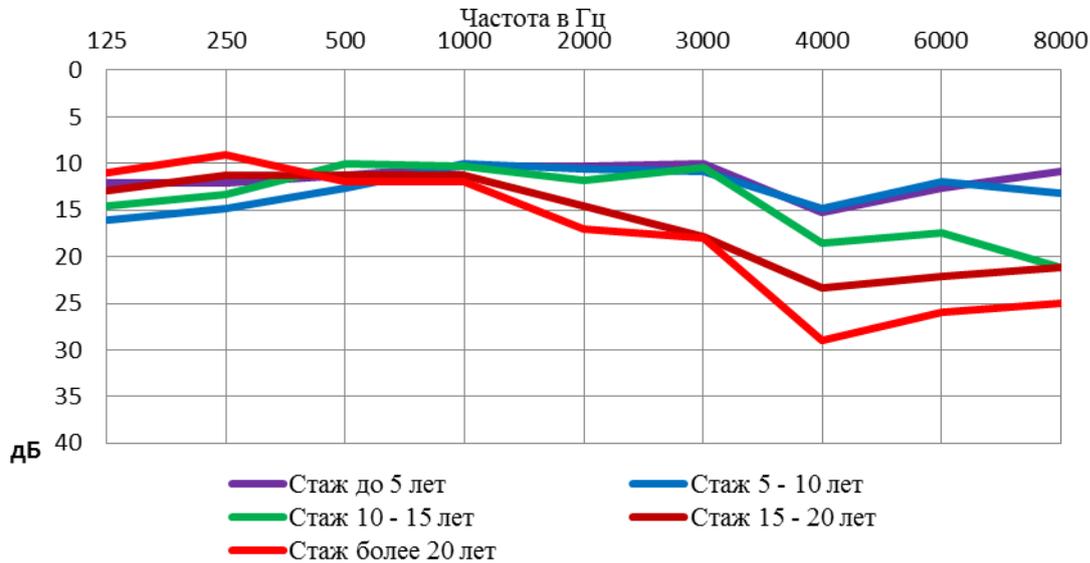


Рис. 5.6 - Аудиограммы других членов летных экипажей с разным стажем летной работы

На аудиограммах рис.5.6 видно, что до частоты 1000 Гц пороги повышены только в группе со стажем работы от 5 до 10 лет. На частоты 2000, 3000 Гц начинают повышаться пороги у военнослужащих со стажем работы более 15 лет. В зоне низких и средних частот незначительное, более выраженное на частоте 3000 Гц. С частоты 4000 Гц пороги восприятия звуков повышены во всех группах, превышали аналогичные показатели контрольной группы в 2–3,4 раза, наиболее высокими они были у лиц со стажем летной работы более 20 лет. У военнослужащих со стажем работы до 10 лет данные аудиограммы соответствуют аудиограмме лиц со стажем до 5 лет и только на частоте 8000 Гц появляется повышение порогов в 3 дБ. Имеется также некоторый «завал» аудиологической кривой на низкие частоты в группах со стажем 10 и более лет.

Таким образом, анализ аудиологического исследования показывает, что у всех специалистов ЛПС с увеличением стажа летной работы наблюдается увеличение порогов восприятия звуков, наиболее выраженное в зоне высоких частот и находятся в диапазоне 10–29 дБ. На частотах 125, 250 Гц пороги повышены также у всех специалистов ЛПС во всех группах, но незначительно до 15–18,5 дБ и без видимой зависимости от стажа работы. На частотах 500–1000 Гц пороги восприятия звуков во всех группах всех специалистов ЛПС повышены не столь

значительно, находятся примерно на одном уровне в диапазоне 9,6 – 15 дБ. Наиболее выражены изменения аудиограмм у летчиков, особенно у лиц со стажем летной работы 20 лет и более.

Средние пороги слуха на частотах 500, 1000, 2000 Гц у летчиков первой и третьей групп не превышали 10 дБ, в группе со стажем летной работы 20 лет и более они составили 16,2 дБ и превышали таковые показатели контрольной группы в 2,3 раза. У штурманов и других членов летных экипажей СПС_{500-2000Гц} находились в диапазоне 10,2–13,3 дБ и были примерно равные во всех группах и превышали аналогичный показатель контрольной группы в 1,5–2 раза.

В табл. 5.9 показаны обобщенные статистически обработанные данные аудиологического исследования летного состава (летчики и штурманы) по видам авиации.

Таблица 5.9 - Результаты аудиологического исследования ЛС по видам авиации ($M \pm m$)

| Частота Гц | Сторона | Контрольная группа n = 20 | ИБА n = 31 | АА n = 57 | ВТА n = 83 | Всего n = 171 |
|---------------|---------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 125 | Правая | 6,3 ± 0,6 | 15,8 ± 1,1 p < 0,001 | 14,8 ± 0,9 p < 0,001 | 13,7 ± 0,7 p < 0,001 | 14,4 ± 0,7 p < 0,001 |
| | Левая | 6,3 ± 0,6 | 15,2 ± 1,1 p < 0,001 | 14,2 ± 0,8 p < 0,001 | 13,8 ± 0,8 p < 0,001 | 14,2 ± 0,7 p < 0,001 |
| 250 | Правая | 7,3 ± 0,8 | 14,5 ± 1,0 p < 0,001 | 14,9 ± 0,7 p < 0,001 | 13,3 ± 0,7 p < 0,001 | 14,1 ± 0,6 p < 0,001 |
| | Левая | 6,8 ± 0,8 | 14,2 ± 1,1 p < 0,001 | 14,0 ± 0,7 p < 0,001 | 13,3 ± 0,9 p < 0,001 | 13,7 ± 0,7 p < 0,001 |
| 500 | Правая | 6,5 ± 0,5 | 13,4 ± 1,0 p < 0,001 | 11,6 ± 0,6 p < 0,001 | 12,4 ± 0,7 p < 0,001 | 12,3 ± 0,7 p < 0,001 |
| | Левая | 5,8 ± 0,4 | 13,1 ± 1,0 p < 0,001 | 11,6 ± 0,6 p < 0,001 | 11,8 ± 0,7 p < 0,001 | 12,0 ± 0,7 p < 0,001 |
| 1000 | Правая | 7,0 ± 0,6 | 11,5 ± 0,9 p < 0,001 | 10,6 ± 0,7 p < 0,001 | 12,0 ± 1,2 p < 0,001 | 11,4 ± 0,8 p < 0,001 |
| | Левая | 6,5 ± 0,5 | 11,6 ± 1,1 p < 0,001 | 10,5 ± 0,7 p < 0,001 | 11,5 ± 0,9 p < 0,001 | 11,2 ± 0,8 p < 0,001 |
| 2000 | Правая | 7,5 ± 0,6 | 11,5 ± 1,0 p < 0,001 | 11,1 ± 0,8 p < 0,001 | 11,6 ± 1,0 p < 0,001 | 11,4 ± 0,8 p < 0,001 |
| | Левая | 7,3 ± 0,6 | 11,5 ± 1,0 p < 0,001 | 11,1 ± 0,8 p < 0,001 | 10,6 ± 0,8 p < 0,002 | 11,0 ± 0,8 p < 0,001 |
| 3000 | Правая | 7,8 ± 0,6 | 13,2 ± 1,5 p < 0,002 | 12,2 ± 0,9 p < 0,001 | 12,1 ± 1,1 p < 0,001 | 12,3 ± 0,9 p < 0,001 |
| | Левая | 7,8 ± 0,6 | 13,4 ± 1,5 p < 0,001 | 12,7 ± 1,1 p < 0,001 | 12,1 ± 1,1 p < 0,001 | 12,5 ± 0,9 p < 0,001 |
| 4000 | Правая | 8,5 ± 0,5 | 18,1 ± 2,2 p < 0,001 | 14,0 ± 1,1 p < 0,001 | 16,1 ± 1,3 p < 0,001 | 15,7 ± 1,2 p < 0,001 |
| | Левая | 8,5 ± 0,5 | 18,7 ± 2,2 p < 0,001 | 15,4 ± 1,2 p < 0,001 | 15,8 ± 1,3 p < 0,001 | 16,2 ± 1,2 p < 0,001 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-----------------------------|--------|------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 6000 | Правая | 10,3 ± 0,7 | 16,9 ± 1,6 p < 0,001 | 13,4 ± 1,0 p < 0,02 | 13,0 ± 1,0 p < 0,05 | 14,1 ± 0,9 p < 0,001 |
| | Левая | 10,3 ± 0,7 | 16,0 ± 1,6 p < 0,002 | 14,0 ± 1,1 p < 0,01 | 14,3 ± 1,0 p < 0,002 | 14,7 ± 0,9 p < 0,001 |
| 8000 | Правая | 10,8 ± 0,8 | 15,2 ± 1,6 p < 0,05 | 13,4 ± 1,0 p < 0,05 | 13,1 ± 1,0 p < 0,1 | 13,6 ± 1,0 p < 0,05 |
| | Левая | 10,8 ± 0,8 | 15,2 ± 1,6 p < 0,05 | 13,6 ± 1,1 p < 0,05 | 13,4 ± 1,0 p < 0,05 | 13,8 ± 1,0 p < 0,02 |
| СПС ₅₀₀₋ 2000 | Правая | 7,0 ± 0,5 | 12,1 ± 0,9 p < 0,001 | 11,1 ± 0,6 p < 0,001 | 12,0 ± 0,9 p < 0,001 | 11,7 ± 0,8 p < 0,001 |
| | Левая | 6,5 ± 0,4 | 12,1 ± 1,0 p < 0,001 | 11,1 ± 0,6 p < 0,001 | 10,8 ± 0,7 p < 0,001 | 11,1 ± 0,7 p < 0,001 |

Примечание: см. табл. 5.1.

Данные табл. 5.9 показывают, что пороги восприятия звуков на частоте 125 Гц повышены у ЛС всех видов авиации. В ИБА по сравнению с контрольной группой пороги повышены в 2,5 раза, в АА – в 2,3 раза, в ВТА – в 2,2 раза, с небольшой разницей сторон, значения достоверны ($p < 0,001$).

Из табл. 5.9 видно, что пороги восприятия звуков на частоте 250 Гц повышены по сравнению с контрольной группой у ЛС ИБА и АА в 2 раза, в ВТА – 1,8 раза с небольшой разницей сторон, значения достоверны ($p < 0,001$).

Данные табл. 5.9 показывают, что пороги восприятия звуков на частоте 500 Гц повышены по сравнению с контрольной группой у ЛС ИБА в 2, в АА – в 1,8 раза, в ВТА – 1,9 раза. Пороги восприятия звуков левым ухом на этой же частоте, по сравнению с контрольной группой, были повышены практически также, значения достоверны ($p < 0,001$).

Из табл. 5.9 видно, что пороги восприятия звуков на частоте 1000 Гц повышены по сравнению с контрольной группой у ЛС всех видов авиации примерно в равной степени, в 1,6 раза, одинаково с обеих сторон, значения достоверны ($p < 0,001$).

Данные табл. 5.9 показывают, что пороги восприятия звуков на частоте 2000 Гц повышены у ЛС всех видов авиации в равной степени по сравнению с контрольной группой в 1,5 раза, одинаково с обеих сторон, значения достоверны ($p < 0,001$).

Из табл. 5.9 видно, что пороги восприятия звуков на частоте 3000 Гц по сравнению с контрольной группой повышены у ЛС ИБА в 1,7 раза, в АА и ВТА – в 1,5 раза, одинаково с обеих сторон, значения достоверны ($p < 0,001$).

Данные табл. 5.9 показывают, что пороги восприятия звуков на частоте 4000 Гц повышены по сравнению с контрольной группой у ЛС ИБА в 2,2 раза, в АА – в 1,8 раза, в ВТА – в 1,9 раза, с небольшой разницей сторон, значения достоверны ($p < 0,001$).

Из табл. 5.9 видно, что пороги восприятия звуков на частоте 6000 Гц повышены по сравнению с контрольной группой у ЛС ИБА в 1,6 раза, у ЛС АА и ВТА – в 1,4 раза, с небольшой разницей сторон, значения достоверны ($p < 0,05$).

Данные табл. 5.9 показывают, что пороги восприятия звуков на частоте 8000 Гц по сравнению с контрольной группой повышены у ЛС ИБА в 1,4 раза, у ЛС АА и ВТА – в 1,2 раза, одинаково с обеих сторон, значения достоверны ($p < 0,05$).

На рис. 5.7 приведены аудиологические кривые ЛС по видам авиации в сравнении с контрольной группой, где видно, что пороги восприятия звуков ЛС всех видов авиации находятся примерно на одном уровне. По сравнению с военнослужащими контрольной группы они достоверно ($p < 0,001$) повышены по всему диапазону исследуемых частот и находятся в диапазоне 10,6 дБ до 18,1 дБ на правое ухо и от 10,5 дБ до 18,7 дБ на левое ухо.

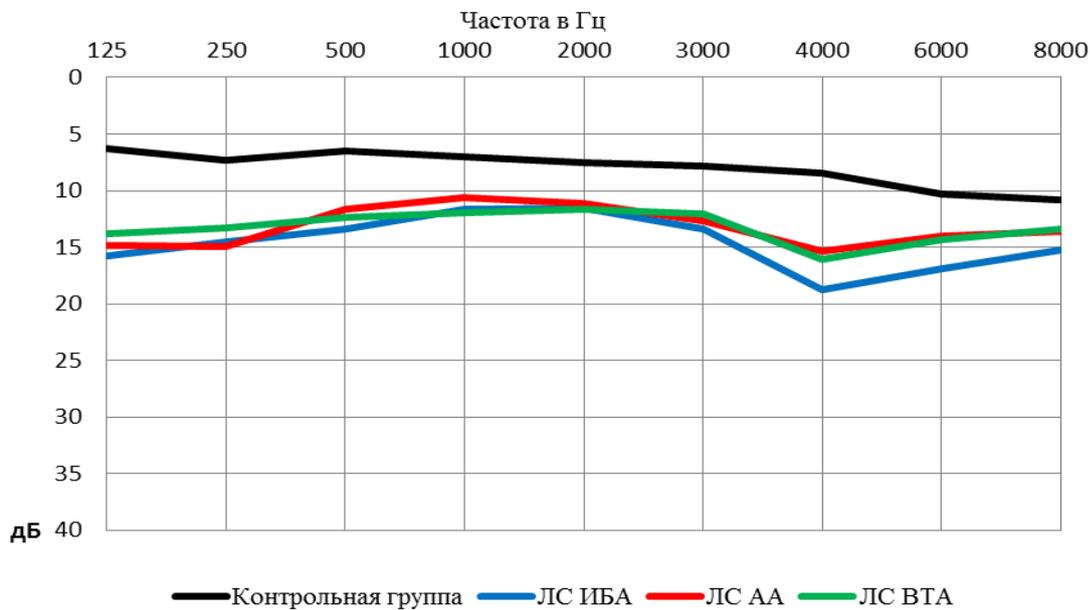


Рис. 5.7- Аудиограммы летного состава видов авиации и контрольной группы

В зоне низких частот (125 Гц, 250 Гц) пороги восприятия звуков повышены на 7,6–9,3 дБ с небольшой разницей сторон. В речевом диапазоне (500–3000 Гц) пороги восприятия звуков повышены минимально и находятся в диапазоне 5,1–6,9 дБ, с небольшой разницей сторон. В зоне высоких частот идет увеличение порогов восприятия звуков с увеличением частоты, достигая максимума в 18,7 дБ на частоте 4000 Гц.

Таким образом, у ЛС пороги восприятия звуков по сравнению с контрольной группой повышены 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 на частотах 125, 500, 4000,

6000, 8000 Гц, у ЛС ИБА. Средние пороги слуха на частотах 500, 1000, 2000 Гц превышали таковые контрольной группы на 4–5 дБ и были выше 11 дБ у ЛС всех видов авиации.

После тщательного анализа аудиологического исследования ЛПС у всех лиц со средними порога слуха на частотах 500, 1000 и 2000 Гц выше 11 дБ проведено сравнение с порогом слуха на частоте 4000 Гц. Распределение военнослужащих ЛПС с повышенными порогами слуха на частоте 4000 Гц и повышенными СПС₅₀₀₋₂₀₀₀ Гц в зависимости от стажа работы и летной специальности представлены в табл. 9 и 10 Приложения. Результаты анализа аудиограмм представлены в таблице 5.10 с распределением выявленной патологии у ЛПС по летным специальностям и стажу летной работы в соответствие с гармонизированной классификацией тугоухости [174].

Из табл. 5.10 видно, что из 252 военнослужащих у 70 (27,8 %) выявлено нарушение слуха различной степени. Признаки воздействия шума имеются у 33 (13,1 %) военнослужащих, тугоухость 1-й «А» степени – у 28 (11,1 %) человека, тугоухость 1-й «Б» степени – у 8 (3,2 %) человек и у 1 военнослужащего – тугоухость 2-й степени. Причем тугоухость имеется во всех возрастных группах.

Летчики. Тугоухость выявлена у 27,6 % (34 человека). Из них у 13,8 % (17 чел.) имеются признаки воздействия шума, которые распределились следующим образом: по 3 человека со стажем летной работы до 5 лет, от 10 до 15 и свыше 20 лет; по 4 человека со стажем 5–10 и 15–20 лет. 1-я «А» степень тугоухости выявлена у 11 (8,9 %) военнослужащих, из них 1 человек со стажем 10 – 15 лет, 2 человека со стажем до 5 лет, по 3 человек со стажем 5–10 и более 20 лет, и у 5 летчиков со стажем 15–20 лет. 1-я «Б» степень выявлена у 5 (4,1 %) военнослужащих – у 1 летчика со стажем 10–15 лет и у 4-х – со стажем более 20 лет. У 1 военнослужащего (0,8 %) со стажем летной работы более 20 лет имеется тугоухость 2-й степени.

Штурманы. Из 48 человек патологические изменения слуха выявлены у 14 (29,1 %) военнослужащего. С признаками воздействия шума было 5 (10,4 %) человек, из них со стажем летной работы 5 – 10 лет – 3 штурмана, и по 1 военнослужащему со стажем 15 – 20 лет и более 20 лет. Нейросенсорная тугоухость 1-й «А» степени выявлена у 9 (18,7 %) военнослужащих: по 1-му со стажем до 5, 10–15 и 15–20 лет, у 2-х со стажем 5–10 лет и у 4-х штурманов со стажем более 20 лет. Более высокие степени тугоухости не выявлены.

Другие члены летных экипажей. Тугоухость выявлена у 22 (27,1 %) человек из 81 обследованного, которая распределилась следующим образом: признаки воздействия шума имеются у 11 (13,6 %) военнослужащих, тугоухость 1-й «А» степени – у 8 (9,8 %), 1-й «Б» степени – у 3-х (3,7 %) человек. У военнослужащих со стажем до 5 лет выявлено 2 человека с признаками воздействия шума и 2 человека с 1-й «А» степенью. В группе со стажем 5 – 10 лет

Таблица 5.10 - Распределение обследуемого летно-подъемного состава, имеющих патологию слуха, по стажу (абсолютные значения, %)

| Форма тугоухости | Контр. группа n=20 | Летчики со стажем | | | | | | Штурманы со стажем | | | | | | Другие члены летных экипажей со стажем | | | | | | Всего n=252 |
|---------------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------|----------------|--------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------------|---------------|--|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|---------------|----------------|
| | | До 5 лет n=12 | До 10 лет n=25 | До 15 лет n=35 | До 20 лет n=24 | 20 лет и более n=27 | Всего n=123 | До 5 лет n=5 | До 10 лет n=12 | До 15 лет n=9 | До 20 лет n=10 | 20 лет и более n=12 | Всего n=48 | До 5 лет n=17 | До 10 лет n=27 | До 15 лет n=20 | До 20 лет n=12 | 20 лет и более n=5 | Всего n=81 | |
| Признаки воздействия шума | 0 | 3 25% | 4 16% | 3 8,6% | 4 16,7% | 3 11% | 17 13,8% | | 3 25% | | 1 10% | 1 8,3% | 5 10,4% | 2 23,5% | 3 11% | 3 15% | 2 16,7% | 1 20% | 11 13,6% | 33 13,1% |
| Истепень «А» | 0 | | 3 12% | 1 2,8% | 4 16,7% | 3 11% | 11 8,9% | 1 20% | 2 16,7% | 1 11% | 1 10% | 4 33,3% | 9 18,7% | 2 23,5% | 1 3,7% | 2 10% | 2 16,7% | 1 20% | 8 9,8% | 28 11,1% |
| Истепень «Б» | 0 | | | 1 2,8% | | 4 14,8% | 5 4,1% | | | | | | | | 1 3,7% | | 1 8,3% | 1 20% | 3 3,7% | 8 3,2% |
| Истепень «В» | 0 | | | | | 1 3,7% | 1 0,8% | | | | | | | | | | | | | 1 0,4% |
| Всего | 0 | 3 25% | 7 28% | 5 14,2% | 8 33,4% | 11 40,5% | 34 27,6% | 1 20% | 5 41,7% | 1 11% | 2 20% | 5 41,6% | 14 29,1% | 4 47% | 5 18,4% | 5 25% | 5 41,7% | 3 60% | 22 27,1% | 70 27,8% |

Примечание: см. табл. 5.1

признаки воздействия шума имеются у 3 человек и 2 военнослужащих имеют легкое снижение слуха (по 1 человеку с 1-й «А» и «Б» степени). В группе военнослужащих со стажем 10–15 лет 3 человека имеют признаки воздействия шума и 2 человека – 1-ю «А» степень тугоухости. Лица со стажем 15–20 лет: 2 человека с признаками воздействия шума и 2 – с легким снижением слуха (1-я «А» степень у 1-го, 1-я «Б» степень – у 1 военнослужащего). В группе со стажем работы более 20 лет выявлено по 1 военнослужащему с признаками воздействия шума, тугоухостью 1-й «А» 1-й «Б» степенью.

Таким образом, установлено, что 27,8 % военнослужащих ЛПС имеют нарушения слуховой функции, более половины из которых приходятся на начальную стадию в виде признаков воздействия шума, а другая половина – на 1-ю степень – легкое снижение слуха. У одного летчика имеется 2-я степень тугоухости. Общее число лиц с тугоухостью среди специалистов ЛПС распределилось в равной степени. Более высокое число военнослужащих с тугоухостью было среди летчиков.

По всем летным специальностям распределение выявленных лиц с признаками воздействия шума и 1-й «А» степенью тугоухости примерно равное во всех группах. В тоже время в группах от 15 лет и более отмечается некоторое снижение числа лиц с признаками воздействия шума и увеличивается число военнослужащих с 1-й «А» степенью до 4-х человек у штурманов, а также появляются лица с 1-й «Б» и 2-й степенью тугоухости среди летчиков и других членов летных экипажей.



Рис. 5.8 - Распределение авиационных специалистов в зависимости от степени потери слуха (%)

По результатам клинико-аудиологического исследования составлены гистограммы (рис.5.8 – 5.10), показывающие распределение авиационных специалистов, имеющих НСТ, в зависимости от степени потери слуха, стажа и возраста.

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. Больных с НСТ III степени (значительное снижение слуха) выявлено не было (см. рис.5.8).

Анализ распространенности НСТ у авиационных специалистов в зависимости от возраста представлен на рис. 5.9.

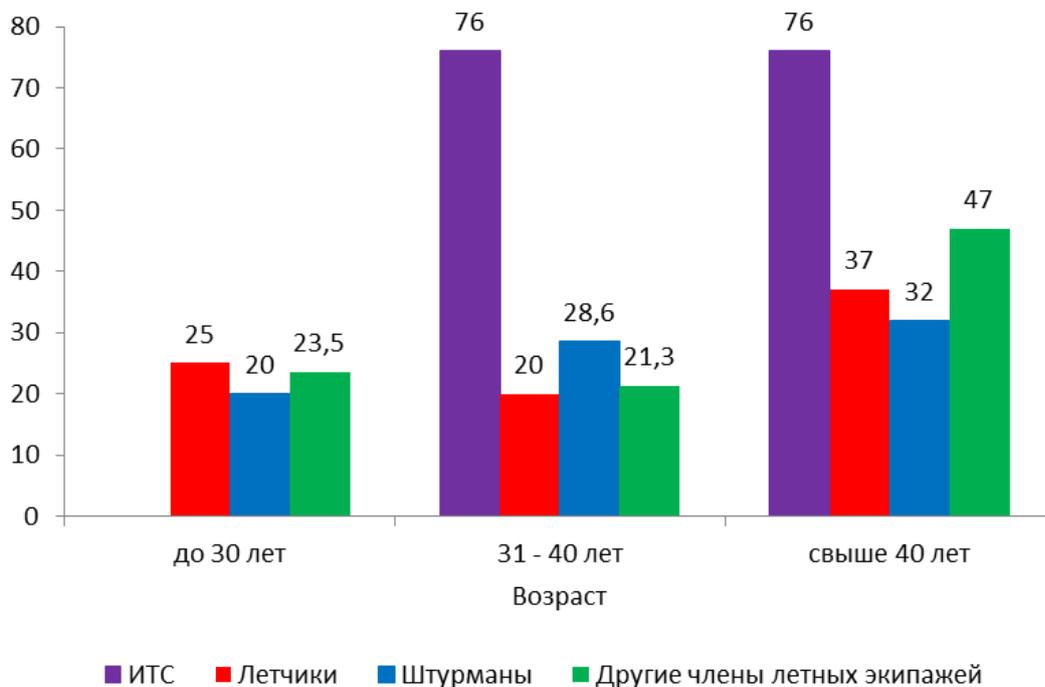


Рис. 5.9 - Распределение авиационных специалистов с НСТ в зависимости от возраста (%)

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. 5.9).

Анализ распространенности НСТ у авиационных специалистов в зависимости от стажа представлен на рис. 5.10.

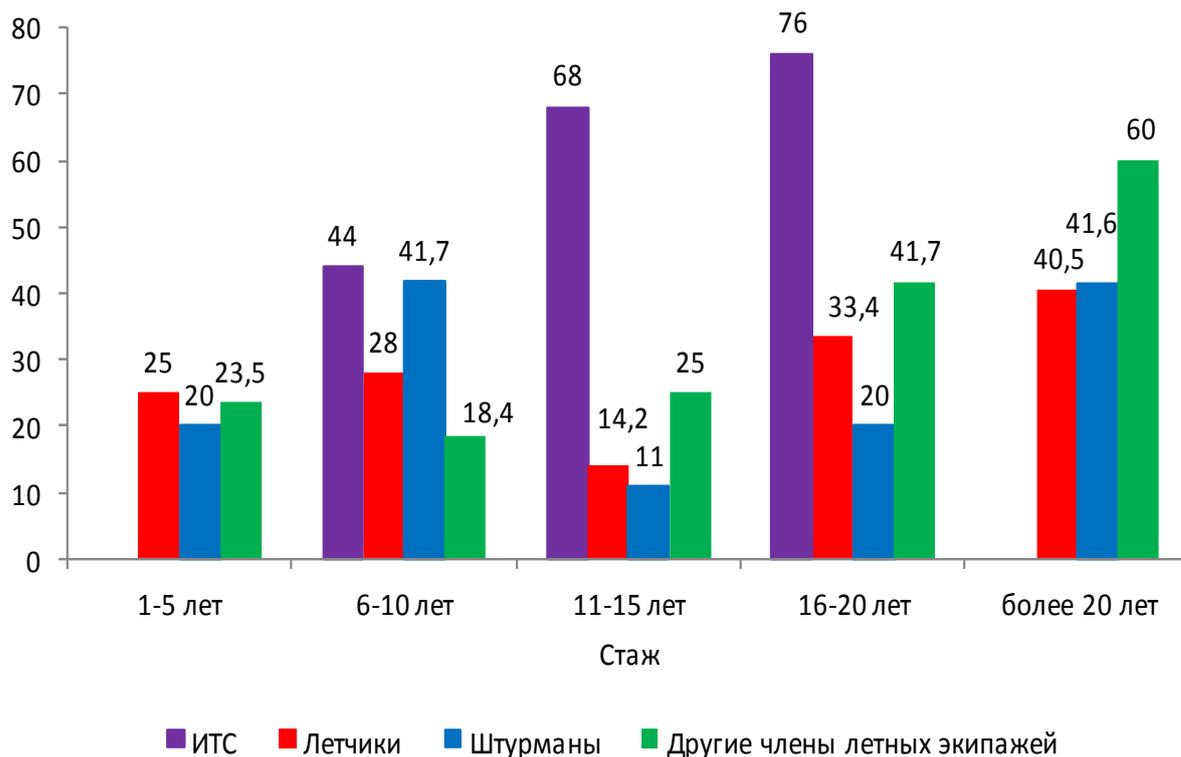


Рис. 5.10 - Распределение авиационных специалистов с НСТ в зависимости от стажа (%)

У авиационных специалистов ИТС НСТ отмечается уже при стаже работы более 6 лет (44,0% обследованных) (см. рис 5.10), достигая максимальных значений при стаже работы более 16 лет (76,0% обследованных). У авиационных специалистов 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 летного состава и 60% у других членов летных экипажей).

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

Рассмотрим, как распределилась выявленная патология органа слуха среди летного состава (летчики и штурманы) по видам авиации (см. табл.5.11).

Таблица 5.11 - Распределение патологии слуха среди летного состава по видам авиации (абсолютные значения, %)

| Форма тугоухости | Контрольная группа n = 20 | ИБА n = 31 | АА n = 57 | ВТА n = 83 | Всего n = 171 |
|---------------------------|------------------------------|---------------|--------------|---------------|------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Признаки воздействия шума | 0 | 2 6,4% | 10 17,5% | 10 12% | 22 12,8% |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------------|---|-------------|------------|-------------|-------------|
| I степень «А» | 0 | 7 22,6% | 6 10,5% | 7 8,4% | 20 11,7% |
| I степень «Б» | 0 | 1 3,2% | | 4 4,8% | 5 2,9% |
| II степень | 0 | | | 1 1,2% | 1 0,6% |
| Всего | 0 | 10 32,2% | 16 28% | 22 26,4% | 48 28% |

Примечание: см. табл. 5.1.

Из табл. 5.11 следует, что всего из 171 человек ЛС выявлено 48 (28 %) с тугоухостью различной степени. С признаками воздействия шума – 22 человека (12,8 %), с тугоухостью 1-й «А» степени – 20 (11,7 %), с 1-й «Б» степенью – 5 (2,9 %), со 2-й степенью – 1 человек (0,6 %).

Данные табл. 5.11 показывают, что из числа ЛС, выявленных с тугоухостью, 10 человек (21 %) относятся к ИБА, 16 человек (33 %) – к АА и 22 человека (46 %) – к ВТА. В группе ЛС ИБА с признаками воздействия шума выявлено 2 (6,4 %), с тугоухостью 1-й «А» степени – 7 (22,6 %), с 1-й «Б» степенью 1 (3,2 %) человек. В группе ЛС АА с признаками воздействия шума выявлено 10 (17,5 %), с тугоухостью 1-й «А» степени – 6 (10,5 %) человек. В группе ЛС ВТА с признаками воздействия шума выявлено 10 (12 %), с тугоухостью 1-й «А» степени – 7 (8,4 %), с 1-й «Б» степенью 4 (4,8 %), со 2-й степенью – 1 (1,2 %) человек.

Распределение тугоухости в зависимости от ее степени у летного состава видов авиации представлено на рис.5.11.

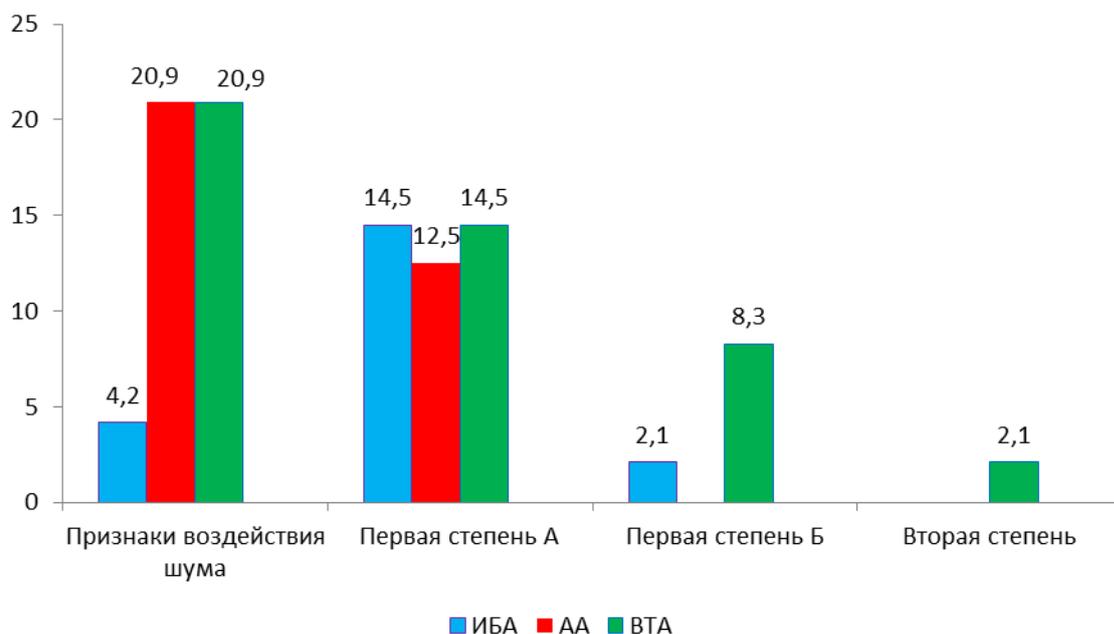


Рис. 5.11 - Распределение тугоухости в зависимости от ее степени у летного состава видов авиации (%)

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 первой А 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. 5,11).

По данным медицинской документации жалоб, характерных при патологии органа слуха ни один военнослужащий при обследовании не предъявлял. Снижение остроты слуха при восприятии шепотной речи отмечено у 17 военнослужащих без разницы сторон. Это лица, которым врачебно-летной комиссией выставлен диагноз нейросенсорная тугоухость. У 1 военнослужащего слух на шепотную речь снижен до 3-х м, у 3 человек – до 4-х м и у 13 военнослужащих – до 5 м. 2 человека имели снижение слуха как на басовую так и на дискантную группу слов. У остальных военнослужащих снижение слуха на восприятие шепотной речи отмечено только на дискантную группу слов. В соответствии с «Положением о медицинском освидетельствовании летного состава ВС РФ» [183] при вынесении экспертного постановления за основу принимаются худшие показатели слуха, независимо от того, относятся они к басовой или дискантной группе слов.

Основное внимание было уделено изучению аудиологического обследования. По данным аудиограммы определена количественная оценка потери слуха, что помогло правильно выставить диагноз. Согласно классификации тугоухости [174] диагноз хроническая двухсторонняя нейросенсорная тугоухость был установлен у 70 обследуемых (27,8 %). При этом признаки воздействия шума выявлены у 33 человек (13,1 %), нейросенсорная тугоухость 1 степени (легкое снижение слуха) у 36 человек (19,5 %), нейросенсорная тугоухость 2 степени (умеренное снижение слуха) – у 1 человека (0,4 %). Среди 252 специалистов ЛПС число выявленных военнослужащих с тугоухостью различной степени было: летчики – 34 (13,5 %) человека, штурманы – 14 (5,6 %) человек, другие члены летных экипажей – 22 (8,7 %) человека. В структуре каждой категории специалистов ЛПС тугоухость находится в диапазоне 27,1–29,4 % с незначительным перевесом в группе штурманов. Наибольшее число военнослужащих с патологией органа слуха отмечается среди ЛС ВТА, 46 %, хотя в структурном отношении тугоухость среди ЛС ВТА составляет 26,4 %, а среди ЛС ИБА – 32,2 %. Вся патологию составляют две формы тугоухости: признаки воздействия шума и легкое снижение слуха. Только у одного военнослужащего имеется умеренное снижение слуха. Это закономерно, так как лица с более глубокими поражениями слуха признаются не годными к летной работе.

Результаты аудиологического исследования показали особенность действия авиационного шума на орган слуха. Отмечено достоверное ($p < 0,001$) повышение порогов восприятия звуков как в низкочастотном диапазоне (14,6 дБ на частоте 125 Гц), так и в высокочастотном диапазоне (16,5 дБ на частоте 8000 Гц), характерное для всех специалистов ЛПС и наиболее выраженное у ЛС ИБА.

Кроме того, повышение порогов восприятия звуков имеют тенденцию роста в зависимости от стажа работы. Так, у всех специалистов ЛПС с увеличением стажа летной работы наблюдается увеличение порогов восприятия звуков, наиболее выраженное в зоне высоких частот и находятся в диапазоне 10 – 29 дБ. На частотах 125, 250 Гц пороги повышены также у всех специалистов ЛПС во всех группах, но незначительно до 15–18,5 дБ и без видимой зависимости от стажа работы. Наиболее выражены изменения аудиограмм у летчиков, особенно у лиц со стажем летной работы 20 лет и более. У всех специалистов ЛПС изменяется характер патологии в зависимости от стажа летной работы. Если при стаже летной работы до 5 лет имеются единичные случаи патологических изменений, преимущественно признаков воздействия шума, то с увеличением стажа начинает преобладать легкое снижение слуха, а при стаже 15 лет и более появляются формы 1-й «Б» и 2-й степени тугоухости.

Таким образом, проведенное исследование показывает, что ЛПС при повседневной военно-профессиональной деятельности систематически подвергаются воздействию высокоинтенсивного широкополосного шума, который, за счет наличия в его спектре высокоинтенсивной инфразвуковой составляющей, оказывает сочетанное действие на орган слуха, проявляющееся в развитии у ЛПС профессиональной патологии – хронической нейросенсорной тугоухости, степень выраженности которой зависит от стажа работы.

Максимальное количество военнослужащих с НСТ выявлено в группе ИТС (47 %). Выявлены как признаки воздействия шума, так и тугоухость I и II степени с наибольшей распространенностью в возрасте от 30 лет и при стаже работы 10 лет и более.

5.3. Изучение характера математических связей между внешними параметрами и показателями аудиограммы

Исследование характера математических связей между параметрами и данными клинического исследования проводился в несколько этапов:

– корреляционный анализ, который позволил установить силу связи между параметрами и клиническими показателями и определить группу медицинских показателей, имеющих наиболее сильные связи с внешними параметрами;

– регрессионный анализ позволил построить математические модели, позволившие оценить количественно полученный эффект в зависимости от возраста и стажа работы с шумом, а также дать прогностическую оценку выявленных клинических нарушений.

В качестве внешних параметров в данном разделе использовали возраст обследуемых и стаж работы с шумом.

В показатели были включены результаты аудиологического исследования и выявленная клиническая патология.

5.3.1. Корреляционный анализ

В табл. 5.12 представлена корреляционная связь между показателями аудиограммы и внешними факторами у ИТС.

Таблица 5.12 - Корреляционная связь между внешними факторами и показателями аудиограммы у ИТС

| Снижение слуха на частотах | Исследуемая сторона | Возраст | | Стаж работы с шумом | |
|----------------------------|---------------------|---------|------|---------------------|--------------|
| | | r | p | r | p |
| 125 Гц | Правая | 0,43 | >0,2 | 0,93 | 0,05 |
| | Левая | 0,44 | >0,2 | 0,92 | 0,05 |
| 250 Гц | Правая | 0,46 | >0,2 | 0,91 | 0,05 |
| | Левая | 0,54 | >0,2 | 0,94 | 0,02 |
| 500 Гц | Правая | 0,55 | >0,2 | 0,94 | 0,02 |
| | Левая | 0,52 | >0,2 | 0,93 | 0,05 |
| 1 кГц | Правая | 0,71 | 0,2 | 0,99 | 0,002 |
| | Левая | 0,68 | 0,2 | 0,98 | 0,005 |
| 2 кГц | Правая | 0,79 | 0,2 | 0,98 | 0,005 |
| | Левая | 0,79 | 0,2 | 0,98 | 0,005 |
| 3 кГц | Правая | 0,79 | 0,2 | 0,98 | 0,005 |
| | Левая | 0,80 | 0,2 | 0,97 | 0,01 |
| 4 кГц | Правая | 0,77 | 0,2 | 0,99 | 0,002 |
| | Левая | 0,78 | 0,2 | 0,98 | 0,005 |
| 6 кГц | Правая | 0,76 | 0,2 | 0,94 | 0,02 |
| | Левая | 0,77 | 0,2 | 0,96 | 0,02 |
| 8 кГц | Правая | 0,75 | 0,2 | 0,94 | 0,02 |
| | Левая | 0,77 | 0,2 | 0,96 | 0,01 |
| СПС _{500-2000 Гц} | Правая | 0,71 | 0,2 | 0,99 | 0,002 |
| | Левая | 0,68 | 0,2 | 0,98 | 0,005 |

Примечание: В табл. 5.12 – 5.14 жирным шрифтом выделены достоверные значения корреляции.

Из табл. 5.12 видно, что коэффициент корреляции между возрастом и показателями аудиограммы находился в диапазоне 0,43–0,80. На частотах 125–500 Гц связь была слабой

($r=0,43-0,55$), на остальных частотах связь между показателями аудиограммы и возрастом была средней ($r=0,68-0,80$). Во всех случаях связь прямая, статистически не достоверна ($p>0,05$). Различий между правым и левым ухом не выявлено. Это обстоятельство является характерным, так как с увеличением возраста слух снижается равномерно с обеих сторон. Необходимо отметить, что величина коэффициента корреляции повышалась с увеличением частоты слуха. На частотах 125–500 Гц (низких частот) его величина не превышала 0,52, а на частотах выше 1 кГц (высокие частоты) его минимальные значения не опускались ниже 0,68. Это свидетельствует о том, что с возрастом физиологическая потеря слуха преобладает в области высоких частот.

Стаж работы оказывал более сильное влияние на показатели аудиограммы. Корреляционная связь были достоверной во всем диапазоне исследуемых частот. Она была сильной (0,91– 0,99) и прямой. Как видно, величина r не зависела от частотного диапазона, а ее монотонность указывала на равномерное снижение слуха от низких до высоких частот. Достоверных различий между правым и левым ухом не выявлено.

В табл. 5.13 показаны корреляционные связи между показателями аудиограммы и внешними факторами у ЛПС.

Таблица 5.13 - Корреляционная связь между внешними факторами и показателями аудиограммы у ЛПС

| Снижение слуха на частотах | Исследуемая сторона | Возраст | | Стаж работы с шумом | |
|----------------------------|---------------------|-------------|-------------|---------------------|--------------|
| | | r | p | r | p |
| 125 Гц | Правая | 0,27 | $>0,2$ | 0,77 | 0,1 |
| | Левая | 0,35 | $>0,2$ | 0,79 | 0,1 |
| 250 Гц | Правая | 0,24 | $>0,2$ | 0,69 | 0,2 |
| | Левая | 0,27 | $>0,2$ | 0,77 | 0,1 |
| 500 Гц | Правая | 0,35 | $>0,2$ | 0,79 | 0,1 |
| | Левая | 0,39 | $>0,2$ | 0,82 | 0,05 |
| 1 кГц | Правая | 0,51 | $>0,2$ | 0,83 | 0,05 |
| | Левая | 0,52 | $>0,2$ | 0,90 | 0,02 |
| 2 кГц | Правая | 0,57 | $>0,2$ | 0,86 | 0,05 |
| | Левая | 0,58 | $>0,2$ | 0,84 | 0,05 |
| 3 кГц | Правая | 0,78 | 0,1 | 0,90 | 0,02 |
| | Левая | 0,76 | 0,1 | 0,91 | 0,02 |
| 4 кГц | Правая | 0,66 | 0,2 | 0,94 | 0,01 |
| | Левая | 0,68 | 0,2 | 0,95 | 0,005 |
| 6 кГц | Правая | 0,86 | 0,05 | 0,98 | 0,001 |
| | Левая | 0,85 | 0,05 | 0,98 | 0,001 |
| 8 кГц | Правая | 0,89 | 0,02 | 0,97 | 0,002 |
| | Левая | 0,85 | 0,05 | 0,96 | 0,005 |
| СПС _{500-2000 Гц} | Правая | 0,49 | $>0,2$ | 0,83 | 0,05 |
| | Левая | 0,55 | $>0,2$ | 0,89 | 0,02 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-------------------------------|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 125 Гц | Правая | 0,35 | 0,42 | - 0,35 | 0,84 | 0,80 | 0,13 |
| | Левая | 0,42 | 0,41 | - 0,24 | 0,84 | 0,80 | 0,25 |
| 250 Гц | Правая | 0,61 | 0,27 | - 0,54 | 0,95 | 0,74 | - 0,10 |
| | Левая | 0,60 | 0,35 | - 0,49 | 0,91 | 0,78 | - 0,05 |
| 500 Гц | Правая | 0,63 | 0,10 | 0,10 | 0,85 | 0,58 | 0,58 |
| | Левая | 0,63 | 0,24 | 0,15 | 0,85 | 0,69 | 0,37 |
| 1 кГц | Правая | 0,61 | - 0,13 | 0,32 | 0,86 | 0,39 | 0,79 |
| | Левая | 0,69 | - 0,30 | 0,46 | 0,88 | 0,29 | 0,90 |
| 2 кГц | Правая | 0,67 | - 0,48 | 0,64 | 0,85 | - 0,05 | 0,97 |
| | Левая | 0,70 | - 0,44 | 0,67 | 0,84 | - 0,07 | 0,92 |
| 3 кГц | Правая | 0,81 | 0,45 | 0,74 | 0,91 | 0,60 | 0,91 |
| | Левая | 0,79 | 0,45 | 0,70 | 0,89 | 0,64 | 0,91 |
| 4 кГц | Правая | 0,76 | 0,54 | 0,66 | 0,95 | 0,83 | 0,94 |
| | Левая | 0,75 | 0,61 | 0,67 | 0,95 | 0,85 | 0,97 |
| 6 кГц | Правая | 0,91 | 0,72 | 0,79 | 0,96 | 0,70 | 0,96 |
| | Левая | 0,90 | 0,84 | 0,76 | 0,95 | 0,82 | 0,96 |
| 8 кГц | Правая | 0,94 | 0,78 | 0,81 | 0,93 | 0,72 | 0,98 |
| | Левая | 0,95 | 0,74 | 0,79 | 0,93 | 0,77 | 0,97 |
| СПС ₅₀₀₋₂₀₀₀ Гц | Правая | 0,59 | - 0,18 | 0,40 | 0,87 | 0,36 | 0,85 |
| | Левая | 0,67 | - 0,24 | 0,43 | 0,90 | 0,35 | 0,85 |

Пр
им

ечение: см. табл. 5.13.

Корреляционная связь между возрастом и СПС₅₀₀₋₂₀₀₀ Гц была средней, прямой, значения не достоверны ($p>0,05$). Различий между правым и левым ухом не выявлено. Стаж работы оказывал более сильное влияние на показатели аудиограммы. Корреляционная связь по всем показателям аудиограммы были достоверной ($p<0,05$), сильной ($r=0,84-0,96$) и прямой. Достоверных различий между правым и левым ухом не выявлено.

У штурманов на частотах 125, 2000 и 3000 Гц связь между возрастом и показателями аудиограммы была слабая ($r=0,41-0,45$), причем на частоте 2000 Гц обратная, на частотах 4000–8000 Гц – связь средняя ($r=0,61-0,78$), прямая, по показателям на других частотах связь отсутствует или очень слабая, прямая, а на частоте 1000 Гц и СПС₅₀₀₋₂₀₀₀ Гц – обратная, значения не достоверны ($p>0,05$). Различий между правым и левым ухом не выявлено. Коэффициент корреляции между стажем и показателями аудиограммы, в целом был выше. Связь на частотах 125–500, 3000 и 8000 Гц была средней ($r=0,64-0,80$), прямой, статистически не достоверной ($p>0,05$). На частотах 4000 и 6000 Гц связь была сильной ($r=0,82-0,85$), прямой и достоверной ($p<0,05$). Корреляционная связь стажа с СПС₅₀₀₋₂₀₀₀ Гц и данными аудиограммы на частоте 1000 Гц очень слабая ($r=0,36-0,39$), прямая, значения не достоверны ($p>0,05$). На частоте 2000 Гц связь отсутствует ($r=-0,07$), обратная, значения не достоверны ($p>0,05$). Достоверных различий между правым и левым ухом не выявлено (см. табл. 5.14).

Данные табл. 5.14 показывают, что коэффициент корреляции между возрастом и показателями аудиограммы у других членов летных экипажей находится в широком диапазоне от 0,10 до 0,81. Связь на частоте 500 Гц слабая ($r=0,15$), прямая, значения не достоверны ($p>0,05$), на частоте 125 Гц – связь очень слабая ($r=-0,35$), обратная, значения не достоверны ($p>0,05$), на частотах 250, 1000 Гц и показателя СПС_{500-2000 Гц} связь слабая, обратная на частоте 250 и прямая на частоте 1000 Гц и СПС_{500-2000 Гц}, значения не достоверны ($p>0,05$). Коэффициент корреляции на частоты 2000–6000 Гц был в пределах 0,64–0,79, связь средняя, прямая, значения не достоверны ($p>0,05$). На частоте 8000 Гц связь сильная ($r=0,81$), прямая, значения достоверны ($p<0,05$). Различий между правым и левым ухом не выявлено.

Стаж работы оказывал более сильное влияние на показатели аудиограммы, корреляционная связь усиливается с низких до высоких частот. Так, связь на частоте 250 Гц отсутствует ($r=-0,10$), обратная, на частоте 125 Гц – связь слабая ($r=0,25$), прямая, на частоте 500 Гц – связь средняя ($r=0,58$), прямая, значения не достоверны ($p>0,05$). С частоты 1000 Гц корреляционная связь по всем показателям аудиограммы были достоверной ($p<0,05$), сильной ($r=0,85-0,98$) и прямой. Достоверных различий между правым и левым ухом не выявлено.

Из представленных данных в табл. 5.14 следует, что потеря слуха у ЛПС зависит от специальности. Сильная корреляционная связь между стажем и всеми показателям аудиограммы выявлена только у летчиков, у других членов летных экипажей связь сильная между стажем и показателями аудиограммы с 1000 до 8000 Гц, тогда как у штурманов только на частоте 4000 Гц. Следовательно, летчики с увеличением стажа более подвержены развитию тугоухости. Установлено, что нейросенсорная тугоухость в большей степени выявлена у ЛС ИБА, что закономерно, так как экипаж самолетов ИБА состоит из 1 – 2 летчиков и они получают наиболее высокую шумовую нагрузку по сравнению с ЛС других видов авиации (см. главу 3).

В табл. 11 Приложения представлены данные, на основании которых были рассчитаны корреляционные зависимости между стажем и критериями тугоухости у ЛС по видам авиации, которые отражены в табл. 5.15.

Таблица 5.15 - Корреляционные связи стажа работы авиационных специалистов ВВС, подвергающихся воздействию шума на рабочих местах, с критериями НСТ

| Параметр | ЛС ИБА | | ЛС ВТА | | ЛС АА | | ИТС | |
|---------------------|----------------------------|---------|----------------------------|---------|----------------------------|---------|----------------------------|---------|
| | СПС _{500-2000 Гц} | 4000 Гц |
| Стаж работы с шумом | 0,95 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,53 | 0,5 | 0,99 | 0,99 |

Наиболее сильная связь между исследуемыми параметром и показателями установлена в группе ЛС ИБА и ИТС. У ЛС АА величины коэффициентов корреляции ($r=0,5-0,53$) указывали на среднюю степень связи. Корреляционные связи стажа работы с критериями тугоухости во всех случаях имели достоверное значение ($p<0,05$).

Таким образом, полученные результаты показывают, что у всех авиационных специалистов (ИТС и ЛПС) с возрастом наблюдается характерная физиологическая перестройка в виде двустороннего снижения слуха, но это влияние было слабым. Объяснением этому является то, что возраст обследуемых не превышал 45 лет, а значит снижение слуха еще незначительное. В тоже время, шум действует в том же направлении, что и возраст, но более агрессивно, то есть это совпадает с литературными данными [161; 90; 112; 187], согласно которым шум рассматривается в качестве специфического повреждающего фактора, приводящего при определенных обстоятельствах к профессиональной патологии в виде нейросенсорной тугоухости. 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.

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. Из всех показателей, приведенных в табл. 5.12 – 5.14, для дальнейшего математического анализа мы выбрали данные аудиограммы на частоте 4000 Гц и показатель – СПС_{500-2000 Гц} по следующим причинам. Во-первых, эти показатели используются в качестве ведущих количественных критериев при экспертной оценке потери слуха. Во-вторых, установлено, что коэффициенты корреляции у этих показателей были наиболее высокими у всех авиационных специалистов ($r=0,83-0,99$).

3.5.2. Регрессионный анализ

Цель регрессионного анализа заключалась в определении количественных изменений клинико-физиологических показателей от стажа работы с шумом в отношении ИТС, ЛПС и летных специальностей (летчики, штурманы, другие члены летных экипажей). В качестве результативных признаков использовали показатели, позволяющие оценить степень потери слуха:

- пороги слуха на частоте 4000 Гц и средние пороги слуха на частотах 500, 1000 и 2000 Гц (на правое и левое ухо);
- патологическое повышение СПС_{500-2000 Гц} (выше 10 дБ);
- патологическое повышение порога слуха на частоте 4000 Гц (выше 25 дБ)

Полученные уравнения регрессии представлены в табл. 5.16.

Из 30 математических моделей 25 обладают высокой информативностью, так как $p < 0,05 - 0,001$. Полученные модели были не только достоверны, но эффективными, потому что коэффициент детерминации (R^2) у них был больше 0,5 и находится в диапазоне 0,61 – 0,97. Это позволяет их использовать для прогноза потери слуха у авиационных специалистов.

Наиболее достоверную информативность имеют все модели в группе ИТС и в группе летчиков по показателям величины потери слуха на частоте 4000 Гц и патологического повышения порога слуха на частоте 4000 Гц (выше 25 дБ).

Таблица 5.16 - Математические модели

| Категория АС | Исследуемые показатели | Регрессионные модели | Показатели достоверности модели | | Показатель эффективности модели |
|--------------|--|----------------------|---------------------------------|--------------|---------------------------------|
| | | | F | p | R^2 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| ИТС | СПС _{500-2000 Гц} правое ухо | $y = 6,7 + 0,6x$ | 108,3 | 0,001 | 0,97 |
| | СПС _{500-2000 Гц} левое ухо | $y = 6,6 + 0,6x$ | 62,3 | 0,004 | 0,95 |
| | Порог на частоте 4000 Гц правое ухо | $y = 6,6 + 1,5x$ | 110,0 | 0,002 | 0,97 |
| | Порог на частоте 4000 Гц левое ухо | $y = 6,4 + 1,5x$ | 87,5 | 0,002 | 0,97 |
| | Патологическое СПС _{500-2000 Гц} (выше 10 дБ) | $y = 1,5 + 1,1x$ | 29,7 | 0,01 | 0,91 |
| | Порог слуха на частоте 4000 Гц (выше 25 дБ) | $y = 1,1x - 0,7$ | 36,9 | 0,009 | 0,92 |
| ЛПС | СПС _{500-2000 Гц} правое ухо | $y = 8,3 + 0,2x$ | 9,2 | 0,04 | 0,70 |
| | СПС _{500-2000 Гц} левое ухо | $y = 7,7 + 0,2x$ | 15,0 | 0,02 | 0,79 |
| | Порог на частоте 4000 Гц правое ухо | $y = 10,1 + 0,5x$ | 30,1 | 0,005 | 0,88 |
| | Порог на частоте 4000 Гц левое ухо | $y = 10,1 + 0,5x$ | 38,1 | 0,003 | 0,90 |
| | Патологическое СПС _{500-2000 Гц} (выше 10 дБ) | $y = 7,8 + 0,9x$ | 6,4 | 0,05 | 0,61 |
| | Порог слуха на частоте 4000 Гц (выше 25 дБ) | $y = 5,0 + 0,6x$ | 7,5 | 0,05 | 0,65 |
| Летчики | СПС _{500-2000 Гц} правое ухо | $y = 7,8 + 0,3x$ | 12,0 | 0,02 | 0,75 |
| | СПС _{500-2000 Гц} левое ухо | $y = 6,8 + 0,3x$ | 16,6 | 0,02 | 0,80 |
| | Порог на частоте 4000 Гц правое ухо | $y = 8,9 + 0,5x$ | 37,6 | 0,003 | 0,90 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------------|--|-------------------|-------|---------------|------|
| Летчики | Порог на частоте 4000 Гц левое ухо | $y = 8,9 + 0,5x$ | 41,0 | 0,003 | 0,91 |
| | Патологическое СПС _{500-2000 Гц} (выше 10 дБ) | $y = 2,0 + 0,5x$ | 20,5 | 0,01 | 0,83 |
| | Порог слуха на частоте 4000 Гц (выше 25 дБ) | $y = 1,0 + 0,4x$ | 148,1 | 0,0003 | 0,97 |
| Штурманы | СПС _{500-2000 Гц} правое ухо | $y = 9,4 + 0,07x$ | 0,6 | 0,5 | 0,13 |
| | СПС _{500-2000 Гц} левое ухо | $y = 9,2 + 0,06x$ | 0,6 | 0,5 | 0,12 |
| | Порог на частоте 4000 Гц правое ухо | $y = 10,5 + 0,4x$ | 8,5 | 0,04 | 0,68 |
| | Порог на частоте 4000 Гц левое ухо | $y = 9,9 + 0,4x$ | 10,6 | 0,03 | 0,72 |
| | Патологическое СПС _{500-2000 Гц} (выше 10 дБ) | $y = 0,4 + 0,3x$ | 13,5 | 0,02 | 0,77 |
| | Порог слуха на частоте 4000 Гц (выше 25 дБ) | $y = 0,8 + 0,1x$ | 2,3 | 0,2 | 0,37 |
| Другие члены | СПС _{500-2000 Гц} правое ухо | $y = 8,6 + 0,2x$ | 10,2 | 0,03 | 0,72 |
| | СПС _{500-2000 Гц} левое ухо | $y = 8,2 + 0,2x$ | 10,5 | 0,03 | 0,72 |
| | Порог на частоте 4000 Гц правое ухо | $y = 10,0 + 0,7x$ | 30,0 | 0,005 | 0,88 |
| | Порог на частоте 4000 Гц левое ухо | $y = 10,2 + 0,7x$ | 52,9 | 0,002 | 0,93 |
| | Патологическое СПС _{500-2000 Гц} (выше 10 дБ) | $y = 5,0 + 0,03x$ | 0 | 0,9 | 0 |
| | Порог слуха на частоте 4000 Гц (выше 25 дБ) | $y = 2,7 + 0,08x$ | 0,8 | 0,4 | 0,17 |

Примечание: жирным шрифтом выделены достоверные значения корреляции.

Модели показателей СПС_{500-2000 Гц} и патологического повышения порога слуха на частоте 4000 Гц (выше 25 дБ) в группе штурманов, а также показателей патологического СПС_{500-2000 Гц} (выше 10 дБ) и патологического повышения порога слуха на частоте 4000 Гц (выше 25 дБ) у других членов летных экипажей недостоверны ($p > 0,5$), имеют $R^2 < 0,37$, что не позволяет использовать их для прогноза.

На основании полученных математических моделей проведен расчет предельного значения длительности работы с шумом для достижения верхней границы нормы для двух клинико-физиологического показателей (см. табл. 5.17) по всем категориям авиационных специалистов. Верхняя граница нормы для показателя СПС_{500-2000 Гц} соответствует 10 дБ, для показателя величины порога слуха на частоте 4000 Гц – 25 дБ. Критерием отбора модели установили $R^2 > 0,68$.

Таблица 5.17 - Временной прогноз достижения верхней границы нормы для физиологического показателя

| Физиологический показатель | Предельное значение длительности работы с шумом авиационных специалистов (годы) | | | | |
|--|--|------|---------|----------|---------------------------------------|
| | ИТС | ЛПС | Летчики | Штурманы | Другие члены летных экипажей |
| СПС _{500-2000 Гц} правое ухо | 5,5 | 8,5 | 7,3 | - | 7 |
| СПС _{500-2000 Гц} левое ухо | 5,6 | 11,5 | 10,1 | - | 9 |
| Порог на частоте 4000 Гц правое ухо | 12,2 | 29,8 | 32,2 | 36,2 | 21,4 |
| Порог на частоте 4000 Гц левое ухо | 12,4 | 29,8 | 32,2 | 37,7 | 21,1 |

Из табл. 5.17 видно, что для достижения верхней границы нормы для средних порогов слуха на частотах 500, 1000 и 2000 Гц требуется всего 5,6 лет для ИТС и 9 лет для ЛПС работы в условиях воздействия авиационного шума. Для летчиков и других членов летных экипажей требуется 7–10 лет работы в условиях воздействия авиационного шума. Для достижения верхней границы нормы величины порога слуха на частоте 4000 Гц требуется более продолжительное время, для ИТС – 12,4 лет, для ЛПС – 29,8 лет, дальнейшего пребывания в этих условиях будет сопровождаться развитием нейросенсорной тугоухости. Причем у других членов летных экипажей, достижение верхней границы нормы величины порога слуха на частоте 4000 Гц наступает раньше других специалистов ЛПС, через 21 год, у летчиков – через 32 года, а у штурманов в более поздние сроки – через 36–38 лет. При этом имеется небольшое различие временных величины повышения порога слуха по показателю СПС_{500-2000 Гц} справа и слева среди как основной группы ЛПС, так и среди летных специалистов.

На основании математических моделей проведен расчет временной вероятности развития патологических изменений органа слуха у авиационных специалистов в зависимости от длительности работы с шумом. Результаты представлены в табл. 5.18. Расчет производился по эффективным моделям ($R^2 > 0,61$).

Средние пороги слуха на частотах 500, 1000 и 2000 Гц превысят нормальные значения у ИТС с вероятностью 0,1 уже через 1,4 года работы с авиационным шумом, с вероятностью 0,5 – через 11,2 года, а с вероятностью 1,0 – через 26,6 лет. У ЛПС сроки временной вероятности превышения СПС_{500-2000 Гц} 10-ти дБ наступят позже на 5,3–6,2 года. Показатель превышения порога слуха на частоте 4000 Гц 25 дБ является определяющим для постановки диагноза НСТ.

Таблица 5.18 - Прогноз временной (годы) вероятности развития патологических изменений органа слуха у авиационных специалистов

| Патологический показатель | Вероятность | | | | | |
|---|-------------|-----|------|------|------|------|
| | 0,1 | | 0,5 | | 1,0 | |
| | ИТС | ЛПС | ИТС | ЛПС | ИТС | ЛПС |
| Патологическое СПС _{500-2000 Гц} (выше 10 дБ) | 1,4 | 6,7 | 11,2 | 16,8 | 26,6 | 32,8 |
| Порог слуха на частоте 4000 Гц (выше 25 дБ) | 0,7 | 4,3 | 8,7 | 10,6 | 23,2 | 21,6 |

С вероятностью 0,1 он будет присутствовать у ИТС уже через 0,7 года работы в шуме, у ЛПС – позже, через 4,3 года; с вероятностью 0,5 данный показатель будет через 8,7 лет у ИТС и через 10,6 лет – у ЛПС; с вероятностью 1,0 – через 23,2 года у ИТС и 21,6 года у ЛПС.

Таким образом, на основании регрессионного анализа для выбранных клинико-физиологических показателей построены уравнения регрессии. Из 30 построенных моделей 25 были информативны, так как имели высокую степень достоверности, а коэффициент детерминации (R^2) был выше 0,5, поэтому они обладают достаточной эффективностью и могут использоваться для прогноза. Прогностическая оценка моделей физиологических показателей снижения слуха показала, что через 5,5 лет у ИТС и 7 – 10 лет у ЛПС воздействие авиационного шума вызывает стойкое повышение величин этих показателей до верхней границы нормы. Модели патологических изменений позволили установить временные сроки их развития у АС с определенной вероятностью. Так, по прогнозу патологические изменения со стороны слухового анализатора можно ожидать уже через 0,7 года у ИТС и 4,3 года у ЛПС.

Итак, изучение характера математических связей между параметрами и клинико-физиологическими показателями показало следующее. Во-первых, корреляционный анализ позволил показать, что в данном исследовании стаж работы с шумом являлся ведущим параметром, так как его связь с показателями аудиограмм была в 1,5–2 раза больше, чем с возрастом. С помощью его выделены два показателя (данные аудиограммы на частоте 4000 Гц и показатель – СПС_{500-2000 Гц}), имеющих наиболее выраженную связь со стажем работы и позволяющих использовать их в качестве критерия для прогностической врачебно-экспертной оценки состояния органа слуха.

Во-вторых, на основании регрессионных моделей можно дать прогностическую оценку развития потери слуха у авиационных специалистов в зависимости от стажа работы. 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, установлено повышение порогов восприятия звуков по всему диапазону исследуемых частот у ИТС в среднем в 1,7 – 2,7 раза, у ЛПС – в 1,3 – 2,2 раза ($p < 0,05$). У ЛПС потеря слуха менее выражена, чем у ИТС.

Нейросенсорная тугоухость выявлена у 47% ИТС и 27,8% ЛПС. Тугоухость в виде признаков воздействия шума у авиационных специалистов начинается при стаже работы до 5 лет. С увеличением стажа работы число лиц с признаками воздействия шума увеличивается, появляются формы легкой и умеренной степени тугоухости. В группах при стаже работы свыше 16 лет у ИТС и более 20 лет у ЛПС число военнослужащих с различными формами тугоухости достигают максимальных значений – 76% и 41,7% соответственно. Выявлено некоторое различие в потере слуха у ЛПС в зависимости от специальности – большее число с тугоухостью было среди летчиков, преимущественно в ИБА.

При изучении аудиологических кривых установлено, что авиационный шум оказывает специфические особенности течения нейросенсорной тугоухости. Выявлен ряд особенностей аудиометрического профиля слуховых нарушений, отличающихся от классической тугоухости шумовой этиологии. Во-первых, аудиограммы авиационных специалистов более сглажены. Во-вторых, нет «провала» на средних частотах. В третьих, отмечается повышение порогов как в низкочастотном, так и, в большей степени, в высокочастотном диапазоне. Пороги восприятия звуков на частотах 125 – 500 Гц у ИТС были до $14,9 \pm 0,6$ дБ, у ЛПС – до $14,3 \pm 0,5$ дБ, а на частоты 4000 – 8000 Гц у ИТС до $25,5 \pm 2,0$ дБ, у ЛПС – в среднем до $14,8 \pm 0,9$ дБ.

Раннее развитие тугоухости (уже через два года работы в условиях шума), специфический профиль аудиограмм, сочетание тугоухости с экстракохлеарной патологией позволяют рассматривать выявленную тугоухость, как научно обоснованную новую форму: нейросенсорная тугоухость в результате особенностей авиационного шума (сочетание шума и инфразвука).

На всех исследуемых аудиограммах прослеживается зависимость показателей потерь слуха от стажа. С помощью корреляционного анализа установлено, что среди двух исследуемых параметров (возраст исследуемых и стаж работы с шумом) более сильную связь (в 1,5-2 раза) с показателями аудиограммы имел последний. Среди всех авиационных специалистов наиболее выражена связь показателей аудиологического исследования со стажем работы у ИТС и летчиков. Наличие таких критериев как, профессиональная работа в условиях авиационного шума, значительно превышающего ПДУ, симметрично снижения слуха на оба уха, отсутствие костно-воздушной ассоциации подтверждает, что повреждение связано с воздействием шума.

Построены регрессионные модели, обладающие значимой достоверностью ($p < 0,05$) и информативностью ($R^2 = 0,61 - 0,97$), которые позволяют установить временные сроки развития потери слуха у авиационных специалистов с определенной вероятностью. Патологические изменения слуховой функции можно ожидать уже через 0,7 года у ИТС и 4,3 года у ЛПС.

ГЛАВА 6. ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ У АВИАЦИОННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ

6.1. Гигиеническая оценка условий труда авиационных специалистов

Анализ акустической обстановки на рабочих местах АС показал, что при работе с авиационной техникой авиационный шум значительно превышает ПДУ во всем диапазоне частот, по всем видам авиации.

В соответствии с руководством Р 2.2.2006–05 [193] по результатам исследования акустической обстановки на рабочих местах ИТС при подготовке ВС к полетам и на рабочих местах ЛПС во время полетов определены классы условий труда на рабочих местах АС по видам авиации., которые представлены в табл. 6.1.

Таблица 6.1 - Классы условий труда в зависимости от уровня шума и инфразвука на рабочих местах АС по видам авиации

| Вредный фактор | Показатель | ИТС | | | | ЛПС | | | |
|-------------------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | ДА | ИБА | ВТА | АА | ДА | ИБА | ВТА | АА |
| Шум, дБ А | Эквивалентный уровень звука | 117 | 118 | 116 | 115 | 97 | 102 | 104 | 101 |
| | ПДУ | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 |
| | Фактическое превышение | 37 | 38 | 36 | 35 | 17 | 22 | 24 | 21 |
| | КУТ | 4 | 4 | 4 | 3.4 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.3 |
| Вредный фактор | Показатель | ИТС | | | | ЛПС | | | |
| | | ДА | ИБА | ВТА | АА | ДА | ИБА | ВТА | АА |
| Инфразвук, дБ Лин | Общий УЗД | 101 | 111 | 107 | 109 | 98 | 100 | 97 | 96 |
| | ПДУ | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | Фактическое превышение | 1 | 11 | 7 | 9 | - | - | - | - |
| | КУТ | 3.1 | 3.3 | 3.2 | 3.2 | 2 | 2 | 2 | 2 |

Анализ результатов акустических измерений показывает, что эквивалентный уровень звука на рабочих местах АС превышает ПДУ на 17–38 дБА, что соответствует классу условий труда от 3.3 (вредный третьей степени) до 4 (опасный). У ЛПС этот параметр превышает ПДУ на 17–24 дБА. Это соответствует КУТ 3.3 (третьей степени вредного). У ИТС этот параметр превышает ПДУ на 35–38 дБА. Это соответствует КУТ 3.4 (четвертая степень вредного класса) – 4 (опасный). Наиболее высокому воздействию шума подвергаются АС ИБА. В области инфразвука общий УЗД на рабочих местах ИТС превышает ПДУ на 1–11 дБ Лин, что

соответствует КУТ 3.1–3.3 (вредный). У ЛПС и ИТС ДА превышение по этому фактору не выявлено, поэтому КУТ соответствует классу 2 (допустимый).

Таким образом, степень отклонения фактических значений производственных факторов от гигиенических нормативов у АС находится в диапазоне от допустимого до вредного. Наиболее неблагоприятное влияние на рабочих местах АС оказывает шум.

6.2. Оценка профессиональных рисков авиационных специалистов

Анализ заболеваемости и состояния здоровья (см. главу 4) показал, что у всех АС, работающих в шумовой обстановке, повышены показатели заболеваемости с временной утратой трудоспособности и число имеющихся заболеваний практически по всем анализируемым классам болезней. Так у ИТС величина показателей число случаев (746,2) и число дней (6953,3) трудопотерь соответствовала уровню «ниже среднего», а в КГ – «низкий» и «очень низкий». В структуре заболеваемости в сравнении с контрольной группой преобладали следующие классы болезней: органа зрения (2,3 % и 0,7 %), нейросенсорной тугоухости (1,2 % и 0,3 %), системы кровообращения (12,1 % и 2,8 %), органов пищеварения (10,1 % и 7,1 %), кожи и подкожной клетчатки (4,7 % и 3,0 %), нервной системы (5,2 % и 4,1 %) соответственно.

По результатам проведенных исследований выполнен расчет величин абсолютного RF+ и относительного риска RR, этиологической доли EF, доверительных интервалов 95 % CI, определена категория связи К_С и установлена оценка степени связи для ИТС. В табл. 12 Приложения представлены расчетные данные оценки степени связи заболеваний ИТС в целом, а в табл. 13 – 15 Приложения – по видам авиации.

В табл. 6.2 представлены показатели, позволяющие дать количественную оценку степени связи заболеваний ИТС с их профессиональной деятельностью.

В соответствии с методическими рекомендациями [192] оценка степени причинно-следственной связи нарушений здоровья с работой осуществляется по величине относительного риска (RR) и этиологической доли (EF). Если этиологическая доля более 30 %, то заболевания можно отнести к профессионально обусловленным, а свыше 81 % – профессиональным. Среди всех заболеваний ИТС (см. табл. 6.2) 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 %); $P_{RR}>0,05$, болезни нервной системы и кожи – «высокую» (EF=65 %); – $P_{RR}<0,05$, болезни органов кровообращения – «очень высокую» (EF=78 %), а болезни, характеризующиеся повышенным АД – «высокую» (EF=65 %), значения достоверны ($P_{RR}<0,05$).

Таблица 6.2 - Оценка степени связи заболеваний ИТС за все виды авиации

| Класс болезней | RR | EF | RF ⁺ % | K _C | 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 | 4,5 | 78 % | 64 | 2 | Очень высокая |
| 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) | 7,1 | 86% | 10 | 1 | Почти полная |
| Группа 3 Класса IX (повыш. АД) | 2,8 | 64% | 40 | 3 | Высокая |

Примечание: здесь и в табл. 6.3 – 6.5 жирным шрифтом выделены значения при достоверности различий 95 % CI RR, $P_{RR} < 0,05$ и $K_C > 3$.

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

Из табл. 6.2 видно, что по всем классам болезней выявлен высокий абсолютный риск, характеризующий социальную значимость неблагоприятных условий труда.

Анализ показателей заболеваемости ИТС видов авиации выявил некоторые различия, так в ИБА они в целом соответствовали аналогичным показателям общей группы ИТС, показатели заболеваемости в группе ИТС ВТА были самыми низкими, а в группе ИТС ДА – самыми высокими. При оценке уровня заболеваемости по шкале Е.Л. Ноткина [156] установлено, что у ИТС ВТА уровень заболеваемости «низкий», у ИТС ИБА – «ниже среднего», а у ИТС ДА – «средний».

В табл. 6.3 представлены показатели, дающие количественную оценку степени связи заболеваний с профессиональной деятельностью ИТС, обслуживающих различные виды ВС.

Как видно из табл. 6.3, у ИТС ИБА заболевания глаз уха и органов дыхания имеют «малую» связь ($EF < 23\%$); заболевания органов пищеварения – «среднюю» ($EF = 41\%$); болезни нервной системы – «высокую» ($EF = 64\%$); болезни органов кровообращения, кожи – «очень высокую» ($EF = 77$ и 70% соответственно). «Почти полная» связь имеется с нейросенсорной

тугоухостью (EF=83 %). Значения показателя относительного риска (RR) в своем большинстве были не достоверны ($P_{RR}>0,05$).

Таблица 6.3 - Оценка степени связи заболеваний ИТС по каждому виду авиации

| Классы болезней | Виды авиации | RR | EF | RF ⁺ % _o | K _c | Оценка степени связи |
|--------------------------------|--------------|------------|------|-----------------------------------|----------------|----------------------|
| Болезни нервной системы | ИБА | 2,8 | 64 % | 40 | 3 | Высокая |
| | ДА | 3,1 | 68 % | 44 | 2 | Очень высокая |
| | ВТА | 2,6 | 62 % | 36 | 3 | Высокая |
| Болезни глаз | ИБА | 1,4 | 29 % | 12 | 5 | Малая |
| | ДА | 2,1 | 52 % | 18 | 3 | Высокая |
| | ВТА | 1,8 | 44 % | 15 | 4 | Средняя |
| Болезни уха | ИБА | 1,1 | 9 % | 12 | 5 | Малая |
| | ДА | 2,1 | 52 % | 24 | 3 | Высокая |
| | ВТА | 0,8 | 0 | 9 | | Нулевая |
| Болезни органов кровообращения | ИБА | 4,3 | 77 % | 60 | 2 | Очень высокая |
| | ДА | 5,6 | 82 % | 80 | 1 | Почти полная |
| | ВТА | 1,3 | 23 % | 18 | 5 | Малая |
| Болезни органов дыхания | ИБА | 1,3 | 23 % | 410 | 5 | Малая |
| | ДА | 1,3 | 23 % | 391 | 5 | Малая |
| | ВТА | 1 | 0 | 305 | | Нулевая |
| Болезни органов пищеварения | ИБА | 1,7 | 41 % | 48 | 4 | Средняя |
| | ДА | 1,7 | 41 % | 47 | 4 | Средняя |
| | ВТА | 0,6 | 0 | 18 | | Нулевая |
| Болезни кожи | ИБА | 3,3 | 70 % | 47 | 2 | Очень высокая |
| | ДА | 2,4 | 58 % | 34 | 3 | Высокая |
| | ВТА | 1,7 | 41 % | 24 | 4 | Средняя |
| Группа 4 Класса VIII (НСТ) | ИБА | 5,8 | 83 % | 8 | 1 | Почти полная |
| | ДА | 9,2 | 89 % | 13 | 1 | Почти полная |
| | ВТА | 4,4 | 77 % | 6 | 2 | Очень высокая |
| Группа 3 Класса IX | ИБА | 2,5 | 60 % | 35 | 3 | Высокая |
| | ДА | 3,7 | 73 % | 53 | 2 | Очень высокая |
| | ВТА | 0,9 | 0 | 12 | | Нулевая |

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 %). Значения показателя относительного риска (RR) были не достоверны ($P_{RR}>0,05$).

В ВТА у ИТС «очень» высокая связь с нейросенсорной тугоухостью (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 нейросенсорная тугоухость ($K_C=1$), 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 ($K_C=5$).

Статистический анализ патологической пораженности ЛПС показал (см. раздел 4.2), что у всех категорий по сравнению с контрольной группой повышено число заболеваний органа слуха (2,2 % и 0,3 %), опорно-двигательного аппарата (20,2 % и 4,2 %), органа зрения (8,3 % и 2 %), сердечно-сосудистой системы (13,1 % и 6 %). Заболевания эндокринной, нервной системы и желудочно-кишечного тракта соответствовали числу заболеваний данных классов болезней в контрольной группе. Удельный вес заболеваний среди различных категорий ЛПС (летчики, штурманы, другие члены летных экипажей) практически не отличался.

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 ЛПС в целом, а ЛС и по видам авиации (см. табл. 16 – 21 Приложения).

В табл. 6.4 представлены показатели, позволяющие дать количественную оценку степени связи заболеваний ЛПС в целом.

Таблица 6.4 - Оценка степени связи заболеваний ЛПС за все виды авиации

| Класс болезней | RR | EF | RF^+ % | K_C | Оценка степени связи |
|--|-------------|-----|-------------|-------|----------------------|
| Болезни эндокринной системы | 2,0 | 50% | 147 | 4 | Средняя |
| Болезни нервной системы | 1,3 | 23% | 26 | 5 | Малая |
| Болезни глаз | 6,0 | 83% | 130 | 1 | Почти полная |
| Болезни уха | 12,0 | 92% | 34 | 1 | Почти полная |
| 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 | 6,6 | 85% | 316 | 1 | Почти полная |

Как видно из табл. 6.4, 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 ($K_C=5$) и органов пищеварения являются общими заболеваниями. Болезни эндокринной системы ($K_C=4$), органов кровообращения ($K_C=3$) у ЛПС должны относиться к профессионально обусловленным заболеваниям, а болезни органа слуха, зрения и опорно-двигательного аппарата ($K_C=1$) – к профессиональным заболеваниям.

В структуре патологической пораженности ЛС имеются некоторые отличия нозологий по видам авиации. В ИБА по сравнению с АА и ВТА отмечается больше здоровых и лиц с заболеваниями опорно-двигательного аппарата. У ЛС АА чаще встречаются лица с заболеваниями эндокринной и нервной систем и реже с болезнями позвоночника. У ЛС ВТА не выявлено военнослужащих с заболеваниями нервной системы, минимальная частота встречаемости НСТ ($0,6\%$), повышена доля больных с заболеваниями органа зрения и желудочно-кишечного тракта.

Как и у ИТС у ЛПС по всем классам болезней выявлен высокий абсолютный риск

В табл. 6.5 дана количественная оценка степени связи заболеваний ЛС (летчики и штурманы) по видам авиации.

Как видно из табл. 6.5, у ЛС ИБА заболевания нервной системы имеют «малую» связь ($EF=27\%$), а болезни желудочно-кишечного тракта не имеют связи ($EF=0$). Болезни эндокринной систем имеют «среднюю» связь ($EF=41\%$); заболевания органа зрения и сердечно-сосудистой системы – «очень высокую» ($EF=67 - 69\%$); болезни уха и заболевания опорно-двигательного аппарата ($EF=96\%$ и 86% соответственно) – «почти полную» связь.

У ЛС АА «почти полную» связь имеют болезни уха ($EF=95\%$) и заболевания опорно-двигательного аппарата ($EF=84\%$); болезни желудочно-кишечного тракта не имеют связи ($EF=0$); все остальные рассматриваемые классы болезней имеют «очень высокую» связь ($EF=72 - 78\%$) (см. табл. 6.5).

В ВТА у ЛС заболевания желудочно-кишечного тракта имеют «малую» связь ($EF=33\%$); болезни эндокринной системы имеют «среднюю» связь ($EF=44\%$); «очень высокую» связь – болезни уха ($EF=71\%$) и сердечно-сосудистой системы ($EF=70\%$); «почти полную» связь – заболевания опорно-двигательного аппарата и органа зрения ($EF=86\%$) (см. табл. 6.5).

У ЛС ДА заболевания нервной системы и желудочно-кишечного тракта имеют «малую» связь ($EF=29$ и 17% соответственно); болезни эндокринной системы имеют «среднюю» связь ($EF=47\%$); заболевания сердечно-сосудистой системы – «высокую» связь ($EF=64\%$); болезни

глаз – «очень высокую» (EF=80 %); «почти полную» связь – болезни уха, заболевания органа зрения, и заболевания опорно-двигательного аппарата (EF=93 % – 86 %) (см. табл. 6.5).

Таблица 6.5 - Оценка степени связи заболеваний летного состава по видам авиации

| Классы болезней | Виды авиации | RR | EF | RF ⁺ ‰ | K _C | Оценка степени связи |
|--|--------------|-------------|-----|----------------------|----------------|----------------------|
| Заболевания эндокринной системы | ИБА | 1,7 | 41% | 123 | 4 | Средняя |
| | АА | 3,7 | 73% | 273 | 2 | Очень высокая |
| | ВТА | 1,8 | 44% | 136 | 4 | Средняя |
| | ДА | 1,9 | 47% | 137 | 4 | Средняя |
| Заболевания нервной системы | ИБА | 1,4 | 29% | 27 | 5 | Малая |
| | АА | 4,6 | 78% | 91 | 2 | Очень высокая |
| | ВТА | - | - | - | - | - |
| | ДА | 1,4 | 29% | 27 | 5 | Малая |
| Заболевания органа зрения | ИБА | 3,0 | 67% | 68 | 2 | Очень высокая |
| | АА | 4,0 | 75% | 91 | 2 | Очень высокая |
| | ВТА | 7,3 | 86% | 165 | 1 | Почти полная |
| | ДА | 7,3 | 86% | 164 | 1 | Почти полная |
| Болезни уха и сосцевидного отростка | ИБА | 24,2 | 96% | 68 | 1 | Почти полная |
| | АА | 21,4 | 95% | 61 | 1 | Почти полная |
| | ВТА | 3,4 | 71% | 10 | 2 | Очень высокая |
| | ДА | 14,5 | 93% | 41 | 1 | Почти полная |
| Заболевания сердечно-сосудистой системы | ИБА | 3,2 | 69% | 219 | 2 | Очень высокая |
| | АА | 3,6 | 72% | 242 | 2 | Очень высокая |
| | ВТА | 3,3 | 70% | 223 | 2 | Очень высокая |
| | ДА | 2,8 | 64% | 192 | 3 | Высокая |
| Заболевания, характеризующиеся повышенным АД | ИБА | 3,0 | 67% | 178 | 2 | Очень высокая |
| | АА | 3,6 | 72% | 212 | 2 | Очень высокая |
| | ВТА | 3,1 | 68% | 184 | 2 | Очень высокая |
| | ДА | 2,8 | 64% | 164 | 3 | Высокая |
| Заболевания желудочно-кишечного тракта | ИБА | 0,9 | - | 123 | - | Нулевая |
| | АА | 0,9 | - | 121 | - | Нулевая |
| | ВТА | 1,5 | 33% | 194 | 5 | Малая |
| | ДА | 1,2 | 17% | 151 | 5 | Малая |
| Заболевания опорно-двигательного аппарата | ИБА | 7,1 | 86% | 342 | 1 | Почти полная |
| | АА | 6,3 | 84% | 303 | 1 | Почти полная |
| | ВТА | 7,3 | 86% | 350 | 1 | Почти полная |
| | ДА | 8,0 | 88% | 384 | 1 | Почти полная |

Полученные данные свидетельствуют о том, что заболевания органа зрения у ЛС 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 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 авиационных специалистов, систематически подвергающихся воздействию авиационного шума, не зависимо от специальности, болезни уха (НСТ), опорно-двигательного аппарата и заболевания органа зрения относятся к профессиональной патологии.

Одним из показателей оценки профессиональной заболеваемости служит индекс профзаболеваемости, являющийся обратной величиной произведения показателей категории риска (K_r) и категории тяжести (K_t). Категория риска определяется по шкале в зависимости от выявленных случаев профессиональных заболеваний. При расчете относительного риска и этиологической доли нами установлено, что НСТ у АС может быть отнесена к профессиональным заболеваниям. При исследовании органа слуха НСТ выявлена у 47% ИТС и у 42,5% ЛПС. Вероятность выявленных случаев составляет более 10%, следовательно K_r 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 всех категорий 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.

Мерой доказанности риска является категория доказанности риска (по критериям ООН [51; 361]). 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.

Научно обосновано, что по шуму ИТС при обслуживании авиационной техники находится во вредных четвертой степени (АА) и опасных (ИБА, ДА, ВТА) а ЛПС – во вредных третьей степени условиях труда. По инфразвуку условия труда у ИТС являются вредными от первой степени в ДА, до третьей степени в ИБА, а у ЛПС – допустимыми, что обуславливает высокий риск развития профессиональной и профессионально обусловленной патологии.

По итогам анализа показателей, дающих количественную оценку степени связи заболеваний АС с их профессиональной деятельностью, установлено, что у всех военнослужащих ВВС ВКС, систематически подвергающихся воздействию авиационного шума, не зависимо от специальности (ИТС, ЛПС) к профессиональной патологии относятся нейросенсорная тугоухость (КС=1). Кроме того, к профессиональной патологии относятся болезни опорно-двигательного аппарата и заболевания органа зрения у ЛПС (КС=1).

У ИТС профессионально обусловленными являются заболевания нервной системы, органов кровообращения, глаз, уха, желудочно-кишечного тракта, кожи и подкожной клетчатки (КС=4 – 2). У ЛПС к профессионально обусловленной патологии относятся болезни органов кровообращения и эндокринной системы (КС=3 – 4).

По индексу профзаболеваний установлено, что риск у АС является доказанным и в зависимости от профессиональной специальности, относится к категориям «высокий» - «сверхвысокий», что требует неотложных мер по его снижению.

ГЛАВА 7. СТРУКТУРА И ОБОСНОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКОМ

7.1. Управление рисками

В нашей стране оценка профессионального риска проводится на основе общепринятых в мире подходов и результатов выполненных научных разработок.

Анализ риска – процесс управления ситуациями, при которых популяции или экосистемы могут подвергаться опасности. Анализ риска состоит из трех этапов: оценка риска, управление риском и информация о риске [187].

1. Оценка риска. Согласно Федеральному закону Российской Федерации от 28.12.2013 г. № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» [242] должна проводиться оценка условий труда на каждом рабочем месте, в ходе которой изучаются условия труда, выявляются вредные производственные факторы. Устанавливается, при каких уровнях и способах воздействия, выявленные вредные факторы могут вызвать нарушения здоровья человека. Определяются источники вредных факторов, пути их воздействия, уровни экспозиции и др. Осуществляются количественный и качественный анализ риска, прогноз вероятности развития профессионального заболевания. Проводится категорирование риска, т.е. устанавливается степень риска и срочность мероприятий по его снижению.

2. Управление риском. Это процесс принятия и внедрения решений и действий для защиты от опасности с учетом политических, социальных, экономических соображений и технических факторов на основе информации по оценке риска.

Анализ выбранных методов управления риском позволит сделать вывод о достижении допустимого риска. Если же в ходе профилактических мероприятий допустимый риск не будет достигнут, то необходимо вернуться к процессу оценки риска и повторить его.

Выбор и реализация мер профилактики осуществляется по следующим направлениям:

- организационно-технические;
- административно-правовые;
- экономические;
- лечебно-профилактические.

3. Информация о риске. Информация о рисках развития профессиональной и профессионально обусловленной патологии работников доводится до работодателей, органов управления, страховщиков, общественности с соблюдением принципов медицинской этики и деонтологии и осуществляется мониторинг риска.

Более подробно этапы анализа риска представлены на схеме 1 Приложения.

Нами в результате оценки риска (см. главу 6) установлено, что авиационный шум, воздействуя на АС в процессе эксплуатации авиационной техники, создает высокие риски формирования профессиональной и профессионально обусловленной патологии. Высокий риск требует принятия неотложных мер по его снижению.

7.2. Организационно-технические мероприятия

Организационно-технические мероприятия направлены на предупреждение, устранение или уменьшение профессиональных рисков в источнике, путях распространения, на рабочих местах.

7.2.1. Мероприятия технического характера

Технические меры являются предпочтительными, т.к. конструктивные особенности источника шума способствуют снижению интенсивности шума.

Уменьшение интенсивности авиационного шума в источниках его образования технологическими и конструктивными мерами является наиболее эффективным способом борьбы с авиационными шумами. 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 газоздушными потоками [217; 214].

На основе исследований специалистов Центрального аэрогидродинамического института и Центрального института авиационного моторостроения им. П. И. Баранова удалось снизить уровень шума газотурбинного двигателя оптимальным подбором закрутки лопаток, их количества и расстояния между ними [145; 122; 121].

Самостоятельную область авиационной акустики представляет разработка звукопоглощающих конструкций. Наиболее перспективным является создание многослойных звукопоглощающих конструкций, ячейки которых заполнены мелкопористым материалом, а также адаптивных звукопоглощающих конструкций, изменяющих свои свойства (пористость и плотность) в зависимости от параметров звукового поля [1; 109; 122; 214]. Эти материалы обладают высокой звукопоглощающей способностью в очень широком частотном диапазоне. Благодаря установке звукопоглощающих конструкций на новых отечественных авиадвигателях удалось снизить шум самолетов до нормативов, установленных ИКАО [137; 214].

Большие надежды в борьбе с авиационным шумом возлагаются на переход в перспективе к новому типу ВС на основе концепции летающего крыла, что будет

способствовать уменьшению турбулентности, улучшению аэродинамических характеристик и снижению шумности ВС [217].

Необходимость снижения эксплуатационных расходов и экологических рисков способствовала формированию новых технологических решений, заключающихся во внедрении в конструкцию ВС вместо вспомогательной силовой установки (один из наиболее интенсивных источников авиационного шума) топливных химических элементов. Существенно снизить шумность ВС позволяет также использование углепластика и других композитных материалов в конструкциях крыла и фюзеляжа [217; 214].

Для снижения уровня авиационного шума при его распространении в воздушной среде применяют звукоизолирующие устройства, полностью отделяющие источник шума от окружающей среды, или звукопоглощающие конструкции, снижающие интенсивность шума по пути его распространения за счет поглощения звуковой энергии [84; 109; 214]. Для звукоизоляции используются физические пространственные преграды, препятствующие распространению звука (экраны, боксы), а для звукопоглощения — покрытия, наносимые на отражающие поверхности (потолок, стены, пол) помещений для уменьшения отраженной звуковой энергии. Для поглощения шума наиболее широко применяются волокнисто-пористые материалы.

Наиболее широкое применение для снижения уровня шума в помещениях получили поверхностные структуры из шумопоглощающего материала, которые крепятся к стенам помещения. Для повышения шумопоглощающих характеристик такой материал устанавливают на некотором расстоянии от стенки. Эта простейшая поглощающая структура, т. е. система "слой поглотителя — воздушный промежуток между поглотителем и стенкой", поглощает больше акустической энергии, чем тот же поглотитель без воздушного промежутка. Повышение поглощенной энергии происходит из-за увеличения скорости частиц воздуха в поглощающем слое вблизи частот поперечного резонанса воздушного промежутка [217; 214].

7.2.2. Использование средств коллективной защиты

Одним из направлений борьбы с шумом является применение устройств и сооружений, позволяющих снизить уровень шума. В этих целях рекомендуется использование отражателей акустической волны, применение звукопоглощающих конструкций внутри кабин и наземных средств управления, звукоизоляция служебных помещений и т. п. Для борьбы с шумом могут использоваться глушители — инженерно-технические конструкции, применение которых позволяет уменьшить шум у его источника. Они представляют собой специальные сопла, снижающие интенсивность шума от выхлопной струи двигателя. Наземные глушители

предназначаются для снижения шума при опробовании двигателей на земле. Это, как правило, сооружения весом 30...50 т. Вследствие громоздкости такие сооружения не находят широкого применения в авиации [217; 214].

Надо учитывать, что на аэродроме АС подвергаются шумовому воздействию не только от источника шума при обслуживании авиационной техники, но и вследствие попадания в шумовую зону соседних или взлетающих ВС. Поэтому важной мерой акустической безопасности личного состава является рассредоточение ВС. Обслуживающему персоналу следует избегать нахождения в местах повышенной шумности без особой необходимости. Даже непродолжительное пребывание в тишине после шумового воздействия обеспечивает слуховым клеткам необходимый отдых и восстановление их чувствительности. Поэтому важно иметь на аэродроме служебные постройки и помещения для отдыха, снабженные хорошей звукоизоляцией [2; 117; 218; 214].

Использование таких помещений дает возможность создать оптимальные микроклиматические условия (по температуре, влажности, освещенности).

Мы принимали участие в НИР и НИОКР по оценке эффективности СКЗ от шума.

Для оценки эффективности средства коллективной защиты от шума использовали помещения для размещения АС, которыми оборудованы места стоянки ВС на аэродромах. Исследовали три варианта исполнения средства коллективной защиты (СКЗ-1, СКЗ-2, СКЗ-3), которые отличались друг от друга конструкцией наружной стенки.

СКЗ-1 – помещение 4,7×2,9×2,4 м с 6 окнами 0,8×1,05 м каждое; дверь 0,8×2,0 м; внешний лист – сталь 0,55 мм; внутренний слой – теплоизоляционный материал толщиной 50 мм; третий слой – деревянная панель толщиной 12,5 мм.

СКЗ-2 – отличается от первого варианта тем, что стены и потолки помещений были изнутри обшиты звукопоглощающими материалами (панели из древесины толщиной 12,5 мм и пластиковые панели ВМЛ–25 толщиной 5 мм).

СКЗ-3 – отличается от первого варианта использованием конструкции наружной стенки, состоящей из стального листа толщиной 0,55 мм, демпфированного вибропоглощающего покрытия ВМЛ–25 толщиной 5 мм и панели, выполненной из древесины толщиной 12,5 мм с воздушным промежутком, заполненным звукопоглощающим матом толщиной 50 мм; крепление стального листа и панели к рамной конструкции исключало возникновение акустических мостиков.

Измерения уровня шума проводили снаружи и внутри СКЗ при работающих двигателях самолета во время летной смены.

Для прогнозирования эффективности коллективных средств защиты использовался показатель потенциальной ненадежности действий оператора. Уровень звука и общий УЗД в

помещении СКЗ-1 составил 126 дБА и 127 дБ, а снаружи – соответственно 128 дБА и 130 дБ Лин. Использование математической модели расчета потенциальной ненадежности действий позволяет прогнозировать, что ее величина при длительном нахождении ИТС в таких акустических условиях будет весьма высокой (0,88 ед.). Поэтому данное помещение не может рассматриваться в качестве СКЗ от авиационного шума. Модернизация СКЗ-1 до СКЗ-3 способно обеспечить снижение уровня звука в помещениях до 55 дБА, что обеспечит достижение величины потенциальной ненадежности действий до 0,03. Общий УЗД снизился до 82 дБ Лин, что ниже ПДУ (100 дБ Лин). Следовательно, подобное сооружение отвечает требованиям, предъявляемым к СКЗ при действии авиационного шума, а его эксплуатация – способствовать достижению уровней шума, отвечающих нормативным требованиям на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности (оптимальный уровень звука 60–80 дБА). Низкая величина потенциальной ненадежности, рассчитанная для акустических условий помещений СКЗ-3, подтверждает сохранение работоспособности авиационных специалистов на должном уровне и обеспечит надежность действий.

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. Конструкция модулей дифференцируется в зависимости от характера работы авиационных специалистов, принимающих участие в обеспечении полетов. При этом предварительно разрабатывается конструкция звукопоглощающих панелей — внутренней обшивки модулей, т. е. добиваются максимальных значений эквивалентной площади звукопоглощения [218; 214].

7.2.3. Защита временем

Защита временем – является одним из наиболее эффективных способов снижения шумовой экспозиции. Руководством Р 2.2.1766 – 03 [192] регламентирована длительность дополнительных перерывов устанавливаемых с учетом уровня шума, его спектра и средств индивидуальной защиты.

Длительность регламентированных дополнительных перерывов в условиях воздействия шума при уровне высокочастотного шума до 125 дБА составляет 1 час за рабочую смену. При работе в СИЗ это время сокращается до 40 мин в смену [192].

Отдых в период регламентированных перерывов следует проводить в специально оборудованных помещениях. Во время обеденного перерыва работающие при воздействии повышенных уровней шума также должны находиться в оптимальных акустических условиях (при уровне звука не выше 50 дБА) [192].

Одной из особенностей воздействия авиационного шума является цикличность, то есть периоды активной нагрузки чередуются с паузами от нескольких десятков минут до нескольких часов. ИТС в течение летной смены осуществляет при подготовке несколько периодов опробования двигателей перед выпуском ВС на старт (от 2 до 5 вылетов за смену) продолжительностью от 5 до 15 минут для истребительно-бомбардировочной авиации (ИБА), до нескольких часов для самолетов дальней авиации ДА. Даже при 5 вылетах за смену ВС ИБА, ВТА и АА длительность дополнительных перерывов у ИТС превышает регламентированную. Этот факт сам по себе свидетельствует о том, что ИТС подвергается воздействию авиационного шума непостоянно, а периодами. Чаще всего АС в промежутках между вылетами ВС находятся в закрытых помещениях. Помещения, как правило, располагаются вблизи от самолетов (расстояние в несколько десятков метров) и предназначены для подготовки ИТС в период полетов, отдыха и выполняют роль защитных сооружений от различных неблагоприятных внешних факторов, в том числе и шума.

Таким образом, защита временем у ИТС осуществляется, но она не привязана к уровню шума, его спектру и применению средств индивидуальной защиты. В то же время для работы в более комфортных условиях, для увеличения времени пребывания на рабочих местах в обязательном порядке необходимо использовать СИЗ.

7.3. Комплекс лечебно-профилактических мероприятий

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 индивидуальной защиты.

Комплекс лечебно-профилактических мероприятий является основным в работе военной медицины, основная задача которой – сохранение здоровья военнослужащих. Остановимся более подробно на данном направлении управления рисками профессиональной патологии в ВС РФ.

7.3.1. Предварительный медицинский осмотр

В системе гражданского здравоохранения вопросам профпригодности уделяется большое внимание. Приказом Минздравсоцразвития России № 302н от 12 апреля 2011 г. [178], четко определены мероприятия по профессиональному отбору лиц, поступающих в "шумовую" профессию. Первичные медосмотры являются не только одной из мер медицинской

профилактики профессиональной нейросенсорной тугоухости, но также необходимы для дальнейшего динамического наблюдения за состоянием слухового анализатора, в частности данных аудиологического исследования.

Работа по отбору военнослужащих для ВВС ВКС должна начинаться на этапе призыва и поступления на военную службу, и при этом надо, в первую очередь, руководствоваться «Расписанием болезней» Положения о военно-врачебной экспертизе и приказа Министра обороны РФ от 20.10.2014 № 770 [177; 181]. Однако, в отношении военнослужащих, подвергающихся воздействию высокоинтенсивного шума, эти мероприятия требуют существенной доработки.

Учитывая высокие риски развития нейросенсорной тугоухости в результате воздействия авиационного шума, Министром обороны должны быть определены требования, позволяющие осуществлять призыв на военную службу по специальностям, предусматривающих работу в условиях высокоинтенсивного шума. Однако в таблицах дополнительных требований приказа МО РФ № 770 от 20.10.2014 г. [181] отсутствуют указания на особенности при работе с высокоинтенсивным шумом вообще и в ВВС ВКС в частности. В связи с этим предлагается в таблицу VI [172] (Требования к состоянию здоровья граждан, поступающих на военную службу по контракту, и граждан, проходящих военную службу по контракту, отбираемых для работы и работающих с РВ, ИИИ, КРТ, источниками ЭМП и лазерного излучения, микроорганизмами I, II групп патогенности) ввести дополнительную графу «Источники высокоинтенсивного шума», а в разделе VIII этого же приказа название графы «Авиационные механики» изменить на «Специалисты ВВС ВКС, осуществляющие техническую эксплуатацию ВС», для которых предусмотреть требования по слуху и перечень болезней, обусловленных воздействием высокоинтенсивного шума.

Считаем, что существующий перечень общих противопоказаний, указанный в приказе № 302н от 12.04.2011 г. Минздравсоцразвития [178], необходимо дополнить заболеваниями, имеющими патогенетическую связь с шумом. Противопоказаниями к приему на работу, сопровождающуюся воздействием высокоинтенсивного шума должны служить следующие заболевания:

- стойкие понижения слуха (одно-, двусторонняя сенсоневральная, смешанная, кондуктивная тугоухость) любой степени выраженности;
- острая акубаротравма слуховой системы;
- нарушения функции вестибулярного аппарата любой этиологии;
- неврастенический синдром (астеническая, гиперстеническая формы);
- нейроциркуляторная дистония;
- дисциркуляторная энцефалопатия;

- гипертоническая болезнь;
- ишемическая болезнь сердца;
- хронические заболевания бронхолегочного аппарата (хронический бронхит, хронические неспецифические заболевания легких и др.).

Считаем также необходимым в перечень основных противопоказаний, в отличие от приказа № 302н [178], включить лиц, имеющих легкую и умеренную степени снижения слуха, выявленных при первичном медосмотре.

Помимо общепринятых исследований: общие анализы крови, мочи, флюорография органов грудной клетки, электрокардиография, учитывая выявленную патологию при проведенном настоящем обследовании, предлагаем дополнить их аудиометрией и функцией внешнего дыхания.

Известно, что имеются группа лиц с повышенной индивидуальной чувствительностью к шуму. Особо важно это иметь в виду при приеме на работу и поступлении в общеобразовательные учреждения, где в процессе дальнейшей профессиональной деятельности эти люди будут подвергаться воздействию высокоинтенсивного шума (свыше 100 дБ), а эффективность и надежность профессиональной деятельности зависит и от функционального состояния органа слуха. В настоящее время существуют методы, предназначенные для выявления повышенной индивидуальной чувствительностью к шуму. В большинстве случаев их сущность направлена на оценку слуховой адаптации, то есть приспособление органа слуха к изменениям интенсивности силы звука.

Для исследования слуховой адаптации в настоящее время предложено много методов, такие как постстимуляторный метод, престаимуляторный метод, метод исчезновения порогового тона, методы исследования надпороговой и пороговой адаптации, метод исследования дифференциального порога восприятия интенсивности звука и другие, более подробно с которыми можно ознакомиться в руководствах по клинической аудиологии [236; 229].

Анализ этих методов показывает, что для выявления слуховой адаптации используются общие принципы в виде определения слуховых порогов после дозированной звуковой нагрузки и определение времени, в течение которого слуховой порог после звуковой нагрузки возвращается к исходному уровню (время обратной адаптации). Однако каждая из них имеет отличия в виде уровня подаваемого внешнего акустического сигнала, спектрального состава (шум или тон), временем подачи сигнала и длительностью исследования в период последствия. Наиболее широко, особенно за рубежом, для исследования нарушений слуховой адаптации используется метод для определения временного смещения порога (ВСП) слышимости или *temporary threshold shift* (TTS) [90; 209; 235]. Суть метода состоит в том, что дается акустическая нагрузка широкополосным шумом при уровне 115 дБ в течение 20 мин и

прослеживается время полного восстановления слуха с помощью метода тональная аудиометрия. Существуют модификации данного метода исследования. [90; 235].

Считаем целесообразным использовать данный подход при отборе лиц, профессиональная деятельность которых будет протекать в условиях высокой шумовой нагрузки для своевременного выявления тех, кто имеет повышенную индивидуальную чувствительность к шуму. Определенным недостатком этого метода для использования в профотборе является длительность исследования.

Для проведения скрининговых исследования можно рекомендовать использовать следующий метод [93]. Исследование проводится по воздушной проводимости на оба уха. Вначале определяют слуховой порог для звука частотой в 2000 или 1000 Гц. Если на частоте 2000 Гц имеется резкое увеличение порога, когда над ним остается не более 40 дБ, то исследование проводят на частоте 1000 Гц. Затем к тому же уху в течение трех минут подают звук той же частоты, но с интенсивностью в 50 дБ над слуховым порогом. После этого вновь измеряют слуховой порог к тому же звуку (обычно он повышается) каждые 5 с и отмечают время, в течение которого слуховой порог вернется к исходному уровню. За величину сдвига порога в дБ принимается разница между первым порогом сразу после звуковой нагрузки и исходным порогом. В норме время обратной адаптации не превышает 30 с, а слуховой порог после звуковой нагрузки повышается на 5–10 дБ. При выявлении признаков нарушения слуховой адаптации необходимо проводить исследования по расширенной методике – определения ВСП слышимости.

В настоящее время метод определения ВСП слышимости положен в основу сравнения действия различных шумов как критерий для определения чувствительности к шуму и как физиологический критерий риска глухоты. Этот показатель используется для прогнозирования потери слуха на основании соотношения между постоянными потерями слуха от воздействия шума в течение всего времени работы и ВСП слуха за время дневной экспозиции шума такой же интенсивности [93; 90].

Таким образом, при проведении профотбора с целью выявления лиц с повышенной индивидуальной чувствительностью к шуму необходимо в обязательном порядке использовать комплекс методов, такие как тональная аудиометрия, исследование дифференциального порога восприятия силы звука, а также проведение функциональных проб для определения кратковременной слуховой адаптации (определение ВСП слышимости или её разновидности). Это позволит на ранних этапах обучения принять экспертное решение о целесообразности обучения и/или необходимости проведения профилактических мероприятий по сохранению военно-профессиональной пригодности.

Действующими руководящими документами эти методы не предусмотрены, поэтому мы рекомендуем включить их как обязательные исследования при профотборе для всех специалистов, работа которых связана с шумом высокого уровня. В первую очередь, это относится к специалистам ВВС ВКС, бронетанковых и ракетно-артиллерийских войск.

Учитывая особенности военного труда, считаем, что к лицам с нарушенной слуховой адаптацией вопрос о профпригодности необходимо решать в индивидуальном порядке, а в отношении граждан, поступающих в ВВУЗ, служба которых будет связана с воздействием шума высокой интенсивности, признавать непригодными к обучению данных специальностей. В первую очередь это относится к специалистам ВВС ВКС.

Таким образом, проведение первичного медосмотра позволит определить профессиональную пригодности работающих в условиях воздействия шума и снизит риски развития профессиональной и профессионально обусловленной патологии.

7.3.2. Диспансеризация военнослужащих

Диспансеризация военнослужащих представляет собой научно обоснованную систему профилактических и лечебных мероприятий, направленных на сохранение, восстановление и укрепление здоровья военнослужащих. Решающая роль в этой системе принадлежит организации регулярного контроля за состоянием здоровья личного состава и своевременному проведению лечебно-профилактических мероприятий [184]. Диспансеризация включает, кроме медицинских, ряд организационных и социальных мероприятий.

Основной задачей диспансеризации является своевременная и полная реализация всех лечебно-профилактических мероприятий, назначаемых военнослужащим.

Диспансеризацией должны быть охвачены все военнослужащие, работающие в шумовых условиях, это важно для своевременной диагностики начальных признаков профессиональной и профессионально обусловленной патологии. За ними устанавливается медицинский контроль, который осуществляется путем углубленного медицинского обследования и диспансерного динамического наблюдения.

Углубленное медицинское обследование проводится в целях своевременного выявления заболеваний, развивающихся в результате шумового воздействия, а также контроля над эффективностью лечебно-оздоровительных мероприятий. Согласно требованиям приказа Минздравсоцразвития № 302н [178] установлена следующая периодичность очередных медосмотров: для лиц, работающих в условиях шума (при отнесении условий труда по данному фактору по результатам специальной оценки условий труда, к вредным условиям труда) 1 раз в год, а при воздействии ИЗ – 1 раз в 2 года [178].

Требования приказа МО РФ № 800 от 2011 г. [184] предусматривают проведение очередного медосмотра для всех категорий военнослужащих по контракту 1 раз в год. Осмотр врачами специалистами проводится военнослужащим с 36 летнего возраста, а тональная аудиометрия – лицам (при работе в условиях повышенного воздействия шума) старше 46 лет [184].

Проведенное нами исследование органа слуха у авиационных специалистов и математический анализ позволили установить, что через 5,5 лет у ИТС и 7 – 10 лет у ЛПС воздействие авиационного шума вызывает постоянное повышение порогов слуха до верхней границы нормы. В связи с этим считаем необходимым осмотр врачами специалистами проводить всем военнослужащим, начиная с первой возрастной группы, с обязательной аудиометрией. Кроме того, при стаже работы свыше 10 лет углубленное медицинское обследование необходимо 1 раз в 2 года проводить в стационарных условиях.

В углубленных медицинских обследованиях принимают участие терапевт, невропатолог, оториноларинголог, офтальмолог. Проводятся следующие лабораторные и функциональные исследования: исследование крови, мочи аудиометрию, тахоосциллографию, электрокардиографию, реоэнцефалографию флюорографию органов грудной клетки, при необходимости исследуют вестибулярный анализатор. При наличии медицинских показаний к осмотрам надлежит привлекать врачей других специальностей.

Все военнослужащие и гражданский персонал МО, подвергающиеся воздействию профессиональных вредных факторов военной службы должны находиться под диспансерным динамическим наблюдением врача воинской части и соответствующих врачей-специалистов лечебно-профилактических учреждений. При этом необходимо руководствоваться методиками диспансерного динамического наблюдения в отношении отдельных классов, групп и форм заболеваний, которые подробно изложены как в «Руководстве по медицинскому обеспечению ВС РФ» [185], так и в приказе МО РФ № 800 от 18.06.2011 г. [184].

Лицам, находящимся под диспансерным динамическим наблюдением, устанавливается срок очередного контрольного медицинского обследования, назначаются конкретные лечебно-профилактические мероприятия, которые включают в себя рекомендации по определению сроков и объёма проведения диагностических исследований, осмотра врачей-специалистов, профилактического и противорецидивного лечения, курса реабилитации, санаторно-курортного лечения, организованного отдыха и др.

В связи с неблагоприятным действием высокоинтенсивного акустического шума на состояние здоровья военнослужащих, подвергающихся его воздействию в процессе профессиональной деятельности, необходимо по аналогии с методическими требованиями, изложенными в «Руководстве по медицинскому обеспечению» [185] для военнослужащих,

деятельность которых связана с воздействием профессиональных вредностей (РВ, ИИИ, КРТ, источниками ЭМП, лазерного излучения, микроорганизмами I-II групп патогенности) включить комплекс мероприятий, изложенный выше, в соответствующие разделы данного документа, в частности, в раздел «Лечебно-профилактические мероприятия в отношении военнослужащих, деятельность которых связана с воздействием профессиональных вредностей» главы 15.

Сроки медицинских обследований, их объём, а также перечень лечебно-оздоровительных мероприятий в отношении лиц, систематически подвергающихся воздействию шума, установлены приказом Минздравсоцразвития России № 302н от 12 апреля 2011 г. (приложение 1) [178] и в зависимости от клинических проявлений представлены в таблице 4 Письма МЗ РФ 2012 г. [174]. В Приложении 1 приказа МО РФ № 800 от 18.06.2011 г. [184] приведена методика диспансерного динамического наблюдения и содержание основных лечебно-профилактических мероприятий при основных заболеваниях военнослужащих ВС РФ, офицеров запаса (в отставке). В отношении больных со стойким или прогрессирующим понижением слуха (нейросенсорной потерей слуха) указаны мероприятия при уже имеющейся тугоухости, не зависимо от стадии процесса.

Предлагается раздел по нозологии нейросенсорная потеря слуха приложения №1 приказа МО РФ № 800 от 18.06.2011 г. [184] дополнить и изменить, приведя его в соответствие с федеральными документами, регламентирующими профилактику профессиональной нейросенсорной тугоухости. Диспансерные мероприятия других этиологических форм НСТ можно сохранить в рамках приказа МО. Полный текст предложенных изменений представлен в табл. 22 Приложения.

Кроме того, имеются различия и в сроках проведения медосмотров, в частности в сроках выполнения аудиометрического исследования АС. В ВС РФ аудиограмма выполняется летчикам и штурманам 1 раз в 3 года, а бортинженерам, бортмеханикам и др. членам лётных экипажей – при приеме на лётную должность и при увольнении с неё. Во всех других случаях аудиологическое исследование выполняется по показаниям. Такая размытая формулировка не даёт возможности своевременно установить диагноз НСТ, проводить мониторинг и весь комплекс лечебно-профилактических мероприятий. В гражданской авиации (ГА) сроки очередного медицинского обследования определены ФАП МО ГА-2002 [238]. Целью врачебно-лётной экспертизы в ГА является раннее выявление вредного воздействия авиационного шума на лётный состав, поэтому сроки и объём обследования соответствуют федеральным правовым актам, регламентирующим профилактические мероприятия в отношении лиц, работающих в условиях воздействия шума. [258; 142].

В связи с этим предлагаем внести в изменения в приказ МО РФ № 455 от 1999 г. [183] об обязательном медицинском освидетельствовании других членов летных экипажей по аналогии с ЛС.

Предложенные мероприятия по диспансеризации будут способствовать формированию групп диспансерного учета, раннему выявлению профессиональной тугоухости, что при своевременном лечении позволит осуществлять реабилитацию военнослужащих с нарушением слуха и риском развития профессиональной тугоухости.

7.3.3. Лечение и реабилитация

При выявлении ранних признаков НСТ помимо динамических лечебно-профилактических и оздоровительных мероприятий, необходимо проводить комплексную медикаментозную терапию, направленную на все звенья патологического процесса. Лечение должно быть индивидуальным (с учетом возраста, стадии процесса, наличия сопутствующей патологии и др.) и комплексным.

Назначаются препараты, улучшающие микроциркуляцию и мозговое кровообращение (ноотропы, пармидин), действующие на клеточный и тканевой метаболизм, нормализующих энергетические и окислительно-восстановительные процессы (витамины, биостимуляторы, антиоксиданты), средства, улучшающие проводимость нервных импульсов (антихолинэстеразные), нормализующие процессы возбуждения и торможения коры головного мозга (транквилизаторы, седативные).

С целью шумовой отопротекции для лечения НСТ мы в своей практике длительное время применяем гистаминоподобный препарат, обладающий специфическим воздействием на микроциркуляцию внутреннего уха, бетагистина гидрохлорид (торговое название бетасерк). Это синтетический аналог гистамина, действует на гистаминовые Н1 и Н3 – рецепторы внутреннего уха и вестибулярных ядер ЦНС. Путем прямого воздействия на Н1 – рецепторы сосудов внутреннего уха, а также опосредованно через воздействие на Н3 – рецепторы улучшает микроциркуляцию и проницаемость капилляров внутреннего уха, увеличивает кровоток в базилярных артериях, нормализует давление эндолимфы в лабиринте и улитке. Бетасерк также обладает выраженным центральным эффектом, являясь ингибитором Н3 – рецепторов ядер вестибулярного нерва. Нормализует транзиттерную передачу в нейронах медиальных ядер вестибулярного нерва на уровне моста стволовой части головного мозга [221].

По опыту работы с данным препаратом отмечено его отопротективное действие, улучшение слуха, снижение интенсивности или полное исчезновение ушного шума. Дозировка

и длительность применения подбирается индивидуально. Подобный эффект при его использовании отмечен в ряде публикаций [133].

Кроме вазоактивных и антигипоксантных средств, улучшающих кровоснабжение внутреннего уха, для улучшения обменных процессов в нервной ткани при НСТ любого происхождения показаны препараты, улучшающие обменные и репаративные процессы в нейроэпителии. С этой целью широко применяется витаминотерапия и прежде всего витамины группы В, которые в больших дозах оказывают комплексное корригирующее воздействие на воспалительные и дегенеративные заболевания нервов и двигательного аппарата, способствуют улучшению микроциркуляции и в целом улучшают работу нервной системы.

Витамин В1 (тиамин) участвует в энергетических процессах в нервных клетках, в частности в цикле Кребса, и регенерации поврежденных нервных волокон. Помимо участия в углеводном обмене, тиамин является модулятором нейромышечной передачи [300] и обладает антиоксидантной активностью [291].

Витамин В6 (пиридоксин) является ко-фактором более чем для 100 ферментов, а благодаря способности регулировать метаболизм аминокислот нормализует белковый обмен [130; 328]. Кроме того, в последние годы доказано, что витамин В6 имеет антиоксидантное действие [331], участвует в синтезе катехоламинов, гистамина и гамма-аминомасляной кислоты, увеличивает внутриклеточные запасы магния, также играющего важную роль в обменных процессах нервной системы.

Витамин В12 (цианокобаламин) играет важную роль в делении клеток, кроветворении, регуляции обмена липидов и аминокислот. Он участвует в важнейших биохимических процессах миелинизации нервных волокон [305].

В настоящее время редко используют водорастворимые препараты витаминов В1, В6 и В12 для монотерапии, так как наиболее эффективным считается их комплексное применение. При бесспорной эффективности использование водорастворимых витаминов группы В для лечения имеет свои ограничения. Это в первую очередь касается тиамина, который разрушается тиаминазой кишечника, а при увеличении дозы не поступает в кровь. Значительно большей биодоступностью и отсутствием эффекта «насыщения» обладает один из жирорастворимых аналогов тиамина – бенфотиамин, который устойчив в кислой среде и не разрушается тиаминазой кишечника, что позволяет достичь максимального эффекта при его применении. Бенфотиамин хорошо проникает через гематоэнцефалический барьер, а также через липофильную оболочку нервных клеток, обладая лучшей фармакокинетикой по сравнению с тиаминем [301].

Одним из таких наиболее эффективных комплексов считается препарат мильгамма («Верваг Фарма», Германия). Появились публикации об эффективности препарата мильгамма

при лечении НСТ в связи с тем, что жирорастворимые витамины группы В хорошо проникают через гематолабиринтный барьер [132; 111]. На основании клинических данных, было показано, что применение мильгаммы композитум три раза в день в течение 4–6 недель [132] или десять внутримышечных инъекций мильгаммы [111] у больных с НСТ привело к положительным изменениям слуха. Такой курс необходимо проводить 2 раза в году. В своей практике мы широко используем данный препарат по одной из вышеуказанных схем.

Наряду с медикаментозной терапией широко используются немедикаментозные методы лечения: физиотерапия, массаж шейно-воротниковой зоны, иглоукалывание.

Индивидуально необходимо рекомендовать оздоровительные и реабилитационные мероприятия: здоровый образ жизни, рациональное, сбалансированное питание, использование средств индивидуальной защиты, «защита временем», фармакологическая профилактика и др.

Таким образом, раннее выявление и своевременно начатая комплексная терапия с применением вышеуказанных препаратов будет способствовать шумовой ототоксикции и профилактике развития ранних форм шумовой НСТ. Лечебную терапию у АС целесообразно начинать с момента выявления нарушения слуховой функции.

Как известно, НСТ – полиэтиологическое заболевание. В связи с этим при определении лечебной тактики должен учитываться этиологический фактор (инфекционная природа – около 30%, сосудисто-реологические нарушения – около 20%, ототоксическое воздействие некоторых веществ – до 15% и др) [199; 163]. В своей практике лечебную тактику определяю, во-первых, в зависимости от формы заболевания (острая, подострая, хроническая). Во-вторых, с учётом этиологического фактора. В-третьих, учитываю данные реоэнцефалографии, так как каждый из применяемых для лечения препарат определенным образом воздействует на тонус сосудов головного мозга.

Учитывая особенности военной службы при обращении больного с НСТ в первую очередь, на основе анамнеза определяется причина развития заболевания. На основе многолетних наблюдений нами разработана схема лечения НСТ шумовой этиологии. Базовый комплекс включает в себя внутривенные инфузии кавинтона (винпоцетина) 20 – 25 мг, пирацетама 1 г в течении 7 – 10 дней; трентала (пентоксифиллина) 100 мг в течение 5 – 10 дней; витаминотерапия: кислота аскорбиновая внутривенно 100 – 200 мг 10 – 15 дней, мильгамма по 2 мл внутримышечно в течении 10 дней; транквилизаторы (феназепам по 0, 5 мг 1 – 2 раза в сутки); десенсибилизирующие; бетагестина дигидрохлорид 16 мг в течение 1 – 2 мес. независимо от того, имеются ушные шумы или нет. Препараты сосудистой терапии назначаются по результатам реоэнцефалографии. Физиотерапия: как правило, электрофорез с новокаином, прозеринном или галантамином 8 – 10 процедур, массаж воротниковой зоны. Лечение в стационаре занимает 10 – 15 суток. Курс лечения проводится 1 – 2 раза в год.

При наличии у больного сопутствующей патологии в виде гипертонической болезни, проводится корректирующая терапия с применением гипотензивных и сосудистых средств.

Анализ лечения больных с НСТ шумовой этиологии показал, что лечение, начатое на ранних стадиях, способствует полному восстановлению слуховых нарушений, выявленных при аудиологическом исследовании. Период стойкой ремиссии даже при одном курсе терапии в год составляет 5 – 7 лет, в дальнейшем отмечается медленно нарастающее прогрессирование заболевания, без заметного ухудшения качества жизни.

У больных с выраженными слуховыми нарушениями на аудиограмме (1-я степень тугоухости) лечение не приводит к полному восстановлению слуховой функции, но предупреждается прогрессирование процесса.

Таким образом, используемая нами схема лечения тугоухости способствует снижению риска развития заболевания и продлению профессионального долголетия.

7.3.4. Экспертиза военнослужащих

В 2012 г. Минздравом РФ разработаны и предложены к практической реализации «Методические рекомендации по диагностике, экспертизе трудоспособности и профилактике профессиональной сенсоневральной тугоухости» [174], где представлена гармонизированная классификация тугоухости. Для оценки степени снижения слуха предложено использовать гармонизированные, основанные на количественных показателях степени снижения слуха от воздействия шума, сопоставимые с международными и медико-социальными критериями, что позволяет осуществлять единые диагностические и экспертные решения при нарушениях слуха как на стадии предварительного, так и на стадии заключительного диагнозов тугоухости.

Однако, наличие нескольких классификаций затрудняет деятельность специалистов, участвующих в решении диагностических экспертных и медико-социальных вопросов у больных с профессиональной тугоухостью, и создает предпосылки для конфликтных ситуаций [164]. Только профессиональная классификация предполагает наличие донозологической формы слуховых нарушений, классифицируемых как «признаки воздействия шума на организм». Кроме того, эта классификация позволяет сравнивать величину потерь слуха на речевых частотах с потерей слуха на частоте 4000 Гц.

Международная классификация и классификация для МСЭ практически совпадают по количественной величине потери слуха на речевых частотах. Кроме того в классификации МСЭ указано расстояние с которого воспринимается шепотная и разговорная речь в метрах от ушной раковины. Профессиональная классификация тугоухости предполагает наличие донозологической формы слуховых нарушений, классифицируемых как «признаки воздействия

шума на организм». И только эта классификация позволяет сравнивать величину потерь слуха на речевых частотах с потерей слуха на частоте 4000 Гц.

В ВС РФ военно-врачебная экспертиза проводится на основании постановления Правительства РФ от 4.06.2013 г. № 565, а врачебно-летная – приказа Министра обороны РФ от 9.10.1999 г. № 455 [177; 183]. В них степень годности к военной службе и годность к летной работе оцениваются восприятием шепотной речи в метрах от ушной раковины без учета критериев имеющейся классификации тугоухости.

В статье 40 Расписания болезней Положения о военно-врачебной экспертизе дается категорирование годности к военной службы в зависимости от понижения слуха: глухота на оба уха, стойкое понижение слуха на одно или оба уха в зависимости от восприятия шепотной речи.

В пояснениях к данной статье сказано, что при определении степени понижения слуха необходимы специальные методы исследования: шепотной и разговорной речью, камертонами, тональной пороговой аудиометрией с обязательным определением барофункции ушей[177].

В статье 39 приказа МО РФ № 455, предусматривающей годность к летной работе при понижении слуха, критерием стойкого снижения слуха является также восприятие шепотной речи.

В пояснениях к данной статье сказано, что для оценки слуховой функции большое значение имеют данные, получаемые при тональной аудиометрии, которые позволяют точно оценить степень снижения слуха и таким образом следить за динамикой слуховой патологии[183].

В начальном периоде развития тугоухости (I стадия) восприятие шепотной речи обычно нарушено незначительно, а на аудиограмме имеет место изолированное повышение порогов в зоне 4000 – 6000 герц до 30 – 40 дБ. Иногда повышаются пороги и на другие частоты, но в значительно меньшей степени. При более глубокой патологии (II стадия) – пороги на частоте 2000 – 8000 герц повышаются до 40 – 50 дБ; экспертное постановление в этом случае выносится в соответствии с пунктом «б» настоящей статьи. Наконец, более выраженное снижение слуха характеризуется повышением порогов на все частоты выше 500 Гц. При этом пороги на частоты до 1500 герц повышаются на 15 – 20 дБ, а на частоты выше 1500 Гц – до 80 дБ. Экспертное постановление выносится в этом случае в соответствии с пунктом «а» статьи [183].

В табл.7.1 представлены критерии экспертной оценки слуховой функции в ВС РФ по аналогии с гармонизированной классификацией тугоухости.

Таблица 7.1 - Критерии оценки слуховой функции в ВС РФ

| Степень тугоухости | Врачебно-летная экспертиза | | Военно-врачебная экспертиза | |
|---|--|--|---|--|
| | Восприятие шепотной речи | Среднее значение порогов слышимости дБ | Восприятие шепотной речи | Среднее значение порогов слышимости дБ |
| I степень (легкое снижение слуха) | - До 1 м или у раковины на одно ухо и до 4м на другое; - до 2-3 м на оба уха; - от 1 до 4 м на одно ухо. | До 30 - 40 дБ на частотах 4 – 6 кГц | - 0 м на одно ухо и более 3 м на другое ухо; - до 2 м на одно и до 3 м на другое ухо | Нет |
| II степень (умеренное снижение слуха) | - До 1 м на одно ухо и до 1 – 4 м на другое; - от 1 до 2 м на оба уха. | До 40 – 50 дБ на частотах 2 – 8 кГц | - 0 м на одно ухо и до 3 м на другое ухо; - до 1 м на одно и до 2 м на другое ухо | Нет |
| III степень (выраженное снижение слуха) | Менее 1 м на оба уха | До 15 – 20 дБ на частоты до 1500 Гц и на частоты выше 1500 Гц до 80 дБ | | Нет |
| Глухота | | | Отсутствие восприятия крика у ушной раковины | Нет |

Как видно из табл. 7.1, в ВС РФ нет классификации тугоухости, на основе которой можно выносить экспертное заключение.

В гражданской авиации до 1983 г. нормативными документами при ежегодном медицинском освидетельствовании лиц летного состава не предусматривалось обязательное аудиометрическое исследование, и состояние слуховой функции оценивалось методом проведения шепотной и речевой акуметрии. После введения ГОСТ СССР [41] для экспертизы стали применять методы тональной и речевой аудиометрии [106]. С 2002 г. экспертиза ЛС ГА осуществляется согласно требованиям ФАП МО ГА - 2002 [238], где основными критериями оценки слуховой функции, помимо восприятия шепотной речи, являются количественные показатели слуха на речевых частотах (500, 1000, 2000 Гц) и на частоте 4000 Гц.

Учитывая вышеизложенное, предлагается внести изменения в статью 40 Приложения к Постановлению Правительства РФ № 565 от 2013 г. и статью 39 Расписания болезней приказа МО РФ № 455 от 1999 г. с учетом количественной оценки слуха на речевые частоты (500, 1000, 2000 Гц) и на частоте 4000 Гц, которые приведены ниже в нашей редакции, как самих статей, так и пояснений к ним.

Приложение к Постановлению Правительства РФ № 565 от 2013 г.

| Статья расписания болезней | Наименование болезней, степень нарушения функции | Категория годности к военной службе | | |
|----------------------------|---|-------------------------------------|----------|----------------|
| | | I графа | II графа | III графа |
| 40 | Глухота, глухонмота, понижение слуха: | | | |
| | а) глухота на оба уха или глухонмота | Д | Д | Д |
| | б) стойкое понижение слуха на оба уха при средних значениях слуховых порогов на частоты 500,1000 и 2000 Гц от 41 до 55 дБ, на частоте 4000 Гц до 65 дБ и восприятии шепотной речи на расстоянии до 2 м; стойкое понижение слуха на одно ухо при средних значениях слуховых порогов на частоты 500,1000 и 2000 Гц от 41 до 50 дБ, на частоте 4000 Гц от 51 до 65 дБ с восприятием шепотной речи на расстоянии до 2 м и при средних значениях слуховых порогов на частоты 500,1000 и 2000 Гц от 26 до 40 дБ, на частоте 4000 Гц от 51 до 60 дБ с восприятием шепотной речи на расстоянии до 3 м на другое ухо | В | В | Б (В – инд) |
| | в) стойкое понижение слуха на оба уха при средних значениях слуховых порогов на частоты 500,1000 и 2000 Гц от 26 до 40 дБ, на частоте 4000 Гц до от 51 до 60 дБ и восприятии шепотной речи до 3 м; стойкое понижение слуха на одно ухо при средних значениях слуховых порогов на частоты 500,1000 и 2000 Гц от 26 до 40 дБ, на частоте 4000 Гц от 51 до 60 дБ с восприятием шепотной речи на расстоянии до 3 м и при средних значениях слуховых порогов на частоты 500,1000 и 2000 Гц от 16 до 25 дБ, на частоте 4000 Гц от 41 до 50 дБ с восприятием шепотной речи на расстоянии от 3 до 5 м на другое ухо. | В | В | Б |

В пояснения к данной статье добавить: Пороги слуха оцениваются по воздушной проводимости. Наличие у освидетельствуемого изолированного повышения порогов на частотах 3000 – 8000 Гц не является основанием для клинического диагноза.

Расписание болезней приказа МОРФ № 455 от 1999 г.

| Статья | Наименование болезней | Графы I - VII |
|--------|---|---|
| 39 | Понижение слуха | |
| | а) стойкое понижение слуха на оба уха при средних значениях слуховых порогов на частоты 500,1000 и 2000 Гц до 40 дБ, на частоте 4000 Гц до 65 дБ с восприятием шепотной речи на расстоянии до 2 м | Негодны по всем графам |
| | б) стойкое понижение слуха на оба уха при средних значениях слуховых порогов на частоты 500,1000 и 2000 Гц от 25 до 40 дБ, на частоте 4000 Гц от 50 до 60 дБ с восприятием шепотной речи на расстоянии до 3 м; стойкое понижение слуха на одно ухо при средних значениях слуховых порогов на частоты 500,1000 и 2000 Гц от 25 до 40 дБ, на частоте 4000 Гц от 50 до 60 дБ с восприятием шепотной речи на расстоянии до 2 м и при средних значениях слуховых порогов на частоты 500,1000 и 2000 Гц от 11 до 25 дБ, на частоте 4000 Гц от 41 до 50 дБ с восприятием шепотной речи на расстоянии 2 – 5 м на другое ухо | Негодны по I и VII графам, по остальным индивидуальная оценка |
| | в) стойкое понижение слуха на оба уха при средних значениях слуховых порогов на частоты 500,1000 и 2000 Гц от 16 до 25 дБ, на частоте 4000 Гц от 40 до 50 дБ с восприятием шепотной речи на расстоянии до 2 – 5 м; стойкое понижение слуха на одно ухо при средних значениях слуховых порогов на частоты 500,1000 и 2000 Гц от 16 до 25 дБ, на частоте 4000 Гц от 41 до 50 дБ с восприятием шепотной речи на расстоянии от 3 до 5 м и при средних значениях слуховых порогов на частоты 500,1000 и 2000 Гц до 15 дБ, на частоте 4000 Гц от 26 до 40 дБ с восприятием шепотной речи на расстоянии более 4 м на другое ухо | По всем графам индивидуальная оценка |

В пояснениях к данной статье исключить абзац 4 и добавить: выявление у освидетельствуемого изолированного повышения порогов на частотах 3000 – 8000 Гц не является основанием для клинического диагноза и постановки под динамическое наблюдение у врача оториноларинголога.

Одной из целей военно-врачебной экспертизы является установление причинной связи увечий, заболеваний у военнослужащих с прохождением ими военной службы. В статье 94 «Положения...» формулировка «военная травма» выносится, если заболевание получено

освидетельствуемым при исполнении обязанностей военной службы (служебных обязанностей) в результате поражений, обусловленных воздействием радиоактивных веществ, источников ионизирующего излучения, компонентов ракетных топлив и иных высокотоксичных веществ, токсичных химикатов, относящихся к химическому оружию, источников электромагнитного поля и лазерного излучения, микроорганизмов I и II групп патогенности [177]. Как видно высокоинтенсивного шума и ИЗ здесь нет.

Военнослужащие, имеющие при увольнении из рядов ВС РФ хронические заболевания органа слуха, сердечно-сосудистой и нервной системы как следствие длительного воздействия авиационного шума при выполнении профессиональных обязанностей, не считаются лицами, получившими профессиональное заболевание. Они не защищены в социальном плане, так как причинная связь выявленной у них патологии расценивается как «заболевание получено в период военной службы».

В связи с этим предлагаем внести изменения в действующие законодательные акты: высокоинтенсивный шум и ИЗ отнести к вредным факторам военной службы наряду с радиоактивными веществами, источниками ионизирующего излучения, компонентами ракетных топлив и иными высокотоксичными веществами, токсичными химикатами, относящимися к химическому оружию, источниками электромагнитного поля и лазерного излучения, микроорганизмами I и II групп патогенности.

Комплекс лечебно-профилактических мероприятий в отношении лиц, подвергающихся шумовому воздействию разработан по результатам оценки условий труда и изучения патологии, возникшей от воздействия высокоинтенсивного авиационного шума, в соответствии с имеющимися федеральными нормативными актами. Разработанные мероприятия позволят значительно снизить риск развития профессиональной и профессионально обусловленной патологии, вызванной воздействием авиационного шума.

7.4. Обоснование использования средств индивидуальной защиты при воздействии авиационного шума

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 [2; 74; 218; 217; 60].

По результатам исследования акустической обстановки на рабочих местах АС установлено, что наиболее высокой акустической нагрузке подвергается ИТС. На основании данных акустической обстановки проведены временные расчеты пребывания на рабочих

местах авиационных специалистов при шумовом воздействии. При этом учитывалась еще одна особенность авиационного шума: наличие в его составе высокоинтенсивной ИЗ составляющей.

Работа авиационных специалистов, основная деятельность которых связана с обслуживанием работающих авиационных двигателей носит циклический характер, поэтому при расчете допустимых величин уровня звука необходимо руководствоваться суммарным временем за летную смену, при котором авиационный специалист находился на рабочем месте при работе авиационного двигателя с учетом существующей табличной поправки к величине уровня звука в зависимости от времени (см. табл. 7.2) [108].

Таблица 7.2 - Поправка к величине уровня звука в зависимости от времени

| Время, в течение которого уровни звука остаются постоянными, ч | | | | | | | | | | |
|--|-----|-----|---|---|-----|---|---|-----|------|-----|
| 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0,5 | 0,25 | 0,1 |
| 0 | 0,6 | 1,2 | 2 | 3 | 4,2 | 6 | 9 | 12 | 15 | 19 |
| Поправка Δ , дБА | | | | | | | | | | |

В табл. 7.3 представлены предлагаемые нами предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для ИТС ВВС, которые подвергаются воздействию шума на рабочих местах, причем основная их деятельность связана с обслуживанием работающих авиационных двигателей при проведении полетов и ремонтно-регламентных работ с авиационной техникой.

Таблица 7.3 – Предлагаемые предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для авиационных специалистов ВВС, которые подвергаются воздействию шума на рабочих местах, причем это воздействие связано с обслуживанием работающих авиационных двигателей при проведении полетов и ремонтно-регламентных работ с авиационной техникой

| Суммарная продолжительность пребывания на рабочем месте | Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц | | | | | | | | | Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА |
|---|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--|
| | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 8 час | 107 | 95 | 87 | 82 | 78 | 75 | 73 | 71 | 69 | 80 |
| 4 час | 110 | 98 | 90 | 85 | 81 | 78 | 76 | 74 | 72 | 83 |
| 2 час | 113 | 101 | 93 | 88 | 84 | 81 | 79 | 77 | 75 | 86 |
| 1 час | 116 | 104 | 96 | 91 | 87 | 84 | 82 | 80 | 78 | 89 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|--------|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|
| 30 мин | 119 | 107 | 99 | 94 | 90 | 87 | 85 | 83 | 81 | 92 |
| 15 мин | 122 | 110 | 102 | 97 | 93 | 90 | 88 | 86 | 84 | 95 |
| 6 мин | 126 | 114 | 106 | 101 | 97 | 94 | 92 | 90 | 88 | 99 |

Примечание: жирным шрифтом выделены ПДУ, установленные СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96(210).

При сравнении УЗД и эквивалентных уровней звука (см. главу 3), полученных на рабочих местах авиационных специалистов при обслуживании ВС разных видов авиации с работающими двигателями с ПДУ для УЗД и эквивалентного уровня звука с учетом поправок на время (табл. 7.3), получается следующее.

Для ИТС ДА: на частоте 31,5 Гц можно работать более 8 ч; на частоте 63 Гц – около 40 мин.; **на частотах 125-8000 Гц работать нельзя**, так УЗД превышали максимальное ПДУ для минимального времени работы (до 6 мин) на частоте 125 Гц до 8 дБ; на частоте 250 Гц – на 2 – 9 дБ; на частоте 500 Гц – на 8 – 11 дБ; на частоте 1000 Гц – на 11 – 19 дБ; на частоте 2000 Гц – на 11 – 28 дБ; на частоте 4000 Гц – на 15 – 28 дБ; на частоте 8000 Гц – на 20 – 24 дБ; эквивалентный уровень звука превышал максимальное ПДУ для 6 мин на 18 дБА.

Для ИТС ИБА: на частоте 31,5 Гц можно работать 4 ч; на частоте 63 Гц – не более 6 мин.; **на частотах 125-8000 Гц работать нельзя**, так УЗД превышали максимальное ПДУ для минимального времени работы (до 6 мин) на частоте 125 Гц до 9 дБ; на частоте 250 Гц – на 3 – 17 дБ; на частоте 500 Гц – на 9 – 25 дБ; на частоте 1000 Гц – на 12 – 28 дБ; на частоте 2000 Гц – на 16 – 30 дБ; на частоте 4000 Гц – на 22 – 32 дБ; на частоте 8000 Гц – на 20 – 30 дБ; эквивалентный уровень звука превышал максимальное ПДУ для 6 мин на 19 дБА.

Для ИТС АА: на частоте 31,5 Гц можно работать более 8 ч; на частоте 63 Гц – около 20 мин.; **на частотах 125-8000 Гц работать нельзя**, так УЗД превышали максимальное ПДУ для минимального времени работы (до 6 мин) на частоте 125 Гц до 4 дБ; на частоте 250 Гц – на 5 – 11 дБ; на частоте 500 Гц – на 8 – 15 дБ; на частоте 1000 Гц – на 13 – 19 дБ; на частоте 2000 Гц – на 16 – 23 дБ; на частоте 4000 Гц – на 20 – 29 дБ; на частоте 8000 Гц – на 8 – 27 дБ; эквивалентный уровень звука превышал максимальное ПДУ для 6 мин на 10 – 16 дБА.

Для ИТС ВТА: на частоте 31,5 Гц можно работать более 8 ч; на частоте 63 Гц – около 40 мин.; на частоте 125 Гц – 6 мин; **на частотах 250-8000 Гц работать нельзя**, так УЗД превышали максимальное ПДУ для минимального времени работы (до 6 мин) до 8 дБ на частоте 250 Гц; на частоте 500 Гц – на 5 – 15 дБ; на частоте 1000 Гц – на 7 – 23 дБ; на частоте 2000 Гц – на 11 – 27 дБ; на частоте 4000 Гц – на 11 – 33 дБ; на частоте 8000 Гц – на 9 – 21 дБ; эквивалентный уровень звука превышал максимальное ПДУ для 6 мин на 12 – 17 дБА.

Таким образом, сокращение времени пребывания на рабочих местах ИТС при работающих авиационных двигателях даже до 6 мин не позволяет предельно допустимым УЗД и эквивалентным уровня звука достичь фактических величин указанных параметров ни в одном виде авиации. Превышение эквивалентного уровня звука составило 10 – 19 дБА. Дальнейшее увеличение рабочего времени ИТС данной категории будет сопровождаться еще большей разницей между предельными и фактическими уровнями. Так, при 2-часовой суммарной продолжительности пребывания на рабочем месте при работе двигателей ВС по сравнению с 6-минутной продолжительностью эквивалентный уровень звука увеличится на 13 дБА. Поэтому для еще большего повышения ПДУ необходимо применение СИЗ от шума, что позволит увеличить время пребывания в зоне интенсивных шумов.

По аналогии с шумом проведены временные расчеты пребывания на рабочих местах авиационных специалистов при инфразвуковом воздействии.

Непостоянный инфразвук, как непостоянный шум, характеризуется эквивалентными (по энергии) уровнями, которые обладают такой же биологической эффективностью, как и постоянный инфразвук соответствующего уровня. Поэтому рекомендовано значения критерия эквивалентности $q=3$ дБ/удвоение времени [108].

В табл. 7.4 представлены предлагаемые нами предельно допустимые уровни звукового давления и общего уровня звукового давления инфразвука для ИТС ВВС, которые подвергаются воздействию инфразвука на рабочих местах, причем основная их деятельность не связана с обслуживанием работающих авиационных двигателей.

Таблица 7.4 – Предлагаемые предельно допустимые уровни звукового давления и общего уровня звукового давления инфразвука для авиационных специалистов ВВС, которые подвергаются воздействию инфразвука на рабочих местах, причем основная их деятельность не связана с обслуживанием работающих авиационных двигателей

| Суммарная продолжительность пребывания на рабочем месте | Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц | | | | Общий уровень звукового давления, дБ |
|---|--|-----------|-----------|-----------|--------------------------------------|
| | 2 | 4 | 8 | 16 | |
| 8 час | 100 | 95 | 90 | 85 | 100 |
| 4 час | 103 | 98 | 93 | 88 | 103 |
| 2 час | 106 | 101 | 96 | 91 | 106 |
| 1 час | 109 | 104 | 99 | 94 | 109 |
| 30 мин | 112 | 107 | 102 | 97 | 112 |
| 15 мин | 115 | 110 | 105 | 100 | 115 |
| 6 мин | 119 | 114 | 109 | 104 | 119 |

Примечание: жирным шрифтом выделены ПДУ, установленные СН 2.2.4/2.1.8. 583 – 96 (211).

При сравнении УЗД и общего УЗД ИЗ (см. главу 3), полученных 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 (табл. 6.4), получается следующее:

По общему УЗД в дальней авиации рабочее время ограничено 6 ч; в истребительной – до 40 мин; в вертолетной – до 1 ч; в транспортной – до 2 ч.

В октавной полосе со средне геометрической частотой 2 Гц время работы до 4 ч ограничено только в истребительной авиации; частота 4 Гц – ограничение времени работы отсутствует только в дальней авиации, в транспортной и вертолетной оно составляет 2 ч, в истребительной – до 1 ч; частота 8 Гц – в дальней авиации время работы не более 4 ч; в истребительной – не более 15 мин; в вертолетной и транспортной – не более 30 мин; на частоте 16 Гц - в дальней авиации время работы не более 30 мин; в других видах – не более 6 мин.

Таким образом, сокращение времени пребывания на рабочих местах ИТС позволяет только частично достичь предельно допустимые величины инфразвука.

Согласно классификации ISO СИЗ от шума входят в раздел 13.340.20 «Защитные средства головы». В соответствии с ГОСТ Р 12.4.255-2011 [50] они в зависимости от конструктивного исполнения подразделяются на: противошумные наушники, закрывающие ушную раковину снаружи; противошумные вкладыши, перекрывающие наружный слуховой проход; противошумные наушники, смонтированные с защитной каской (соответствует ГОСТ Р 12.4.207-99) [45]; шлем (шлемофон) шумозащитный (ГОСТ Р 12.4.209-99) [46]. Перечисленные СИЗ предназначены, в первую очередь, для защиты воздушного пути, являющегося основным путем воздействия акустических колебаний звукового диапазона на орган слуха.

Общие технические требования к противошумным наушникам, вкладышам и методы испытания определены ГОСТ Р 12.4.255-2011 [50]. Для оценки акустической эффективности этих противошумов используется два метода. Первый – упрощенный метод измерения, который объективным способом измеряет поглощения шума противошумами с помощью специального устройства, с расположенным внутри микрофоном. Второй – субъективный метод измерения поглощения шума с помощью метода тональной аудиометрии. Измерения проводятся в специально оборудованном помещении, в которое подается тестовый сигнал. Оценка акустической эффективности противошума проводится по разности уровней слуховых порогов испытателя без противошумов и при одетых противошумах.

Методов испытания, предусмотренных ГОСТ, для оценки акустической эффективности шлема (шлемофона) шумозащитного не разработаны. На практике поглощения шума непосредственно материалом самого шлема, экранирующего череп, проводится с использованием акустического микрофона, который помещается в подшлемное пространство.

Испытания можно проводить на муляже головы и непосредственно на голове испытателя [121; 61]. Эффективность наушников (ауральный путь), входящих в состав шлема, проводится с помощью вышеописанных методов. Интегральная акустическая эффективность ШШЗ с учетом экстраауральной и ауральной защиты должна проводиться субъективным методом с использованием тональной аудиометрии.

Противошумный костюм – общие технические требования к этому противошуму, определенных ГОСТ, отсутствуют. Имеются единичные сообщения по данному средству защиты от шума [14; 77; 220]. По мнению этих авторов, противошумный костюм должен включать ШШЗ, комбинезон и обувь. Как видно, это противошумное средство предназначено для защиты органа слуха, головы и тела человека от воздействия высокоинтенсивных шумов (свыше 120 дБА), то есть предполагает сочетание ауральных и экстраауральных СИЗ. Однако, стандартных методов испытания для оценки акустической эффективности данного вида противошумов нет в связи с его отсутствием.

Считается общепринятым, что выбор СИЗ от шума должен проводиться после специальной оценки условий труда с учетом следующих особенностей условий труда [25; 242]:

- уровня звука, общий уровень звукового давления;
- частотного спектра шума на рабочем месте с определением УЗД в октавных полосах;
- длительности ношения при данных технологических операциях;
- необходимости восприятия на слух полезных сигналов и речи, связанных с выполнением трудовых операций конкретного специалиста;
- климатических условий.

Ориентировочная эффективность в различных частотных диапазонах выпускаемых отечественной промышленностью СИЗ от шума представлена в табл. 7.5 [2; 25; 90; 204].

Таблица 7.5 - Эффективность СИЗ в различных частотных диапазонах

| Типы СИЗ | Эффективность СИЗ, дБ, в частотном диапазоне, Гц | | | |
|------------------------|--|-----------|------------|------------|
| | 20 – 100 | 100 – 800 | 800 – 8000 | Свыше 8000 |
| Вкладыши | 5–20 | 20–35 | 30–40 | 30–40 |
| Наушники | 2–15 | 15–35 | 30–45 | 35–45 |
| Наушники + Вкладыши | 15–25 | 25–45 | 30–60 | 40–60 |
| ШШЗ | 2–7 | 7–20 | 20–55 | 30–55 |
| Космические шлемы | 5–10 | 10–25 | 30–60 | 30–60 |

Учитывая данные табл. 7.5, при выборе СИЗ от шума надо руководствоваться уровнем звука на рабочем месте. Вкладыши обеспечивают снижение шума приблизительно до 20 дБ, наушники – до 30 дБ, ШШЗ – до 35 дБ, вкладыши в сочетании с наушниками – до 35 дБ.

Необходимо учитывать, что в ряде случаев заявленная акустическая эффективность существующих СИЗ от шума часто оказывается завышенной в 1,5-2 раза [60].

Учитывая вышеизложенное, считается, что при уровне звука до 100 дБА достаточно использовать наушники, втулки или вкладыши. При уровне звука 100–110 дБА целесообразно применять комбинацию наушников с вкладышами, при – 110–120 дБА – шумозащитные шлемы, при – 120 дБА и выше – комбинацию ауральных СИЗ и экстраауральных СИЗ (противошумные пояса и жилеты) [14; 25; 217].

Итак, для обоснования выбора типа СИЗ от шума необходимо применение принципа «интенсивность шума–класс противошума». Руководствуясь этим принципом в таблицах 6.6 – 6.10 проведена сравнительная оценка фактических уровней звукового давления в низко-, средне- и высокочастотном диапазонах и уровней шума (см. главу 3) на рабочих местах авиационных специалистов ВВС ВКС с эффективностью промышленных образцов СИЗ от шума (см. табл. 6.5). Это позволяет определить необходимый класс СИЗ от шума и направления совершенствования средств и методов защиты от шума для данного типа авиации.

В табл. 7.6 дано обоснование СИЗ от шума при обслуживании самолетов дальней авиации.

Таблица 7.6 - Обоснование СИЗ от шума для ИТС при обслуживании самолетов дальней авиации

| Частотный диапазон | УЗД (дБ) | | СИЗ от шума | |
|-----------------------------------|----------------------|----------|--------------------------|-----------------|
| | Фактические значения | Δ | Тип | Ослабление (дБ) |
| Низкочастотный (31,5-250 Гц) | 102–114 | 0–28 | Наушники+Вкладыши | 15–25 |
| Среднечастотный (500-1000 Гц) | 108–113 | 30–38 | Наушники+Вкладыши | 25–45 |
| Высокочастотный (2000-8000 Гц) | 112–120 | 43–47 | Наушники+Вкладыши ШШЗ | 25–45 30–55 |
| 31,5 – 8000 Гц | 98 – 120 | 18–40 | ШШЗ | 35 |

Примечание здесь и в табл. 7.7 – 7.10: Δ – разница УЗД между максимальной фактической величиной и предельно допустимой в соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.562–96 для 8-часового рабочего дня.

Из данных табл. 7.6 следует, что при обслуживании ВС ДА на рабочих местах ИТС величина Δ УЗД (18–40 дБ) превышает акустическую эффективность всех перечисленных видов СИЗ, потому их использование не будет гарантирована безопасность персонала от неблагоприятного действия шума. Частотный анализ показывает, что существующие СИЗ наименее эффективны в низко- и высокочастотном диапазонах.

В табл. 7.7 дано обоснование СИЗ от шума при обслуживании самолетов истребительно-бомбардировочной авиации.

Таблица 7.7 - Обоснование СИЗ от шума при обслуживании самолетов истребительно-бомбардировочной авиации

| Частотный диапазон | УЗД (дБ) | | СИЗ от шума | |
|-----------------------------------|----------------------|----------|--------------------------|-----------------|
| | Фактические значения | Δ | Тип | Ослабление (дБ) |
| Низкочастотный (31,5-250 Гц) | 111–118 | 4–36 | Наушники+Вкладыши | 15–25 |
| Среднечастотный (500-1000 Гц) | 122–123 | 45–47 | Наушники+Вкладыши | 25–45 |
| Высокочастотный (2000-8000 Гц) | 118–122 | 49–51 | Наушники+Вкладыши ШШЗ | 25–45 30–55 |
| 31,5 – 8000 Гц | 98 – 123 | 18–43 | ШШЗ | 35 |

Примечание: см. табл. 7.6.

Данные табл. 7.7 показывают, что при обслуживании ВС ИБА на рабочих местах ИТС величина Δ УЗД (18–43 дБ) превышает звукопоглощающую способность указанных видов СИЗ, следовательно, не будет обеспечена защиты персонала от последствий действия шума. Частотный анализ показывает, что существующие СИЗ недостаточно эффективны в области низких, средних и высоких частот звукового диапазона.

В табл. 7.8 дано обоснование СИЗ от шума при обслуживании самолетов военно-транспортной авиации.

Таблица 7.8 - Обоснование СИЗ от шума при обслуживании самолетов военно-транспортной авиации..

| Частотный диапазон | УЗД (дБ) | | СИЗ от шума | |
|-----------------------------------|----------------------|----------|--------------------------|-----------------|
| | Фактические значения | Δ | Тип | Ослабление (дБ) |
| Низкочастотный (31,5-250 Гц) | 105–109 | 0–27 | Наушники+Вкладыши | 15–25 |
| Среднечастотный (500-1000 Гц) | 112–117 | 34–42 | Наушники+Вкладыши | 25–45 |
| Высокочастотный (2000-8000 Гц) | 109–123 | 40–52 | Наушники+Вкладыши ШШЗ | 25–45 30–55 |
| 31,5 – 8000 Гц | 96 – 123 | 16–43 | ШШЗ | 35 |

Примечание: см. табл. 7.6.

Из табл. 7.8 следует, что при обслуживании ВС ВТА на рабочих местах ИТС величина Δ уровня звука (16–43 дБ) выше акустической эффективности указанных видов СИЗ, поэтому имеется риск развития шумовой патологии у персонала. Частотный анализ показывает, что

существующие СИЗ недостаточно эффективны в области низких и высоких частот звукового диапазона.

В табл. 7.9 дано обоснование СИЗ от шума при обслуживании вертолетов.

Таблица 7.9 - Обоснование СИЗ от шума при обслуживании вертолетов

| Частотный диапазон | УЗД (дБ) | | СИЗ от шума | |
|-----------------------------------|----------------------|----------|--------------------------|-----------------|
| | Фактические значения | Δ | Тип | Ослабление (дБ) |
| Низкочастотный (63-250 Гц) | 106–112 | 0–30 | Наушники+Вкладыши | 15–25 |
| Среднечастотный (500-1000 Гц) | 112–113 | 34–38 | Наушники+Вкладыши | 25–45 |
| Высокочастотный (2000-8000 Гц) | 115–119 | 42–50 | Наушники+Вкладыши ШШЗ | 25–45 30–55 |
| 31,5 – 8000 Гц | 96 – 119 | 16–39 | ШШЗ | 35 |

Примечание: см. табл. 7.6.

Данные табл. 7.9 показывают, что при обслуживании вертолетов на рабочих местах ИТС величина Δ УЗД (16–39 дБ) превышает звукопоглощающую способность указанных видов СИЗ, следовательно, не будет обеспечена надежная защиты персонала от последствий действия шума. Частотный анализ показывает, что существующие СИЗ недостаточно эффективны в области низких и высоких частот звукового диапазона.

В табл. 7.10 дано обоснование СИЗ от шума для АС технико-эксплуатационной части и групп обслуживания (АО, АВ, РЭО и др).

Таблица 7.10 - Обоснование СИЗ от шума для специалистов ТЭЧ и групп обслуживания (АО, АВ, РЭО)

| Частотный диапазон | УЗД (дБ) | | СИЗ от шума | |
|-----------------------------------|----------------------|----------|----------------------|-----------------|
| | Фактические значения | Δ | Тип | Ослабление (дБ) |
| Низкочастотный (31,5-250 Гц) | 94–100 | 2–12 | Вкладыши Наушники | 5–20 2–15 |
| Среднечастотный (500-1000 Гц) | 90–95 | 12–15 | Вкладыши Наушники | 20–35 15–35 |
| Высокочастотный (2000-8000 Гц) | 79–87 | 10–14 | Вкладыши Наушники | 30–40 30–45 |
| 31,5 – 8000 | 90–105 | 10–25 | Вкладыши Наушники | 30–40 30–45 |

Примечание: см. табл. 7.6.

Из табл. 7.10 следует, что при обслуживании на рабочих местах ИТС, работающих в ТЭЧ, величина Δ УЗД (25 дБ) не превышает акустическую эффективность противозумов независимо от спектра шума.

Обобщая данные табл. 7.6–7.10 следует, что сравнительная характеристика акустической эффективности разных типов промышленных образцов СИЗ не способна обеспечить в полном объеме безопасность ИТС ВВС ВКС. Проведенный анализ показывает, что наименьшей акустической эффективностью противозумы обладают в области низких частот.

Положение о защите от неблагоприятного шумового воздействия ИТС ВВС ВКС надо рассматривать с позиции их наличия у персонала. До 2015 г. в ВВС ВКС МО России табельных СИЗ от шума не было. В соответствии с приказом Министра обороны РФ № 202 от 29 апреля 2015 г. на снабжение ВС РФ были приняты комплекты средств индивидуальной защиты СИЗ-1 и СИЗ-2 [182]. Инициатором и ведущим исполнителем этой работы явился НИИЦ (АКМиВЭ) ЦНИИ ВВС. Основу этих комплектов составляют противозумные наушники, которые обладают акустической эффективностью на уровне лучших мировых образцов. Однако и они не обеспечивают оптимизацию УЗД преимущественно на низких частотах (31,5 – 500 Гц) [220]. Реально данный комплект СИЗ начнет поступать с 2016 г.

Таким образом, ИТС практически всех типов ВС не обеспечен эффективными СИЗ органа слуха, что не позволяет в полном объеме обеспечить защиту АС от действия акустических колебаний звукового диапазона, а наилучшая защита достигается преимущественно в области средних и высоких частот. Однако грамотное использование СИЗ позволит привести к снижению заболеваемости на 10 – 25%.

В главе 3 было показано, что одной из особенностей авиационного шума является наличие в нем инфразвука достаточно высоких уровней. Ситуация усугубляется тем, что СИЗ от инфразвука нет.

В табл. 7.11 представлены результаты анализа ИЗ по всем типам авиации.

Таблица 7.11 - Оценка акустической обстановки в инфразвуковом диапазоне в зависимости от вида авиации

| Вид авиации | УЗД (дБ) в полосе частот 2–16 Гц | Максимум спектра (Гц) | Общий УЗД в Полосе 2-16 Гц (дБ Лин) | Разница между фактическим УЗД и ПДУ (100 дБ Лин) |
|--|----------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|--|
| Истребительно – бомбардировочная авиация | 93 – 107 | 8 – 16 | 101 – 111 | 1 – 11 |
| Дальняя авиация | 84 – 97 | 2 – 16 | 91 – 101 | 1 |
| Военно-транспортная авиация | 95 – 104 | 2 – 16 | 102 – 107 | 2 – 7 |
| Вертолеты | 93 – 105 | 16 | 103 – 109 | 3 – 9 |

Из представленных данных в табл. 7.11 следует, что УЗД в октавных полосах частот инфразвукового диапазона находятся в диапазоне 84–107 дБ и в большинстве случаев превышают ПДУ. Максимум находится в области 8–16 Гц. Общий УЗД колеблется от 91 до 111 дБ Лин, превышая норму до 11 дБ Лин.

Полученные результаты акустических измерений показывают, что АС на рабочих местах при обслуживании ВС подвергаются воздействию ИЗ, УЗД которого существенно выше ПДУ. Необходимо учитывать, что если основным путем воздействия акустических колебаний звукового диапазона является орган слуха, то ИЗ присуще общее действие на человека, поэтому критическими органами для него являются не только орган слуха, но и головной мозг, органы грудной и брюшной полостей [125; 73; 70; 71; 69]. Поэтому защита от ИЗ должна сочетать ауральные и экстраауральные СИЗ.

Таким образом, особенности авиационного шума (высокие уровни звукового давления по всему диапазону частот, наличие инфразвуковой составляющей) обуславливают применения экстраауральных СИЗ для обеспечения защиты авиационных специалистов при организации борьбы с шумом. Выполнение этой задачи затруднено из-за отсутствия стандартных методов оценки акустической эффективности экстраауральных СИЗ от шума. В этой связи нами был разработан метод субъективной оценки поглощения шума экстраауральными средствами защиты (см. главу 8).

Таким образом, АС в процессе своей военно-профессиональной деятельности при технической эксплуатации современной авиационной техники систематически подвергаются воздействию высокоинтенсивного авиационного шума, имеют высокие риски развития профессиональной и профессионально обусловленной патологии, которые требуют проведения комплекса мероприятий по их снижению.

В данной главе рассмотрены все аспекты по управлению риском от воздействия авиационного шума применительно к АС ВВС ВКС. При анализе и разработке мероприятий по управлению рисками осуществлен дифференцированный подход с учетом особенностей авиационного шума и авиационной специальности лица, подвергающихся риску от шумового воздействия. Учитывая то, что наибольшей шумовой нагрузке подвергается ИТС, основной упор в мероприятиях по управлению риском был сделан именно в отношении этой категории АС, особенно в комплексе лечебно-профилактических мероприятий и в разделе по использованию СИЗ.

Внесение предложенных дополнений и изменений в приказы Министра обороны РФ и другие правовые документы, регламентирующие деятельность медицинской службы ВС РФ позволит привести весь комплекс лечебно-профилактических мероприятий в Российской Армии в соответствие с имеющимися государственными правовыми и законодательными

актами в отношении лиц, работающих в условиях воздействия шума и ИЗ и значительно снизить риск развития профессиональной и профессионально обусловленной патологии.

На сегодняшний день разработаны способы и образцы СИЗ от шума для перекрытия воздушного канала поступления звука в орган слуха. Звукопоглощающая способность их ограничена, поэтому их целесообразно применять при уровнях звука на рабочих местах не выше 110 дБ А с максимум спектра преимущественно в области средних и высоких частот.

Воздействие акустического шума, в спектре которого содержатся высокой интенсивности низкочастотные и инфразвуковые составляющие, ведет к формированию экстракохлеарных эффектов в виде ощущения вибрации тела, головы, внутренних органов грудной и брюшной полости (феномен «воздушной вибрации»). Это требует применения нового класса технических СИЗ, предназначенный для защиты человека и от аурального, и экстрааурального действия. В комплекс специальных средства защиты должны входить противошумные шлемы и противошумный жилет, обладающие акустической эффективностью в области низких частот и ИЗ, что позволит защитить орган слуха и внутренние органы от акустического шума и уменьшить риски развития шумовой и инфразвуковой патологии.

ГЛАВА 8. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСТРААУРАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ

В соответствии с методикой, изложенной в главе 2, на первом этапе были проведены исследования звукопоглощающей способности каждого из материалов, обладающих различными механическими свойствами в достаточно широком диапазоне. Результаты экспериментальных исследований представлены в табл. 8.1.

Таблица 8.1 - Величина звукопоглощения (дБ) материалов при стандартной фиксации КТВ ($M \pm m$, $n=12$)

| Исследуемый материал | Среднегеометрическая частота в октавной полосе, Гц | | | | | |
|--|--|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Металлическая пластина, толщиной 1,5мм | 0,0±0,0 | -5,0±1,1 | -4,6±1,1 | -4,2±1,4 | 0,4±1,1 | 0,8±1,0 |
| Пластик, толщина 0,5 см | 0,0±0,0 | -2,1±1,5 | -2,9±1,0 | 2,9±1,8 | 1,4±0,9 | 5,7±1,3 |
| Резина микропористая, толщина 0,8см | 0,0±0,6 | 0,0±0,9 | 0,0±0,9 | 4,6±1,3 | 8,8±1,4 | 8,3±1,4 |
| Пласталин, толщина 1,5 см | 0,0±0,0 | 0,4±1,0 | 2,5±1,0 | 8,8±1,9 | 10,4±1,9 | 10,4±0,7 |
| Поролон, толщина 1,5 см | 4,2±1,4 | 4,2±0,6 | 5,0±1,1 | 9,2±1,4 | 14,2±1,0 | 12,5±1,0 |

Примечание: Здесь и далее в таблицах величина звукопоглощения соответствует разницы между показаниями аудиограмм костной проводимости, полученных при контрольном исследовании и с использованием различных материалов.

Из табл. 8.1 следует, что стальная пластина и пластик практически не обладают звукопоглощением во всем исследуемом диапазоне частот, а в ряде случаев могут даже способствовать усилению сигнала. Резина и пластилин обладают звукопоглощающей способностью только в высокочастотном диапазоне (от 1000 до 8000 Гц). Величина поглощения звука колеблется от 3 до 10 дБ. У поролона выявлена звукопоглощение от 4 до 14 дБ во всем диапазоне частот. Величина поглощения звука в низкочастотном (250 Гц) и среднечастотном (500 Гц) диапазонах не превышала 4 дБ, а в высокочастотном колебалась от 5 до 14 дБ и повышалась с частотой.

Таким образом, полученные данные показали, что методом тональной аудиометрии выявлена разница в величине звукопоглощения каждого из пяти исследуемых материалов, которая колеблется в достаточно широком диапазоне от -5 до 14 дБ и имеет различия в зависимости от частоты сигнала.

Одним из способов повышения звукопоглощения является комбинация материалов, обладающих разной величиной поглощения звука. Поэтому на втором этапе работы

использовали материалы, которые при испытании на первом этапе показали наличие у них звукопоглощающих свойств – это поролон, резина и пластилин. В табл. 8.2 представлены результаты исследования пакетов из двух материалов.

Таблица 8.2 - Величина звукопоглощения (дБ) пакета, состоящего из двух материалов, при стандартной фиксации КТВ ($M \pm m$, $n=12$)

| Исследуемый материал | Среднегеометрическая частота в октавной полосе, Гц | | | | | |
|----------------------|--|----------|---------|----------|----------|----------|
| | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Поролон +резина | 0,4±1,0 | 0,8±1,0 | 5,0±1,1 | 10,8±1,2 | 13,8±1,6 | 14,2±1,0 |
| Резина +поролон | 0,8±0,8 | 2,9±0,7 | 4,5±1,6 | 9,2±1,6 | 9,6±1,3 | 11,3±1,8 |
| Пластилин + поролон | 2,1±0,7 | 5,0±1,1 | 3,3±0,9 | 12,1±2,0 | 11,7±0,9 | 10,8±1,5 |
| Поролон +пластилин | 2,9±0,7 | 5,0±1,4 | 9,6±1,3 | 15,0±1,2 | 19,2±1,2 | 15,0±1,1 |
| Резина +пластилин | 0,4±0,7 | -0,0±1,1 | 7,1±1,1 | 9,6±1,1 | 18,3±1,7 | 12,9±1,0 |
| Пластилин+резина | 0,8±0,6 | 1,3±1,3 | 1,7±1,5 | 7,9±1,8 | 15,8±1,6 | 12,9±0,7 |

Примечание: Здесь и в последующих таблицах первым указан материал, прилежащий к кости черепа.

Из табл. 8.2 следует, комбинация поролона и резины практически не сопровождалось повышением звукопоглощения пакета по сравнению с указанными материалами в табл. 8. Изменение последовательности расположения материалов в пакете (резина+поролон) привело к некоторому снижению поглощения звука. Комбинация поролона и пластилина привела к повышению звукопоглощения пакета от 2 до 6 дБ в диапазоне частот 1000–8000 Гц. Изменение порядка расположения этих материалов в пакете по отношению к кости черепа (пластилин+поролон) давало меньшие величины поглощения звука. Пакет из резины и пластилина обладал более высоким звукопоглощением чем каждый из материалов в отдельности на частотах 1000–8000 Гц. Величина ее увеличилась от 1 до 8 дБ. Изменение порядка расположения этих материалов в пакете по отношению к кости черепа (пластилин+резина) давало меньшие величины звукопоглощения.

Следовательно, комбинация из двух материалов способствовало повышению звукопоглощения. В области низких частот величина поглощения звука этих пакетов не превышала 3 дБ, в среднечастотном диапазоне она повысилась до 5 дБ и в высокочастотном достигла наибольших значений до 19 дБ. Имел значения и порядок расположения материалов в пакете. Лучшие результаты были получены, если поролон и резина контактировали с костью черепа. Скорость распространения звука в этих материалах была меньше по сравнению с

вышележащим материалом. При сочетании поролона с пластилином звукопоглощение было наибольшим среди всех комбинаций из двух материалов.

В табл. 8.3 представлены результаты исследования пакетов из трех материалов.

Таблица 8.3 - Величина звукопоглощения (дБ) пакета, состоящего из трех материалов, при стандартной фиксации КТВ ($M \pm m$, $n=12$)

| Исследуемый материал | Среднегеометрическая частота в октавной полосе, Гц | | | | | |
|------------------------------|--|---------|----------|----------|----------|----------|
| | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Поролон+пластилин +резина | 1,7±0,7 | 5,4±1,1 | 5,0±1,4 | 12,9±1,4 | 20,0±1,1 | 15,8±1,4 |
| Поролон+резина +пластилин | 4,6±1,1 | 7,9±1,6 | 11,3±1,4 | 13,3±1,8 | 22,1±0,7 | 17,5±1,0 |
| Пластилин +поролон+резина | 3,3±1,1 | 4,6±1,1 | 8,8±1,4 | 11,3±1,4 | 17,5±1,0 | 16,3±1,6 |
| Резина+поролон +пластилин | 5,4±1,4 | 7,9±1,4 | 17,1±2,0 | 15,4±1,6 | 29,2±0,6 | 22,1±1,0 |
| Резина+поролон+пластик | 2,9±1,1 | 5,8±1,6 | 9,6±1,6 | 19,2±1,5 | 21,3±1,4 | 17,1±1,3 |

Примечание: см. табл. 8.1 и 8.2.

Использование в комбинации поролон+резина (см. табл. 8.2) пластилина (поролон+резина+пластилин) способствовало повышению поглощения звука во всем диапазоне частот на 3–9 дБ (см. табл. 8.3). Изменение последовательности резины и поролона (поролон+пластилин+резина) привело к некоторому снижению звукопоглощения. Комбинация резина+поролон+пластилин сопровождалась более значимым повышением звукопоглощения на 5–20 дБ по сравнению с пакетом из двух материалов (см. табл. 8.2). Изменение последовательности резины и пластилина (пластилин+поролон+резина) было менее эффективным по сравнению с предыдущей комбинацией.

Итак, комбинация из трех материалов (резина+поролон+пластилин) была наиболее эффективной. В области низких частот величина поглощения звука не превышала 5 дБ, в среднечастотном она повысилась до 8 дБ и в высокочастотном – достигла наибольших значений 15–29 дБ.

В табл. 8.4 представлены результаты исследования пакетов из четырех материалов.

Введение в пакет из трех материалов (резина+поролон+пластилин) дополнительного слоя из поролона (поролон+резина+поролон+пластилин) не привела к изменению величины звукопоглощения по сравнению с пакетом из трех материалов (см. табл. 8.4). Толщина поролона с 2,0 см до 0,5 см практически не влияла на величину поглощения звука.

Таблица 8.4 - Величина звукопоглощения (дБ) четырехслойного пакета при стандартной фиксации КТВ ($M \pm m$, $n=12$)

| Исследуемый материал | Среднегеометрическая частота в октавной полосе, Гц | | | | | |
|---|--|---------|----------|----------|----------|----------|
| | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Поролон 2см+ резина+поролон 2см +пластилин | 3,8±1,3 | 8,3±1,5 | 13,8±1,8 | 17,9±1,6 | 29,6±1,3 | 20,8±1,0 |
| Поролон 1см +резина+ поролон 1см +пластилин | 3,8±1,1 | 7,9±1,6 | 14,2±1,2 | 16,7±1,1 | 27,5±2,0 | 21,3±1,3 |
| Поролон 0,5см +резина+ поролон 0,5см +пластилин | 2,9±1,0 | 5,0±1,2 | 13,3±1,8 | 17,9±1,7 | 26,7±0,9 | 20,4±1,4 |

Примечание: см. табл. 8.1 и 8.2.

Надежная фиксация и плотный прижим излучающей поверхности телефона-вибратора к области сосцевидного отростка при стандартных измерениях обеспечивается с помощью оголовья, что могло вызывать деформацию материалов, обладающих упругостью, эластичностью и воздушностью. Как правило, это приводит к изменению звукопоглощения. На третьем этапе для исключения влияния деформации материалов за счет прижима оголовья были проведены исследования, при которых КТВ удерживался на сосцевидном отростке рукой оператора.

В табл. 8.5 приведены величины звукопоглощения материалов при фиксации КТВ рукой оператора.

Таблица 8.5 - Величина звукопоглощения (дБ) исследуемых материалов при фиксации КТВ рукой оператора ($M \pm m$, $n=12$)

| Исследуемый материал | Среднегеометрическая частота в октавной полосе, Гц | | | | | |
|-------------------------|--|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Сосцевидный отросток | 0,4±0,4 | 1,3±0,7 | 1,7±0,7 | 2,1±1,3 | 1,3±0,7 | 0,0±1,1 |
| Металлическая пластинка | 0,4±0,4 | 0,8±0,6 | 0,8±1,0 | 1,7±0,7 | 1,7±0,7 | 2,1±0,7 |
| Поролон | 14,6±1,0 | 19,6±1,1 | 22,1±1,7 | 23,3±1,8 | 23,8±0,9 | 26,3±1,4 |
| Резина | 3,3±0,9 | 6,3±1,4 | 12,9±1,4 | 12,9±1,0 | 15,0±1,5 | 17,1±1,1 |
| Пластилин | 1,7±0,7 | 2,9±1,1 | 5,0±1,2 | 9,6±1,3 | 11,3±0,9 | 12,9±1,0 |

Примечание: в таблице указана разница при фиксации костного телефона рукой оператора и обычным прижимом.

Из табл. 8.5 следует, что изменение способа фиксации КТВ незначительно увеличило звукопоглощение (до 2 дБ) при стандартном измерении на сосцевидном отростке и при

использовании металлической стальной пластины. При проведении измерений подача акустического сигнала через КТВ повышается последовательно от подпороговых значений до пороговых с шагом 5 дБ. Соизмеримость этих двух величин позволяет утверждать, что изменения фиксации КТВ не будет влиять на величину звукопоглощения материалов с высокой удельной плотностью.

Устранение деформации привело к увеличению величины звукопоглощения во всем диапазоне частот у пластилина на 2–13 дБ, у резины – на 3–17 дБ и максимальных значений оно наблюдалось у поролона – на 15–26 дБ (см. табл.8.5) . У первых двух материалов существенный прирост звукопоглощения наблюдался в области высоких частот, а в последнем случае этот эффект отмечен во всем диапазоне исследуемых частот с максимумом на частотах выше 2000 Гц.

Фиксации КТВ рукой способствовало увеличению звукопоглощения и при комбинации материалов, что отражено в табл. 8.6.

Таблица 8.6 - Величина звукопоглощения (дБ) пакета, состоящего из нескольких материалов, при фиксации КТВ рукой оператора ($M \pm m$, $n=12$)

| Исследуемый материал | Среднегеометрическая частота в октавной полосе, Гц | | | | | |
|---|--|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Поролон +резина | 5,0±1,4 | 15,8±1,0 | 23,3±2,0 | 31,3±0,9 | 28,8±1,5 | 27,1±1,4 |
| Резина +поролон | 11,7±0,9 | 22,9±1,8 | 26,3±2,1 | 32,5±1,2 | 27,5±2,4 | 31,7±1,3 |
| Пластилин + поролон | 11,3±0,7 | 22,1±0,7 | 30,8±1,2 | 34,2±1,8 | 32,9±1,3 | 37,1±1,9 |
| Поролон +пластилин | 9,5±1,1 | 13,2±1,2 | 20,0±1,0 | 25,5±1,8 | 30,0±1,5 | 29,5±1,1 |
| Поролон+пластилин+резина | 15,8±1,0 | 29,2±1,5 | 30,0±1,6 | 35,8±1,5 | 35,8±1,2 | 38,8±0,9 |
| Поролон+резина+пластилин | 12,5±0,8 | 13,8±0,9 | 20,4±1,4 | 29,6±1,4 | 32,5±1,8 | 32,5±1,7 |
| Пластилин+ поролон+резина | 11,7±1,3 | 20,4±1,6 | 29,2±1,0 | 31,3±0,9 | 32,1±1,7 | 35,0±1,5 |
| Резина+поролон+пластилин | 15,0±1,1 | 16,3±1,3 | 25,4±1,1 | 31,3±1,1 | 32,5±1,0 | 32,9±1,3 |
| Поролон 2 см +резина +поролон 2 см +пластилин | 25,0±1,5 | 28,8±1,3 | 34,6±1,6 | 36,7±1,7 | 35,0±2,0 | 29,2±1,8 |
| Поролон 1 см +резина +поролон 1 см +пластилин | 16,7±1,5 | 25,0±2,2 | 30,0±1,8 | 34,2±1,8 | 31,7±1,9 | 27,9±1,4 |

Устранение деформации повысило величину звукопоглощения пакетов практически во всем диапазоне частот, но особенно на частотах 250–2000 Гц по сравнению с данными таблицы 8.4. Так, у пакетов из двух материалов наибольшие значения были при комбинации

пластилин+поролон – 11–37 дБ, из трех материалов – поролон+пластилин+резина (16–39 дБ) и из четырех слоев поролон+резина +поролон+пластилин (25–37 дБ) (см. табл. 8.6).

Следовательно, изменение метода фиксации КТВ привело к существенному повышению величины поглощения звука во всем частотном диапазоне, что указывает на достаточную высокую чувствительность предложенного способа измерения с помощью тональной аудиометрии.

Проведенные исследования на материалах, имеющих разные механические характеристики, с помощью КТВ показали изменение звукопроводности в широком диапазоне от –5 до 14 дБ. Наиболее высокие величины снижения акустического сигнала получены при исследовании поролон, а применение стальной пластины практически давало обратный эффект – усиление до –5 дБ.

В табл. 8.7 приведены коэффициенты корреляции между механическими параметрами материалов и величиной звукопоглощения при стандартной фиксации КТВ.

Таблице 8.7 - Коэффициенты корреляции (r) между механическими параметрами материалов и величиной поглощения при стандартной фиксации КТВ

| Исследуемая переменная | Среднегеометрическая частота в октавной полосе, Гц | | | | | |
|------------------------|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Скорость звука | -0,28 | -0,63 | -0,59 | -0,62 | -0,64 | -0,69 |
| Удельная плотность | -0,25 | -0,62 | -0,60 | -0,67 | -0,61 | -0,71 |

Примечание: здесь и табл. 8.8 - жирным шрифтом выделены достоверно ($p < 0,05$) значимые величины.

Из табл. 8.7 видно, что в области низких частот эта связь была слабой ($r=0,28$ $p \leq 0,05$), в области средних и высоких частот средней ($r=0,59-0,71$ $p \leq 0,05$). Величина поглощения звука имела обратную связь и со скоростью звука материалов, и удельной плотностью. Значения коэффициент корреляции у обеих переменных практически были схожими. Из этого можно сделать два вывода. Во-первых, между величиной поглощения звука и выбранными механическими параметрами существует устойчивая связь, по которым можно оценивать звукопоглощающую способность материалов с помощью метода тональной аудиометрии. Во-вторых, корреляционный анализ показал, что между скоростью звука и удельной плотностью материалов имеется сильная прямая связь ($r=0,88$ $p \leq 0,05$), то есть обе переменные, разные по своей физической сущности, способны близко оценивать поглощающую способность материалов.

Устранение деформации со стороны оголовья КТВ показало существенное повышение величины коэффициент корреляции, особенно в области низких частот (см. табл. 8.8).

Таблице 8.8 - Коэффициенты корреляции (r) между механическими параметрами материалов и величиной поглощения при фиксации КТВ рукой

| Исследуемая переменная | Среднегеометрическая частота в октавной полосе, Гц | | | | | |
|------------------------|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Скорость звука | -0,55 | -0,59 | -0,72 | -0,76 | -0,83 | -0,85 |
| Удельная плотность | -0,53 | -0,56 | -0,64 | -0,73 | -0,81 | -0,82 |

Примечание: см. табл.8.7.

При фиксации КТВ рукой эта связь увеличивалась до $r=0,55$ ($p \leq 0,05$) в области низких частот, практически не изменилась на частоте 500 Гц ($r=0,59$ $p \leq 0,05$) и достигла максимальных значений в области высоких частот – $r=0,72-0,85$ ($p \leq 0,05$).

Корреляционный анализ полученных результатов показывает, что величина поглощения звука зависит и от скорости звука материалов, и удельной плотности. Она существенно увеличивалась с повышением частоты звука. Снижением силы прижатия КТВ приводило к снижению деформации материала, то есть снижению плотности материала, и увеличению коэффициентов корреляции, особенно в области низких частот.

Из этого следует, что у материалов с уменьшением скорости звука и плотности увеличивается величина звукопоглощения. При выборе материалов для СИЗ можно ориентироваться на такие механические параметры как скорость звука или удельная плотность материала. Звукопоглощение материалов повышается с увеличением частоты звука, достигая максимальных значений в области высоких частот.

Связь между поглощением звука и плотностью материала используется при оценке звукопоглощения путем расчета коэффициент звукопоглощения, который также имеет обратную связь с плотностью материала. Так, у твердых материалов с плотностью 300–400 $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$ коэффициент звукопоглощения равен 0,5; у полужестких материалов с плотностью 80–130 $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$ (минераловатные и стекловолокнистые плиты) – 0,5–0,75 и мягких материалов (минеральная вата, поролон) с плотностью до 70 $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$ – 0,7–0,95 [25].

Таким образом, метод тональной аудиометрии позволяет давать сравнительную и количественную оценку наличия у материала звукопоглощения, что можно использовать для разработки методики оценки акустической эффективности экстраауральных СИЗ.

Одним из направлений для повышения акустической эффективности является комбинация материалов с различной степенью поглощения звука [25]. Методом тональной

аудиометрии в экспериментальных исследованиях было показано, что сочетание нескольких материалов может приводить к усилению поглощения звука. Были выявлены определенные последовательности расположения материалов, которые влияли на звукопоглощение и позволяли оптимизировать звукопоглощающие свойства пакета. Устранение деформации материалов за счет изменение системы крепления КТВ приводило к значительному повышению поглощения звука.

Подтверждением вышеизложенного являются результаты дисперсионного анализа полученных экспериментальных данных.

В дисперсионный комплекс были включены в качестве фактора (независимой переменной) средние групповые значения звукопоглощения и в качестве зависимой переменной – величина поглощения звука. Рассчитывали степень влияния фактора, определяемая долей дисперсии, обусловленной этим фактором по отношению к общей дисперсии по формуле:

$$\eta = (SS_{\text{материал}} * 100) / SS_{\text{Total}}$$

Значимость влияния этого фактора оценивали по F-критерию с определением его достоверности по критерию $p \leq 0,05$. Степень влияния фактора определяли на каждой из шести октавных частот со среднегеометрической частотой соответственно 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц.

Исследование проводили в два этапа. На первом этапе выборка состояла из 16 групп, в которой исследовали звукопоглощение в пакетах, включающих 1-4 слоев из различных материалов, КТВ фиксировали стандартно с помощью оголовья. На втором этапе дисперсионный анализ проводился по той же схеме, только выборка была меньшей и состояла из 13 групп, а КТВ фиксировали к сосцевидному отростку с помощью руки оператора, что позволяло устранить до минимума деформацию исследуемых материалов. Выборка во всех исследуемых группах состояла из 12 наблюдений (расчет дисперсии см. табл. 23 - 34 Приложения).

В табл. 8.9 приведена степень влияния фактора на величину звукопоглощения при стандартной фиксации КТВ.

Как видно из табл. 8.9, на частоте 250, 500 и 1000 Гц на долю дисперсии случайных факторов приходилось 75,8 %; 66,4 % и 40,5 % соответственно и в большинстве случаев степень влияния носила не достоверный характер. Это указывало на то, что величина звукопоглощения практически не зависела от материалов и их комбинации. Подтверждением является колебание значений поглощения звука, которое на частоте 250 Гц было от 0 до 5,4 дБ, на частоте 500 Гц – 0–8,3 дБ и на частоте 1000 Гц – 0–9,6 дБ (см. табл. 8.1 – 8.4).

Таблица 8.9 - Степень влияния фактора на звукопоглощающие свойства материалов методом тональной аудиометрии при стандартной фиксации КТВ ($\eta\%$)

| Исследуемый материал | Среднегеометрическая частота (Гц) в октавной полосе | | | | | |
|--|---|------------|------------|------------|------|-------|
| | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Поролон | 3,2 | 1,1 | 0,7 | 1,9 | 2,8 | 3,5 |
| Резина | 0,0 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,9 | 1,5 |
| Пластилин | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 1,7 | 1,4 | 2,4 |
| Поролон+резина | 0,0 | 0,0 | 0,7 | 2,9 | 2,6 | 4,5 |
| Резина+поролон | 0,0 | 0,4 | 0,5 | 1,9 | 1,1 | 2,8 |
| Пластилин+поролон | 0,6 | 1,8 | 0,2 | 3,8 | 1,8 | 2,6 |
| Поролон+пластилин | 1,2 | 1,3 | 4,1 | 6,0 | 5,3 | 4,8 |
| Резина+пластилин | 0,0 | 0,0 | 1,8 | 2,4 | 4,9 | 4,0 |
| Пластилин+резина | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 1,3 | 3,5 | 3,7 |
| Поролон+пластилин +резина | 0,4 | 2,2 | 0,7 | 4,4 | 5,8 | 5,6 |
| Поролон+резина +пластилин | 4,0 | 5,6 | 5,7 | 4,7 | 7,2 | 6,8 |
| Пластилин+поролон +резина | 2,0 | 1,4 | 3,1 | 3,2 | 4,4 | 5,9 |
| Резина+поролон +пластилин | 5,8 | 5,6 | 14,7 | 6,7 | 12,9 | 10,8 |
| Поролон+резина+ поролон+пластилин (толщина поролона 2 см) | 2,6 | 6,4 | 9,0 | 9,4 | 13,2 | 9,7 |
| Поролон+резина+ поролон+пластилин (толщина поролона 1 см) | 2,6 | 5,6 | 9,7 | 8,0 | 11,4 | 10,0 |
| Поролон+резина+ поролон+пластилин (толщина поролона 0,5 см) | 1,4 | 1,8 | 8,4 | 9,4 | 10,7 | 9,3 |
| Не контролируемые факторы | 75,8 | 66,4 | 40,5 | 32,2 | 10,4 | 12,1 |
| Всего | 2607,20 | | | | | 100,0 |

Примечание: здесь и в табл. 8.10 жирным шрифтом выделены величины, уровень значимости (p) которых выше 0,05.

С увеличением частоты звукового сигнала доля не контролируемых факторов на дисперсию величины звукопоглощения материалов существенно снизилась: на частоте 2000 Гц она составила 32,2 %, на частоте, а на частоте 8000 Гц – 12,1 %. При использовании одного слоя материала степень влияния фактора носила не достоверный характер, не превышала 3% и росла с увеличением слоев материалов. Так, при использовании двух материалов ее величина достигала 6 %, трех и четырех – 14 %. Подтверждением является колебание значений поглощения звука, которое на частоте 2000 Гц было от 10 до 18 дБ, на частоте 4000 Гц – 13–30 дБ и на частоте 8000 Гц – 13–22 дБ (см. табл. 8.2 – 8.4). Изменение толщины поролона от 0,5 до

2 см в четырехслойных пакетах практически не влияло на степень влияния фактора на величину звукопоглощения, что было подтверждено отсутствием достоверных различий при сравнении значений между этими тремя группами по критерию Стьюдента.

В табл. 8.10 приведена степень влияния фактора на величину звукопоглощения при фиксации КТВ рукой оператора.

Таблица 8.10 - Степень влияния факторов на звукопоглощающие свойства материалов методом тональной аудиометрии при фиксации КТВ рукой оператора ($\eta\%$)

| Исследуемый материал | Среднегеометрическая частота (Гц) в октавной полосе | | | | | |
|---|---|------------|------------|-------|-------|-------|
| | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Поролон | 7,6 | 6,4 | 5,0 | 4,1 | 4,4 | 5,5 |
| Резина | 0,1 | 0,3 | 1,3 | 0,9 | 1,5 | 2,1 |
| Пластилин | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,4 | 0,7 | 1,1 |
| Поролон+резина | 0,4 | 3,9 | 5,7 | 8,1 | 6,8 | 5,8 |
| Резина+поролон | 4,5 | 9,2 | 7,5 | 8,8 | 6,1 | 8,2 |
| Пластилин+поролон | 4,1 | 8,5 | 10,9 | 9,9 | 9,2 | 11,4 |
| Поролон+пластилин | 2,6 | 2,4 | 3,8 | 4,8 | 7,1 | 6,7 |
| Поролон+пластилин +резина | 5,3 | 2,8 | 4,2 | 7,1 | 8,9 | 8,6 |
| Поролон+резина +пластилин | 9,2 | 15,8 | 10,2 | 11,0 | 11,0 | 12,5 |
| Пластилин+поролон +резина | 4,5 | 7,1 | 9,6 | 8,1 | 8,7 | 10,1 |
| Резина+поролон +пластилин | 8,1 | 4,2 | 7,0 | 8,1 | 8,9 | 8,9 |
| Поролон+резина+ поролон+пластилин (толщина поролона 2 см) | 25,0 | 15,6 | 14,2 | 11,8 | 10,6 | 6,7 |
| Поролон+резина+ поролон+пластилин (толщина поролона 1 см) | 10,3 | 11,2 | 10,2 | 9,9 | 8,4 | 6,2 |
| Не контролируемые факторы | 18,2 | 12,6 | 10,2 | 7,0 | 7,7 | 6,0 |
| Всего | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

Из табл. 8.10 видно, что при фиксации КТВ рукой максимальная доля дисперсии случайных факторов на частоте 250 Гц составила 18,2 %, и она снижалась с повышением исследуемой частоты. На частоте 8000 Гц ее доля была минимальной – 6,0 %. Практически во всех случаях степень влияния фактора на величину звукоизоляции была достоверной. Это указывало на то, что величина звукоизоляции во всех исследуемых группах в определенной степени зависела от используемых материалов и их комбинации. Подтверждением является увеличение абсолютных значений поглощения звука (см. табл.8.5 – 8.6). Величина поглощения

звука росла на каждой частоте как с увеличением слоев материалов, так и с повышением частоты звука. При исследовании одного слоя материалов обращает на себя внимание поролон, у которого величина звукопоглощения повысилась на всех частотах от 10 до 14 дБ, а у резины и пластилина существенное повышение величины поглощения звука наблюдалось только от 1000 Гц и выше (см. табл. 8.5). У поролона степень влияния фактора на величину звукопоглощения колебалась от 4 до 8 % в исследуемом частотном диапазоне, у резины она не превысила 2 % и у пластилина – 1 %.

При комбинации двух материалов отмечалось увеличение величины звукопоглощения (см. табл. 8.6) и степени влияния факторов (см. табл. 8.10) на нее в зависимости от материалов и очередности их расположения по отношению к сосцевидному отростку. Это хорошо видно при комбинации пластилина с поролоном, при которой степень влияния фактора на частоте 250 Гц составила 5 %, а на частоте 8000 Гц – 11 %.

При использовании трех материалов тенденция повышения звукопоглощения и степени влияния факторов сохранилась. Наилучшие значения получены при комбинации поролон+резина+пластилин. Степень влияния фактора на частоте 250 Гц составила 9 %, а на частоте 8000 Гц – 13%.

При исследовании четырехслойного пакета существенно увеличилась величина звукопоглощения на частоте 250 Гц до 25 дБ, а также степень влияния фактора на нее до 25 % .

Таким образом, дисперсионный анализ подтверждает влияние способа фиксации на величину звукопоглощения. При использовании оголовья (стандартного способа крепления КТВ) величина случайных факторов в диапазоне 250–2000 Гц достаточная высокая (превышает 32 %), а на частотах выше 4000–8000 Гц она снижается до 10–12 %. Основной причиной этого является деформация материалов за счет прижима КТВ оголовьем.

Устранение деформации материалов привело к повышению поглощения звука, а дисперсионный анализ показал достаточно высокую величину контролируемых факторов (свыше 80 %), а также увеличение степени влияния факторов на величину звукопоглощения в частотном диапазоне от 250 до 8000 Гц. Кроме того, было выявлено, что степень влияния факторов повышалась от количества используемых слоев материалов в пакете и от их чередования.

Из этого следует, что метод тональной аудиометрии может быть использован для исследования поглощающих свойств материалов, а также оптимизации звукопоглощения путем комбинации материалов с различными акустическими свойствами и их очередности расположения.

Существующие подходы позволяют оценить эффективность СИЗ от шума только по воздушному пути распространения звука. Предложенный нами субъективный метод

исследования звукопоглощения посредством тональной аудиометрии возможно использовать для оценки звукопоглощающих свойств материалов, предназначенных для защиты костно-тканевого пути. Наличие микрофонного способа и субъективного метода позволят объективно и надежно оценить звукопоглощающую способность создаваемых экстраауральных СИЗ. Выбранный методический путь решения этой задачи аналогичен научному решению оценке поглощения шума существующих ауральных СИЗ от шума.

ГЛАВА 9. ОБСУЖДЕНИЕ

Одним из ведущих неблагоприятных факторов, действующих на личный состав ВВС ВКС в процессе боевой подготовки является акустический шум. Основными источниками его являются авиационные двигатели, вспомогательное оборудование при подготовке ВС к полету. Авиационный шум является высокоинтенсивным и широкополосным, его спектр занимает полосу частот от 2 Гц до 20 кГц. В зонах нахождения обслуживающего персонала уровень звукового давления шума находится в пределах 100–130 дБ [117].

Наиболее подвержены шумовому воздействию АС, которые при повседневной военно-профессиональной деятельности в процессе обеспечения полетов или проведения регламентных и ремонтных работ систематически подвергаются воздействию авиационного шума, являющегося основным фактором риска развития профессиональной и профессионально обусловленной патологии.

Проведено исследование акустической обстановки на рабочих местах авиационных специалистов при обеспечении полетов и проведении ремонтно-регламентных работ, которое позволило установить характерные особенности авиационного шума. Для этого были составлены циклограммы работы с учетом количества вылетов ВС за летную смену. Оценка характера шума была комплексной в диапазоне от 2 Гц до 8000 Гц, то есть в инфразвуковом и звуковом диапазоне частот. Проведены измерения уровня звукового давления, уровни звука, эквивалентные уровни звука, общий уровень звукового давления, рассчитаны дозы шума.

При изучении циклограмм установлено, что в ИБА общее время работы за летную смену у специалистов группы обслуживания находится в диапазоне 12–44 мин в зависимости от числа вылетов и типа ВС. Специалисты группы диагностики двигателей находятся под воздействием шума двигателя более продолжительное время, от 20 мин до 70 мин. При 2–3 вылетах в смену время увеличивается до 1–3 час. При работе вспомогательного оборудования общее время работы за летную смену в группе обслуживания увеличивается в 3 – 4 раза и находится в диапазоне 30–80 мин, в зависимости от типа ВС. У специалистов диагностики работа вспомогательного оборудования не влияет на общую продолжительность рабочего времени за летную смену.

В ДА общее время работы за летную смену у специалистов группы обслуживания находится в диапазоне 10–45 мин у всех типов ВС в зависимости от числа вылетов. При работе вспомогательного оборудования оно увеличивается до 4 ч. У специалистов группы диагностики общее время работы за летную смену составляет 60 – 100 мин и при работе вспомогательного оборудования оно не увеличивается.

При подготовке к вылету ВС ВТА общее время работы за летную смену у специалистов группы обслуживания при 3 вылетах находится в диапазоне 16–60 мин в зависимости от типа ВС. При работе вспомогательного оборудования время увеличивается в 2 раза. У специалистов группы диагностики общее время работы составляет 50–135 мин в зависимости от типа ВС.

При подготовке к вылету вертолетов общее время работы за летную смену у специалистов группы обслуживания при 3–4 вылетах находится в диапазоне 9–32 мин в зависимости от типа ВС. При запуске двигателя и работе вспомогательного оборудования время общей работы увеличивается и находится в диапазоне 21–60 мин. У специалистов группы диагностики общее время работы за смену находится в пределах 40 мин не зависимо от типа ВС и работы вспомогательного оборудования.

Таким образом, 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. Инженерно-техническое обеспечение полетов на аэродроме в течение летной смены осуществляется в условиях воздействия на ИТС **непостоянного прерывистого многочасового шума.**

При подготовке ВС к полетам привлекается дополнительное наземное оборудование, являющееся источником дополнительного высокоинтенсивного шума. Это аэродромный подвижный агрегат, установка для проверки гидросистем, аэродромный кондиционер и др. Кроме того при подготовке к вылету некоторых ВС перед запуском авиационных двигателей используется бортовое оборудование: вспомогательная силовая установка, топливно-насосная установка, также являющееся источником высокоинтенсивного шума. Вспомогательное оборудование осуществляет генерацию шума, эквивалентный уровень которого существенно превышает нормативный уровень (80 дБА).

Исследование шума на рабочих местах ИТС показало, что УЗД в октавных полосах, общий УЗД, уровень звука, эквивалентный уровень звука и доза шума при работе двигателя и вспомогательного оборудования выше, чем при работе одного двигателя без вспомогательного оборудования.

Наиболее высокие УЗД в кабинах ВС отмечены в армейской и военно-транспортной авиации 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 дальней, транспортной и армейской авиации приходится на область частот ниже 500 Гц, значит, экипажи ВС подвергаются действию преимущественно интенсивного низкочастотного шума.

Уровень звука на рабочих местах ИТС находился в диапазоне 122–127 дБА. Наиболее интенсивному шумовому воздействию подвергается ИТС ИБА. На рабочих местах ИТС, осуществляющих подготовку к вылетам ВС дальней, транспортной и армейской авиации, уровень звука примерно одинаковый (122–124 дБА) (см. главу 3).

На рабочих местах ЛПС (в кабинах и салонах ВС) уровень звука значительно ниже, чем у ИТС и находится в диапазоне 97 – 104 дБА. Наиболее высокие уровни звука в истребителях. В кабинах ВС дальней авиации уровень звука менее интенсивный.

Эквивалентный уровень звука на рабочих местах ИТС находился в диапазоне 115–118 дБА, что превышает ПДУ (80 дБА) на 35–38 дБА. Наиболее высокие эквивалентные уровни шума (соответственно доза шума) выявлены среди всех типов ВС на рабочих местах ИТС при работе авиационных двигателей у истребителей.

Эквивалентный уровень звука на рабочих местах ЛПС находился в диапазоне 97–104 дБА. Наиболее высокие его значения отмечены в истребительной, а наиболее низкие в дальней авиации. Во всех случаях он существенно превышает (на 17–24 дБА) ПДУ (см. главу 3).

На основании выше представленных данных можно сделать заключение, что авиационный шум является **непостоянным и высокоинтенсивным**.

Общий УЗД на рабочих местах ИТС при подготовке ВС к вылету в инфразвуковом диапазоне частот находился в диапазоне 101–111 дБ Лин. Превышение ПДУ (100 дБ Лин) составило в ИБА на 11 дБ Лин, в ВТА и АА – 7 и 9 дБ Лин соответственно (см. главу 3).

На рабочих местах ЛПС общий УЗД в инфразвуковом диапазоне не превышал ПДУ во всех видах авиации. Наиболее высокие его значения отмечены в кабинах ВС истребителей.

Неотъемлемой частью авиационного шума является **инфразвуковая составляющая**, которая в ряде случаев превышает ПДУ, особенно на рабочих местах ИТС.

Спектральный анализ авиационного шума на рабочих местах ИТС показал, что шум представлен во всех октавах звукового диапазона частот, что позволяет его классифицировать как **широкополосный шум**. В зависимости от типа ВС (вида авиации) имеются отличия в спектральном составе шума. Максимальные УЗД большинства типов ВС наблюдались в диапазоне 2000–4000 Гц (область средних частот), у некоторых ВС они пришлись на более широкий диапазон частот от 500 до 4000 Гц (область низких и средних частот). В области высоких частот (2000 – 8000 Гц) УЗД оставались высокими практически у всех ВС.

Спектральный анализ показал, что превышение УЗД в кабинах ВС с максимумом в низкочастотном диапазоне спектра отмечается в вертолетной авиации, в высокочастотном диапазоне – в ИБА и ДА. У ВС ВТА УЗД превышает ПДУ по всему спектру частот.

В зависимости от величины уровня звука на рабочих местах все АС распределены на пять групп. Наиболее высокую шумовую нагрузку получает ИТС. 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.

На основании анализа акустической обстановки различных источников шума, которые имеют место при обслуживании ВС в наземных условиях и при проведении полетов, можно сделать заключение, что **авиационный шум** – это собирательное понятие, так как в это понятие включают шум от работы основных и вспомогательных 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:

- высокий уровень звука (свыше 100 дБА) и УЗД практически во всех октавных частотах превышают 100 дБ, что позволяют классифицировать авиационный шум как **высокоинтенсивный**;

- шумовое воздействие на рабочих местах осуществляется от нескольких источников шума разной интенсивности, а также наличие периодов активной шумовой нагрузки с паузами от нескольких десятков минут до нескольких часов позволяют классифицировать авиационный шум как **непостоянный**;

- шум представлен во всех октавах звукового диапазона, а спектр шума может иметь несколько максимумов чаще в области средних и высоких частот, что позволяет классифицировать шум как **широкополосный**;

- наличие в спектре шума инфразвуковой составляющей указывает на **сочетанное одновременное действие шума и инфразвука**;

- многочасовая продолжительность летной смены (от 8 до 12 ч) указывает на **длительное действие** шума на АС;

- шум формируется одновременно из нескольких источников;

- шумовое воздействие носит циклический характер в течение летной смены, то есть **периоды активной нагрузки чередуются с паузами** от нескольких десятков минут до нескольких часов.

Таким образом, авиационный шум по своим характеристикам является вредным производственным фактором, а на формирование патологических изменений в организме АС будут оказывать его специфические особенности. Наибольшей акустической нагрузки подвергается ИТС при подготовке ВС к полетам, а также при опробовании и регулировке двигателей. Наличие неблагоприятной акустической обстановки на рабочих местах АС создают условия для профессионального риска нарушения здоровья.

По результатам исследования акустической обстановки на рабочих местах АС установлены классы условий труда [193]. Условия труда ИТС по эквивалентному уровню звука соответствуют вредному четвертой степени (3.4) классу в АА, во всех других видах авиации – опасному (4) классу; по уровню ИЗ при обслуживании ВС дальней авиации класс условий труда соответствует классу 3.1, транспортной авиации и вертолетов – классу 3.2 и оперативно-тактической авиации – классу 3.3.

Условия труда ЛПС по шуму соответствуют классу третьей степени вредности 3.3 во всех видах военной авиации. В ГА шум в салонах несколько ниже и в большинстве случаев соответствует вредному классу 3.1. Превышения по ИЗ у ЛПС не выявлено, поэтому класс условий труда соответствует 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 вредным и опасным, по степени весомости доказательств профессиональный риск нужно относить к категории подозреваемый профессиональный риск [361]. Доказано, что в наиболее неблагоприятных условиях труда, в связи с действием шума и ИЗ, при выполнении профессиональной деятельности среди АС находится ИТС. Следовательно, у этой категории специалистов возникает более высокий профессиональный риск нарушения здоровья.

Из литературных источников известно, что работа в условиях воздействия шума приводит к росту общей заболеваемости и развитию профессиональных и профессионально обусловленных болезней [2; 187 и др.].

При изучении заболеваемости ИТС нами установлено, что в контрольной группе 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 [156; 189]. В экспериментальной группе 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».

В контрольной группе общая сумма числа дней трудопотерь по классам болезней VI-XII составила 49%, а в экспериментальной группе ИТС она возросла до 65,5%, то есть увеличение достоверно ($p < 0,05$) составило 16,5%. Рост числа дней трудопотерь у ИТС по сравнению с КГ

за этот же период (2009 – 2012гг.) отмечен во всех исследуемых классах, за исключением класса VIII (болезни уха и сосцевидного отростка), где она снизилась на 0,4%. Болезни нервной системы (класс VI) по этому показателю дали рост на 1,1%, болезни глаз (класс VII) – на 1,6%, болезни органов кровообращения (класс IX) – на 9,3%, болезни органов дыхания (класс X) – на 0,2%, болезни органов пищеварения (класс XI) – на 3,0%, болезни кожи и подкожной клетчатки (класс XII) – на 1,7%. Из этого следует, что наибольший вклад в увеличение трудопотерь внесли болезни органов кровообращения (класс IX) (см. главу4).

Анализ структуры трудопотерь по классам VIII и IX показал, что болезни группы 4 класса VIII (болезни уха и сосцевидного отростка), а это больные с нейросенсорной тугоухостью, в контрольной группе составляют 12% от всего класса болезней и в общей структуре трудопотерь занимают всего лишь 0,3%, тогда как в экспериментальной группе – 60% и в общей структуре трудопотерь они дали рост на 0,9%. Заболевания, характеризующиеся повышенным артериальным давлением (группа 3 класса IX) в контрольной группе составляют 82% от всего класса болезней и в общей структуре трудопотерь занимают 2,3%, а в экспериментальной группе – 57,3% и в общей структуре трудопотерь они дали рост на 4,7%.

При исследовании распространенности болезней нами установлено, что в экспериментальной группе по сравнению с контрольной группой уровень заболеваемости по таким классам болезней, как болезни нервной системы, глаз, органов кровообращения, органов пищеварения, кожи и подкожной клетчатки был существенно выше ($p < 0,05$). Наибольшее увеличение показателей заболеваемости за период 2009 – 2012гг. наблюдалось со стороны органов кровообращения, что в полной мере соответствует существующим представлениям о механизме действия высокоинтенсивного шума на организм человека и данным по анализу заболеваемости работающих в условиях шума [100; 118]. Согласно работам этих авторов, шум также способствует увеличению болезней нервной системы и органов пищеварения. Из результатов исследований видно, что уровень заболевания по двум последним классам болезней у ИТС был также выше по сравнению с контролем.

Кроме того, у ИТС по сравнению с КГ выявлено увеличение уровня заболеваемости в таких классах как болезни глаз, а также болезни кожи и подкожной клетчатки. Полученные данные подтверждаются научными публикациями, в которых показано, что действие низких и инфразвуковых частот вызывает патологические изменения в органах дыхания [79; 89], зрительном анализаторе [202], а также коже и подкожной клетчатке [153].

У ИТС ИБА наиболее значительные количества дней трудопотерь отмечаются в классе X (болезни органов дыхания), классе XII (болезни кожи и подкожной клетчатки), а также в группе 3 IX класса (болезни, характеризующиеся повышенным артериальным давлением). В классе XI (заболевания желудочно-кишечного тракта) и в группе 4 класса VIII (нейросенсорная

тугоухость) они были на одном уровне с аналогичными показателями у инженерно-технического состава дальней авиации.

У ИТС ВТА наибольшее количество дней трудопотерь по сравнению с аналогичными показателями в других видах авиации отмечалось в классе VI (болезни нервной системы), а наиболее низкое – в классе IX (болезни сердечно-сосудистой системы), в классе XI (болезни органов пищеварения) и в группе 4 класса VIII (нейросенсорная тугоухость).

Среди ИТС ДА наибольшее количество дней трудопотерь по сравнению с другими видами авиации отмечается в классе VII (болезни органа зрения), классе VIII (болезни уха и сосцевидного отростка) и в классе IX (заболевания сердечно-сосудистой системы). В классах VI (болезни нервной системы), X (болезни органов дыхания), XII (болезни кожи и подкожной клетчатки), а также в группе 3 класса IX (болезни, характеризующиеся повышенным артериальным давлением) – были ниже числа дней трудопотерь других видов авиации.

При оценке уровня заболеваемости установлено, что у ИТС ВТА уровень заболеваемости «низкий», у ИТС ИБА – «ниже среднего», а у ИТС ДА – «средний». По сравнению с уровнем заболеваемости в контрольной группе, который оценивается как «очень низкий», заболеваемость ИТС во всех видах авиации увеличилась, особенно в группе ИТС ДА.

Итак, у ИТС 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. В тоже время более высокий уровень заболеваемости по классам болезней органов дыхания, глаз и кожи можно объяснить уже непосредственным воздействием ИЗ [71; 72; 70]. 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 [16].

Подтверждением этому являются научные данные, которые указывают на этиопатогенетическую связь большинства вышеперечисленных заболеваний с акустическим шумом. В литературе широко используется термин шумовая патология (шумовой синдром, шумовая болезнь), который представляет собой совокупность неблагоприятных эффектов со стороны органа слуха (ауральные эффекты) и со стороны центральной нервной, вегетативной нервной, сердечно-сосудистой и др. систем (экстраауральные эффекты) [96; 89; 90].

В связи с ростом энерговооруженности Вооруженных Сил и поступлением в войска новых видов вооружения и военной техники встает задача по ее освоению и использования для боевого применения. В процессе эксплуатации ВС нового поколения ЛПС подвергается

воздействию комплекса вредных факторов, повышающих физическую, психологическую и моральную нагрузку на организм, ведущих к возникновению стрессовых состояний, а, следовательно, и развитию заболеваний, приводящих к профессиональной непригодности. Поэтому к состоянию здоровья ЛПС предъявляются высокие требования.

Ретроспективное эпидемиологическое изучение заболеваемости ЛПС не эффективно, так как примерно только 3–5% из них обращаются за медицинской помощью при патологических состояниях. Причиной этого является то, что летный состав старается не только не афишировать свои заболевания, но и прибегает к диссимуляции в связи с возможной дисквалификацией по состоянию здоровья. Источником близким к истинным показателям заболеваемости ЛПС, с нашей точки зрения, являются годовые отчеты с результатами периодических врачебных медицинских осмотров и врачебно-летной комиссии. Однако из-за ограниченности доступа к этой информации данные о заболеваемости ЛПС ВВС ВКС практически отсутствуют, что создает большие трудности в организации работы военно-медицинской службы ВВС ВКС по профилактике заболеваемости ЛПС.

На первом этапе нами по доступным литературным источникам была изучена заболеваемость ЛС 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. Артериальная гипертензия наиболее часто регистрировалась в возрасте 40–49 лет (54%) и в возрасте 50–59 лет (29,7%), первые признаки развития раннего атеросклероза наблюдаются уже через 7–10 лет после начала лётной деятельности [106]. В структуре заболеваемости ЛОР органов НСТ занимает одно из ведущих мест и составляет более 20%, причем НСТ шумовой этиологии занимает ведущее место в дисквалификации ЛС (68%) [104]. Установлено, что у 36,7% лиц летного состава имеется снижение слуха по нейросенсорному типу [105].

По данным Центра наблюдения за здоровьем вооруженных сил США у летчиков, средний возраст которых 40–49 лет, в структуре заболеваемости болезни костно-мышечной системы занимают первое место. На их долю приходится 24%. 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 в виде нарушения рефракции и аккомодации составляет 45,0%, не уточненные расстройства спины – 24,8%, потеря слуха – 12,1% [354].

На втором этапе нами было проанализировано состояние здоровья 469 авиационных специалистов ЛПС за период с 2009 по 2012 гг. (см. главу 4).

В структуре патологической пораженности военнослужащих контрольной группы преобладали болезни желудочно-кишечного тракта – 11,5% и заболевания прочих классов (заболевания органов дыхания, мочеполовой системы, хирургическая патология) – 10%.

Ведущее место в структуре патологической пораженности ЛПС занимают болезни опорно-двигательного аппарата в виде сколиоза и остеохондроза позвоночника (20,2%). Заболевания встречаются с 21 летнего возраста.

Заболевания сердечно-сосудистой системы у ЛПС занимают второе место (13,1%), причем 80% данной патологии приходится на заболевания, связанные с повышенным артериальным давлением (нейроциркуляторная астения и гипертоническая болезнь), первые клинические проявления которого появляются с 26 лет у штурманов, а у других категорий ЛПС – с 21 летнего возраста. Отмечены единичные случаи ишемической болезни сердца и патология венозной системы (варикозное расширение вен нижних конечностей, геморрой).

Почти у каждого 10-го военнослужащего ЛПС имеется ожирение алиментарно-конституционального генеза, максимально выраженное у лиц с 31-летнего возраста. Причем более чем у 16% ЛПС ожирение сочетается с другой патологией, чаще с заболеваниями сердечно-сосудистой системы.

8,3% в структуре патологической пораженности органа зрения занимают нарушения рефракции и аккомодации, которые встречаются среди всех возрастных групп, начиная с 21-летнего возраста.

Патология органа слуха установлена у 2,2% ЛПС, которая представлена одной нозологической формой – НСТ. Первые признаки нарушения слуха появляются спустя 2–5 лет после начала летной деятельности. В большинстве случаев тугоухость сочетается с поражением других органов и систем.

Заболевания желудочно-кишечного тракта занимают в структуре 9,5%, что меньше, чем в контрольной группе на 2%. Этот класс представляют хронический гастродуоденит, реже доброкачественная билирубинемия.

Заболевания нервной системы занимают в структуре патологической пораженности около 1,6%. Это, как правило, корешковая патология периферического отдела нервной системы, на фоне остеохондроза позвоночника. Лица, имеющие какую-либо другую патологию центрального или периферического отделов нервной системы, признаются негодными к летной работе и поэтому данная патология занимает незначительную долю в структуре патологической пораженности.

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 другими классами заболеваний колебался от 2 до 12 раз. Максимальных значений оно достигло в классе болезней уха и сосцевидного отростка и было выше в 12 раз, по заболеваниям опорно-двигательного аппарата – в 6 раз и органа зрения – в 5,5 раза.

Анализ патологической пораженности ЛПС показал, что структура имеющейся патологии практически не зависит от категории летной деятельности ЛПС (летчики, штурманы, бортинженеры, борттехники, бортрадисты и др.).

Особенности летной деятельности в зависимости от вида авиации оказывают влияние на структуру заболеваемости ЛС. Так, в вертолетной авиации выражено воздействие общей вибрации, что, по-видимому, является основной причиной увеличения эндокринной патологии и заболеваниям нервной системы у личного состава. 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, большим напряжением зрения во время полета, особенно в ночное время, воздействием инфразвука. 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 в структуре заболеваемости ЛС ГА, что можно объяснить более «тяжелыми» условиями труда военных летчиков: полеты на современных высокоманевренных, высокоскоростных ВС и др.

Таким образом, анализ литературных данных показывает, что при длительном шумовом воздействии происходит повреждение органа слуха, в виде нейросенсорной тугоухости, развиваются патологические состояния в сердечно-сосудистой и нервной системах. При анализе заболеваемости АС нами выявлен более широкий спектр патологических изменений. Помимо вышеуказанной патологии 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, превышающего допустимый уровень, создает профессиональный риск и приводит к развитию профессиональной патологии, имеющей этиопатогенетическую связь с шумом и ИЗ.

Полученные нами результаты исследований, подтверждаются литературными данными и согласно принятым критериям [361] указывают на то, что авиационный шум необходимо рассматривать в качестве предполагаемого профессионального риска ущерба здоровью АС.

Классическое описание развития патологических изменений в организме при длительном воздействии шума хорошо изложено практически во всех учебниках и руководствах [18; 163; 112 и др.]. Вероятность развития нарушения слуха зависит от уровня шума и длительности стажа работы с шумом. Характерными особенностями профессиональной нейросенсорной тугоухости (ПНСТ) шумового генеза являются:

- шум средне- и высокочастотного характера, интенсивностью более 80 дБ;
- длительность воздействия шума не менее 10 лет;
- ранние жалобы на головную боль, шум в голове и в ушах, раздражительность, нарушение сна, со временем снижается слух за счет нарушения разборчивости речи, появляется шум в ушах высокочастотного характера;

- медленное прогрессирующее течение патологического процесса с постепенным нарастанием тугоухости;

- аудиометрические признаки тугоухости начинают появляться при стаже 5 – 10 лет. На ранних этапах клиническая картина тугоухости характеризуется повышением порогов между частотами 3000 и 6000 Гц (наиболее выражено на частоте 4000 Гц), а на более высоких частотах снижаются. Относительно рано слух начинает повышаться и на 6000–8000 Гц. Однако, в начале формирования тугоухости повышение порогов слуха в этой области невелико (от 10 до 40 дБ). Постепенно повышение порогов тонального слуха распространяется на частоты 2000, 1000, позднее – 500 Гц. На более низкие частоты – 125, 250 Гц, как правило, наблюдается более позднее и незначительное снижение слуха. По мере увеличения стажа работы наибольшая потеря слуха остается в области высоких частот – 4000, 6000, 8000 Гц;

- отсутствует костно-воздушный разрыв;
- двустороннее симметричное снижение тонального слуха по воздушной и костной проводимости;

- отоскопическая картина при развитии ПНСТ характерных признаков не имеет;
- формирование экстраауральных эффектов происходит параллельно с нарастанием степени тугоухости, развиваются астено-невротические реакции, вегето-сосудистая дистония сначала по гипотоническому, а затем по гипертоническому типу.

В российские протоколы оценки связи НСТ с шумом введено требование учета показателей пресбиакузиса на стадии донологических изменений слуха у работающих в условиях воздействия повышенных уровней шума, то есть до появления стадии «признаки воздействия шума на орган слуха». Это устраняет разночтения при формулировке заключения о наличии пресбиакузиса или «признаков воздействия шума на орган слуха» [170]. Для дифференциальной диагностики пресбиакузиса и профессиональной НСТ в Великобритании в качестве опорных точек используются частоты 1 и 8 кГц. Считается, что слух на этих частотах

не подвержен действию шума, следовательно, измеренные пороги слуха на указанных частотах отражают исключительно возрастные потери слуха, даже при хроническом воздействии шума. Пороги слуха на частотах 1 и 8 кГц являются основой для определения вероятной возрастной составляющей повышения порогов слуха на остальных частотах при определении вопроса о причинно-следственной связи шумового воздействия и НСТ. Однако некоторые авторы ставят под сомнение это положение [254; 268; 298].

При диагностике НСТ от воздействия производственного шума следует руководствоваться комплексом критериев, включающих производственные факторы и клинические симптомы.

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). Однако распознавание шумового зубца на аудиограмме может быть затруднено при сочетанном действии шума и других причин тугоухости. R. Coles с соавт. (2000) предложили методику объективного определения шумового зубца на аудиограмме, которая проводится следующим образом. Пороги слуха на частотах 1 и 8 кГц соединяются прямой линией. Наличие на частотах, находящихся между ними (2, 3, 4 кГц) порогов слуха ниже проведенной линии указывает на наличие шумовой этиологии НСТ (зубец Коулза, Coles notch) [289] .

Нами выявлены особенности аудиологических кривых авиационных специалистов 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 Гц, 250 Гц) связано с патологическим воздействием на орган слуха ИЗ, который является составляющей высокоинтенсивного авиационного шума, что соответствует существующим представлениям о действии ИЗ [176; 14; 187; 269 и др.]. В связи с тем, что ИЗ обладает агрессивным действием на орган слуха, отмечается повышение порогов восприятия звуков в низкочастотном диапазоне у военнослужащих уже со стажем работы до 5 лет.

R.A. Dobie и P.M. Rabinowitz (2002) был предложен количественный расчет повышения порогов слуха на частотах зубца Коулза (индекс зубца, notch-index, NI). Он рассчитывается как разность суммы порогов на частотах 2, 3 и 4 кГц и суммы порогов на частотах 1 и 8 кГц. Значение NI более 0 дБ указывает на наличие шумового компонента в этиологии НСТ, менее 0 дБ – отсутствие такого компонента [294]. Анализ аудиограмм авиационных специалистов и расчет индекса зубца также подтверждает наличие шумового компонента в этиологии НСТ. У ИТС NI составил 17,1 дБ, а у ЛПС – 14,7 дБ.

У ИТС пороги восприятия звуков 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 более высокой шумовой нагрузкой у ИТС.

Анализ аудиологического исследования ИТС (см. главу 5) показывает прогрессивное статистически 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 контрольной группой) 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 контрольной группой). В зоне высоких частот пороги повышения слуха во всех группах продолжают равномерно увеличиваться с ростом стажа. Наиболее выраженное увеличение порогов восприятия звуков выявлено у военнослужащих 4-й экспериментальной группы, имеющих наибольший стаж работы с шумом и превышают пороги контрольной группы в 3,8 раза.

С увеличением стажа работы с шумом меняется рельеф тональной аудиограммы: при стаже до 10 лет тональная аудиограмма имела вид с равномерным повышением порогов по всему диапазону частот, а при стаже 15 лет и выше ее рельеф становится ступенчато нисходящим с максимальным повышением порогов на частоте 4000 Гц.

Анализ аудиограмм ЛПС показывает, что пороги восприятия звуков также как и у ИТС повышены по всему диапазону частот (в 1,3 – 2,2 раза выше, чем в контрольной группе), равномерно с обеих сторон, в подавляющем большинстве случаев были статистически достоверны ($p < 0,05$). Наиболее высокими они были в зоне высоких частот, наиболее низкими – в зоне средних частот. Величина порогов восприятия звуков на частотах 125–250 Гц была такая же, как у ИТС. В области высоких частот повышение порогов соответствовало аналогичным показателям ИТС, но было ниже на 10–20 дБ. Пороги восприятия звуков всех категорий специалистов ЛПС были примерно равными.

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

У ЛПС в течение 5 лет работы с шумом рельефом тональной аудиограммы представлял собой равномерную кривую 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.

Проведенное нами аудиологическое исследование АС показало:

1. Авиационный шум оказывает патологическое воздействие на орган слуха. Постоянное и длительное воздействие авиационного шума на орган слуха приводит к прогрессирующему развитию НСТ, проявляющейся в повышении порогов восприятия звуков по всему диапазону исследуемых частот на оба уха, в особенности на высокие частоты. По сравнению с контрольной группой в группе ИТС пороги восприятия звуков достоверно увеличены на низкие частоты в 2,0 раза, на речевые частоты в 1,6 раза, на высокие частоты в 2,6 раза. В группе ЛПС по сравнению с контрольной группой пороги восприятия звуков достоверно увеличены на низкие частоты в 2,1 раза, на речевые частоты в 1,5 раза, на высокие частоты в 1,8 раза. При этом наибольшее увеличение порогов восприятия звуков отмечено у всех военнослужащих со стажем работы более 15 лет.

2. Наличие инфразвуковой составляющей в авиационном шуме способствует повышению порогов восприятия звуков на низкие частоты во всех группах ИТС. При этом наиболее высокое повышение порогов восприятия звуков в низкочастотном диапазоне было у ИТС со стажем работы более 15 лет, у ЛПС – со стажем более 20 лет. Наши результаты о выявленной специфике аудиограмм подтверждают данные научных исследований.

3. Повышение порогов восприятия звуков по всему диапазону частот отмечается у всех АС. Наиболее оно выражено у ИТС, среди ЛПС – у летчиков истребительной авиации.

4. Повышение порогов восприятия звуков по всему диапазону частот на оба уха достоверно увеличивалось в зависимости от стажа работы в условиях шума.

Особенностью авиационного шума является наличие в его спектре высокоинтенсивной низкочастотной и инфразвуковой составляющей с УЗД выше 100 дБ (см. главу 3).

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.

Приказом Минздравсоцразвития России от 27.04.2012 г. № 417н [180] определены профессиональные заболевания, обусловленные ИЗ: нейросенсорная тугоухость двусторонняя, вестибулярный синдром, выраженные расстройства вегетативной (автономной) нервной системы. 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 ПНСТ инфразвуковой этиологии, особенности клинических проявлений, критерии диагностики, экспертизы и лечебно-профилактические мероприятия. Наличие такой методической рекомендации не позволит исключить НСТ инфразвукового генеза из перечня профессиональных заболеваний органа слуха [165].

При воздействии ИЗ критическими органами являются не только орган слуха, но и вестибулярный анализатор, центральная нервная и сердечно-сосудистая системы, органы дыхания. [96; 89; 71]. В клинической картине преобладают астеновегетативные и сосудистые нарушения, которые способствуют формированию таких заболеваний как астенический синдром, гипертоническая болезнь, дисциркуляторная энцефалопатия, хронический бронхит, эмфизема легких, офтальмопатия и др.[73; 203]. Наличие экстраауральных явлений без клинических проявлений тугоухости не является признаком профессиональной патологии, вызванной ИЗ.

Клиническая картина профессиональной НСТ инфразвукового генеза до конца не изучена и требует проведения дальнейших исследований.

Некоторые авторы на основании полученных собственных данных о неблагоприятном действии высокоинтенсивного ИЗ и низкочастотного шума предложили использовать термин «виброакустическая болезнь» [286; 281; 270] или «инфразвуковая болезнь» [69].

Проведенное обследование АС позволило выявить ряд особенностей изменений порогов слуха при сочетанном воздействии шума и ИЗ, а именно: отсутствие или незначительная

выраженность шумового зубца, нисходящий тип аудиограммы, отсутствие костно-воздушного разрыва.

По нашим данным, характер ПНСТ от сочетанного действия шума и ИЗ имеет следующие особенности:

- 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, представленные в табл.35 Приложения.

По результатам клинико-аудиологического исследования органа слуха, согласно существующей гармонизированной классификации тугоухости [174], диагноз нейросенсорная тугоухость различной степени установлен у 47% обследованных военнослужащих ИТС и у 27,8% военнослужащих ЛПС.

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 летного состава старше 40 лет, имеющих стаж работы 20 лет и более. Наличие большого количества военнослужащих летного состава 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, а зачастую и негодными к военной службе. Нами же обследованы военнослужащие, признанные ВЛК годными к летной работе.

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.

Проведенные статистические исследования доказывают, что выявленные изменения слуха у АС имеют устойчивую связь с воздействием шума.

По результатам статистической обработки результатов обследования были построены математические модели (см. главу 5). 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 корреляционную связь с воздействием авиационного шума, что позволяет использовать дозо-зависимые эффекты для построения математических моделей и прогнозирования клинических проявлений НСТ.

Одним из косвенных критериев меры риска является гигиеническая оценка условий труда, которая позволяет априорно оценить степень профессионального риска. Результаты обследования рабочих мест показали, что АС, непосредственно участвующие в обеспечении полетов, работают во вредных условиях труда. При этом, по данным ряда авторов [205; 129; 206], показатели загрязнения воздуха рабочей зоны, микроклимата, тяжести и напряженности трудового процесса являются допустимыми (класс 2). Среди производственных вредных факторов по степени превышения гигиенических нормативов авиационный шум занимает доминирующее место. В наиболее неблагоприятных условиях находится ИТС всех видов авиации, так как КУТ по шуму соответствует классу 3.4 (вредный четвертой степени). Оценка условий труда ЛПС показала, что она соответствует классу 3.3, то есть вредному третьей степени. Это необходимо учитывать при прогнозировании профессиональных рисков и разработке методических рекомендаций по профилактике нарушения здоровья АС ВВС ВКС.

В соответствии с руководством [193] оценка условий труда с учетом комбинированного действия факторов проводится на основании результатов измерения отдельных факторов. В настоящее время производственный шум и ИЗ нередко сочетаются на рабочих местах. Данные научных исследований показывают, что эти вредные факторы имеют схожие критические органы и системы [76]. Исходя из этого, считаем, что целесообразно в вышеуказанное руководство внести дополнение «в случае сочетанного действия ИЗ и шума, относящихся к классу 3.1–3.4, общая оценка условий труда оценивается на одну ступень выше».

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 профессионально обусловленной патологии.

Представленные данные позволяют утверждать, что повышенный уровень заболеваемости военнослужащих ИТС является в основном следствием действия высокоинтенсивного шума и ИЗ [217]. Необходимо учитывать и то обстоятельство, что одновременное действие этих двух физических факторов может потенцировать их неблагоприятные эффекты [16; 203].

Дегенеративно-дистрофических изменений позвоночника занимают доминирующее место среди всех болезней опорно-двигательного аппарата. Это обусловлено тем, что ЛПС при выполнении полётного задания длительное время находится в сидячем положении, поэтому позвоночные мышцы испытывают повышенную нагрузку, что способствует развитию патологические состояния в виде деформирующего остеохондроза, грыжи межпозвоночных дисков, сколиоза, неврита, невралгии, миозита, что соответствует литературным данным [354]. Кроме того, ЛПС, особенно ИБА, при полетах испытывают значительные знакопеременные перегрузки, действие которых отражается в виде костно-мышечной патологии позвоночника, особенно поясничного отдела. На основании проведенных расчетов (см. раздел 6.2), а также учитывая вышеизложенное, болезни опорно-двигательного аппарата относятся к профессиональной патологии.

Практически у каждого восьмого военнослужащего ЛПС имеются нарушения рефракции и аккомодации, что связано с напряжением зрения при слежении за показаниями приборов во время полетов. Необходимо учитывать и то обстоятельство, что ЛПС в процессе военно-профессиональной деятельности подвергается воздействию ИЗ и низкочастотных акустических колебаний, которые по имеющимся данным способствуют нарушению кровообращения, обменных процессов органа зрения [6].

Высокая частота встречаемости заболеваний сердечно-сосудистой системы, в том числе заболеваний, характеризующаяся повышенным артериальным давлением, обусловлена такими факторами как, высокий уровень эмоционального напряжения ЛПС в процессе выполнения

летней деятельности, высокой ответственностью за безопасность полетов. К тому же длительная и постоянная работа в условиях воздействия шума и ИЗ приводит к нарушению сосудистого тонуса и развитию артериальной гипертонии [2; 171; 358].

Почти полная связь болезней органов уха с условиями труда ЛПС обусловлена действием авиационного шума, особенности которого (высокая интенсивность, длительность действия, высокочастотный спектр, сочетание акустических колебаний звукового и инфразвукового диапазонов) способствуют развитию нарушения слуха по типу НСТ.

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

Известно, что 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 (см. раздел 6.2). 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 болезней 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 (см. раздел 6.2). Установлено, что риск развития патологии этих классов соответственно в 2 и 3 раза выше, чем контрольной группе, а абсолютный риск составляет 147 и 205 дополнительных случаев заболеваний на 1000 человек в год. Это соответствует опасному уровню воздействия факторов военного труда.

Полученные данные свидетельствуют о высоком риске развития профессионально обусловленной патологии.

Таким образом, изучение причинно-следственных связей между ущербом здоровью и отклонений по данным клинических исследований с условиями труда позволило количественно оценить степень этой связи, категорию риска заболевания. В результате оценки

профессионального риска установлено, что у всех АС НСТ является профессиональным заболеванием, развитие которого имеет прямую связь с воздействием шума.

Кроме того, установлено, что у ЛПС к профессиональной патологии относятся заболевания опорно-двигательного аппарата и болезни органа зрения.

К профессионально обусловленной патологии у ИТС относятся заболеваний нервной, сердечно-сосудистой системы, болезни глаз уха, органов пищеварения и кожи, у ЛПС – заболевания эндокринной и сердечно-сосудистой систем.

Как видно, выявленная патология у АС зависит от условий труда и находится в зависимости от специальности и вида авиации, что требует дальнейших исследований причинно-следственных связей развития профессиональной и профессионально-обусловленной патологии с последующей разработкой мер профилактики.

Таким образом, на основании оценки условий труда и заболеваемости АС можно сделать заключение, что авиационный шум является вредным профессиональным фактором и создает доказанный профессиональный риск нарушения здоровья АС.

После оценки риска, его категорировании и доказанности нами на основе государственной системы по управлению рисками была сформирована система мероприятий по управлению риском у АС ВВС при действии авиационного шума (см. главу 7).

В нашем исследовании показано, что условия труда авиационных специалистов по гигиеническим критериям соответствуют высокому и очень высокому риску возникновения профессиональных заболеваний. Это требует проведения интенсивных мер по снижению профессионального риска.

Необходимые меры профилактики и социальной защиты в условиях труда по принятым критериям включают в себя организационно-технические мероприятия, использование средств индивидуальной и коллективной 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 [87; 127].

В настоящее время проводятся научные изыскания по модернизации существующих и созданию новых образцов военно-авиационной техники в целях снижения шумообразования в двигателях, узлах и агрегатах ВС. Ведутся конструктивные разработки, направленные на уменьшение турбулентности, улучшение аэродинамических характеристик, ведущих к снижению шумности ВС.

Широкое распространение получили шумопоглощающие материалы и конструкции, которые используются для отделки помещений и внешней облицовки зданий и сооружений, предназначенных для личного состава, служебная деятельность которого связана с

пребыванием на аэродроме. Ведутся работы по созданию СКЗ модульного типа и принятию их на снабжение в ВКС МО РФ. Некоторые опытные образцы прошли успешные испытания.

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 регламентирует отдых в специальных помещениях вдали от мест опробования двигателей. Перерывы могут быть разной длительности в зависимости от числа вылетов ВС в течение рабочей смены.

Основная причина низкой диагностики НСТ у АС это несовершенство медицинских мероприятий профилактики шумовой патологии, а именно: в ВС РФ шум в официальных документах медицинской службы не отнесен к вредному фактору, углубленные медосмотры проводятся поверхностно, без необходимых инструментальных исследований, не отрегулирована система предварительного отбора для работы в условиях шумового воздействия, отсутствуют механизмы экспертизы шумовой профпатологии. Кроме того, имеющиеся органические поражения органа слуха под воздействием шума длительное время не вызывают субъективных ощущений в виде снижения слуха и шума в ушах, заставляющих обращаться за медицинской помощью.

Кроме того низкая диагностика НСТ у ЛС обусловлена тем, что, во-первых, небольшие отклонения порогов звукового восприятия (до 10–15 дБ) врачами рассматриваются как вариант нормы (возрастные отклонения). Во-вторых, изолированное повышение порогов звука на одной или двух частотах до 15 дБ не берутся во внимание, повторное исследование при сомнительных результатах не проводится в связи с ограниченным временем общего обследования. В-третьих, аудиологическое исследование ЛС проводится при стационарном обследовании через 2 года на третий и лица с впервые выявленными нарушениями слуховой функции не подвергаются ежегодному мониторингу, что связано зачастую с отсутствием возможности выполнить данное обследование амбулаторно (нет аудиометра и специалиста, выполняющего аудиометрию). В-четвёртых, при аудиометрии не всегда выполняются основные требования выполнения данного исследования. В-пятых, медицинская служба ВС РФ не относит акустический шум к вредному фактору, ведущего к развитию профессиональной патологии.

Основные направления, в рамках которых должны проводиться профилактические мероприятия это профессиональный отбор и периодические медосмотры, которые должны проводиться в соответствии с требованиями приказа Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 12.04.2011 № 302н. Но они работают только в отношении лиц гражданского персонала Министерства обороны. В отношении военнослужащих, подвергающихся воздействию высокоинтенсивного шума, эти мероприятия не разработаны.

При призыве в ВС РФ по состоянию здоровья, уровню образования определяется

годность к военной службе уже по конкретной военной специальности. В своей работе военно-врачебные комиссии субъектов РФ при призыве в ВС РФ руководствуются «Расписанием болезней», утвержденного постановлением Правительства РФ [177] и «Требованиями к состоянию здоровья отдельных категорий граждан» [181]. Лица поступающие на военную службу, связанную с воздействием высокоинтенсивного шума и инфразвука, которые в дальнейшем имеют высокие риски развития профессиональной патологии ни в одной из таблиц не фигурируют.

С целью приведения данного документа к требованиям правовых актов в сфере защиты от шумового воздействия нами внесены предложения по изменениям и дополнениям, по профотбору специалистов, 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. Рекомендовано ввести исследование адаптационных свойств слухового анализатора для всех лиц, работа которых будет связана с шумом высокого уровня.

За состоянием здоровья военнослужащих ВС РФ осуществляется медицинский контроль, который включает в себя ежедневное медицинское наблюдение, медицинские осмотры, углубленные и контрольные медицинские обследования, диспансеризацию, что определено приказом МО РФ № 800 от 2011 г. [184].

В приложении 10 приказа МО РФ № 800 от 2011 г. определены объем, содержание и периодичность углубленных медицинских обследований военнослужащих.

По стандарту ISO 1999:1990 [316] развитие заболевания органа слуха под влиянием шума в 105 дБА с вероятностью 0,48 наступит через 10 лет, а при стаже 20 лет – с вероятностью 0,58. По нашим данным, если эквивалентный уровень шума превышает предельно допустимую норму на 35–38 дБА у ИТС и 17–24 дБА у ЛПС, что имеет место и составляет 97–118 дБА, то это 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 профессиональной НСТ при сочетанном действии шума и ИЗ выше, чем при изолированном действии широкополосного шума, при стаже работы свыше 15 лет. При продолжительности работы 5–10 лет она практически соответствует оценкам стандарта ISO 1999:1990 [316].

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 ВКС.

Исходя из вышеизложенного анализа, нами определен порядок проведения углубленного медицинского обследования АС в зависимости от стажа работы в условиях шума 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 не отнесен к вредному фактору.

В Приложении 1 приказа МО РФ № 800 от 2011 г. «Об утверждении Руководства по диспансеризации военнослужащих в ВС РФ» в отношении хронической нейросенсорной тугоухости указаны мероприятия при уже имеющейся НСТ, не зависимо от стадии процесса.

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, что в конечном итоге будет способствовать сохранению здоровья АС и позволит отсрочить развитие стойких патологических состояний шумовой этиологии.

Таким образом, нами научно обоснованы сроки проведения очередных медосмотров, увеличен объем исследований и число специалистов, участвующих в углубленном медосмотре. Разработаны мероприятия по диспансерному наблюдению за военнослужащими, имеющими тугоухость шумового генеза в зависимости от стадии процесса, что позволит снизить риски развития шумовой патологии у АС. Своевременно начатое лечение выявленного заболевания на ранних стадиях позволит предупредить развитие патологии и продлить профессиональное долголетие на 5 – 7 лет.

Разработаны предложения по экспертизе военнослужащих, имеющих понижение слуха в соответствии с гармонизированной классификацией тугоухости.

На сегодняшний день в нашей стране действуют три классификации тугоухости: международная, для лиц «шумовых» профессий и медико-социальная экспертиза (МСЭ) [174], а в ВС РФ классификация тугоухости вообще, и для профессиональной нейросенсорной

тугоухости в частности, не предусмотрена. В немногочисленных методических пособиях и рекомендациях, предназначенным 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 Министра обороны РФ от 9 октября 1999г. № 455 [177; 183], 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.

При этом в ГА основным документом по экспертизе ЛС являются Федеральные авиационные правила [238], где на основании ГОСТа 12.1.037 – 82 [41] экспертная оценка тугоухости оценивается помимо восприятия шепотной речи методом тональной пороговой аудиометрии,.

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» [177]. В нем предусмотрено установление причинной связи полученного заболевания с исполнением служебных обязанностей рядом вредных и опасных факторов и веществ. Высокоинтенсивный шум как наиболее широко распространенный профессиональный фактор в этот перечень не входит. В связи с этим считаем целесообразным внести соответствующие изменения в документы ВС РФ по ВЛЭ и ВВЭ по оценке экспертного решения в отношении тугоухости.

В настоящее время большое значение приобретают проблемы по защите от шума. Для решения ряда организационных и научно-технических вопросов, которые могут существенно ускорить внедрение в практику технических способов борьбы с шумом, требуется продолжительный отрезок времени. Это диктует необходимость искать дополнительные пути, ограничивающие неблагоприятное воздействие шума. Индивидуальная защита от шума не должна подменять ни одно техническое средство борьбы с шумом.

Несмотря на такие жесткие требования количество АС, страдающих от его неблагоприятного воздействия, не уменьшается. Основной причиной этого является отсутствие

эффективных СИЗ от шума и проблема усугубляется и полным непониманием в необходимости обеспечения защиты персонала от воздействия ИЗ [67].

При организации защиты персонала от авиационного шума необходимо учитывать ряд его особенностей. Во-первых, авиационный шум широкополосный и представлен во всем частотном звуковом диапазоне с максимумом уровня звукового давления в области средних и высоких частот. Во-вторых, проблема защиты усугубляется наличием в его спектре низкочастотных составляющих и ИЗ, обладающих высокой проникающей способностью и оказывающих влияние на организм человека как через слуховой анализатор, так и за счет непосредственного (прямого) воздействия на все органы и ткани. В-третьих, отсутствие эффективных табельных средств коллективной и индивидуальной защиты от авиационного шума и ИЗ требует проведения дальнейших научных исследований в этом направлении с целью разработки новых средств защиты [218; 62; 216].

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 [67].

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 авиационного 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 [67].

Проблема защиты от шума уровнем свыше 125 дБА, а также авиационного шума усугубляется наличием в его спектре выраженных низкочастотных составляющих и ИЗ, обладающих высокой проникающей способностью и оказывающих влияние на организм человека не только через слуховой анализатор, но и за счет непосредственного (прямого) воздействия на все органы и ткани, вызывающего феномен «воздушная вибрация». 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 [217; 70; 67; 216].

Анализ эффективности противошумов по частотам показал, что при воздействии широкополосного шума они достаточно хорошо снижают УЗД до требуемых значений в частотном диапазоне 4000–8000 Гц (область высоких частот), умеренно – 500–2000 Гц (область средних частот) и слабо – 125–250 Гц (область низких частот).

На основе предложенных нами предельно допустимых уровней звукового давления, 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.

При сравнении предельно допустимых уровней звукового давления и эквивалентных уровней звука, полученных на рабочих местах авиационных специалистов с учетом поправок на время (см. главу 7) и вышеприведенной эффективности СИЗ от шума органа слуха видно, что у ИТС использование вкладышей в дальней авиации позволит увеличить рабочее время до 30-40 мин; в истребительной – до 6 мин; в вертолетной – до 1 ч; в транспортной – до 40 мин.

Применение наушников в дальней авиации позволит увеличить рабочее время до 1,5 ч; в истребительной – до 1 ч; в вертолетной – до 3 ч; в транспортной – до 2 ч.

Использование комбинации наушников и вкладышей в дальней авиации снимет ограничение рабочего времени; в истребительной позволит увеличить рабочее время до 2–8 ч; в вертолетной – до 2–8 ч; в транспортной – до 4–8 ч.

Таким образом, использование СИЗ органа слуха от шума позволит существенно увеличить продолжительность пребывания авиационных специалистов на рабочих местах. При этом максимальная эффективность будет достигнута при использовании комбинации противошумов, что позволит снять ограничения по времени работы авиационных специалистов при обслуживании ВС.

Для оценки акустической эффективности (заглушающей способности) противошумов (наушники, вкладыши) используется упрощенный метод измерения с помощью микрофонов, расположенных в устройстве для испытаний и снаружи [49], и субъективный метод измерения поглощения шума по результатам пороговой аудиометрии, проводимой в специальном

помещении [47]. Существующие методы позволяют оценить эффективность СИЗ от шума в диапазоне частот 63–8000 Гц. С целью повышения надежности акустической эффективности СИЗ от шума предлагается, кроме вышеуказанных методов, в качестве обязательного этапа проводить их испытания в натуральных условиях. Использование комплексного подхода, который включает технические и медицинские способы позволит установить реальные величины защитных свойств СИЗ от шума [90; 204; 67]. Кроме того, в процессе натуральных испытаний можно оценивать эргономические и эксплуатационные характеристики противошумов.

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 (см. главу 8). Метод измерения поглощения звука был апробирован на мягком шлеме, который был разработан в интересах АС ВВС ВКС.

Мягкий шлем обладает звукопоглощением во всем диапазоне исследуемых частот при измерении костным телефоном в стандартном положении. В диапазоне частот 250–1500 Гц поглощение звука не превышало 12 дБ, а на более высоких частотах оно значительно повышалось и колебалось от 18 до 35 дБ. Как и при исследовании пакетов изменение способа фиксации источника звука (с помощью руки оператора) привело к повышению звукопоглощения шлема на всех исследуемых частотах на 5–10 дБ.

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 костным телефоном при фиксации телефона рукой, и была выше на 4–9 дБ чем при стандартной фиксации телефона.

Пакет материалов, из которых изготовлен мягкий авиационный шлем обладает хорошим звукопоглощением от 250 до 8000 Гц, так как на всех частотах величина поглощения звука колебалась от 18 до 27 дБ. Обращает внимание существенная разница в величинах

звукопоглощения, полученных при измерении микрофоном в подшлемном пространстве и при измерении упрощенным методом поглощения звука пакетом материалов, из которых изготовлен шлем, в диапазоне частот 250–1000 Гц. С другой стороны, результаты этих измерений имеют определенное сходство с величинами звукопоглощения мягкого шлема и четырехслойного пакета из поролон+резины+поролон+пластилина (см. главу 8), когда в обоих случаях измерения выполнены костным телефоном при фиксации его рукой. Пакет, который использовали для изготовления мягкого авиационного шлема, состоит из нескольких слоев материала (поролон, войлок, тентовая ткань и др.), то есть он имеет определенное сходства с пакетом материалов, который был предложен нами для проведения экспериментальных исследований.

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 СИЗ от шума.

Проведенные в последние годы научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, в которых мы принимали участие, привели к формулированию новых технических решений, что позволило разработать ПШН для защиты от авиационного шума специалистов ВВС ВКС [172; 67].

Испытания показали, что в соответствии с ГОСТ Р 12.4.212–99 [48] величина одиночного параметра поглощения звука (SNR) у них составил 30 дБ, значение поглощения высокочастотного шума – 28 дБ, среднечастотного шума – 33 дБ и низкочастотного шума – 28 дБ. Особенностью этих наушников является то, что они обладают хорошей эффективностью в области низких, средних и высоких частот звукового диапазона. По акустической эффективности в области высоких и средних частот они не уступают лучшим зарубежным образцам, а в области низких частот существенно их превосходят [67]. В настоящее время они приняты на снабжение в Министерстве обороны [182].

Наличие СИЗ не всегда способствует решению проблемы защиты от воздействия вредного фактора. Проведенные исследования показали, что, как правило, эффективность СИЗ в рабочих условиях в два раз и более ниже указанной изготовителем [60]. Считаем, что использование комплексного подхода оценки эффективности СИЗ, который должен включать технические и медицинские способы, позволит установить реальные величины защитных свойств средств защиты [204; 67].

Важная роль в обеспечении защиты АС на рабочих местах от высокоинтенсивного шума, наряду с использованием СИЗ, принадлежит организационно-техническим мероприятиям по оптимизации условий профессиональной деятельности (применение коллективных средств

защиты, снижение продолжительности пребывания в зоне шума, чередование периодов работы и отдыха и др.). Необходимо учитывать, что периоды работы, связанные с обслуживанием производственного оборудования («активный период акустической нагрузки»), чередуются с деятельностью, не связанной с обслуживанием источников шума («пассивный период акустической нагрузки»). В «пассивный период акустической нагрузки» важно создать комфортные акустические условия в первую очередь с помощью средств коллективной защиты на стоянке аэродрома [217; 67; 216].

Профилактика неблагоприятного действия производственного шума и ИЗ должна быть комплексной и проводиться с учетом оценки условий труда на рабочих местах. Она должна включать средства защиты от шума (коллективные и индивидуальные), организационно-технические и лечебно-профилактические мероприятия. Реализацию мероприятий по управлению рисками необходимо осуществлять дифференцированно, с учетом особенностей авиационного шума, вида авиации и специальности.

В РФ создана государственная система за оценкой условий труда при наличии вредных и опасных производственных факторов, которая требует дальнейшего развития и совершенствования.

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 АС;
- 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.

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.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

| | |
|-------|--|
| АА | - армейская авиация |
| АВ | - авиационное вооружение |
| АД | - артериальное давление |
| АК | - акустические колебания |
| АО | - авиационное оборудование |
| АПА | - авиационный подвижный агрегат |
| АС | - авиационные специалисты |
| ВВС | - военно-воздушные силы |
| ВВЭ | - военно-врачебная экспертиза |
| ВЛК | - врачебно-летная комиссия |
| ВЛЭ | - врачебно-летная экспертиза |
| ВС РФ | - Вооруженные силы Российской Федерации |
| ВСП | - временное смещение порогов |
| ВСУ | - вспомогательная силовая установка |
| ВТА | - военно-транспортная авиация |
| ВУТ | - временная утрата трудоспособности |
| ГА | - гражданская авиация |
| ДА | - дальняя авиация |
| ИА | - истребительная авиация |
| ИБА | - истребительно-бомбардировочная авиация |
| ИЗ | - инфразвук |
| ИЗШ | - инфразвуковой шум |
| ИИИ | - источники ионизирующих излучений |
| ИТС | - инженерно-технический состав |
| ИШ | - импульсный шум |
| КГ | - контрольная группа |
| КРТ | - компоненты ракетного топлива |
| КТВ | - костный телефон вибратор |
| КУТ | - класс условий труда |
| ЛА | - летательный аппарат |
| ЛПС | - летно-подъемный состав |
| ЛС | - летный состав |
| МСЭ | - медико-социальная экспертиза |

| | |
|------|--|
| НСТ | - нейросенсорная тугоухость |
| НЧШ | - низкочастотный шум |
| ОВВТ | - образцы вооружения и военной техники |
| ПДУ | - предельно допустимый уровень |
| ПСНТ | - профессиональная нейросенсорная тугоухость |
| ПШШ | - противошумный шлем |
| РВ | - радиоактивные вещества |
| РЭО | - ремонтно-эксплуатационное отделение |
| СИЗ | - средства индивидуальной защиты |
| СКЗ | - средства коллективной защиты |
| СПС | - средние пороги слуха |
| ССС | - сердечно-сосудистая система |
| ТНУ | - топливно-насосная установка |
| ТЭЧ | - технико-эксплуатационная часть |
| УЗ | - уровень звука |
| УЗД | - уровень звукового давления |
| УПГ | - установка для проверки гидросистемы |
| ФБА | - фронтовая бомбардировочная авиация |
| ЦНС | - центральная нервная система |
| ЧСС | - частота сердечных сокращений |
| ША | - штурмовая авиация |
| ШШЗ | - шлем шумозащитный |
| ЭКГ | - электрокардиограмма |
| ЭМП | -электромагнитное поле |

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авиационная акустика / Под ред. А. Г. Мунина. – М., 1990. – 360 с.
2. Авиационная медицина (руководство) / Под. Ред. Н.М. Рудного, П.В. Васильева, В.С. Гозулова. – М.: Медицина, 1986. – 580 с.
3. Аденинская Е.Е. Заболеваемость профессиональной нейросенсорной тугоухостью у рабочих в Ростовской области // Медицина труда и промышленная экология. – 2003. – № 1. – С.30-33.
4. Акимов В.А., Лапин В.Л., Попов В.М. и др. Надежность технических систем и техногенный риск. – М.: ЗАО ФИД «Деловой экспресс», 2002. – 368 с.
5. Александров Ю.Г., Куприянов В.С. О роли рефлекторных влияний с позвоночных артерий на кровоснабжение внутреннего уха // Вестник оториноларингологии. – 1985. – № 1. – С.35-37.
6. Алексеев В.Н., Свидовый В.И., Косачева Т.И. Глаз и инфразвук. – СПб., 2004. – 112 с.
7. Алексеев С. В., Аничин В. Ф., Павлов И. П. О механизме действия шума на ушной лабиринт // Гигиена труда и проф. заболевания – 1984. – № 10. – С.22-24.
8. Алексеев С.В. Хаймович М.Л., Кадыскина Е.Н. и др. Производственный шум. – Л.: Медицина, 1991. – 136 с.
9. Амиров Н.Х., Яхин К.К., Берхеева З.М. и др. Пограничные психические расстройства у рабочих виброшумовых профессий // Труды Всероссийской научной конференции. – Казань, 1994. – С.157-160.
10. Андреева-Галанина Е.Ц., Алексеев С.В., Суворов Г.А., Кадыскин А.В. Шум и шумовая болезнь. Л.: Медицина. – 1972. – 303 с.
11. Аничин В. Ф. Экспериментальное исследование действия прерывистых звуков на кортиева орган // Журнал ушных, носовых и горловых болезней. – 1995. – № 5. – С.46-51.
12. Антипин В. Г., Харитонов В. И. Применимость моделей прогнозирования потерь слуха для оценки вредности производственных шумов // Медицина труда и промышленная экология. – 1993. – № 2. – С.16-18.
13. Артамонова В.Г., Мухин Н.А. Профессиональные болезни. – М.: Медицина, 2004. – 432 с.

14. Ахметзянов И.М., Гребеньков С.В., Ломов О.П. Шум и инфразвук. Гигиенические аспекты. – СПб.,: Бип, 2002. – 100 с.
15. Ахметзянов И.М., Зинкин В.Н., Логаткин С.М. и др. Импульсный шум при стрельбе из стрелкового оружия и средств ближнего боя как фактор военного труда // Военно-медицинский журнал. – 2012. – № 6. – С.52-58.
16. Ахметзянов И.М., Зинкин В.Н., Петреев И.В., Драган С.П. Гигиеническая оценка сочетанного действия шума и инфразвука на организм военнослужащих // Военно-медицинский журнал. – 2011. – Т.332, № 11. – С.44-50.
17. Ахметов В.М. Динамика профессиональной заболеваемости в нефтяной, нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности за 40 лет // Медицина труда и промышленная экология. – 2002. – №5. – С.9-13.
18. Бабияк В.И. Клиническая оториноларингология; Руководство для врачей. – СПб.: Гиппократ, 2005. – 800 с.
19. Бабияк В.И., Акимов Г.А., Базаров В.Г. и др. Вестибулярные и слуховые нарушения при шейном остеохондрозе. – Киев: Здоровья, 1990. – 192 с.
20. Бабияк В.И., Говорун.М.И., Накатис Я.А. Оториноларингология: Руководство. В двух томах. – СПб.: Питер, 2009. – Т.2. – 739 с.
21. Бабияк В.И., Гофман В.Р., Накатис А.Я. Нейрооториноларингология: Руководство для врачей. СПб.: Гиппократ, 2002. – 727 с.
22. Березовский В.А., Колотилов Н.Н. Биофизические характеристики тканей человека. – Киев: Наукова думка, 1990. – 224 с.
23. Боголепов И. И. Современные способы борьбы с шумом в зданиях и на селитебных территориях // Инженерно-строительный журнал. – 2008. – № 2. – С.45-49.
24. Бойкова М. В., Гаврилов С. Д., Гавриличева Н. А. Авиация будущего // Форсайт. – 2009. – № 1. – С.4-15.
25. Борьба с шумом на производстве: Справочник / Под общ. ред. Е.Я.Юдина. – М.: Машиностроение, 1985. – 400 с.
26. Борщевский И.Я., Кузнецов В.С., Лапаев Э.В. О нормировании воздействия авиационного шума // Военно-медицинский журнал. – 1967. – № 10. – С.80-83.

27. Борщевский И.Я., Лапаев Э.В. О влиянии авиационного шума различной интенсивности и продолжительности // Военно-медицинский журнал. – 1965. – № 2. – С.64-68.
28. Быков А.А. «К читателям журнала «Вопросы анализа риска» // Вопросы анализа риска. – 1999. – Т. 1, №1. – С.80-100.
29. Быков А.А., Мурзин Н.В. Проблемы анализа безопасности человека, общества и природы. – СПб.: Наука, 1997. – 247 с.
30. Варганян И.А., Егорова М.А. Маскировка акустических импульсов при различных путях поступления сигнала и маскира к слуховым рецепторам // Сенсорная системы. – 1992. – № 1. – С.49-55.
31. Вермель А. Е., Зиненко Г.М., Кочанова Е.М. Интенсивный производственный шум и заболеваемость артериальной гипертонией // Терапевтический архив. – 1988. – № 8. – С.88-91.
32. Винников Я. А., Титова Л. К. Кортиев орган. Гистофизиология и гистохимия.- М.: Наука, Ленинградское Отделение, 1961. – 148 с.
33. Вобликов И. В., Зинкин В. Н., Баскакова А. Г., Пак Н. В. Влияние импульсного шума на систему интерферона и резистентность организма к вирусной инфекции // Всероссийская научная конференция с международным участием. – СПб, 1999. – С.107.
34. Военная оториноларингология: Учебник / Под ред. А.Е. Курашвили. – Л.: ВМедА, 1976. – 308 с.
35. Воробьев О. А., Крылов Ю. В., Зарицкий В. В., Скребнев С. В. Авиационный шум как экологический фактор среды обитания // Медицина труда и промышленная экология. – 1995. – № 3. – С.11-14.
36. Гигиена труда / Под ред. Н.Ф. Измерова, В.Ф. Кириллова. – М.: Гэотар–Медиа, 2008. – 592 с.
37. Говорун М.И. Комплексная оценка качества медицинской помощи в отохирургии: учебно-методические рекомендации. – СПб., 2004. – 18 с.
38. Говорун М.И. Этиопатогенетическая модель диагностики и лечения сенсоневральной тугоухости. – СПб.: ВМедА, 2003. – 26 с.

39. Гоголев И. Г., Николаева Т. А., Дроконов А. М. Генерация и методы снижения шума газоперекачивающих агрегатов с авиационными и судовыми газотурбинными двигателями // Безопасность жизнедеятельности. – 2010. – № 4. – С.2-6.
40. Голубков Е.П. Маркетинговые исследования: теория, методология и практика: Учебник. – М.: ФИНПРЕСС, 2003. – 496 с.
41. ГОСТ 12.1.037 – 82 «Экспертиза трудоспособности летного и диспетчерского состава. Методы оценки слуховой функции».
42. ГОСТ Р ИСО 9612-2013 «Акустика. Измерения шума для оценки его воздействия на человека. Метод измерений на рабочих местах».
43. ГОСТ 31296.1 -2006 «Шум. Описание, измерение и оценка шума на местности».
44. ГОСТ Р 12.0.010—2009 «ССБТ. Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков».
45. ГОСТ Р 12.4.207-99 «Система стандартов безопасности труда. Каски защитные. Общие технические требования. Методы испытаний».
46. ГОСТ Р 12.4.209-99 «Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органа слуха. Вкладыши. Общие технические требования. Методы испытаний».
47. ГОСТ Р 12.4.211-99 ССБТ. «Средства индивидуальной защиты органа слуха. Противошумы. Субъективный метод поглощения шума».
48. ГОСТ Р 12.4.212–99 ССБТ. «Средства индивидуальной защиты органа слуха. Противошумы. Оценка результирующего значения А-корректированных уровней звукового давления при использовании средств индивидуальной защиты от шума».
49. ГОСТ Р 12.4.213-99 ССБТ. «Средства индивидуальной защиты органа слуха. Противошумы. Упрощенный метод измерения акустической эффективности противошумных наушников для оценки качества».
50. ГОСТ Р 12.4.255-2011 «Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органа слуха. Общие технические требования. Механические методы испытаний».
51. ГОСТ Р 12.0.006-2002 «ССБТ. Общие требования к управлению охраной труда в организации».

52. ГОСТ Р 51897-2002. «Менеджмент риска. Термины и определения».
53. ГОСТ 12.4.275—2014. «Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органа слуха. Общие технические требования. Методы испытаний».
54. Гофман В.Р. Иммунологические аспекты нейросенсорной тугоухости. – СПб., 1995. – 280 с.
55. Гришина Т. И., Суворова К. О. Иммуномодулирующее влияние шума (обзор литературы) // Медицина труда. – 1997. – № 3. – С.26-29.
56. Груша А.Н. К диагностике шумовой болезни // Врачебное дело. – 1981. – № 6. – С.102-103.
57. Гуливец А.Н. Гигиеническая оценка условий формирования рисков для здоровья населения на территориях с повышенной антропогенной нагрузкой: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2010. – 24 с.
58. Денисов Э.И. Профессионально обусловленная заболеваемость и ее доказательность // Медицина труда и промышленная экология. – 2007. – № 10. – С.1-9.
59. Денисов Э.И., Мазитова Н.Н, Шеметова М.В. и др. План действий МОТ (2010—2016) по охране и медицине труда и новый перечень профессиональных заболеваний // Медицина труда и промышленная экология. – 2011. – № 3. – С.7-13.
60. Денисов Э.И., Морозова Т.В., Аденинская Е.Е., Курьеров Н.Н. Проблема реальной эффективности индивидуальной защиты и привносимый риск для здоровья работников (обзор литературы) // Медицина труда и промышленная экология. – 2013. – № 4. – С.18-25.
61. Драган С.П. Метод расчета интегральной оценки акустической эффективности средств индивидуальной защиты от шума // Безопасность жизнедеятельности. – 2013. – № 2. – С.10-17.
62. Драган С.П., Зинкин В.Н., Богомолов А.В. и др. Акустическая эффективность средств защиты от шума // Медицинская техника. – 2013. – № 3. – С.34-36.
63. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ: в 2-х кн. / Пер. с англ.-М.: Финансы и статистика, 1986. – Кн.1. – 366 с.
64. Дынник В.И., Нестругина З.Ф., Колодуб Ф.А. и др. Нейрогуморальные факторы в генезе шумовой патологии // Гигиена труда. – Киев, 1980. – Вып. 16. – С.110-114.

65. Жеглова А.В. Критерии профессионального риска для здоровья работников в горнорудной и металлургической промышленности // Профессия и здоровье / Материалы VI Всероссийского конгресса. — М.: Дельта, 2007. — С.88-90.
66. Звукоизоляция и звукопоглощение / Под ред. Л. Г. Осипова и В. Н. Бобылева. — М.: Астрель, 2004. — 450 с.
67. Зинкин В.Н. Актуальные вопросы обеспечения работоспособности и сохранения здоровья инженерно-технического состава авиатранспортных предприятий // Актуальные вопросы транспортной медицины. — 2014. — Т.1, № 2 (36). — С.28-45.
68. Зинкин В.Н. Критерии повреждения органов дыхания при действии низкочастотных акустических колебаний // Материалы IX международной научной конференции «Системный анализ в медицине». — Благовещенск, 2015. — С.141-145.
69. Зинкин В.Н. Современные проблемы производственного шума // Защита от повышенного шума и вибрации / Сборник докладов V-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. — СПб., 2015. — С.36-57.
70. Зинкин В.Н., Ахметзянов И.М. Экологические, производственные и медицинские аспекты инфразвука // Защита от повышенного шума и вибрации / Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. — СПб., 2013. — С.177-198.
71. Зинкин В.Н., Ахметзянов И.М., Орихан М.М. Инфразвук как вредный производственный фактор // Безопасность жизнедеятельности. — 2013. — № 9. — С.2-9.
72. Зинкин В.Н., Свидовый В.И., Ахметзянов И.М. Неблагоприятное влияние низкочастотных акустических колебаний на органы дыхания // Профилактическая и клиническая медицина. — 2011. — № 3. — С.280-284.
73. Зинкин В. Н., Ахметзянов И. М., Драган С. П., Богомоллов А. В. Особенности сочетанного действия шума и инфразвука на организм // Безопасность жизнедеятельности. — 2011. — № 9. — С.2-10.
74. Зинкин В. Н., Ахметзянов И. М., Солдатов С. К., Богомоллов А. В. Медико-биологическая оценка эффективности средств индивидуальной защиты от шума // Медицина труда и промышленная экология. — 2011. — Т.1, № 4. — С.33-34.

75. Зинкин В.Н., Богомолов А.В., Ахметзянов И.М. и др. Авиационный шум: специфические особенности биологического действия и защиты // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2012. – Т.46, № 2. – С.9-16.
76. Зинкин В. Н., Богомолов А. В., Драган С. П. и др. Кумулятивные медико-биологические эффекты сочетанного воздействия шума и инфразвука // Экология и промышленность России. – 2012. – № 3. – С.46-49.
77. Зинкин В.Н., Богомолов А.В., Еремин Г.И. и др. Технология исследования акустической эффективности средств защиты от низкочастотного шума и инфразвука // Мир измерений. – 2011. – № 10. – С.40-45.
78. Зинкин В. Н., Вобликов И. В., Ахметзянов И. М. и др. Заболеваемость и функция иммунной системы у рабочих «шумовых» профессий // Современные проблемы военной гигиены / Материалы научно-практической конференции. – СПб., 1996. – С.110-111.
79. Зинкин В.Н., Жинь .К.П., Леушина А.И. и др. К обоснованию критериев неблагоприятного действия низкочастотного шума на легкие // Проблема оценки и прогнозирования здоровья военнослужащих в условиях современной реформы / Материалы конференции. – СПб., 1995. – С.45.
80. Зинкин В.Н., Солдатов С.К., Афанасьев Р.В. и др. Гигиеническая оценка условий труда работников авиаремонтных заводов и пути улучшения акустической обстановки // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2008. – Т.42, № 8. – С.43-49.
81. Зинкин В.Н., Солдатов С.К., Ахметзянов И.М. и др. Методология экспериментальных исследований акустической эффективности средств индивидуальной защиты от шума в области низких частот // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2011. – № 9. – С.62-69.
82. Зинкин В.Н., Солдатов С.К., Кукушкин Ю.А. и др. Гигиеническая оценка условий труда работников «шумовых» профессий авиаремонтных заводов // Медицина труда и промышленная экология. – 2008. – № 4. – С.40-42.
83. Зубовский Г. А. Лучевая и УЗ диагностика заболеваний печени и желчных путей. – М.: Медицина, 1988. – 240 с.
84. Иванов Н. И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: учебник. – М.: Логос, 2008. – 424 с.

85. Измеров Н.Ф. Национальный проект «Здоровье» – роль медицины труда // Медицина труда и промышленная экология. – 2007. – № 12. – С.4-8.
86. Измеров Н. Ф., Денисов Э. И., Оценка профессионального риска в медицине труда: принципы, методы и критерии // Вестник РАМН. – 2002. – № 9. – С.11-15.
87. Измеров Н.Ф., Каспаров А.А. Медицина труда. Введение в специальность. – М.: Медицина, 2002. – 392 с.
88. Измеров Н. Ф., Вермель А. Е., Кочанова Е. И. и др. Распространенность сердечно-сосудистых расстройств и факторы риска у женщин, работающих в условиях производственного шума // Гигиена труда. – 1986.– № 6.– С. 4-8.
89. Измеров Н.Ф., Суворов Г.А., Куралесин Н.А., Овакимов В.Г. Инфразвук как фактор риска здоровью человека (гигиенические, медико-биологические и патогенетические механизмы). – Воронеж, 1998. – 275 с.
90. Измеров Н.Ф. Суворов Г.А., Прокопенко Л.В. Человек и шум. – М.: ГЭОТАР-МЕД, 2001. – 379 с.
91. Илькаева Е.Н., Волгарева А.Д. Диагностика, экспертиза и профилактика профессиональной НСТ в нефтедобывающей и нефтехимической промышленности // медицина труда и промышленная экология. – 2008. – № 10. – С.9-12.
92. Илькаева Е.Н., Пиктушанская Т.Е. Особенности развития НСТ у работников летного состава гражданской авиации и шахтеров-угольщиков // Медицина труда и промышленная экология. – 2009. – № 11. – С.27-36.
93. Исследование слуха в лечебных учреждениях Вооруженных Сил Российской Федерации / Учебное пособие ВМедА. – СПб., 1999. – 128 с.
94. Истомин А.В. Условия труда и заболеваемость работающих в производстве растительного масла // Гигиена и санитария. – 2002. – № 4. – С.31-34.
95. Карагодина И. Л., Левин А. И., Орлова Л. Г. Методические подходы к изучению состояния здоровья населения, подвергающегося воздействию городского шума // Гигиена и санитария – 1984. – № 6. – С.10-12.
96. Карпова Н.И., Малышев Э.Н. Низкочастотные акустические колебания на производстве. – М.: Медицина, 1981. – 192 с.

97. Качалай Д.П. Влияние производственного шума на состояние внутренних органов (сердечно-сосудистой системы, желудка): автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Киев, 1966. – 16 с.
98. Киселев А.В., Фридман К.Б. Оценка риска здоровью. Подходы к использованию в медико-экологических исследованиях и практике управления качеством окружающей среды. – СПб.: «Дейта», 1997. – 100 с.
99. Клинико-функциональная диагностика, профилактика и реабилитация профессионально обусловленных нарушений и субклинических форм заболеваний у летного состава: практическое руководство по авиационной клинической медицине / Под общ. ред. проф. Р.А. Вартбаронова. – М.: ООО «АПР», 2011. – 528 с.
100. Кныш С.В. Влияние производственного шума на уровень артериального давления и показатели системной гемодинамики // Актуальные вопросы по профилактике шума, вибрации, ультразвука в условиях современного производства. – М., 1988. – Вып. 33, Т.1. – С.51-52.
101. Кобрак Г.Г. Среднее ухо / Пер с англ. М.: Медицина, 1963. – 455 с.
102. Ковалевский В.В. Исследование влияния производственного шума на функциональное состояние и адаптивные системные реакции организма: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Л., 1990. – 20 с.
103. Коваленко И.Ю., Гусаров Д.В., Селезнев А.Б. и др. Патология нервной системы у лиц, подвергающихся воздействию высокоинтенсивного импульсного низкочастотного шума в процессе военно-профессиональной деятельности // Вестник Российской военно-медицинской академии. – 2010. – № 3 (31). – С.155-158.
104. Козин О.В. Особенности дифференциальной диагностики профессиональной нейросенсорной тугоухости у лиц летного состава гражданской // Вестник оториноларингологии. – 2009. – № 6. – С.26-29.
105. Козин О.В. Особенности профессиональной тугоухости у лиц летного состава гражданской авиации // Вестник оториноларингологии. 2005. – № 5. – С. 16-19.
106. Козин О.В. Основные этапы и перспективы изучения профессиональной тугоухости у лиц лётных профессий гражданской авиации // Вестник оториноларингологии. – 2009. – № 6. – С.58-62.

107. Козлов М.Я., Левин А.Л. Детская сурдоаудиология. – Л., 1989. – 224 с.
108. Колебания и волны (гигиеническая оценка, нормирование, защита): учебное пособие / Под ред. Ю. В. Лизунова, О. П. Ломова. – СПб.: Изд-во "Диалект", 2006. – 272 с.
109. Комкин А. И. Шум. Измерение, нормирование, защита // Безопасность жизнедеятельности. – 2004. – № 10. – С.2-24.
110. Корзенева Е.В. Заболевания сердечнососудистой системы у работающих ведущих профессий горнорудной и машиностроительной промышленности // Медицина труда и промышленная экология. – 2007. – № 10. – С.26-31.
111. Корниенко А.М., Корниенко Р.А. Нейросенсорная тугоухость: новые возможности терапии // Вестник оториноларингологии. – 2011. – № 2. – С.46-48.
112. Косарев В.В., Бабанов С.А. Профессиональные болезни. – М.: ГЭОТАР–Медиа, 2010. – 368 с.
113. Костенко Н.А. Условия труда и профессиональная заболеваемость как основа управления рисками для здоровья работников: дис. ... канд. мед. наук: – М., 2015. – 113 с.
114. Кривоглаз Б.А. Модель А.А., Бойко В.Г. и др. Клиническая характеристика шумовой болезни // Гигиена труда. – 1967. – С.195-204.
115. Криволесова С.А. Влияние инфразвука и шума на транспортную функцию лимфатических сосудов: автореф. дис. ... канд. мед. наук: – СПб., 2000. – 21с.
116. Крылов Ю.В. Авиационные шумы // Справочник авиационного врача. – М., 1991. – Глава 8. – С.165-188.
117. Крылов Ю. В. Шум и вибрация как экологические факторы среды обитания // Человек в измерениях XX века. Прогресс человечества в двадцатом столетии. – Россия–Украина, 2002. – Т. 4. – С.263-314.
118. Крылов Ю.В., Фролов Н.И., Кузнецов В.С. и др. Воздействия авиационного шума на организм // Военно-медицинский журнал. – 1977. – № 2. – С.57-59.
119. Кубланова П. С., Синева Е. Л., Каневская Ж. С., Максимова Л. И. Сравнительная оценка действия производственного шума различного характера на слуховую функцию // Журнал ушных, носовых и горловых болезней. – 1979. – № 2. – С.20-22.

120. Куваева О.Ф., Левшина И.П., Стефанов С.Б. Влияние шумового стресса на количественные характеристики синапсов коры головного мозга крыс // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 1984. – Т. 97, № 6. – С.748-749.
121. Кузнецов В. М. Эффективность методов снижения шума реактивных струй двигателей пассажирских самолетов // Акустический журнал. – 2010. – Т. 56, № 1. – С.91-102.
122. Кузнецов В. С., Мунин А. Г., Самохин В. Н. "Зеленый" самолет // Наука и жизнь. – 2009. – № 3. – С.22-26.
123. Кузнецова С.В. Донозологические дезадаптационные психические расстройства у лиц, подвергшихся воздействию шума и вибрации: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Казань, 1988. – 21 с.
124. Куприенко С.И. Роль нарушений центральной и церебральной гемодинамики в развитии патологии органа слуха шумовой этиологии: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Киев, 1991. – 22 с.
125. Куралесин Н.А., Суворов Г.А., Овакимов В.Г. Профилактика неблагоприятного действия инфразвука // Современные гигиенические проблемы охраны окружающей среды здоровья населения в регионах России / Сборник научных трудов – М.–Воронеж, 1997. – С.182-184.
126. Лапаев Э.В., Крылов Ю.В., Кузнецов В.С. Функция слухового и вестибулярного анализаторов при действии факторов авиакосмического полета. – М.: Наука, 1983. – 241 с.
127. Левашов С.П. Профессиональный риск: методология системного анализа и моделирования: учебное пособие. – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2008. – 154 с.
128. Лихачев А.Г. Справочник по оториноларингологии. – М.: Медицина, 1984. – 362 с.
129. Люцкий И.М., Зинкин В.Н., Афанасьев Р.В., Деллалов Н.Н. Влияние профессиональных факторов на заболеваемость инженерно-технического состава военно-транспортной авиации // Военно-медицинский журнал. – 2008. – № 9. – С.50-52.
130. Луцкий И.С., Лютикова Л.В., Луцкий Е.И. Витамины группы В в неврологической практике // Международный неврологический журнал. – 2008. – № 2. – С.89-93.
131. Малютина Н. Н., Коваленко С. А. Эпидемиологическая, клинико-гигиеническая оценка состояния здоровья командного состава скоростного флота // Загрязнение окружающей

- среды: Проблемы токсикологии и эпидемиологии / Тезисы доклада международной конференции. – Москва–Пермь, 1993. – С.20.
132. Мануйлов О.Б., Беззубенко Л.А. Применение препарата мильгамма при лечении пациентов с хронической нейросенсорной тугоухостью // Вестник оториноларингологии. – 2004. – № 5. – С.47-48.
133. Манцев Э.И., Сигалева Е.Э. Перспектива использования гистаминергических препаратов в целях шумовой отопротекции // Вестник оториноларингологии. – 2011. – № 3. – С.59-64.
134. Мармышева Л. Н., Овакимов В. Г., Денисов Э. И., Суворов Г. А. Особенности влияния шумов средних уровней на операторов машинной обработки информации // Гигиена труда. – 1980. – № 7. – С.3-7.
135. Медик В.А., Токмачева М.С., Фишман Б.Б. Статистика в медицине и биологии: Руководство в 2-х т. / Под ред. Комарова Ю.М. – М.: Медицина, 2001. – Т.1 – 456 с.
136. Медицинская статистика [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://medstatistic.ru/calculators/calcvaries.html>.
137. Мельников Б. Н., Большунов Ю. А., Николайкин Н. И. Перспективы создания малозумных самолетов гражданской авиации // Безопасность в техносфере. – 2010. – № 2. – С.32-37.
138. Мельников С.Ю., Мельников Ю.Д. Производственный шум и некоторые функциональные показатели здоровья металлургов // Новости оториноларингологии и логопатологии. – 2000. – № 1. – С.62-63.
139. Мельцер А.В. Оценка риска воздействия производственных факторов на здоровье работающих: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – СПб., 2008. – 39 с.
140. Методики исследований в целях врачебно-летной экспертизы / Пособие для членов врачебно-летной комиссии. – М.: Воен. изд-во, 1995. – 456 с.
141. Методические рекомендации по оценке профессионального риска по данным периодических медицинских осмотров. – М.: Минздравсоцразвития РФ, 2006. – 21 с.
142. Методы медицинского освидетельствования авиационного персонала гражданской авиации: методическое пособие для врачебно-летных экспертных комиссий. – М.: "Воздушный транспорт", 2004. – 304 с.

143. Милутка Е.В. Состояние здоровья работников производства железобетонных изделий (Гигиеническое и клинико-неврологическое исследование): дис. ... канд. мед. наук. – СПб., 1998. – 159 с.
144. Молодкина Н.Н. Проблема профессионального риска. Оценка и социальная защита. // Медицина труда и промышленная экология. – 1998. – № 6. – С.41-47.
145. Мунин А. Г., Кузнецов В. С. Экологические характеристики воздушного транспорта – показатели его совершенства // Полет. – 2008. – № 7. – С.26-32.
146. Мурзамадиева З.А. Морфологические изменения во внутренних органах и головном мозге при воздействии производственного инфразвука: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Алматы, 1996. – 21 с.
147. Мухин В.В. Суточная динамика эрго- и трофотропного метаболизма у лиц с различной устойчивостью к шуму // Физиология человека. – 1997. – Т. 23, №3. – С.68-74.
148. Мысляева Т.Г., Пшенина С.С., Златкина О.Я. и др. Активность ренин-ангиотензин-альдостероновой системы при действии шума на организм // Материалы 3-й Конференции урологов Казахстана. – Актюбинск, 1985. – С.145-146.
149. Нагорная И.И. Гигиеническая оценка условий труда и состояние здоровья плавсостава морских судов: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Ростов-на-Дону, 2000. – 23 с.
150. Насонов Д.Н, Александров В.Я. Реакция живого вещества на внешние воздействия. Денатурационная теория повреждения и раздражения. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1940. – 348 с.
151. Нейман Л.В., Богомильский М.Р. Анатомия, физиология и патология органов слуха и речи: учебник для студентов высших педагогических учебных заведений / Под ред. В.И. Селиверстова. – М.: ВЛАДОС, 2001. – 224 с.
152. Нехорошев А.С. Изучение механизма действия низкочастотных акустических колебаний // Медицина труда и промышленная экология. – 1998. – № 5. – С.26-30.
153. Никитина Т.А. Изменения кожи и подкожной клетчатки при воздействии инфразвука, методы лечения и профилактики: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – СПб, 1998. – 22 с.

154. Новиков С.В. Прогнозирование профессиональной тугоухости с учетом факторов риска ее развития для совершенствования экспертизы трудоспособности: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 1992. – 26 с.
155. Новиков С.А., Ахметзянов И.М., Гусаров Д.В. и др. Акустическая офтальмопатия как критерий донозологической диагностики шумовой патологии // Материалы 5-й международной научной конференции. – СПб., 2009. – С.237-239.
156. Ноткин Е.Л. Об углубленном анализе данных заболеваемости с временной нетрудоспособностью // Гигиена и санитария. – 1979. – № 5. – С.40-46.
157. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2014 году: государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2015. – 206 с.
158. Олешкевич Л. А. Влияние шума на психические функции человека // Борьба с вредными воздействиями шума и вибрации / Материалы конференции – Киев, 1981. – С.84-85.
159. Олешкевич Л. А., Антомонов М. Ю., Сидоренко Ж. Г. и др. Изучение и математическое моделирование реакции сердечно-сосудистой системы на воздействие шума // Гигиена и санитария – 1986. – № 6. – С.26-29.
160. Орловская Э.П. Влияние шума на организм и работоспособность человека. – Киев, 1970. – 32 с.
161. Остапкович В.Е., Бروفман А.В. Профессиональные заболевания ЛОР-органов. – М.,1982. – 288 с.
162. Остапкович В. Е., Суворов Г. А., Шкаринов Л. Н. и др. Методы определения потерь слуха у рабочих «шумовых» профессий в соответствии с государственным стандартом // Вестник оториноларингологии. – 1981. – № 4. – С.12-16.
163. Оториноларингология: национальное руководство / Под ред. В.Т. Пальчуна. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 960 с.
164. Панкова В.Б. Актуальные проблемы профпатологии ЛОР-органов // Вестник оториноларингологии. – 2009. – № 3. – С.5-9.
165. Панкова В.Б. Новые регламенты диагностики профессиональной тугоухости // Вестник оториноларингологии. – 2014. – № 2. – С.44-88.

166. Панкова В.Б. Профессиональная тугоухость у работников транспорта // Вестник оториноларингологии. – 2008. – № 3. – С.19-23.
167. Панкова В. Б., Синева Е. Л. Отологические эффекты импульсного шума // Вестник оториноларингологии. – 1999. – № 1. – С.10-12.
168. Панкова В.Б., Голышева Г.В., Хвастунов Р.М., Макаров А.А. Оценка эффективности профилактических медицинских осмотров работников железнодорожного транспорта // Гигиена и санитария. – 2006. – № 2. – С.29-32.
169. Панкова В.Б., Каменева Е.А., Артеменков Ю.М., Глебова Г.М. Современные проблемы профессиональной заболеваемости на железнодорожном транспорте // Гигиена и санитария. – 2006. – № 3. – С.28-32.
170. Панкова В.Б., Синёва Е.Л., Таварткиладзе Г.А. и др. К дискуссии по новым вопросам классификации профтугоухости // Вестник оториноларингологии. – 2014. – 3. – С.63-65.
171. Папаян С.Ш., Вермель А.Е., Кочанова Е.М. Производственный шум и артериальная гипертония // Гигиена труда и профзаболевания. – 1986. – № 8. – С.37-41.
172. Пат. №118189 Рос. Федерация; МПК А61F 11/06. Шумозащитные наушники / Аверьянов А.А., Россельс А.В., Твердохлеб В.А. и др.; ЗАО «Научно-производственное объединение «Динафорс». – №2012111726/14; заявл.28.03.2012; опубл. 20.07.2012; Бюл. № 20. – 3 с.: ил.
173. Петрова Н.Н. Проблемы профессиональной сенсоневральной тугоухости: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – СПб., 2010. – 31 с.
174. Письмо Минздрава России от 06.11.2012 N 14-1/10/2-3508 «О направлении Методических рекомендаций "Диагностика, экспертиза трудоспособности и профилактика профессиональной сенсоневральной тугоухости».
175. Плахов Н.Н. Использование реографии для оценки состояния периферического кровообращения при воздействии на организм шума и вибрации // Военно-медицинский журнал. – 1983. – № 7. – С.51-53.
176. Плужников Н. Н., Владимиров В. Г., Зинкин В. Н. и др. Исследование некоторых механизмов повреждающих эффектов низкочастотных шумов // Радиационная биология. Радиэкология. – 2001. – Т.41, №1. – С.67-72.

177. Постановление Правительства Российской Федерации от 4 июля 2013 г. № 565 «Об утверждении Положения о военно-врачебной экспертизе».
178. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 12 апреля 2011 г. № 302н «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда».
179. Приказ МО РФ от 30 сентября 2002 г. № 350 «Об организации прохождения военной службы офицерами и прапорщиками (мичманами) в Вооруженных Силах Российской Федерации» (с изм., согл. Приказов Министра обороны РФ от 20.11.2004 г. № 382 от 13.11.2006 г. № 483).
180. Приказ Министра здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 27 апреля 2012 г. № 417н «Об утверждении перечня профессиональных заболеваний».
181. Приказ Министра обороны РФ от 20 октября 2014 г. № 770 "О мерах по реализации в Вооруженных Силах Российской Федерации правовых актов по вопросам проведения военно-врачебной экспертизы" (вместе с "Требованиями к состоянию здоровья отдельных категорий граждан").
182. Приказ Министра Обороны РФ от 29 апреля 2015 г. № 202 «О принятии на снабжение в ВС РФ комплектов средств индивидуальной защиты СИЗ-1 и СИЗ-2».
183. Приказ Министра Обороны РФ от 9 октября 1999 г. № 455 «Об утверждении положения о медицинском освидетельствовании летного состава авиации ВС РФ».
184. Приказ Министра Обороны РФ от 18 июня 2011 г. № 800 «Об утверждении Руководства по диспансеризации военнослужащих в Вооруженных Силах Российской Федерации».
185. Приказ НТ ВС – заместителя МО РФ от 15 января 2001 г. № 1 «О введении в действие руководства по медицинскому обеспечению ВС РФ на мирное время». – М.: Военное издательство. – 2002. – 350 с.
186. Прокопенко Л. В. Современные проблемы воздействия контактного ультразвука в медицине и других отраслях народного хозяйства // Вестник АМН СССР. – 1992. – № 3. – С.35-39.

187. Профессиональная патология : национальное руководство / Под ред. Н.Ф. Измерова. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. – 784 с.
188. Профессиональные заболевания: руководство для врачей. В 2 т. / Н.Ф. Измеров, В. А. Антоноженко, В. Н. Думкин и др.; под ред. Н.Ф. Измерова. – М., Медицина, 1996. – Т. 1. – 335 с.
189. Профессиональные заболевания: руководство для врачей. В 2 т. / В. Г. Артамонова, Р. Ф. Афанасьева, Т. Б. Бурмистрова и др.; под ред. Н.Ф. Измерова. – М.: Медицина, 1996. – Т.2. – 479 с.
190. Профессиональный риск для здоровья работников (Руководство) / Под ред. Н.Ф.Измерова и Э.И.Денисова. – М.: Тривант, 2003. – 448 с.
191. Прохоров А. А., Кудрин В. А. Предрейсовые медосмотры локомотивных бригад. – М., Транспорт, 1984. – 62 с.
192. Р 2.2.1766 – 03. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки.
193. Р 2.2.2006 – 05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
194. Р.Тейлор Шум / Пер. с англ. Д. И. Арнольда. Под ред. М. А. Исаковича. – М., «Мир», 1978. – 308 с.
195. Райцелис И.В. Методические основы оценки и управления рисками нейросенсорной тугоухости у рабочих газохимического производства: автореф. дис. ... д-ра. мед. наук. – М., 2014. – 46 с.
196. Распоряжение Правительства РФ от 17 ноября 2008 г. № 1662-р «О Концепции долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2020 года».
197. Робу А.И. Стресс и гипоталамические гормоны. – Кишнев : Штиница, 1989. – 219 с.
198. Руководство по гигиене труда. В 2-х томах / Под ред. Н.Ф.Измерова. – М.: Медицина, 1983. – Т.1. – 368 с.
199. Руководство по оториноларингологии / Под ред. И. Б. Солдатов. – М.: Медицина, 1994. – 608 с.

200. Рыбникова Е.А., Миронова В.И., Самойлов М.О. Эндокринные механизмы толерантности к стрессам, индуцируемой гипоксическим прекондиционированием // Механизмы функционирования висцеральных систем / Материалы VII Всероссийской конференции с международным участием. – СПб., 2009. – С.377-378.
201. Сагалович Б. М. Методы исследования слуха в клинической аудиологии / Тугоухость. – М.: Медицина, 1988. –155 с.
202. Свидовый В.И, Куклина О.И. Состояние гемолимфоциркуляторного русла конъюнктивы при действии инфразвука // Гигиена труда. – 1985. – № 6. – С.51-52.
203. Свидовый В.И., Ахметзянов И.М., Зинкин В.Н. и др. Влияние сочетанного шума и инфразвука на слуховой и вестибулярный анализаторы // Профилактическая и клиническая медицина. – 2006. – № 3. – С.69-73.
204. Свидовый В.И., Зинкин В.Н., Ахметзянов И.М. Методы оценки эффективности средств индивидуальной защиты от шума и предложения по их совершенствованию // Профилактическая и клиническая медицина. – 2012. – №1. – С.91-97.
205. Свидовый В.И., Зинкин В.Н., Солдатов С.К., Кукушкин Ю.А. Особенности условий труда и заболеваемости инженерно-технического состава авиации // Профилактическая и клиническая медицина. – 2006. – № 2. – С.46-48.
206. Свидовый В.Н., Зинкин В.Н., Ахметзянов И.М. и др. Оценка риска развития производственно обусловленных и профессиональных заболеваний у авиационных специалистов // Вестник Санкт-Петербургской Государственной медицинской академии им. И.И.Мечникова.– 2008. – № 1 (26). – С.49-52.
207. Сергеева Г. М. Состояние симпато-адреналовой системы, гемодинамики и дыхания у машиностроителей в процессе производственной деятельности: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 1981. – 23 с.
208. Скребнев С. В., Крылов Ю. В., Воробьев О. А. Современные направления решения шумовой проблемы в авиации // Военно-медицинский журнал. – 2003. – № 5. – С 51-52.
209. Слуховая система / Под ред. А.Я. Альтман. – Л.: Наука, 1990. – 620 с.
210. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

211. СН 2.2.4/2.1.8. 583 – 96 «Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки».
212. Солдатов М. В. Методы борьбы с шумом // Успехи современного естествознания. – 2010. – № 8. – С.57-59.
213. Солдатов С.К., Зинкин В.Н. Авиационный шум как причина экологических и социальных проблем // Материалы IX международной научной конференции «Системный анализ в медицине». – Благовещенск, 2015. – С.172-176.
214. Солдатов С.К., Скуратовский Н.И., Инженерно-технические аспекты эволюции средств защиты от авиационного шума // Технология техносферной безопасности. – 2013. – Выпуск 6 (52). – С.186-195. (<http://ipb.mos.ru/ttb>)
215. Солдатов С.К., Зинкин В.Н., Ворона А.А. Диагностика патологических изменений у инженерно-технического состава, подвергающегося воздействию высокоинтенсивного шума при обслуживании авиационной техники // Вестник Российской военно-медицинской академии. – 2005. – Приложение № 1 (14). – С.301-302.
216. Солдатов С.К., Зинкин В.Н., Драган С.П. Биобезопасность человека в условиях воздействия интенсивного низкочастотного шума и способы ее обеспечения // Вопросы безопасности. – 2016. – № 1. – С.39-47. DOI: 10.7256/2409-7543.2016.1.18083. URL: http://e-notabene.ru/nb/article_18083.html.
217. Солдатов С.К., Богомолов А.В., Зинкин В.Н., Кукушкин Ю.А. Человек и авиационный шум // Безопасность жизнедеятельности. – 2012. – № 9. – Приложение. – 24 с.
218. Солдатов С.К., Богомолов А.В., Зинкин В.Н. и др. Средства и методы защиты от авиационного шума: состояние и перспективы развития // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2011. – Т.45, № 5. – С.3-11.
219. Солдатов С.К., Зинкин В.Н., Бухтияров А.В. и др. Критерии шумовой патологии у авиационных специалистов и их прогностическая значимость // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2010. – Т.44, № 2. – С.18-22.
220. Солдатов С.К., Зинкин В.Н., Кукушкин Ю.А. и др. Современные средства и методы защиты от авиационного шума: состояние и перспективы развития // Проблемы безопасности полетов. – 2013. – № 8. – С.21-35.

221. Справочник ВИДАЛЬ. Лекарственные препараты в России: Справочник. – М.: АстраФармСервис, 2008. – 1696 с.
222. Староха А.П. Нарушение гемодинамики позвоночных артерий как этиопатогенетический механизм развития и прогрессирования нейросенсорной тугоухости // Российская оториноларингология. – 2004. – № 6 (13). – С.36-40.
223. Стрельникова И.В. Влияние производственного шума на центральную нервную систему подростков (По данным биоэлектрической активности головного мозга): автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 1991. – 22 с.
224. Суворов Г.А., Денисов Э.И., Овакимов В.Г. О корреляции потерь слуха и нервно-сосудистых нарушений у работающих в зависимости от уровня шума // Гигиена труда. – 1979. – № 7. – С.18-22.
225. Суворов Г.А., Лихнецкий А.М. Импульсный шум и его влияние на организм человека. – Л.: Медицина, 1975. – 211 с.
226. Суворов Г.А., Прокопенко Л.В. Акустические колебания: шум, инфразвук, ультразвук эколого-гигиеническая оценка и контроль. – М.: Ред. журнала «Охрана труда и соц. страхование». – 2000. – 216 с.
227. Суворов Г.А., Прокопенко Л.В., Шкаринов Л.Н. Рекомендации к проведению аттестации рабочих мест по условиям труда при воздействии виброакустических факторов // Охрана труда и социальная защита. Практикум. – 1999. – № 3. – С.1-22.
228. Суворов Г.А., Прокопенко Л.В., Яковлева Л.Д. Шум и здоровье (эколого-гигиенические проблемы). – М., 1996. – 150 с.
229. Таварткиладзе Г.А. Клиническая аудиология. – М., 2003. – 435 с.
230. Тавтин Ю.К., Клинико-аудиологические параллели между состоянием слухового анализатора и функциональными расстройствами нервной и сердечно-сосудистой систем у работающих в условиях шума различных параметров // Гигиена труда. – 1976.– № 4.– С.21-24.
231. Тарасенко Г.И., Щербаченко Г.Е., Петленко И.А. О возможности восприятия и переработки сложной речевой информации // Военно-медицинский журнал. – 1987. – № 10. – С.48-49.

232. Темкин Я.С. Профессиональные болезни и травмы уха. – М.: Медицина, 1968. – 375 с.
233. Темкина И. Я. Слуховая адаптация при поражении слуха // Вестник оториноларингологии. – 1965. – № 5. – С.24-27.
234. Токарев О.П., Белоконь А.Н. Соотношение различных способов звукопроводения и динамика опыта Вебера в норме и при патологии // Вестник оториноларингологии. – 2000. – № 5. – С.32-33.
235. Токарев О.П., Красильников Б.В. Возможности редуцирования шумового временного сдвига порогов слуха // Вестник оториноларингологии. – 1998. – №1. – С.26-28.
236. Ундриц В.Ф., Темкин Я.С., Нейман Л.В. Руководство по клинической аудиологии. – М., 1962. – 324 с.
237. Федеральные авиационные правила инженерно-авиационного обеспечения государственной авиации. – М.: МО РФ, 2005. – 256 с.
238. Федеральные авиационные правила: Медицинское освидетельствование летного, диспетчерского состава, бортпроводников, курсантов, и кандидатов, поступающих в учебные заведения гражданской авиации (ФАП МО ГА-2002). – М.: "Воздушный транспорт", 2014. – 50 с.
239. Федеральный закон Российской Федерации от 18 июля 2011 г. № 238-ФЗ «О внесении изменений в Трудовой кодекс Российской Федерации».
240. Федеральный закон Российской Федерации от 24 июля 1998 г. № 125-ФЗ (ред. от 29.12.2015 г.) «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний».
241. Федеральный закон Российской Федерации от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (с изменениями на 31 декабря 2005 г.).
242. Федеральный закона Российской Федерации от 28 декабря 2013 г. № 426-ФЗ «О специальной оценки условий труда».
243. Федосов Е. А. Прогноз развития авиации и авиационной промышленности Российской Федерации до 2020 года // Инновации. – 2009. – № 10. – С.55-64.
244. Физиология поведения: нейробиологические закономерности / Ред. А.С.Батуев. – Л.: Наука, 1987. – 736 с.

245. Физические факторы и стресс / Суворов Г.А., Пальцев Ю.П., Прокопенко Л.В. и др. // Медицина труда и промышленная экология. – 2002. – № 8. – С.12-19.
246. Филиппенко Н.Г. Некоторые закономерности развития и профилактика нарушений сосудистого тонуса у рабочих, находящихся в условиях шума и других производственных факторов: автореф. дис. ... докт. мед. наук. – М., 1994. – 46 с.
247. Хаймович М.Л. Клиническая характеристика шумовой болезни // Физические факторы производственной среды и их влияние на организм / Материалы конференции. – Л., 1972. – С.120-123.
248. Хаймович М.Л., Кирикова Г.А. Вопросы профилактики нервно-психических нарушений у работающих, подвергающихся воздействию интенсивного производственного шума // Профессиональная патология от воздействия производственных факторов физической и химической природы / Сборник научных трудов. – М., 1989. – С.39-44.
249. Хаймович М.Л., Соколова Е.И. О влиянии производственного шума на биоэлектрическую активность мозга // Гигиена труда.– 1978.– № 12.– С.21-23.
250. Хенли Э., Кумамото Х. Надежность технических систем и оценка риска. М.: Машиностроение, 1984. – 528 с.
251. Цанева Л., Балычев Ю. Оценка влияния некоторых показателей шума на человека // Медицина труда и промышленная экология. – 1998. – № 4. – С.17-21.
252. Циммерман Г.С. Ухо и мозг. – М.: Медицина, 1974. – 408 с.
253. Цуканова О. С., Петрикеева Н. А. Проблема борьбы с шумом. История и основные направления развития методов снижения уровня шума // Инженерные системы и сооружения. – 2009. – № 1. – С.67-74.
254. Чистов С.Д., Солдатов С.К., Зинкин В.Н., Поляков Н.М. Состояние слуховой функции и вегетативные реакции у технического персонала аэродрома при использовании индивидуальных противозумов // Вестник оториноларингологии. – 2013. – № 4. – С.35-39.
255. Чканников А.Н. Патогенез, профилактика и лечение профессиональной тугоухости у работающих в условиях шума: автореф. дис. ... д-ра. мед. наук. – М., 1991. – 31 с.

256. Чканников А.Н. Принципы классификации слуховых и экстрауральных сосудистых нарушений у работающих в условиях производственного шума // Материалы XV Съезда оториноларингологов России. – СПб, 1997. – Т. 1. – С.339-346.
257. Чубаров И.В., Зинкин В.Н., Ахметзянов И.М. и др. Психологический статус рабочих, подвергающихся действию шума // Гигиена и санитария. – 1999. – № 2. – С.16-19.
258. Шапаренко Б.А., Остапкович В.Е. Врачебно-трудовая экспертиза в оториноларингологии. – М.: Медицина. – 1979. – 207 с.
259. Шевцова В.М. Критерии индивидуальной чувствительности к производственному шуму // Гигиена и санитария. – 2001. – № 3. – С.68-70.
260. Шидловская Т.В. Изменения в слуховом анализаторе при воздействии шума и пути их коррекции // Журнал ушных, носовых и горловых болезней. – 1989. – № 5. – С.7-13.
261. Шиффман Х.Р. Ощущение и восприятие. – М.- СПб.: Питер, 2003. – 924 с.
262. Шляпников М.Ф. Физиологическая оценка состояния нервной системы человека при интенсивном шумовом и световом воздействии: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Тверь, 2000. – 21 с.
263. Шустер М. А., Каевицер И. М., Иконников А. Н; и др. Исследования гемодинамики головного мозга у рабочих в условиях производственного шума // Вестник оториноларингологии – 1984. – № 6.– С.51-54.
264. Щербаков С.А., Кукушкин Ю.А., Солдатов С.К. и др. Методическое обеспечение и результаты исследования акустической обстановки на рабочих местах специалистов, подвергающихся воздействию авиационного шума // Биомедицинская радиоэлектроника. – № 12. – 2007. – С.21-27.
265. Щербо А.П., Мельцер А.В., Киселев А.В. Оценка риска воздействия производственных факторов на здоровье работающих. – СПб.: Терция, 2005. – 92 с.
266. Янушанец О.И. Функциональные изменения иммунной системы животных при воздействии шума // Гигиена труда и профессиональные заболевания. – 1988. – № 12. – С.53-55.

267. Ahmad M., Bohne B.A., Harding G.W. An in vivo tracer study of noise-induced damage to the reticular lamina // *Hear Res.* – 2003. – V.175, N 1-2. – P.82-100.
268. Ali S., Morgan M., Ali U. Is it reasonable to use 1 and 8 kHz anchor points in the medico-legal diagnosis and estimation of noise-induced hearing loss? // *Clin. Otolaryngol.* – 2014. – doi: 10.1111/coa.12362. [Epub ahead of print].
269. Alves-Pereira M., Branco N.C. Lung and again low frequency noise // *Abstracts of the 2001 AsMA Scientific Meeting. ASEM.* – 2001. – V. 72, N 3. – P. 254.
270. Alves-Pereira M., Branco N.C. Vibroacoustic disease: biological effects of infrasound and low-frequency noise explained by mechanotransduction cellular signaling // *Prog. Biophys. Mol. Biol.* – 2007. – V.93, N 1-3. – P.256-279.
271. Andren L. Cardiovascular effects of noise // *Acta Medica Scand.* – 1982. Suppl. – V.657. – P.1-47.
272. Andren L., Hansson L., Bjorkman M., Jonson A. Noise as a Contributory Factor in the Development of Elevated Arterial Pressure: A study of the Mechanism by which Noise may Raise Blood Pressure in Man // *Acta med. Scand.* – 1980. –V.207. – P.493-498.
273. Bartosinska M. Health condition of employees exposed to noise - extra auditory health effects // *Wiad Lek.* – 2002. – V.55, N 1. – P. 20-25.
274. Bbck-stael A., Keppler H., Dhooge I. et al. Effectiveness of hearing protector devices in impulse noise verified with; transiently- evoked and distortion product otoacoustic emissions // *Int. J. Audiol.* 2008. – V.47, N 3. – P.119-133.
275. Berger E. H., Franks J. R., Lindgren F. International review of field studies of hearing protector attenuation // *Scientific Basis of Noise-Induced Hearing Loss.* – N. Y.: Theme Medical Publishers, 1996. – P.361-377.
276. Berger E.H. Hearing protection – the state of the art (Circa 1990) and research priorities for the coming decade // *J. Sound Vibration.* – 1991. – V.25, N 1. – P.8-16.
277. Bergot T. Consequences du bruit sur l'organisme. Reflexion sur l'etat actuel de la question // *Rev. med. aeronaut et spat.* –1977. – V.16. – P.315-324.

278. Bohnker B.K. The epidemiology of hearing loss in the United States Navy // Abstracts of the 2002 AsMA Scientific Sessions. 73rd Annual Scientific Meeting. Montreal. – Canada: ASEM. – V.73, N 3. – P.313.
279. Borg E. Physiological and Pathogenic Effects of Sound // *Acta oto-laryngol.* – 1981. – Suppl. P.381.
280. Botsford, J. H. Using sound levels to gauge human response to noise // *Sound and Vibration.* – 1969. – V.3, N 10. – P.16-28.
281. Branco N. Clinical stages of vibroacoustic disease for health professional continuous research // *Mat. 12th int. sym.* – Lisbon, 2005. – P.145-151.
282. Branderberger G., Follenins M., Tremolieres C. Failure of noise exposure to modify temporal patterns of plasma cortisol in man // *Europ. Journ. Appl. Physiol.* – 1977. – V.36. – P.239.
283. Broner N. The effects of low frequency noise on people: a review // *J.sound vibr.* – 1978. – V.58, N 4. – P.483-500.
284. Burns W., Robinson D. *Hearing and Noise in industry* // HMSO, 1970.
285. Cardoso A.P., Oliveira M.J., Silva A.M. et al. Effects of long term exposure to occupational noise on textile industryworkers' lung function // *Rev. Port. Pneumol.* – 2006. – V.12, N 1.– P.454-459.
286. Castelo Branco N.A.A., Alves-Pereira M. Vibroacoustic disease – current concepts // 11-th International Congress on Sound and Vibration. – CII6., 2004. – P.1775-1782.
287. Chang T.Y., Jain R.M., Wang C.S., Chan C.C. Effects of occupational noise exposure on blood pressure // *J. Occup. Environ Med.* – 2003. – V.45, N 12. – P.1289-1296.
288. Cohen, A. Effects of noise on psychological state // *Noise as a public health hazard* / W. D. Ward, J. E. Fricke (Eds.). Proceedings of the conference. – Washington: American Speech and Hearing Association, 1969.
289. Coles R.R., Lutman M.E., Buffin J.T. Guidelines on the diagnosis of noise-induced hearing loss for medicolegal purposes // *Clin. Otolaryngol. Allied Sci.* – 2000. – Aug;25(4). – P.264-273.
290. Daniell W.E., Swan S.S., McDaniel M.M. et al. Noise exposure and hearing conservation practices in an industry with high incidence of workers' compensation claims for hearing loss // *Am. J. Ind. Med.* – 2002. – V.42, N 4. – P.309-317.

291. Davis R.E. Clinical Chemistry of Thiamine. *Adv Clin Chem.* – 1983. – V.23. – P.93-140.
292. De Barba M.C., Jurkiewicz A.L., Zeigelboim B.S. et al. Audiometric findings in petrochemical workers exposed to noise and chemical agents // *Noise Health.* 2005. – V.29, N 7. – P. 7–11.
293. Dieroff H. Erfahrungen uber die Ultraschallwahrnehmung bei gehorlosen und schwerhorigen Personen // *Laryngol. Rhinol.* – 1974. – Bd.53. – S.53-58.
294. Dobie R.A., Rabinowitz P.M. Change in audiometric configuration helps to determine whether a standard threshold shift is work-related // *Spectrum.* – 2002. – V.19. – Suppl.1-17.
295. Edwards C.G., Schwartzbaum J.A., Nise G. et al. Occupational noise exposure and risk of acoustic neuroma // *Am. J. Epidemiol.* – 2007. – V.166, N 11. – P.1252-1258.
296. Elias K., Mattescu R., Zototlici L. Bruit industriel et effets neuropsychiques // *Prav. Med.* – 1973. – V.8. – P.135-139.
297. European Commission. Information notices on occupational diseases: a guide to diagnosis. Luxembourg: Office for official publications of the European Communities 2009.
298. Falcão TP, Luiz RR, Schütz GE, Mello MG, Câmara Vde M. Audiometric profile of civilian pilots according to noise exposure // *Rev. Saude Publica.* – 2014. – V.48, N 5. – P.790-796.
299. Follenins M., Branderberger G., Lecornn C. et al. Plasma catecholamines and pituitary adrenal hormones in response to noise exposure // *Europ. J. Appl. Physiol.* – 1980. – V.43. – P.253.
300. Gibson G.E., Blass J.P. Thiamine-dependent processes and treatment strategies in neurodegeneration // *Antioxid Redox Signal.* – 2007. – V.9. – P.1605-1619.
301. Gibson G.E., Zhang H. Interactions of oxidative stress with thiamine homeostasis promote neurodegeneration // *Neurochem Jnt.* – 2002. – V.40, N 6. – P.493-504.
302. Gierke H. Of noise and vibration exposure criteria // *Arch. Environm. Hlth.* – 1965. – V.11. – P.327-335.
303. Giordano C., Conticello S., Beatrice F. et al. Non auditory effects of environmental noise: a study of metallurgical and mechanical workers // *Acta Otorhinolaiyngol Ital.* – 2001. – V.21, N 5. – P.281-286.
304. Gloag D. Noise: hearing loss and physiological effects // *Brit. Med. J.* –1980. – V.2. – P.1325.

305. Goodman A., Gilman A. et al. *The Pharmacological Basis of Therapeutics*. – NY: McMillan Publ. Comp., – 1985. – P.430.
306. Guo W., Wang P.Y., Henderson D., Jiang S.C. Intense noise-induced apoptosis in hair cells of guinea pig cochleae // *Acta Otolaryngol.* – 2000. – V.120, N 1. – P.19-24.
307. Hamernik R.P. Noise and vibration interaction: Effect on hearing / R.P. Hamernik, W.A. Ahroon, R.J. Davis // *J. Acoust. Soc. Am.* – 1989. – V.86, N 6. – P.2129-2137.
308. Hamernik R., Hsueh K. Impulse noise: some definitions physical acoustics and other considerations // *J. Acoust. Soc. Am.* – 1991. – V.90, N 1. – P.189-196.
309. Harding G.W., Bohne B.A., Lee S.C., Salt A.N. Effect of infrasound on cochlear damage from exposure to a 4-kHz octave band of noise // *Hear Res. Mar.* – 2007. – V.225, N 1-2. – P.128-138.
310. Haupt H. Therapeutic efficacy of magnesium in acoustic trauma in the guinea pig / H. Haupt, F. Scheibe, B. Mazurek // *ORL J. Otorhinolaryngol Relat Spec.* – 2003. – V.65, N 3. – P. 134-139.
311. Hawkins J. The Role of vasoconstriction in Noise Induced Hearing Loss // *Ann. Otol. (St. Lois.)*. – 1971. – V.80. – P.903-913.
312. Holgers K.M. Tinnitus treatment is guided by etiology. Noise, stress or anxiety/depression plausible causes // *Lakartidningen*. – 2003. – V.100. – P.3744-3749.
313. Hong O. Hearing loss among operating engineers in American construction industry 10 // *Int. Arch Occup. Environ. Health.* – 2005. – V.78, N 7. – P.565-574.
314. Hong O., Samo D., Hulea R., Eakin B. Perception and attitudes of firefighters on noise exposure and hearing loss // *J. Occup. Environ Hyg.* – 2008. – V.5, N 3. – P.210-215.
315. Inoue M. et al. Cross sectional study on occupational noise and hypertension in the workplace // *Arch. Environ. Occup. Health.* – 2005. – V.60, N 2. – P.106-110.
316. ISO 1999: 1990 Acoustics — Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment. Geneva: International standardization organization 1990.
317. Jansen G. Biologische Wirkungen von Lärm auf die Gesundheit // *Liirnbekampf.* – 1983. – Bd.30. – S.159-165.
318. Jansen G. Psychosomatische Lärmwirkungen und Grenzwerte für die vegetative Belastung durch Schall // *Arbeitsmedizin-Sozialmedizin-Arbeitshygiene.* – 1970. – Bd.5. – S.256-259.

319. Kales S.N., Freyman R.L., Hill J.M. et al. Firefighters' hearing: a comparison with population databases from the International Standards Organization // *J. Occup. Environ Med.* 2001. – V.43, N 7. – P.650-656.
320. Kirchner D.B., Evenson E., Dobie R.A. et al. ACOEM guidance statement. Occupational noise-induced hearing loss. – *JOEM*, 2012. – V.54, N 1. – P.106-108.
321. Knipschild P. Medical effects of aircraft noise: Community cardiovascular survey // *Int. Arch. Occup. Environ. Health.* – 1977. – V.40. – P.185.
322. Konopka W., Olszewski J., Pietkiewicz P., Mielczarek M. Impulse noise influence on hearing // *Pol. Merkur Lekarski.* – 2005. – V.19. – P.296-297.
323. Konopka W., Pawlaczyk Luszczynska M., Zalewski P., Milonski J. Assessment and analysis of the acoustic environment of soldiers exposed to impulse noise // *Med. Pr.* – 2002. – V.53, N 5. – P. 391-396.
324. Kryter K.D. The effects of noise on man. – Orlando, San Diego, New York, London, Tokyo: Academic Press, 1985. – 688 p.
325. Lander L.I., Rudnick S.N., Perry M.J. Assessing noise exposures in farm youths // *J. Agromedicine.* – 2007. – V.12, N 2. – P.25-32.
326. Lennart A., Lennart H., Bjorkman M. et al. Haemodynamic and hormonal changes induced by noise // *Acta med. Scand.* – 1978. – V.625. – P.13-18.
327. Lim D.J., Dunn D.E., Johnson D.L., Moore T.J. Trauma of the ear from infrasound // *Acta Otolaryngol.* –1982. – V.94, N 3-4. – P.213-231.
328. Loew D. Pharmacokinetics of thiamine derivatives especially of benfothiamine // *Int. J. Clin. Pharmacol. Therap.* – 1996. – V.34, N 2. – P.47-50.
329. Lu J., Cheng X., Li Y. et al. Evaluation of individual susceptibility to noise et al. induced hearing loss in textile workers in China // *Arch Environ Occup. Health.* – 2005. – V.60, N 6. – P.287-294.
330. Lusk S.L., Ronis D.L., Kazanis A.S. et al. Effectiveness of a tailored intervention to increase factory workers' use of hearing protection // *Nurs Res.* – 2003. – Vol. 52, N 5. – P. 289 295.
331. Mooney S., Leuendorf J.E., Hendrickson C. et al. Vitamin B6: a long known compound of surprising complexity // *Molecules.* – 2009. – V.14, N 1. – P.329-351.

332. Murillo I.C. How does noise affect us? In our health, life styles and environs / *Rev Enferm.* – 2007. – V.30, N 10. – P.13-20.
333. Namee R., Burgess G., Dippnall W.M., Cherry N. Occupational noise exposure and ischaemic heart disease mortality // *Occup. Environ Med.* – 2006. – V.63, N 12. – P.813-819.
334. Nguyen A.L., Nguyen T.C., Van T.L. et al. Noise levels and hearing ability of female workers in a textile factory in Vietnam // *Ind. Health.* –1998. –V.36, N 1. – P. 61-65.
335. NHCA Professional Guide for Audiometric Baseline Revision: In. ed. by E.H. Berger, L.H. Royster, J.D. Royster, D.P. Driscoll, M. Layne / *The Noise Manual*, revised 5th edition. Falls Church, VA: American Industrial Hygiene Association. – 2003. – P.755-759.
336. Ni C. H., Chen Z.Y., Zhou Y. et al. Associations of blood pressure and arterial compliance with occupational noise exposure in female workers of textile mill // *Chin. Med.* 2007. – V.20, N 5. – P.1309–1313.
337. Obelenis V., Malinauskiene V. The influence of occupational environment and professional factors on the risk of cardiovascular disease // *Medicina (Kaunas).* – 2007. – V.43, N 2. – P.96-102.
338. Occupational noise exposure. Standard 29 CFR, 1910.95. – Washington, DC: US Department of labor, 2008.
339. Ologe F.E., Akande T.M., Olajide T.G. Occupational noise exposure and sensorineural hearing loss among workers of a steel rolling mill // *Eur. Arch. Otorhinolaryngol.* – 2006. – V.263, N 7. – P.618–621.
340. Opit L. Occupation and blood pressure // *Med. J. Australia.* – 1984. – V.140. – P.760-764.
341. Palmer K.T., Griffin M.J., Syddall H.E. et al. Occupational exposure to noise and the attributable burden of hearing difficulties in Great Britain // *Occup. Environ Med.* – 2002. – V.59, N 9. – P. 634-639.
342. Panian Z. Influence of noise on certain functions of the eye // *Vojnosanitetski Pregled.* – 1963. – V.20 – P.19-26.
343. Parvizpoor D. Noise exposure and prevalence of high blood pressure among weavers in Iran // *J. occup. Med.* – 1976. – V.18. – P.730-731.

344. Peterson E.A., Angenstein J.S., Tanis D.S. et al. Noise raises blood pressure without impairing auditory sensitivity // *Science*. – 1981. – V.211. – P.1450.
345. Prevention of noise-induced hearing loss. Report of a WHO-PDH Informal consultation, Geneva, 28 – 30 October 1997 (WHO/ PDH/98/5). – Geneva: WHO, 1998.
346. Rabinowitz P.M., Sircar K.D., Tarabar S. et al. Hearing loss in migrant agricultural workers // *J. Agromedicine*. 2005. – V.10, N 4. – P.9-17.
347. Recording criteria for cases involving occupational hearing loss. Standard 29 CFR, 1904.10. – Washington, DC: US Department of labor, 2004.
348. Refal A.M., Ammoura A.M., Qtaishat M.M. Depression in individuals exposed to noise and vibration in RJAF // *Abstracts of the AsMA 75th Annual Scientific Meeting*. May 2-6, 2004, Anchorage, AK. – ASEM, 2004. – V.75. – N 4 (Sect II, Suppl). – P.67.
349. Report of the informal working group on the prevention of deafness and hearing impairment programme planning, Geneva 18-21 June, 1991. (WHO/PDH/91.1). Geneva: WHO, 1991.
350. Report. Meeting of experts on the revision of the list of occupational diseases (Recommendation No. 194), Geneva, 27 – 30, 2009 (MERLOD/2009/10). – Geneva: International labour office, 2009.
351. Rubak T., Koek S., Koefoed Nielsen B. et al. The risk of tinnitus following occupational noise exposure in workers with hearing loss or normal hearing // *J. Int. Audiol.* – 2008. – V.47, N 3. – P.109-114.
352. Saarkoppel' L.M., Rushkevich O. P., Kir'iakov V.A. et al. Occupational hazards in metal mining industry // *Vestn. Ross. Akad. Med. Nauk.* – 2005. – V.39, N 3. – P.39-42.
353. Salt A.N., De Mott J.E. Longitudinal endolymph movements and endocochlear potential changes induced by stimulation at infrasonic frequencies // *J. Acoust. Soc. Am.* – 1999. – V.106, N 2. – P.847-856.
354. Smallman D.P., Hu Zh., Rohrbeck P. U. S. Armed Forces air crew: incident illness and injury diagnoses during the 12 months prior to retirement, 2003 – 2012 // *Medical Surveillance Monthly Report*. May 2014 / Armed Forces Health Surveillance Center. – 2014. – V.21, N 5. – P.8-12.
355. Soren-sen A.M., Shapiro A.U., Lund S.P. et al. Toxic encephalopathy and noise induced hearing loss // *Noise Health*. – 2006. – V.33, N 8. – P.139-146.

356. Souto Souza N.S., Carvalho F.M., de Cassia Pereira Fernan-des R. Arterial hypertension among oil drilling workers exposed to noise // *Cad. Saude Publica.* – 2001. – V.17, N 6. – P.1481-1488.
357. Standard on comprehensive occupational medical program for fire departments NFPA 1582. 2013 ed. – Quincy, MA: National fire protection association, 2013.
358. Tomei F., De Sio S., Tomao E. et al. Occupational exposure to noise and hypertension in pilots // *Int. J. Environ Health Res.* – 2005. – V.15, N 2. – P.99-106.
359. Tomei F., Fantini S., Tomao E. et al. Hypertension and chronic exposure to noise. // *Arch Environ Health.* 2000. – V.55, N 5. – P.319-325.
360. Trost R.P., Shaw G.B. Statistical analysis of hearing loss among navy personnel // *Mil. Med.* – 2007. – V.172, N 4. – P.426-430.
361. UN. Globally harmonized system of classification and labelling of chemicals (GHS). – New York and Geneva: United Nations, 2003. – 443 p.
362. Ustinaviciene R., Piesine L. Morbidity of textile industry workers in Kaunas // *Medicina (Kaunas).* – 2007. – V.43, N 6. – P.495-500.
363. Valcic I. Influence de bruit sui la reaction des vaisseaux sanqueine peripherigeus et role des reflexes vegetatifs: Experm. personnelles // *Arch. Mal. prof.* – 1975. – V.36. – P.577-583.
364. Vangelova K.K. Blood pressure and serum lipids in industrial workers under intense noise and a hot environment // *Rev. Environ Health.* – 2007. – V.22, N 4. – P.303-311.
365. Virkkunen H., Harma M., Kauppinen T., Tenkanen L. The triad of shift work, occupational noise, and physical workload and risk of coronary heart disease // *Occup. Environ Med.* – 2006. – V.63, N 6. – P.378-386.
366. Von Gierke H.E., Parker D.E. Handbook of Sensory Physiology, Auditory System: Clinical and Special Topics // *Infrasound.* – Springer-Verlag; Berlin: 1976. – P.585-624.
367. Watanabe F., Koga K., Hakuba N. Gyo hypothermia prevents hearing loss and progressive hair cell loss after transient cochlear ischemia in gerbils // *Neuroscience.* – 2001. – V.102, N 3. – P.639-645.
368. Zwicker E., Fasti H. Psychoacoustics. – Berlin: Springer-Verlag, 1990. – 385 p.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1 - Характеристика ЛС по видам авиации ($M \pm m$)

| Наименование группы | Вид авиации | Возраст, годы | Стаж работы с шумом, лет |
|--|-------------|---------------|--------------------------|
| Экспериментальная 1 Стаж до 5 лет n = 17 | ИБА | - | - |
| | АА | 25,3 ± 0,4 | 3,4 ± 0,3 |
| | ВТА | 24,8 ± 0,4 | 3,1 ± 0,2 |
| Экспериментальная 2 Стаж до 10 лет n = 37 | ИБА | 29,3 ± 0,4 | 7,5 ± 0,8 |
| | АА | 30,1 ± 0,2 | 8,2 ± 0,2 |
| | ВТА | 30,1 ± 0,4 | 8,5 ± 0,3 |
| Экспериментальная 3 Стаж до 15 лет n = 44 | ИБА | 33,6 ± 1,3 | 12,8 ± 0,9 |
| | АА | 34,8 ± 0,7 | 13,3 ± 0,4 |
| | ВТА | 34,8 ± 0,3 | 13,3 ± 0,2 |
| Экспериментальная 4 Стаж до 20 лет n = 34 | ИБА | 39,2 ± 0,5 | 17,5 ± 0,4 |
| | АА | 39,0 ± 0,6 | 17,4 ± 0,4 |
| | ВТА | 39,1 ± 0,5 | 17,5 ± 0,7 |
| Экспериментальная 4 Стаж свыше 20 лет n = 39 | ИБА | 46,9 ± 1,0 | 25,6 ± 0,8 |
| | АА | 45,2 ± 0,8 | 23,2 ± 0,8 |
| | ВТА | 47,2 ± 0,9 | 25,2 ± 0,9 |

Таблица 2 - Уровни звукового давления в октавных полосах, создаваемые при работе вспомогательного оборудования во время обеспечения полетов и выполнения регламентных работ

| Наименование оборудования | Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-----|-----|-----|------|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| | 2 | 4 | 8 | 16 | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Аэродромный подвижный электроагрегат (АПА-5Д) | 101 | 102 | 103 | 102 | 100 | 96 | 89 | 82 | 81 | 82 | 78 | 70 | 64 |
| Установка для проверки гидросистем (УПГ-300) | 77 | 78 | 76 | 76 | 78 | 86 | 89 | 92 | 95 | 93 | 93 | 97 | 113 |
| Аэродромный кондиционер (АК-04М) | 44 | 50 | 60 | 66 | 84 | 91 | 99 | 100 | 100 | 105 | 97 | 85 | 78 |
| Вспомогательная силовая установка (ВСУ) | 79 | 78 | 78 | 79 | 83 | 92 | 97 | 96 | 103 | 116 | 113 | 111 | 113 |
| Топливо-насосная установка (ТНУ) | 89 | 88 | 87 | 83 | 80 | 81 | 94 | 97 | 107 | 123 | 120 | 116 | 112 |

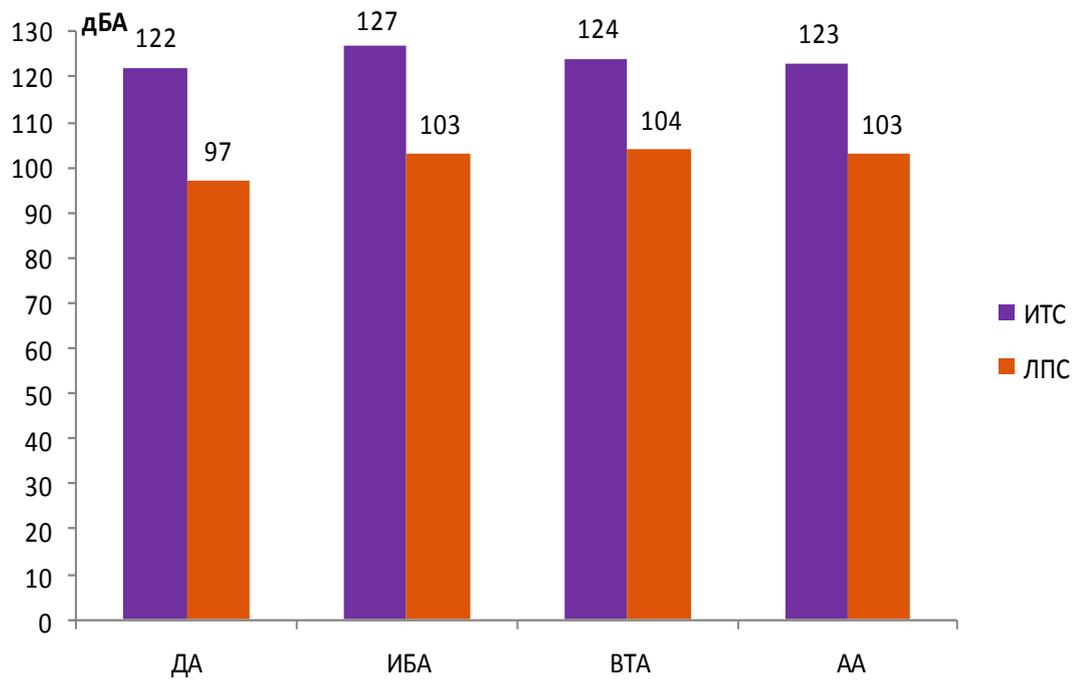


Рис. 1 - Уровень звука (дБА) на рабочих местах авиационных специалистов

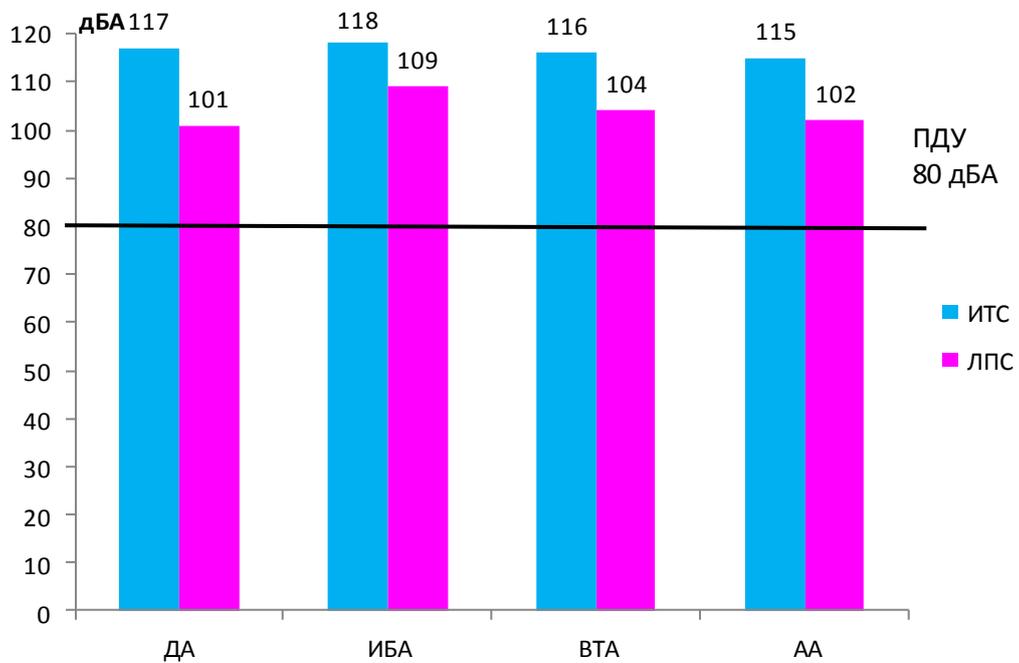


Рис. 2 - Эквивалентный уровень звука (дБА) на рабочих местах авиационных специалистов по видам авиации.

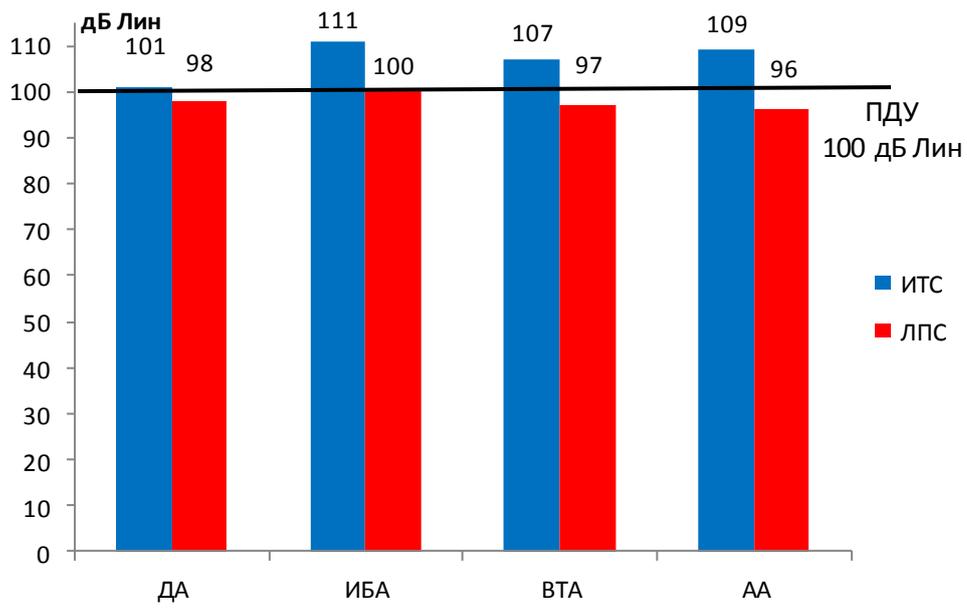


Рис. 3 - Общий УЗД (дБ Лин) в ИЗ диапазоне на рабочих местах авиационных специалистов по видам авиации.

Таблица 3 - Общая заболеваемость ИТС (%).

| Класс болезней | Количество людей | Год исследования | Первичная заболеваемость | Число случаев трудопотерь | Число дней трудопотерь |
|--|------------------|------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Класс VI. Болезни нервной системы | 2577 | 2012 | 44,2 | 39,6 | 340,4 |
| | | 2011 | 46,8 | 46,2 | 418,5 |
| | | 2010 | 38,5 | 40,8 | 344,2 |
| | | 2009 | 34,1 | 40,0 | 358,2 |
| Класс VII. Болезни глаз | 2577 | 2012 | 15,3 | 16,5 | 184,8 |
| | | 2011 | 15,2 | 15,1 | 139,7 |
| | | 2010 | 15,6 | 15,2 | 152,3 |
| | | 2009 | 13,4 | 13,3 | 148,6 |
| Класс VIII. Болезни уха и сосцевидного отростка | 2577 | 2012 | 17,4 | 18,9 | 163,2 |
| | | 2011 | 13,5 | 14,7 | 102,0 |
| | | 2010 | 22,2 | 22,8 | 176,8 |
| | | 2009 | 13,3 | 13,4 | 93,1 |
| Класс IX. Болезни органов кровообращения | 2577 | 2012 | 36,8 | 56,3 | 747,4 |
| | | 2011 | 35,3 | 54,5 | 705,0 |
| | | 2010 | 66,4 | 86,1 | 1106,0 |
| | | 2009 | 42,5 | 59,2 | 816,6 |
| Класс X. Болезни органов дыхания | 2577 | 2012 | 348,6 | 357,6 | 1924,8 |
| | | 2011 | 355,7 | 361,5 | 1958,8 |
| | | 2010 | 350,2 | 360,4 | 1993,9 |
| | | 2009 | 465,2 | 473,1 | 2246,3 |
| Класс XI. Болезни органов пищеварения | 2577 | 2012 | 36,2 | 41,4 | 584,7 |
| | | 2011 | 33,4 | 39,3 | 549,2 |
| | | 2010 | 45,9 | 52,2 | 922,5 |
| | | 2009 | 36,4 | 42,1 | 741,6 |
| Класс XII. Болезни кожи и подкожной клетчатки | 2577 | 2012 | 36,2 | 40,1 | 305,8 |
| | | 2011 | 40,5 | 36,0 | 229,0 |
| | | 2010 | 29,2 | 35,4 | 261,8 |
| | | 2009 | 40,8 | 41,4 | 453,9 |
| Класс VIII. Группа 4 Другие болезни уха (НСТ) | 2577 | 2012 | 7,4 | 11,6 | 92,8 |
| | | 2011 | 7,8 | 9,3 | 67,9 |
| | | 2010 | 12,0 | 12,8 | 104,2 |
| | | 2009 | 6,6 | 7,4 | 58,6 |
| Класс IX. Группа 3 Болезни, характеризующиеся повышенным АД | 2577 | 2012 | 22,4 | 34,7 | 458,9 |
| | | 2011 | 23,0 | 33,4 | 411,2 |
| | | 2010 | 42,7 | 54,3 | 610,1 |
| | | 2009 | 27,9 | 36,9 | 454,8 |
| Общий итог по всем классам | 2577 | 2012 | 778,2 | 703,9 | 6352,3 |
| | | 2011 | 723,9 | 704,1 | 6018,2 |
| | | 2010 | 716,2 | 751,5 | 7430,7 |
| | | 2009 | 801,8 | 825,4 | 8011,9 |

Таблица 4 - Сводная таблица заболеваемости ИТС по видам авиации (‰)

| Класс болезней | Количество людей | Год исследования | Первичная заболеваемость | Число случаев трудопотерь | Число дней трудопотерь |
|--|--------------------|------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Класс VI. Болезни нервной системы | ИТС ИБА 1092 | 2012 | 31,9 | 44,5 | 455,2 |
| | | 2011 | 32,0 | 45,7 | 462,3 |
| | | 2010 | 27,4 | 34,6 | 367,2 |
| | | 2009 | 23,8 | 37,6 | 392,7 |
| | ИТС ВТА 331 | 2012 | 32,6 | 34,5 | 307,1 |
| | | 2011 | 38,7 | 37,7 | 335,5 |
| | | 2010 | 21,0 | 23,4 | 208,3 |
| | | 2009 | 48,2 | 48,2 | 429,0 |
| | ИТС ДА 1154 | 2012 | 59,2 | 36,5 | 241,3 |
| | | 2011 | 63,1 | 49,2 | 400,8 |
| | | 2010 | 54,0 | 51,6 | 361,5 |
| | | 2009 | 39,9 | 39,9 | 305,2 |
| Класс VII. Болезни глаз | ИТС ИБА 1092 | 2012 | 9,7 | 11,8 | 73,9 |
| | | 2011 | 12,8 | 12,8 | 85,7 |
| | | 2010 | 12,8 | 12,8 | 71,4 |
| | | 2009 | 10,1 | 10,2 | 98,9 |
| | ИТС ВТА 331 | 2012 | 17,0 | 17,0 | 130,9 |
| | | 2011 | 17,3 | 16,4 | 127,9 |
| | | 2010 | 13,7 | 13,7 | 106,8 |
| | | 2009 | 13,5 | 12,6 | 98,1 |
| | ИТС ДА 1154 | 2012 | 20,0 | 20,8 | 305,2 |
| | | 2011 | 16,8 | 16,8 | 194,1 |
| | | 2010 | 18,8 | 17,8 | 241,8 |
| | | 2009 | 16,5 | 16,5 | 210,2 |
| Класс VIII. Болезни уха и сосцевидного отростка | ИТС ИБА 1092 | 2012 | 10,5 | 14,2 | 100,2 |
| | | 2011 | 8,7 | 11,9 | 77,9 |
| | | 2010 | 11,0 | 12,3 | 88,9 |
| | | 2009 | 9,9 | 9,9 | 77,9 |
| | ИТС ВТА 331 | 2012 | 16,1 | 15,8 | 115,3 |
| | | 2011 | 9,1 | 11,0 | 80,4 |
| | | 2010 | 6,0 | 6,0 | 43,8 |
| | | 2009 | 5,1 | 5,9 | 42,1 |
| | ИТС ДА 1154 | 2012 | 24,3 | 24,3 | 236,5 |
| | | 2011 | 19,2 | 18,3 | 130,9 |
| | | 2010 | 37,5 | 37,5 | 298,1 |
| | | 2009 | 18,8 | 18,8 | 122,0 |
| Класс IX. Болезни органов кровообращения | ИТС ИБА 1092 | 2012 | 17,4 | 55,6 | 630,8 |
| | | 2011 | 19,2 | 62,7 | 715,4 |
| | | 2010 | 23,3 | 64,9 | 771,0 |
| | | 2009 | 19,4 | 58,5 | 685,3 |
| | ИТС ВТА 331 | 2012 | 23,4 | 22,6 | 257,6 |
| | | 2011 | 27,2 | 27,2 | 310,1 |
| | | 2010 | 14,2 | 15,4 | 175,6 |
| | | 2009 | 12,7 | 14,1 | 160,8 |

| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--|--------------------|------|-------|-------|--------|
| | ИТС ДА 1154 | 2012 | 59,0 | 66,7 | 998,3 |
| | | 2011 | 52,9 | 54,6 | 808,5 |
| | | 2010 | 122,1 | 126,5 | 1689,8 |
| | | 2009 | 72,8 | 72,8 | 1129,0 |
| Класс X. Болезни органов дыхания | ИТС ИБА 1092 | 2012 | 392,9 | 409,3 | 2425,9 |
| | | 2011 | 404,9 | 406,0 | 2334,9 |
| | | 2010 | 407,5 | 425,0 | 2543,9 |
| | | 2009 | 383,9 | 402,6 | 2253,1 |
| | ИТС ВТА 331 | 2012 | 272,5 | 288,9 | 1415,6 |
| | | 2011 | 261,0 | 281,2 | 1377,9 |
| | | 2010 | 252,8 | 274,4 | 1344,6 |
| | | 2009 | 375,2 | 375,2 | 1838,5 |
| | ИТС ДА 1154 | 2012 | 328,4 | 328,4 | 1596,6 |
| | | 2011 | 336,2 | 342,4 | 1769,5 |
| | | 2010 | 323,9 | 323,9 | 1659,6 |
| | | 2009 | 567,9 | 567,9 | 2356,9 |
| Класс XI. Болезни органов пищеварения | ИТС ИБА 1092 | 2012 | 33,7 | 45,7 | 678,5 |
| | | 2011 | 27,3 | 39,5 | 569,5 |
| | | 2010 | 41,9 | 61,3 | 960,6 |
| | | 2009 | 31,1 | 45,0 | 642,9 |
| | ИТС ВТА 331 | 2012 | 23,4 | 25,2 | 383,0 |
| | | 2011 | 19,1 | 19,1 | 290,3 |
| | | 2010 | 14,2 | 15,8 | 240,2 |
| | | 2009 | 16,1 | 15,2 | 265,0 |
| | ИТС ДА 1154 | 2012 | 42,3 | 41,9 | 553,9 |
| | | 2011 | 43,2 | 45,0 | 604,2 |
| | | 2010 | 58,7 | 54,0 | 1082,2 |
| | | 2009 | 47,0 | 47,0 | 971,8 |
| Класс XII. Болезни кожи и подкожной клетчатки | ИТС ИБА 1092 | 2012 | 38,0 | 47,2 | 367,2 |
| | | 2011 | 38,3 | 41,5 | 326,2 |
| | | 2010 | 40,4 | 54,9 | 419,7 |
| | | 2009 | 40,6 | 42,4 | 335,7 |
| | ИТС ВТА 331 | 2012 | 36,7 | 36,7 | 334,1 |
| | | 2011 | 27,7 | 28,7 | 261,2 |
| | | 2010 | 20,6 | 20,6 | 187,5 |
| | | 2009 | 19,5 | 18,4 | 167,4 |
| | ИТС ДА 1154 | 2012 | 34,3 | 34,3 | 239,5 |
| | | 2011 | 46,3 | 32,9 | 127,8 |
| | | 2010 | 21,1 | 21,1 | 133,8 |
| | | 2009 | 47,0 | 47,0 | 647,9 |
| Класс VIII. Группа 4 Другие болезни уха (НСТ) | ИТС ИБА 1092 | 2012 | 6,4 | 10,0 | 68,7 |
| | | 2011 | 5,5 | 8,2 | 54,0 |
| | | 2010 | 8,2 | 8,2 | 61,4 |
| | | 2009 | 6,4 | 6,4 | 49,5 |
| | ИТС ВТА 331 | 2012 | 6,0 | 9,1 | 75,5 |
| | | 2011 | 6,0 | 9,1 | 75,5 |
| | | 2010 | 3,0 | 6,0 | 43,8 |
| | | 2009 | 0 | 3,0 | 27,2 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|--------------------|------|--------|--------|---------|
| | ИТС ДА 1154 | 2012 | 8,7 | 13,9 | 120,5 |
| | | 2011 | 10,4 | 10,4 | 78,9 |
| | | 2010 | 18,2 | 19,1 | 162,1 |
| | | 2009 | 8,7 | 9,5 | 76,3 |
| Класс IX. Группа 3 Болезни, характеризующиеся повышенным АД | ИТС ИБА 1092 | 2012 | 11,9 | 37,4 | 417,3 |
| | | 2011 | 10,0 | 34,5 | 346,3 |
| | | 2010 | 13,7 | 35,8 | 387,1 |
| | | 2009 | 9,4 | 30,5 | 323,2 |
| | ИТС ВТА 331 | 2012 | 12,8 | 13,7 | 153,4 |
| | | 2011 | 16,4 | 16,4 | 183,7 |
| | | 2010 | 9,0 | 9,8 | 109,8 |
| | | 2009 | 6,3 | 7,0 | 78,4 |
| | ИТС ДА 1154 | 2012 | 35,2 | 38,2 | 586,0 |
| | | 2011 | 37,3 | 37,3 | 537,8 |
| | | 2010 | 79,8 | 84,5 | 964,7 |
| | | 2009 | 51,6 | 51,6 | 687,3 |
| Общий итог по всем классам | ИТС ИБА 1092 | 2012 | 604,4 | 708,4 | 6681,8 |
| | | 2011 | 667,9 | 763,3 | 6338,5 |
| | | 2010 | 677,8 | 750,1 | 6919,5 |
| | | 2009 | 644,7 | 696,8 | 6207,8 |
| | ИТС ВТА 331 | 2012 | 531,7 | 548,9 | 4885,2 |
| | | 2011 | 504,8 | 534,1 | 4753,5 |
| | | 2010 | 442,4 | 503,4 | 4480,3 |
| | | 2009 | 572,1 | 542,8 | 4830,9 |
| | ИТС ДА 1154 | 2012 | 1013,4 | 744,0 | 6461,3 |
| | | 2011 | 839,7 | 696,8 | 6077,9 |
| | | 2010 | 831,0 | 823,9 | 8760,6 |
| | | 2009 | 1016,4 | 1028,2 | 10631,5 |

Таблица 5 - Заболеваемость в контрольной группе (%)

| Класс болезней | Количество людей | Год исследования | Первичная заболеваемость | Число случаев трудопотерь | Число дней трудопотерь |
|--|------------------|------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Класс VI. Болезни нервной системы | 353 | 2012 | 11,3 | 11,3 | 195,5 |
| | | 2011 | 5,6 | 15,5 | 206,8 |
| | | 2010 | 11,3 | 16,9 | 209,6 |
| | | 2009 | 8,4 | 11,3 | 87,8 |
| Класс VII. Болезни глаз | 353 | 2012 | 8,5 | 11,2 | 35,2 |
| | | 2011 | 11,3 | 11,3 | 34,0 |
| | | 2010 | 8,5 | 8,5 | 29,3 |
| | | 2009 | 5,6 | 5,6 | 16,9 |
| Класс VIII. Болезни уха и сосцевидного отростка | 353 | 2012 | 5,7 | 11,3 | 96,7 |
| | | 2011 | 8,5 | 11,3 | 94,5 |
| | | 2010 | 5,7 | 11,3 | 96,3 |
| | | 2009 | 14,2 | 17,0 | 107,3 |
| Класс IX. Болезни органов кровообращения | 353 | 2012 | 5,7 | 14,2 | 112,5 |
| | | 2011 | 0 | 8,5 | 65,2 |
| | | 2010 | 0 | 18,3 | 121,2 |
| | | 2009 | 16,9 | 16,9 | 192,6 |
| Класс X. Болезни органов дыхания | 353 | 2012 | 306,7 | 306,7 | 1266,2 |
| | | 2011 | 310,0 | 310,0 | 1240,0 |
| | | 2010 | 311,6 | 311,6 | 1147,6 |
| | | 2009 | 303,1 | 303,1 | 1354,1 |
| Класс XI. Болезни органов пищеварения | 353 | 2012 | 12,3 | 22,6 | 288,1 |
| | | 2011 | 12,8 | 22,6 | 314,4 |
| | | 2010 | 16,6 | 39,6 | 316,3 |
| | | 2009 | 11,1 | 35,4 | 305,3 |
| Класс XII. Болезни кожи и подкожной клетчатки | 353 | 2012 | 11,3 | 11,3 | 77,3 |
| | | 2011 | 16,9 | 16,9 | 155,8 |
| | | 2010 | 16,6 | 16,6 | 139,8 |
| | | 2009 | 11,3 | 14,1 | 151,3 |
| Класс VIII. Группа 4 Другие болезни уха (НСТ) | 353 | 2012 | 0 | 0 | 0 |
| | | 2011 | 0 | 2,8 | 25,5 |
| | | 2010 | 0 | 0 | 0 |
| | | 2009 | 2,8 | 2,8 | 22,6 |
| Класс IX. Группа 3 Болезни, характеризующиеся повышенным АД | 353 | 2012 | 5,6 | 11,3 | 76,7 |
| | | 2011 | 0 | 16,9 | 110,4 |
| | | 2010 | 0 | 16,9 | 114,7 |
| | | 2009 | 2,8 | 11,3 | 93,4 |
| Общий итог по всем классам | 353 | 2012 | 422,7 | 503,4 | 4293,5 |
| | | 2011 | 448,6 | 583,4 | 4314,7 |
| | | 2010 | 437,4 | 563,7 | 4484,4 |
| | | 2009 | 441,9 | 478,8 | 4180,5 |

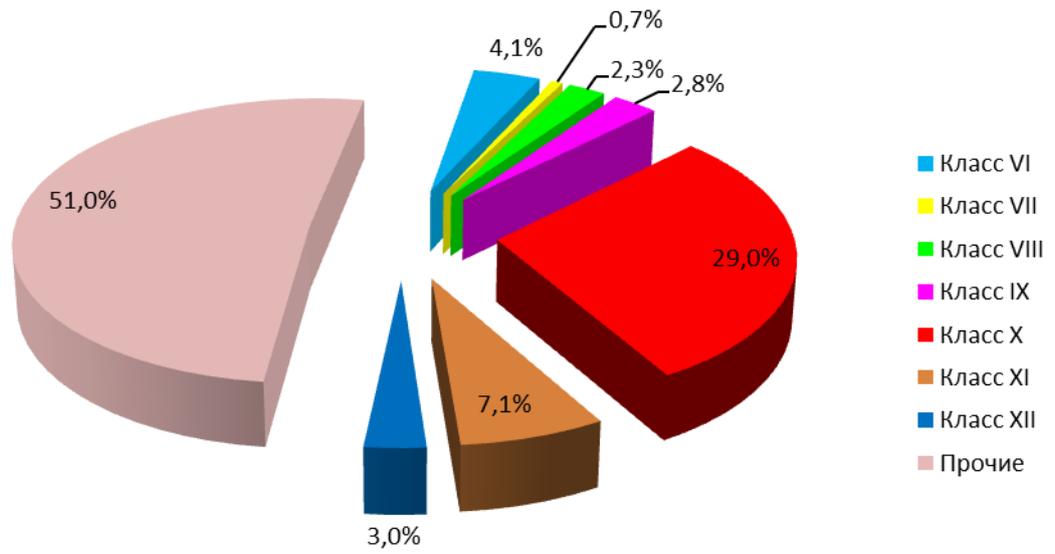


Рис. 4 - Структура трудопотерь в контрольной группе (%)

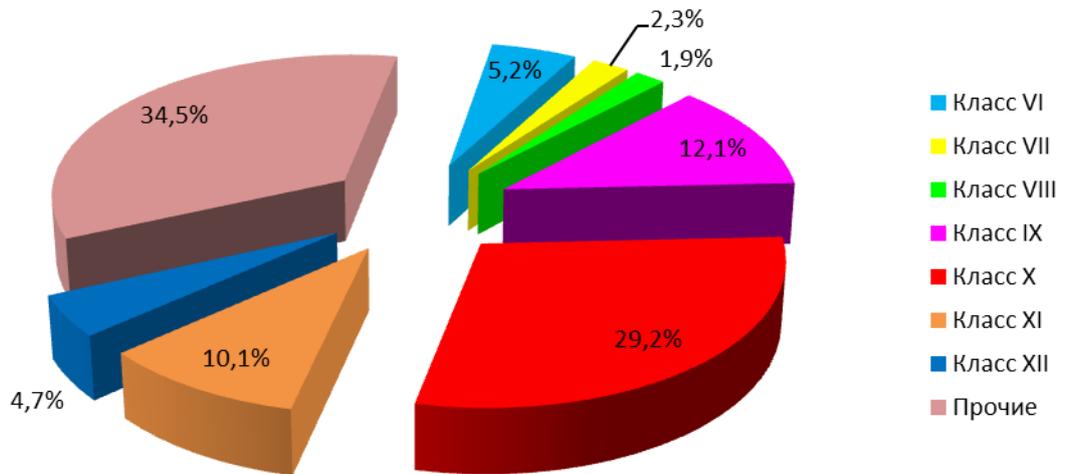


Рис. 5 - Структура трудопотерь в экспериментальной группе (%)

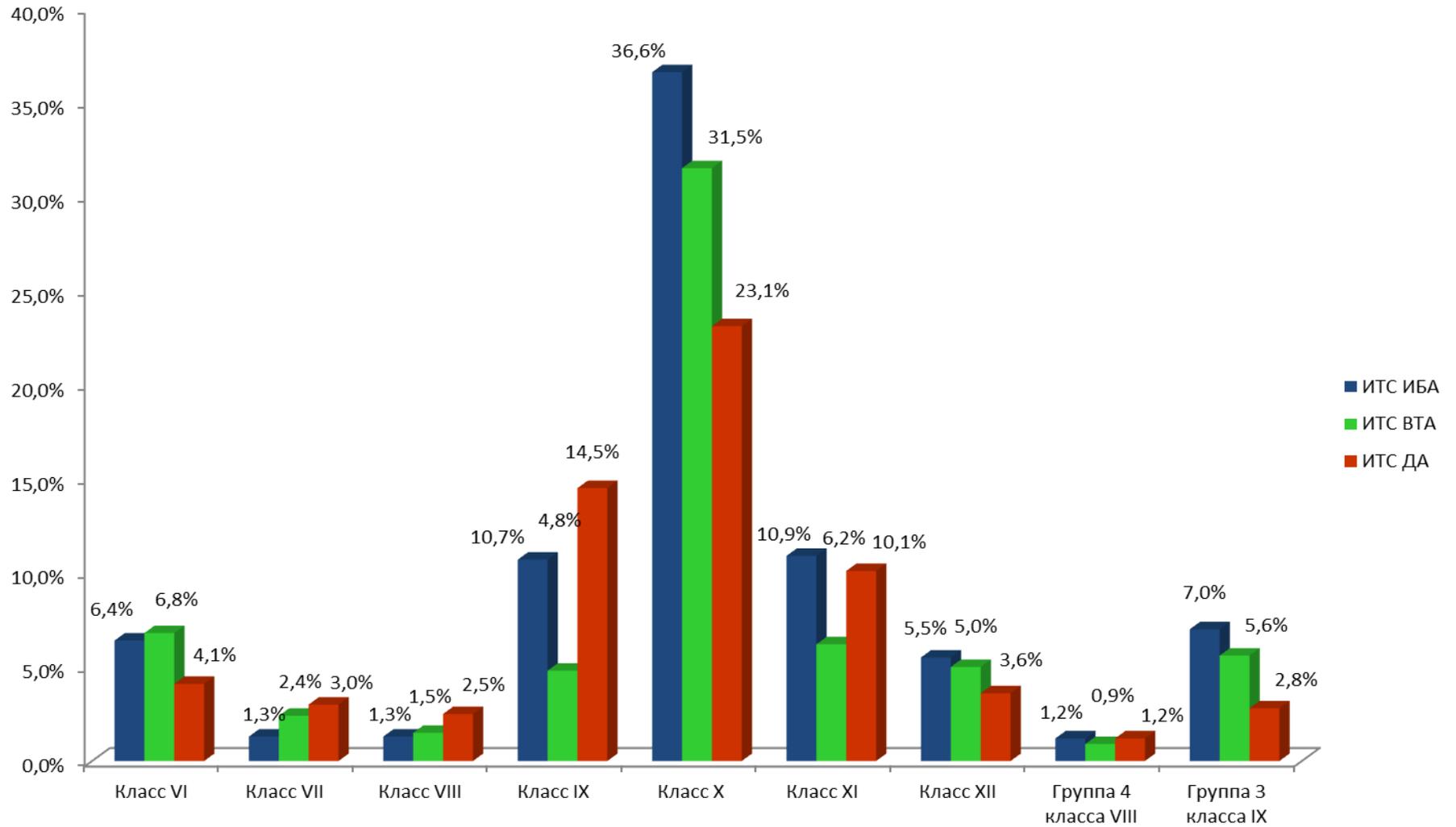


Рис. 6 - Структура трудопотерь ИТС по видам авиации (%)

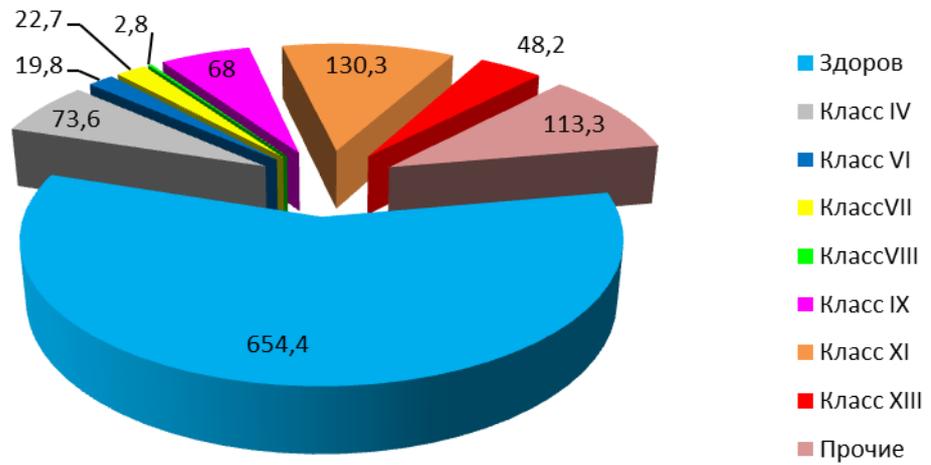


Рис. 7 - Патологическая пораженность в контрольной группе на 1000 чел.

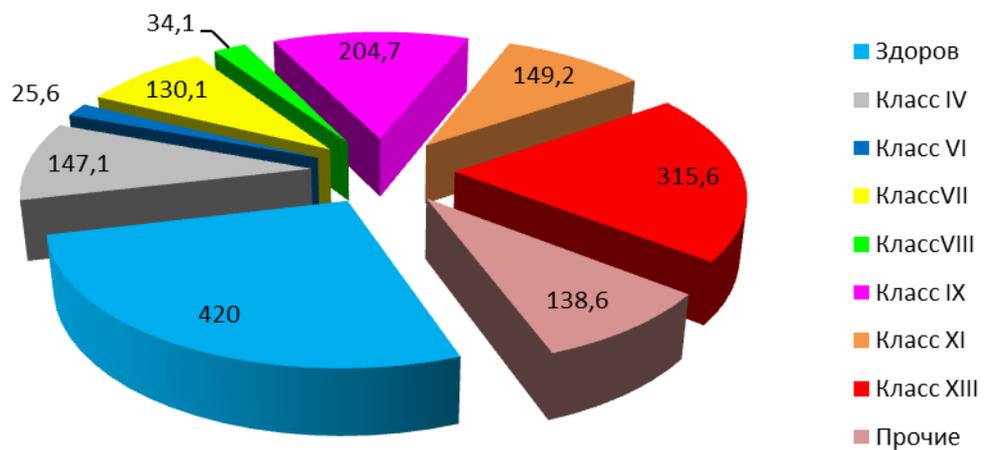


Рис. 8 - Патологическая пораженность ЛПС на 1000 чел.

Таблица 6 - Структура патологической пораженности военнослужащих летно-подъемного состава и контрольной группы ($M \pm m\%$)

| Классы болезней | Конт- рольная группа | Летно-подъемный состав | | | |
|---|----------------------------|------------------------|------------|------------|---------------------------------------|
| | | Всего | Летчики | Штурманы | Другие члены летных экипажей |
| Здоров | 57,8±2,5 | 26,8 ± 1,6 | 25,8 ± 2,4 | 29,4 ± 3,8 | 26,7 ± 2,7 |
| Класс IV. Заболевания эндокринной системы | 6,5±1,2 | 9,4 ± 1,1 | 9,1 ± 1,6 | 9,1 ± 2,4 | 9,9 ± 1,8 |
| Класс VI. Заболевания нервной системы | 1,7±0,6 | 1,6 ± 0,5 | 1,6 ± 0,7 | 1,4 ± 1,0 | 1,8 ± 0,8 |
| Класс VII. Заболевания органа зрения | 2,0±0,7 | 8,3 ± 1,0 | 8,2 ± 1,5 | 7,7 ± 2,2 | 8,8 ± 1,7 |
| Класс VIII. Болезни уха и сосцевидного отростка | 0,3±0,3 | 2,2 ± 0,5 | 2,5 ± 0,9 | 2,1 ± 1,2 | 1,8 ± 0,8 |
| Класс IX. Заболевания сердечно- сосудистой системы | 6,0±1,2 | 13,1 ± 1,2 | 13,5 ± 1,9 | 12,6 ± 2,8 | 12,8 ± 2,0 |
| Группа 3 класса IX. Заболевания, характеризующиеся повышенным АД | 5,2±1,0 | 10,5 ± 1,1 | 11,3 ± 1,8 | 10,5 ± 2,5 | 9,5 ± 1,8 |
| Класс XI. Заболевания желудочно-кишечного тракта | 11,5±1,6 | 9,5 ± 1,1 | 11,0 ± 1,7 | 6,3 ± 2,0 | 9,5 ± 1,8 |
| Класс XIII. Заболевания опорно- двигательного аппарата | 4,2±1,0 | 20,2 ± 1,5 | 21,4 ± 2,3 | 21,7 ± 3,4 | 17,9 ± 2,3 |
| Прочие | 10,0±1,5 | 8,9 ± 1,0 | 6,9 ± 1,4 | 9,8 ± 2,5 | 10,6 ± 1,8 |
| ВСЕГО | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

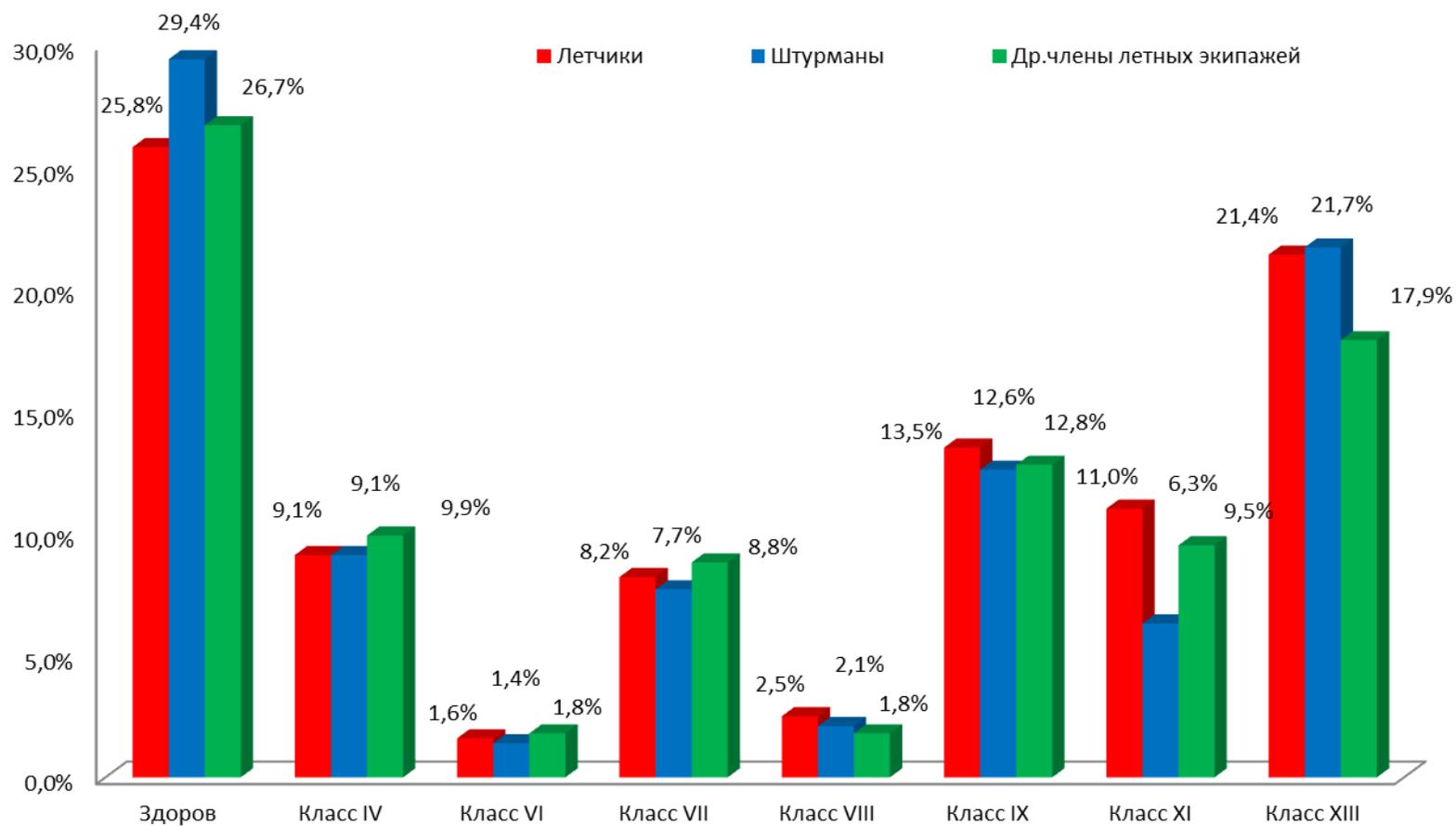


Рис. 9 - Структура патологической пораженности профессиональных групп летно-подъемного состава (%)

Таблица 7 - Патологическая пораженность летного состава по видам авиации на 1000 человек

| Нозологические формы | Контр. группа M=359 | ИБА M=73 | АА M=33 | ВТА M=103 | ДА M=73 | Всего M=282 |
|--|------------------------|---|---|---|---|--|
| Здоров | 654,4 ± 25,3 | 465,8±48,4 t=3,5 p<0,05 | 363,6±63,7 t=3,3 p<0,05 | 456,3±49,1 t=3,6 p<0,05 | 424,7±57,8 t=3,6 p<0,05 | 439,7±29,6 t=5,6 p<0,05 |
| Класс IV. Заболевания эндокринной системы | 73,6 ± 13,9 | 123,3±38,5 t=1,2 p>0,2 | 272,7±77,5 t=2,5 p<0,05 | 135,9±33,8 t=1,7 p>0,1 | 137,0±36,2 t=1,6 p>0,1 | 148,9±21,2 t=2,9 p<0,05 |
| Класс VI. Заболевания нервной системы | 19,8 ± 7,4 | 27,4±19,1 t=0,4 p>0,7 | 90,9±26,0 t=2,6 p<0,05 | – | 27,4±19,1 t=0,4 p>0,7 | 24,8±9,3 t=0,4 p>0,7 |
| Класс VII. Заболевания органа зрения | 22,7 ± 7,9 | 68,5±19,6 t=2,2 p>0,1 | 90,9±26,0 t=2,5 p<0,05 | 165,1±36,6 t=3,8 p<0,05 | 164,4±43,4 t=3,2 p<0,05 | 131,2±20,1 t=5,0 p<0,05 |
| Класс VIII. Болезни уха и сосцевидного отростка | 2,8 ± 2,8 | 68,5±19,6 t=3,3 p<0,05 | 60,6±21,5 t=2,7 p<0,05 | 9,7±9,7 t=0,7 p>0,5 | 41,1±23,2 t=1,6 p>0,1 | 39,0±11,5 t=3,1 p<0,05 |
| Класс IX. Заболевания сердечно-сосудистой системы | 68,0 ± 13,4 | 219,2±48,4 t=3,0 p<0,05 | 242,4±54,6 t=3,1 p<0,05 | 223,3±41,0 t=3,6 p<0,05 | 191,8±46,1 t=2,6 p<0,05 | 216,3±24,5 t=5,3 p<0,05 |
| Группа 3 класса IX. Заболевания, характеризующиеся повышенным АД | 59,5 ± 12,6 | 178,1±44,8 t=2,6 p<0,05 | 212,1±51,2 t=2,9 p<0,05 | 184,5±38,2 t=3,1 p<0,05 | 164,4±33,4 t=2,9 p<0,05 | 180,8±23,0 t=4,6 p<0,05 |
| Класс XI. Заболевания желудочно-кишечного тракта | 130,3 ± 17,9 | 123,3±38,5 t=0,2 p>0,8 | 121,2±56,8 t=0,2 p>0,8 | 194,2±39,0 t=1,5 p>0,2 | 150,7±41,9 t=0,5 p>0,7 | 156,0±21,6 t=0,9 p>0,4 |
| Класс XIII. Заболевания опорно-двигательного аппарата | 48,2 ± 11,4 | 342,5±55,5 t=5,2 p<0,05 | 303,0±80,0 t=3,2 p<0,05 | 349,5±47,0 t=6,2 p<0,05 | 283,6±57,0 t=4,1 p<0,05 | 351,1±28,4 t=9,9 p<0,001 |
| Прочие | 113,3 ± 16,9 | 123,3±38,5 t=0,1 p>0,9 | 90,9±26,0 t=0,2 p>0,8 | 135,9±33,8 t=0,2 p>0,8 | 137,0±40,2 t=0,2 p>0,8 | 127,7±19,9 t=0,1 p>0,9 |
| ВСЕГО | 1133,1 | 1562 | 1636 | 1670 | 1657 | 1635 |

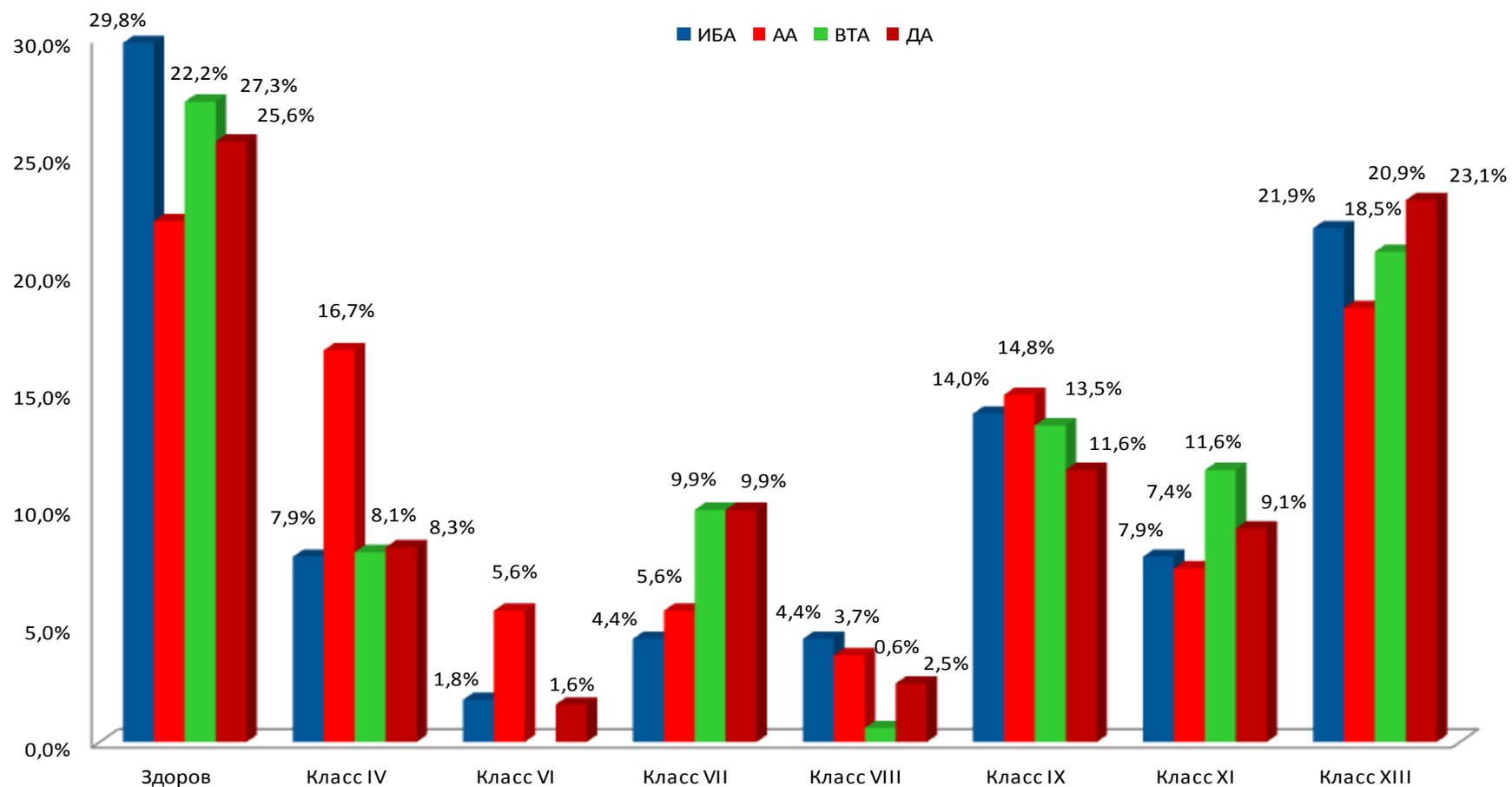


Рис. 10 - Структура патологической пораженности ЛС видов авиации (%)

Таблица 8 - Результаты аудиологического исследования ЛПС в зависимости от стажа ($M \pm m$).

| Частота Гц | Сторона | Контроль- льная группа n = 20 | Стаж летной работы | | | | |
|-------------------------|---------|--|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
| | | | До 5 лет n = 34 | До 10 лет n = 64 | До 15 лет n = 64 | До 20 лет n = 46 | Выше 20 n = 44 |
| 125 | Правая | 6,3 ± 0,6 | 11,9 ± 1,2 | 14,8 ± 1,4 | 14,0 ± 1,3 | 14,5 ± 1,4 | 15,5 ± 1,9 |
| | Левая | 6,3 ± 0,6 | 10,9 ± 1,5 | 14,3 ± 1,5 | 13,3 ± 1,2 | 13,9 ± 1,8 | 16,5 ± 1,5 |
| 250 | Правая | 7,3 ± 0,8 | 11,9 ± 0,7 | 14,5 ± 0,8 | 12,9 ± 1,1 | 13,5 ± 1,6 | 14,0 ± 1,7 |
| | Левая | 6,8 ± 0,8 | 10,6 ± 1,2 | 14,3 ± 1,1 | 12,1 ± 1,0 | 14,4 ± 1,6 | 15,4 ± 1,8 |
| 500 | Правая | 6,5 ± 0,5 | 10,4 ± 0,5 | 12,7 ± 1,2 | 10,5 ± 0,6 | 12,2 ± 1,4 | 13,8 ± 1,5 |
| | Левая | 5,8 ± 0,4 | 9,9 ± 1,7 | 11,7 ± 0,8 | 10,0 ± 0,7 | 11,4 ± 1,5 | 14,0 ± 1,7 |
| 1000 | Правая | 7,0 ± 0,6 | 10,2 ± 1,2 | 10,9 ± 1,1 | 9,5 ± 1,2 | 10,8 ± 0,8 | 14,3 ± 2,2 |
| | Левая | 6,5 ± 0,5 | 9,3 ± 1,8 | 10,2 ± 1,0 | 9,8 ± 0,9 | 10,4 ± 1,1 | 13,8 ± 2,0 |
| 2000 | Правая | 7,5 ± 0,6 | 10,2 ± 2,0 | 11,3 ± 0,9 | 9,9 ± 0,9 | 11,4 ± 1,2 | 14,8 ± 1,9 |
| | Левая | 7,3 ± 0,6 | 10,1 ± 1,9 | 10,6 ± 0,8 | 9,0 ± 0,7 | 11,2 ± 1,4 | 14,8 ± 1,9 |
| 3000 | Правая | 7,8 ± 0,6 | 8,8 ± 2,0 | 11,4 ± 1,4 | 9,7 ± 1,0 | 12,5 ± 2,1 | 18,3 ± 3,1 |
| | Левая | 7,8 ± 0,6 | 9,4 ± 2,2 | 11,3 ± 1,2 | 9,5 ± 1,2 | 13,7 ± 1,8 | 18,6 ± 2,9 |
| 4000 | Правая | 8,5 ± 0,5 | 13,4 ± 2,8 | 14,5 ± 2,4 | 14,4 ± 2,1 | 17,3 ± 3,7 | 22,7 ± 4,3 |
| | Левая | 8,5 ± 0,5 | 12,9 ± 2,6 | 15,1 ± 1,8 | 14,8 ± 2,2 | 17,5 ± 3,5 | 22,9 ± 4,2 |
| 6000 | Правая | 10,3 ± 0,7 | 10,3 ± 1,7 | 12,0 ± 1,4 | 14,4 ± 1,8 | 15,3 ± 2,3 | 19,5 ± 3,4 |
| | Левая | 10,3 ± 0,7 | 10,4 ± 1,7 | 11,6 ± 0,9 | 15,3 ± 1,8 | 15,7 ± 2,5 | 20,6 ± 3,7 |
| 8000 | Правая | 10,8 ± 0,8 | 9,9 ± 1,6 | 11,7 ± 1,6 | 14,9 ± 2,5 | 15,2 ± 2,8 | 19,9 ± 4,3 |
| | Левая | 10,8 ± 0,8 | 10,1 ± 2,2 | 11,4 ± 1,7 | 16,3 ± 2,3 | 15,8 ± 2,6 | 19,7 ± 4,8 |
| СПС ₅₀₀₋₂₀₀₀ | Правая | 7,0 ± 0,5 | 10,2 ± 1,6 | 11,7 ± 1,5 | 9,8 ± 1,4 | 11,5 ± 1,4 | 14,3 ± 2,0 |
| | Левая | 6,5 ± 0,4 | 9,8 ± 1,6 | 10,8 ± 1,4 | 9,6 ± 1,5 | 11,7 ± 1,6 | 14,4 ± 2,1 |

Таблица 9 - Распределение летно-подъемного состава, имеющих повышение СПС₅₀₀₋₂₀₀₀ Гц более 11 дБ в зависимости от летной специальности и стажа (абсолютные значения)

| Показатель СПС ₅₀₀₋₂₀₀₀ Гц | Летчики со стажем | | | | | | Штурманы со стажем | | | | | | Другие члены летных экипажей со стажем | | | | | | Всего n=252 |
|--|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------------------|----------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------------------|---------------|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------------------|---------------|----------------|
| | До 5 лет n=12 | До 10 лет n=25 | До 15 лет n=35 | До 20 лет n=24 | 20 лет и бо- лее n=27 | Всего n=123 | До 5 лет n=5 | До 10 лет n=12 | До 15 лет n=9 | До 20 лет n=10 | 20 лет и бо- лее n=12 | Всего n=48 | До 5 лет n=17 | До 10 лет n=27 | До 15 лет n=20 | До 20 лет n=12 | 20 лет и бо- лее n=5 | Всего n=81 | |
| 11 – 15 дБ | | 6 | 7 | 7 | 5 | 25 | | 3 | 1 | 4 | 4 | 12 | 3 | 8 | 3 | 2 | 1 | 17 | 54 |
| 16 – 25 дБ | 3 | 6 | 2 | 5 | 6 | 22 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 9 | 3 | 1 | 5 | 2 | 1 | 12 | 43 |
| 26 – 40 дБ | | | 1 | | 4 | 5 | | | | | | | | 1 | | 1 | 1 | 3 | 8 |
| 41 – 55 дБ | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Всего | 3 | 12 | 10 | 12 | 16 | 53 | 1 | 5 | 2 | 5 | 8 | 21 | 6 | 10 | 8 | 5 | 3 | 32 | 106 |

Таблица 10 - Распределение летно-подъемного состава, имеющих повышение порога слуха на частоте 4000 Гц в зависимости от летной специальности и стажа (абсолютные значения)

| Показатель повышения порога слуха на частоте 4000 Гц | Летчики со стажем | | | | | | Штурманы со стажем | | | | | | Другие члены летных экипажей со стажем | | | | | | Всего n=252 |
|--|-------------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|-------------|--------------------|----------------|---------------|----------------|---------------------|------------|--|----------------|----------------|----------------|--------------------|------------|-------------|
| | До 5 лет n=12 | До 10 лет n=25 | До 15 лет n=35 | До 20 лет n=24 | 20 лет и более n=27 | Всего n=123 | До 5 лет n=5 | До 10 лет n=12 | До 15 лет n=9 | До 20 лет n=10 | 20 лет и более n=12 | Всего n=48 | До 5 лет n=17 | До 10 лет n=27 | До 15 лет n=20 | До 20 лет n=12 | 20 лет и более n=5 | Всего n=81 | |
| 26 – 40 дБ | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 17 | | 3 | | 1 | 1 | 5 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 11 | 33 |
| 41 – 50 дБ | | 3 | 1 | 4 | 3 | 11 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 9 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 8 | 28 |
| 51 – 60 дБ | | | 1 | | 4 | 5 | | | | | | | | 1 | | 1 | 1 | 3 | 8 |
| Свыше 65 дБ | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Всего | 3 | 7 | 5 | 8 | 11 | 34 | 1 | 5 | 1 | 2 | 5 | 14 | 4 | 5 | 5 | 5 | 3 | 22 | 70 |

Таблица 11 - Результаты аудиологического исследования ЛС по видам авиации ($M \pm m$) в зависимости от летного стажа

| Частота Гц | Вид авиации | Стаж летной работы | | | | |
|-----------------------------------|----------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
| | | До 5 лет n = 17 | До 10 лет n = 37 | До 15 лет n = 44 | До 20 лет n = 34 | Выше 20 n = 39 |
| 4000 Гц правое | ИБА | | 14,2 ± 6,1 | 18,0 ± 5,2 | 15,0 ± 4,9 | 20,4 ± 3,9 |
| | АА | 15,0 ± 1,5 | 15,0 ± 1,9 | 10,0 ± 1,7 | 17,3 ± 3,2 | 14,2 ± 3,6 |
| | ВТА | 9,0 ± 3,3 | 15,7 ± 2,2 | 14,2 ± 2,1 | 13,7 ± 2,3 | 25,0 ± 4,0 |
| 4000 Гц левое | ИБА | | 15,8 ± 5,4 | 17,0 ± 5,5 | 15,8 ± 5,7 | 22,1 ± 3,9 |
| | АА | 15,0 ± 3,3 | 16,5 ± 1,4 | 10,7 ± 2,0 | 20,0 ± 4,2 | 15,0 ± 3,7 |
| | ВТА | 8,5 ± 2,8 | 15,7 ± 2,3 | 14,0 ± 2,1 | 12,7 ± 2,0 | 24,7 ± 3,7 |
| СПС ₅₀₀₋₂₀₀₀ правое | ИБА | | 10,8 ± 2,6 | 10,8 ± 1,8 | 11,7 ± 2,6 | 13,8 ± 1,6 |
| | АА | 12,1 ± 2,8 | 12,7 ± 1,1 | 8,7 ± 0,8 | 12,2 ± 1,3 | 9,2 ± 2,4 |
| | ВТА | 8,8 ± 1,3 | 11,9 ± 1,0 | 10,3 ± 1,1 | 10,5 ± 0,6 | 17,4 ± 3,5 |
| СПС ₅₀₀₋₂₀₀₀ левое | ИБА | | 10,2 ± 2,7 | 11,1 ± 2,2 | 10,7 ± 2,0 | 13,6 ± 1,7 |
| | АА | 10,6 ± 2,6 | 12,9 ± 1,2 | 9,1 ± 0,8 | 11,2 ± 1,6 | 11,7 ± 1,4 |
| | ВТА | 8,2 ± 1,6 | 10,6 ± 1,2 | 9,8 ± 0,8 | 10,1 ± 1,1 | 16,1 ± 2,3 |

Таблица 12 - Оценка степени связи заболеваний ИТС, подвергающихся воздействию высокоинтенсивного авиационного шума

| Класс болезней | Группа | Больные | Здоровые | Всего | Показатели риска | | | | | | | | |
|--------------------------------------|----------------------------|----------------------|--------------------------------|------------------------------|------------------|-----|-------------------------------|-------------------------------|------|----------------------|----------------------|----------------|-------------------------------|
| | | | | | OR | RR | 95% CI OR, P _{OR} | 95% CI RR, P _{RR} | EF | RF ⁺ % | RF ⁻ % | K _C | Степень связи с работой |
| Болезни нервной системы | Обследуемая Контрольная | 107 (a) 5 (c) | 2470 (b) 348 (d) | 2577 (e) 353 (f) | 3,0 | 2,9 | 1,22÷7,44 <0,05 | 1,20÷7,14 <0,05 | 65 % | 42 | 14 | 3 | Высокая |
| Болезни глаз | Обследуемая Контрольная | 38 (a) 3 (c) | 2539 (b) 350 (d) | 2577 (e) 353 (f) | 1,7 | 1,7 | 0,54÷5,69 >0,05 | 0,54÷5,59 >0,05 | 41 % | 15 | 8 | 4 | Средняя |
| Болезни уха | Обследуемая Контрольная | 45 (a) 4 (c) | 2532 (b) 349 (d) | 2577 (e) 353 (f) | 1,6 | 1,5 | 0,55÷4,34 >0,05 | 0,56÷4,26 >0,05 | 33 % | 17 | 11 | 4 | Средняя |
| Болезни органов кровообращения | Обследуемая Контрольная | 165 (a) 5 (c) | 2412 (b) 348 (d) | 2577 (e) 353 (f) | 4,8 | 4,5 | 1,94÷11,67 <0,05 | 1,87÷10,93 <0,05 | 78 % | 64 | 14 | 2 | Очень высокая |
| Болезни органов дыхания | Обследуемая Контрольная | 1000 (a) 108 (c) | 1577 (b) 245 (d) | 2577 (e) 353 (f) | 1,4 | 1,3 | 1,13÷1,82 <0,05 | 1,08÷1,49 <0,05 | 23 % | 388 | 306 | 5 | Малая |
| Болезни органов пищеварения | Обследуемая Контрольная | 113(a) 10 (c) | 2464 (b) 343 (d) | 2577 (e) 353 (f) | 1,6 | 1,5 | 0,82÷3,03 >0,05 | 0,82÷2,93 >0,05 | 33 % | 44 | 28 | 4 | Средняя |
| Болезни кожи | Обследуемая Контрольная | 98 (a) 5 (c) | 2479 (b) 348 (d) | 2577 (e) 353 (f) | 2,8 | 2,7 | 1,11÷6,81 <0,05 | 1,10÷6,55 <0,05 | 63 % | 38 | 14 | 3 | Высокая |
| Группа 4 Класса VIII (НСТ) | Обследуемая Контрольная | 26 (a) 1 (0,5)(c) | 2551 (b) 705 (352,5) (d) | 2577 (e) 706 (353) (f) | 7.2 | 7,1 | 0,97÷53,04 >0,05 | 1,02÷52,4 <0,05 | 86 % | 10 | 1 | 1 | Почти полная |
| Группа 3 Класса IX (повыш. АД) | Обследуемая Контрольная | 102 (a) 5 (c) | 2475 (b) 348 (d) | 2577 (e) 353 (f) | 2,9 | 2,8 | 1,16÷7,09 <0,05 | 1,15÷6,81 <0,05 | 64 % | 40 | 14 | 3 | Высокая |

Таблица 13 - Оценка степени связи заболеваний ИТС ИБА, подвергающихся воздействию высокоинтенсивного авиационного шума

| Класс болезней | Группа | Больные | Здоровые | Всего | Показатели риска | | | | | | | | |
|--------------------------------------|----------------------------|---------------------|--------------------------------|-----------------------------|------------------|-----|-------------------------------|-------------------------------|------|----------------------|----------------------|----------------|-------------------------------|
| | | | | | OR | RR | 95% CI OR, P _{OR} | 95% CI RR, P _{RR} | EF | RF ⁺ ‰ | RF ⁻ ‰ | K _C | Степень связи с работой |
| Болезни нервной системы | Обследуемая Контрольная | 44 (a) 5 (c) | 1048 (b) 348 (d) | 1092 (e) 353 (f) | 2,9 | 2,8 | 1,15÷7,43 <0,05 | 1,14÷7,12 <0,05 | 64 % | 40 | 14 | 3 | Высокая |
| Болезни глаз | Обследуемая Контрольная | 13 (a) 3 (c) | 1079 (b) 350 (d) | 1092 (e) 353 (f) | 1,4 | 1,4 | 0,4÷4,96 >0,05 | 0,4÷4,89 >0,05 | 29 % | 12 | 8 | 5 | Малая |
| Болезни уха | Обследуемая Контрольная | 13 (a) 4 (c) | 1079 (b) 349 (d) | 1092 (e) 353 (f) | 1,1 | 1,1 | 0,34÷3,25 >0,05 | 0,35÷3,2 >0,05 | 9 % | 12 | 11 | 5 | Малая |
| Болезни органов кровообращения | Обследуемая Контрольная | 66 (a) 5 (c) | 1026 (b) 348 (d) | 1092 (e) 353 (f) | 4,5 | 4,3 | 1,79÷8,69 <0,05 | 1,73÷10,51 <0,05 | 77 % | 60 | 14 | 2 | Очень высокая |
| Болезни органов дыхания | Обследуемая Контрольная | 448 (a) 108 (c) | 644 (b) 245 (d) | 1092 (e) 353 (f) | 1,6 | 1,3 | 1,22÷2,04 <0,05 | 1,13÷1,59 <0,05 | 23 % | 410 | 306 | 5 | Малая |
| Болезни органов пищеварения | Обследуемая Контрольная | 52(a) 10 (c) | 1040 (b) 343 (d) | 1092 (e) 353 (f) | 1,7 | 1,7 | 0,86÷3,41 >0,05 | 0,86÷3,27 >0,05 | 41 % | 48 | 28 | 4 | Средняя |
| Болезни кожи | Обследуемая Контрольная | 51 (a) 5 (c) | 1041 (b) 348 (d) | 1092 (e) 353 (f) | 3,4 | 3,3 | 1,35÷8,61 <0,05 | 1,33÷8,2 <0,05 | 70 % | 47 | 14 | 2 | Очень высокая |
| Группа 4 Класса VIII (НСТ) | Обследуемая Контрольная | 9 (a) 1 (0,5)(c) | 1083 (b) 705 (352,5) (d) | 1092 (e) 706 (353)(f) | 5,9 | 5,8 | 0,74÷46,34 >0,05 | 0,74÷45,83 >0,05 | 83 % | 8 | 1 | 1 | Почти полная |
| Группа 3 Класса IX (повыш. АД) | Обследуемая Контрольная | 38 (a) 5 (c) | 1054 (b) 348 (d) | 1092 (e) 353 (f) | 2,5 | 2,5 | 0,98÷6,43 >0,05 | 0,98÷6,19 >0,05 | 60 % | 35 | 14 | 3 | Высокая |

Таблица 14 - Оценка степени связи заболеваний ИТС ДА, подвергающихся воздействию высокоинтенсивного авиационного шума

| Класс болезней | Группа | Больные | Здоровые | Всего | Показатели риска | | | | | | | | |
|--------------------------------------|----------------------------|----------------------|--------------------------------|-----------------------------|------------------|-----|------------------------------|------------------------------|------|----------------------|----------------------|----------------|-------------------------------|
| | | | | | OR | RR | 95%CI OR, P _{OR} | 95%CI RR, P _{RR} | EF | RF ⁺ % | RF ⁻ % | K _c | Степень связи с работой |
| Болезни нервной системы | Обследуемая Контрольная | 51 (a) 5 (c) | 1103 (b) 348 (d) | 1154 (e) 353 (f) | 3,2 | 3,1 | 1,27÷8.13 <0,05 | 1,26÷7,77 <0,05 | 68 % | 44 | 14 | 2 | Очень высокая |
| Болезни глаз | Обследуемая Контрольная | 21 (a) 3 (c) | 1133 (b) 350 (d) | 1154 (e) 353 (f) | 2,2 | 2,1 | 0,64÷7.3 >0,05 | 0,64÷7,14 >0,05 | 52 % | 18 | 8 | 3 | Высокая |
| Болезни уха | Обследуемая Контрольная | 28 (a) 4 (c) | 1126 (b) 349 (d) | 1154 (e) 353 (f) | 2,2 | 2,1 | 0,76÷6.23 >0,05 | 0,76÷6,06 >0,05 | 52 % | 24 | 11 | 3 | Высокая |
| Болезни органов кровообращения | Обследуемая Контрольная | 92 (a) 5 (c) | 1062 (b) 348 (d) | 1154 (e) 353 (f) | 6.0 | 5,6 | 2,43÷14,95 <0,05 | 2,31÷13.74 <0,05 | 82 % | 80 | 14 | 1 | Почти полная |
| Болезни органов дыхания | Обследуемая Контрольная | 451 (a) 108 (c) | 703 (b) 245 (d) | 1154 (e) 353 (f) | 1,5 | 1,3 | 1,13÷1,89 <0,05 | 1,08÷1,52 <0,05 | 23 % | 391 | 306 | 5 | Малая |
| Болезни органов пищеварения | Обследуемая Контрольная | 54(a) 10 (c) | 1100 (b) 343 (d) | 1154 (e) 353 (f) | 1,7 | 1,7 | 0,85÷3,34 >0,05 | 0,85÷3,21 >0,05 | 41 % | 47 | 28 | 4 | Средняя |
| Болезни кожи | Обследуемая Контрольная | 39 (a) 5 (c) | 1115 (b) 348 (d) | 1154 (e) 353 (f) | 2,4 | 2,4 | 0,95÷6,23 >0,05 | 0,95÷6,01 >0,05 | 58 % | 34 | 14 | 3 | Высокая |
| Группа 4 Класса VIII (НСТ) | Обследуемая Контрольная | 15 (a) 1(0,5) (c) | 1139 (b) 705 (352,5) (d) | 1154 (e) 706 (353)(f) | 9,3 | 9,2 | 1,22÷70,44 <0,05 | 1,22÷69,32 <0,05 | 89 % | 13 | 1 | 1 | Почти полная |
| Группа 3 Класса IX (повыш. АД) | Обследуемая Контрольная | 61 (a) 5 (c) | 1093 (b) 348 (d) | 1154 (e) 353 (f) | 3,9 | 3,7 | 1,55÷9,74 <0,05 | 1,51÷9,22 <0,05 | 73 % | 53 | 14 | 2 | Очень высокая |

Таблица 15 - Оценка степени связи заболеваний ИТС ВТА, подвергающихся воздействию высокоинтенсивного авиационного шума

| Класс болезней | Группа | Больные | Здоровые | Всего | Показатели риска | | | | | | | | Степень связи с работой |
|--------------------------------------|----------------------------|---------------------|-------------------------------|----------------------------|------------------|-----|------------------------------|------------------------------|------|----------------------|----------------------|----------------|-------------------------|
| | | | | | OR | RR | 95%CI OR, P _{OR} | 95%CI RR, P _{RR} | EF | RF ⁺ % | RF ⁻ % | K _C | |
| Болезни нервной системы | Обследуемая Контрольная | 12 (a) 5 (c) | 319 (b) 348 (d) | 331 (e) 353 (f) | 2,6 | 2,6 | 0,91÷7,51 >0,05 | 0,91÷7,19 >0,05 | 62 % | 36 | 14 | 3 | Высокая |
| Болезни глаз | Обследуемая Контрольная | 5 (a) 3 (c) | 326 (b) 350 (d) | 331 (e) 353 (f) | 1,8 | 1,8 | 0,42÷7,55 >0,05 | 0,43÷7,38 >0,05 | 44 % | 15 | 8 | 4 | Средняя |
| Болезни уха | Обследуемая Контрольная | 3 (a) 4 (c) | 328 (b) 349 (d) | 331 (e) 353 (f) | 0,8 | 0,8 | 0,18÷3,59 >0,05 | 0,18÷3,55 >0,05 | 0 | 9 | 11 | - | Нулевая |
| Болезни органов кровообращения | Обследуемая Контрольная | 6 (a) 5 (c) | 325 (b) 348 (d) | 331 (e) 353 (f) | 1,3 | 1,3 | 0,39÷4,25 >0,05 | 0,39÷4,15 >0,05 | 23 % | 18 | 14 | 5 | Малая |
| Болезни органов дыхания | Обследуемая Контрольная | 101 (a) 108 (c) | 230 (b) 245 (d) | 331 (e) 353 (f) | 1 | 1 | 0,72÷1,38 >0,05 | 0,8÷1,25 >0,05 | 0 | 305 | 306 | - | Нулевая |
| Болезни органов пищеварения | Обследуемая Контрольная | 6 (a) 10 (c) | 325 (b) 343 (d) | 331 (e) 353 (f) | 0,6 | 0,6 | 0,23÷1,76 >0,05 | 0,24÷1,74 >0,05 | 0 | 18 | 28 | - | Нулевая |
| Болезни кожи | Обследуемая Контрольная | 8 (a) 5 (c) | 323 (b) 348 (d) | 331 (e) 353 (f) | 1,7 | 1,7 | 0,56÷5,32 >0,05 | 0,56÷5,16 >0,05 | 41 % | 24 | 14 | 4 | Средняя |
| Группа 4 Класса VIII (НСТ) | Обследуемая Контрольная | 2 (a) 1(0,5) (c) | 329 (b) 705 (352,5) (d) | 331 (e) 706 (353)(f) | 4,3 | 4,3 | 0,39÷47,44 >0,05 | 0,39÷46,89 <0,01 | 77 % | 6 | 1 | 2 | Очень высокая |
| Группа 3 Класса IX (повыш. АД) | Обследуемая Контрольная | 4 (a) 5 (c) | 327 (b) 348 (d) | 331 (e) 353 (f) | 0,9 | 0,9 | 0,23÷3,2 >0,05 | 0,23÷3,15 >0,05 | 0 | 12 | 14 | - | Нулевая |

Таблица 16 - Оценка степени связи заболеваний летно-подъемного состава

| Класс болезней | Группа | Больные | Здоровые | Всего | Показатели риска | | | | | | | | |
|---|----------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|------------------|----------|------------------------------|------------------------------|-----|----------------------|----------------------|----------------|-------------------------------|
| | | | | | OR | RR | 95%CI OR, P _{OR} | 95%CI RR, P _{RR} | EF | RF ⁺ ‰ | RF ⁻ ‰ | K _C | Степень связи с работой |
| Заболевания эндокринной системы | Обследуемая Контрольная | 69 (a) 26 (c) | 400 (b) 327 (d) | 469 (e) 353 (f) | 2,2 | 2,0 | 1,35 – 3,49 | 1,3 – 3,07 | 50% | 147 | 74 | 4 | Средняя |
| Заболевания нервной системы | Обследуемая Контрольная | 12 (a) 7 (c) | 457 (b) 346 (d) | 469 (e) 353 (f) | 1,3 | 1,3 | 0,51 – 3,33 | 0,51 – 3,24 | 23% | 26 | 20 | 5 | Малая |
| Заболевания органа зрения | Обследуемая Контрольная | 61 (a) 8 (c) | 408 (b) 345 (d) | 469 (e) 353 (f) | 6,4 | 6,0 | 3,04 – 13,66 | 2,78 – 11,84 | 83% | 130 | 23 | 1 | Почти полная |
| Болезни уха и сосцевидного отростка | Обследуемая Контрольная | 16 (a) 1 (c) | 453 (b) 352 (d) | 469 (e) 353 (f) | 12, 4 | 12, 0 | 1,64 – 94,20 | 1,61 – 90,38 | 92% | 34 | 3 | 1 | Почти полная |
| Заболевания сердечно- сосудистой системы | Обследуемая Контрольная | 96 (a) 24 (c) | 374 (b) 329 (d) | 469 (e) 353 (f) | 3,5 | 3,0 | 2,2 – 5,65 | 1,97 – 4,61 | 67% | 205 | 68 | 3 | Высокая |
| Заболевания с повышенным АД | Обследуемая Контрольная | 77 (a) 21 (c) | 392 (b) 332 (d) | 469 (e) 353 (f) | 3,1 | 2,8 | 1,88 – 5,14 | 1,74 – 4,38 | 64% | 164 | 59 | 3 | Высокая |
| Заболевания желудочно- кишечного тракта | Обследуемая Контрольная | 70 (a) 46(c) | 399 (b) 307 (d) | 469 (e) 353 (f) | 1,2 | 1,1 | 0,78 – 1,75 | 0,81 – 1,62 | 9% | 149 | 130 | 5 | Малая |
| Заболевания опорно- двигательного аппарата | Обследуемая Контрольная | 148 (a) 17 (c) | 321 (b) 336 (d) | 469 (e) 353 (f) | 9,1 | 6,6 | 5,39 – 15,4 | 4,04 – 10.62 | 85% | 316 | 48 | 1 | Почти полная |

Таблица 17 - Оценка степени связи заболеваний летного состава

| Класс болезней | Группа | Больные | Здоровые | Всего | Показатели риска | | | | | | | | |
|---|----------------------------|------------------|--------------------|--------------------|------------------|----------|-------------------------------|-------------------------------|-----|----------------------|----------------------|----------------|-------------------------------|
| | | | | | OR | RR | 95% CI OR, P _{OR} | 95% CI RR, P _{RR} | EF | RF ⁺ ‰ | RF ⁻ ‰ | K _C | Степень связи с работой |
| Заболевания эндокринной системы | Обследуемая Контрольная | 42 (a) 26 (c) | 240 (b) 327 (d) | 282 (e) 353 (f) | 2,2 | 2,0 | 1,31 – 3,69 | 1,27 – 3,21 | 50% | 149 | 74 | 4 | Средняя |
| Заболевания нервной системы | Обследуемая Контрольная | 7 (a) 7 (c) | 275 (b) 346 (d) | 282 (e) 353 (f) | 1,3 | 1,3 | 0,44 – 3,63 | 0,44 – 3,53 | 23% | 25 | 20 | 5 | Малая |
| Заболевания органа зрения | Обследуемая Контрольная | 37 (a) 8 (c) | 245 (b) 345 (d) | 282 (e) 353 (f) | 6,5 | 5,8 | 2,98 – 14,23 | 2,74 – 12,23 | 83% | 131 | 23 | 1 | Почти полная |
| Болезни уха и сосцевидного отростка | Обследуемая Контрольная | 11 (a) 1 (c) | 271 (b) 352 (d) | 282 (e) 353 (f) | 14, 3 | 13, 8 | 1,83 – 111,4 | 1,79 – 106,0 | 93% | 39 | 3 | 1 | Почти полная |
| Заболевания сердечно- сосудистой системы | Обследуемая Контрольная | 61 (a) 24 (c) | 221 (b) 329 (d) | 282 (e) 353 (f) | 3,8 | 3,2 | 2,29 – 6,25 | 2,04 – 4,97 | 69% | 216 | 68 | 2 | Очень высокая |
| Заболевания с повышенным АД | Обследуемая Контрольная | 51 (a) 21 (c) | 231 (b) 332 (d) | 282 (e) 353 (f) | 3,5 | 3,0 | 2,04 – 5,96 | 1,86 – 4,93 | 67% | 181 | 59 | 3 | Высокая |
| Заболевания желудочно- кишечного тракта | Обследуемая Контрольная | 44 (a) 46 (c) | 238 (b) 307 (d) | 282 (e) 353 (f) | 1,2 | 1,2 | 0,79 – 1,93 | 0,82 – 1,76 | 17% | 156 | 130 | 5 | Малая |
| Заболевания опорно- двигательного аппарата | Обследуемая Контрольная | 99 (a) 17 (c) | 183 (b) 336 (d) | 282 (e) 353 (f) | 10, 7 | 7,3 | 6,2 – 18,44 | 4,47 – 11,9 | 86% | 351 | 48 | 1 | Почти полная |

Таблица 18 - Оценка степени связи заболеваний летного состава ИБА

| Класс болезней | Группа | Больные | Здоровые | Всего | Показатели риска | | | | | | | | |
|---|----------------------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|----------|-------------------------------|-------------------------------|-----|----------------------|----------------------|----------------|-------------------------------|
| | | | | | OR | RR | 95% CI OR, P _{OR} | 95% CI RR, P _{RR} | EF | RF ⁺ ‰ | RF ⁻ ‰ | K _C | Степень связи с работой |
| Заболевания эндокринной системы | Обследуемая Контрольная | 9 (a) 26 (c) | 64 (b) 327 (d) | 73 (e) 353 (f) | 1,8 | 1,7 | 0,79 – 3,95 | 0,82 – 3,42 | 41% | 123 | 74 | 4 | Средняя |
| Заболевания нервной системы | Обследуемая Контрольная | 2 (a) 7 (c) | 71 (b) 346(d) | 73 (e) 353 (f) | 1,4 | 1,4 | 0,28 – 6,84 | 0,29 – 6.52 | 29% | 27 | 20 | 5 | Малая |
| Заболевания органа зрения | Обследуемая Контрольная | 5 (a) 8 (c) | 68 (b) 345 (d) | 73 (e) 353 (f) | 3,2 | 3,0 | 1,01 – 9,99 | 1,02 – 8,98 | 67% | 68 | 23 | 2 | Очень высокая |
| Болезни уха и сосцевидного отростка | Обследуемая Контрольная | 5 (a) 1 (c) | 68 (b) 352 (d) | 73 (e) 353 (f) | 25, 9 | 24, 2 | 2,98 – 225,0 | 2,87 – 203,9 | 96% | 68 | 3 | 1 | Почти полная |
| Заболевания сердечно- сосудистой системы | Обследуемая Контрольная | 16 (a) 24 (c) | 57 (b) 329 (d) | 73 (e) 353 (f) | 3,8 | 3,2 | 1,93 – 7,69 | 1,81 – 5,76 | 69% | 219 | 68 | 2 | Очень высокая |
| Заболевания с повышенным АД | Обследуемая Контрольная | 13 (a) 21 (c) | 60 (b) 332 (d) | 73 (e) 353 (f) | 3,4 | 3,0 | 1,63 – 7,21 | 1,57 – 5,70 | 67% | 178 | 59 | 2 | Очень высокая |
| Заболевания желудочно- кишечного тракта | Обследуемая Контрольная | 9 (a) 46(c) | 64 (b) 307 (d) | 73 (e) 353 (f) | 0,9 | 0,9 | 0,44 – 2,01 | 0,48 – 1.85 | 0 | 123 | 130 | - | Нулевая |
| Заболевания опорно- двигательного аппарата | Обследуемая Контрольная | 25 (a) 17 (c) | 48 (b) 336 (d) | 73 (e) 353 (f) | 10, 3 | 7,1 | 5,18 – 20,45 | 4,05 – 12,5 | 86% | 342 | 48 | 1 | Почти полная |

Таблица 19 - Оценка степени связи заболеваний летного состава АА

| Класс болезней | Группа | Больные | Здоровые | Всего | Показатели риска | | | | | | | | |
|---|----------------------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|----------|------------------------------|------------------------------|-----|----------------------|----------------------|----------------|-------------------------------|
| | | | | | OR | RR | 95%CI OR, P _{OR} | 95%CI RR, P _{RR} | EF | RF ⁺ ‰ | RF ⁻ ‰ | K _C | Степень связи с работой |
| Заболевания эндокринной системы | Обследуемая Контрольная | 9 (a) 26 (c) | 24 (b) 327 (d) | 33 (e) 353 (f) | 4,7 | 3,7 | 1,99 – 11,19 | 1,90 – 7,23 | 73% | 273 | 74 | 2 | Очень высокая |
| Заболевания нервной системы | Обследуемая Контрольная | 3 (a) 7 (c) | 30 (b) 346 (d) | 33 (e) 353 (f) | 4,9 | 4,6 | 1,22 – 20,11 | 1,24 – 16,9 | 78% | 91 | 20 | 2 | Очень высокая |
| Заболевания органа зрения | Обследуемая Контрольная | 3 (a) 8 (c) | 30 (b) 345 (d) | 33 (e) 353 (f) | 4,3 | 4,0 | 1,09 – 17,11 | 1,12 – 14,4 | 75% | 91 | 23 | 2 | Очень высокая |
| Болезни уха и сосцевидного отростка | Обследуемая Контрольная | 2 (a) 1 (c) | 31 (b) 352 (d) | 33 (e) 353 (f) | 22, 7 | 21, 4 | 2,0 – 257,55 | 1,99 – 229,7 | 95% | 61 | 3 | 1 | Почти полная |
| Заболевания сердечно- сосудистой системы | Обследуемая Контрольная | 8 (a) 24 (c) | 25 (b) 329 (d) | 33 (e) 353 (f) | 4,4 | 3,6 | 1,79 – 10,76 | 1,74 – 7,3 | 72% | 242 | 68 | 2 | Очень высокая |
| Заболевания с повышенным АД | Обследуемая Контрольная | 7 (a) 21 (c) | 26 (b) 332 (d) | 33 (e) 353 (f) | 4,3 | 3,6 | 1,66 – 10,94 | 1,64 – 7,76 | 72% | 212 | 59 | 2 | Очень высокая |
| Заболевания желудочно- кишечного тракта | Обследуемая Контрольная | 4 (a) 46(c) | 29 (b) 307 (d) | 33 (e) 353 (f) | 0,9 | 0,9 | 0,31 – 2,74 | 0,36 – 2,42 | 0 | 121 | 130 | - | Нулевая |
| Заболевания опорно- двигательного аппарата | Обследуемая Контрольная | 10 (a) 17 (c) | 23 (b) 336 (d) | 33 (e) 353 (f) | 8,6 | 6,3 | 3,54 – 20,88 | 3,14 – 12,6 | 84% | 303 | 48 | 1 | Почти полная |

Таблица 20 - Оценка степени связи заболеваний летного состава ВТА

| Класс болезней | Группа | Больные | Здоровые | Всего | Показатели риска | | | | | | | | |
|---|----------------------------|------------------|--------------------|--------------------|------------------|-----|------------------------------|------------------------------|-----|----------------------|----------------------|----------------|-------------------------------|
| | | | | | OR | RR | 95%CI OR, P _{OR} | 95%CI RR, P _{RR} | EF | RF ⁺ ‰ | RF ⁻ ‰ | K _C | Степень связи с работой |
| Заболевания эндокринной системы | Обследуемая Контрольная | 14 (a) 26 (c) | 89 (b) 327 (d) | 103 (e) 353 (f) | 1,9 | 1,8 | 0,99 – 3,95 | 1,0 – 3,4 | 44% | 136 | 74 | 4 | Средняя |
| Заболевания нервной системы | Обследуемая Контрольная | 0 (a) 7 (c) | 103 (b) 346(d) | 103 (e) 353 (f) | 0 | 0 | | | 0 | 0 | 20 | - | - |
| Заболевания органа зрения | Обследуемая Контрольная | 17 (a) 8 (c) | 86 (b) 345 (d) | 103 (e) 353 (f) | 8,5 | 7,3 | 3,56 – 20,41 | 3,24 – 16,39 | 86% | 165 | 23 | 1 | Почти полная |
| Болезни уха и сосцевидного отростка | Обследуемая Контрольная | 1 (a) 1 (c) | 102 (b) 352 (d) | 103 (e) 353 (f) | 3,5 | 3,4 | 0,21 – 55,66 | 0,22 – 54,32 | 71% | 10 | 3 | 2 | Очень высокая |
| Заболевания сердечно- сосудистой системы | Обследуемая Контрольная | 23 (a) 24 (c) | 80 (b) 329 (d) | 103 (e) 353 (f) | 3,9 | 3,3 | 2,12 – 7,34 | 1,94 – 5,57 | 70% | 223 | 68 | 2 | Очень высокая |
| Заболевания с повышенным АД | Обследуемая Контрольная | 19 (a) 21 (c) | 84 (b) 332 (d) | 103 (e) 353 (f) | 3,6 | 3,1 | 1,84 – 6,95 | 1,74 – 5,54 | 68% | 184 | 59 | 2 | Очень высокая |
| Заболевания желудочно- кишечного тракта | Обследуемая Контрольная | 20 (a) 46(c) | 83 (b) 307 (d) | 103 (e) 353 (f) | 1,6 | 1,5 | 0,9 – 2,87 | 0,93 – 2,4 | 33% | 194 | 130 | 5 | Малая |
| Заболевания опорно- двигательного аппарата | Обследуемая Контрольная | 36 (a) 17 (c) | 67 (b) 336 (d) | 103 (e) 353 (f) | 10. 6 | 7,3 | 5,64 – 20,0 | 4.36 – 12,37 | 86% | 350 | 48 | 1 | Почти полная |

Таблица 21 - Оценка степени связи заболеваний летного состава ДА

| Класс болезней | Группа | Больные | Здоровые | Всего | Показатели риска | | | | | | | | |
|---|----------------------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|----------|------------------------------|------------------------------|-----|----------------------|----------------------|----------------|-------------------------------|
| | | | | | OR | RR | 95%CI OR, P _{OR} | 95%CI RR, P _{RR} | EF | RF ⁺ ‰ | RF ⁻ ‰ | K _C | Степень связи с работой |
| Заболевания эндокринной системы | Обследуемая Контрольная | 10 (a) 26 (c) | 63 (b) 327 (d) | 73 (e) 353 (f) | 2,0 | 1,9 | 0,92 – 4,34 | 0,94 – 3,69 | 47% | 137 | 74 | 4 | Средняя |
| Заболевания нервной системы | Обследуемая Контрольная | 2 (a) 7 (c) | 71 (b) 346(d) | 73 (e) 353 (f) | 1,4 | 1,4 | 0,28 – 6,84 | 0,29 – 6,52 | 29% | 27 | 20 | 5 | Малая |
| Заболевания органа зрения | Обследуемая Контрольная | 12 (a) 8 (c) | 61 (b) 345 (d) | 73 (e) 353 (f) | 8,5 | 7,3 | 3,33 – 21,61 | 3,07 – 17,11 | 86% | 164 | 23 | 1 | Почти полная |
| Болезни уха и сосцевидного отростка | Обследуемая Контрольная | 3 (a) 1 (c) | 70 (b) 352 (d) | 73 (e) 353 (f) | 15 | 14, 5 | 1,55 – 147,2 | 1,53 – 137,5 | 93% | 41 | 3 | 1 | Почти полная |
| Заболевания сердечно- сосудистой системы | Обследуемая Контрольная | 14 (a) 24 (c) | 59 (b) 329 (d) | 73 (e) 353 (f) | 3,2 | 2,8 | 1,59 – 6,65 | 1,53 – 5,19 | 64% | 192 | 68 | 3 | Высокая |
| Заболевания с повышенным АД | Обследуемая Контрольная | 12 (a) 21 (c) | 61 (b) 332 (d) | 73 (e) 353 (f) | 3,1 | 2,8 | 1,45 – 6,65 | 1,42 – 5,36 | 64% | 164 | 59 | 3 | Высокая |
| Заболевания желудочно- кишечного тракта | Обследуемая Контрольная | 11 (a) 46(c) | 62 (b) 307 (d) | 73 (e) 353 (f) | 1,2 | 1,2 | 0,58 – 2,41 | 0,63 – 2,12 | 17% | 151 | 130 | 5 | Малая |
| Заболевания опорно- двигательного аппарата | Обследуемая Контрольная | 28 (a) 17 (c) | 45 (b) 336 (d) | 73 (e) 353 (f) | 12, 3 | 8,0 | 6,24 – 24,23 | 4,61 – 13,77 | 88% | 384 | 48 | 1 | Почти полная |

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

Таблица 22 - Рекомендации по диспансерному наблюдению лиц (военнослужащие и гражданский персонал), работа которых связана с воздействием шума.

| Стаж работы во вредных условиях | Частота обязательных контрольных обследований врачом воинской части (поликлиники) | Сроки наблюдения и объем исследований | Основные лечебно-профилактические мероприятия |
|--|---|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| <p>Стаж работы до 10 лет при отсутствии клинических проявлений, соответствует донозологической форме (признаки воздействия шума на орган слуха).</p> | <p>1 раз в год.</p> | <p>УМО 1 в год амбулаторно. 1.Оториноларинголог – 1 раз в год. 2.Осмотр неврологом терапевтом офтальмологом (осмотр глазного дна). 3.Пороговая тональная аудиометрия – 1 раз в год.</p> | <p>1.Ограничение повышенной шумовой и вибрационной нагрузки, при работе в шумной обстановке применять защитные средства (противошумызаглушки, беруши, шлемы). 2.Соблюдение режимов труда и отдыха. 3. Проведение 1 раза в год мероприятий по медицинской реабилитации (интенсификация обменных, энергетических, окислительно-восстановительных процессов клеточного и тканевого метаболизма; препараты улучшающие церебральную гемодинамику; препараты стимулирующей терапии). 4.Борьба с факторами риска развития АГ, атеросклероза, шейного остеохондроза, патологии сосудов головного мозга (ожирением, вредными привычками и пр.).</p> |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|-----------------------|---|--|
| <p>Стаж работы от 10 до 15 лет. Наличие донозологической формы, а также лица с I степенью ПСНТ</p> | <p>1 раз в 6 мес.</p> | <p>УМО 1 раз в 2 года стационарно. 1.Оториноларинголог – 1 раз в 6 мес. 2.Осмотр неврологом терапевтом офтальмологом (осмотр глазного дна). 3.Пороговая тональная аудиометрия – 1 раз в 6 мес. 4.Вестибулометрия</p> | <p>1.Ограничение повышенной шумовой и вибрационной нагрузки, при работе в шумной обстановке применять защитные средства (противошумные беруши, беруши, шлемы). 2.Соблюдение режимов труда и отдыха. 3. Проведение 1 раза в год мероприятий по медицинской реабилитации (интенсификация обменных, энергетических, окислительно-восстановительных процессов клеточного и тканевого метаболизма; препараты улучшающие церебральную гемодинамику; препараты стимулирующей терапии). 4.Комплексное слухостабилизирующее лечение – 1 раз в 2 года во время стационарного обследования. 5.Борьба с факторами риска развития АГ, атеросклероза, шейного остеохондроза, патологии сосудов головного мозга (ожирением, вредными привычками и пр.).</p> |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|-----------------------|---|---|
| <p>Стаж работы свыше 15 лет. Включает наличие донозологической формы, I и II степеней ПСНТ</p> | <p>1 раз в 6 мес.</p> | <p>УМО стационарно: 1 раз в 2 года, при II степени 1 раз в год. 1.Оториноларинголог – 1 раз в 6 мес. 2.Осмотр неврологом терапевтом офтальмологом, по показаниям др. специалисты. 3.Пороговая тональная аудиометрия – 1 раз в 6 мес. 4.Вестибулометрия (по показаниям) 5. При II–III степени НСТ решать вопрос отокоррекции с последующей военно-врачебная экспертизой.</p> | <p>1.Ограничение повышенной шумовой и вибрационной нагрузки, при работе в шумной обстановке применять защитные средства (противошумзаглушки, беруши, шлемы). 2.Соблюдение режимов труда и отдыха. 3. Проведение 1 раза в год мероприятий по медицинской реабилитации (интенсификация обменных, энергетических, окислительно-восстановительных процессов клеточного и тканевого метаболизма; препараты улучшающие церебральную гемодинамику; препараты стимулирующей терапии). 4.Комплексное слухостабилизирующее лечение – 1 раз в год в стационаре при тугоухости I и II степени. 5.Борьба с факторами риска развития АГ, атеросклероза, шейного остеохондроза, патологии сосудов головного мозга (ожирением, вредными привычками и пр.).</p> |

Таблица 23 - Дисперсионный анализ звукопоглощения в пакетах из 1-4 слоев различных материалов при стандартной фиксации КТВ с помощью оголовья на частоте **250 Гц**

| Материал | SS | Degr. of Freedom | MS | F | p | Степень влияния факторов, % |
|--------------------------|---------|------------------|--------|-------|-------------|-----------------------------|
| Поролон | 84,37 | 1 | 84,37 | 7,98 | 0,01 | 3,2 |
| Резина | 1,04 | 1 | 1,04 | 0,10 | 0,75 | 0,0 |
| Пластилин | 1,04 | 1 | 1,04 | 0,10 | 0,75 | 0,0 |
| Поролон-резина | 0,00 | 1 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 0,0 |
| Резина-поролон | 1,04 | 1 | 1,04 | 0,10 | 0,75 | 0,0 |
| Пластилин-поролон | 16,67 | 1 | 16,67 | 1,58 | 0,21 | 0,6 |
| Поролон-пластилин | 30,64 | 1 | 30,64 | 2,90 | 0,09 | 1,2 |
| Резина-пластилин | 1,08 | 1 | 1,08 | 0,10 | 0,75 | 0,0 |
| Пластилин-резина | 9,38 | 1 | 9,38 | 0,89 | 0,35 | 0,4 |
| Поролон-пластилин-резина | 9,37 | 1 | 9,37 | 0,89 | 0,35 | 0,4 |
| Поролон-резина-пластилин | 104,17 | 1 | 104,17 | 9,86 | 0,00 | 4,0 |
| Пластилин-поролон-резина | 51,04 | 1 | 51,04 | 4,83 | 0,03 | 2,0 |
| Резина-поролон-пластилин | 150,00 | 1 | 150,00 | 14,19 | 0,00 | 5,8 |
| 4материала-Поролон-2см | 66,67 | 1 | 66,67 | 6,31 | 0,01 | 2,6 |
| 4материала-Поролон-1см | 66,67 | 1 | 66,67 | 6,31 | 0,01 | 2,6 |
| 4материала-Поролон-0,5см | 37,50 | 1 | 37,50 | 3,55 | 0,06 | 1,4 |
| Error | 1976,52 | 187 | 10,57 | | | 75,8 |
| Total | 2607,20 | | | | | 100,0 |

Примечание. Здесь и в таблицах 21 - 31 жирным шрифтом выделены значения $p < 0,05$

Таблица 24 - Дисперсионный анализ звукопоглощения в пакетах из 1-4 слоев различных материалов при стандартной фиксации КТВ с помощью оголовья на частоте **500 Гц**

| Материал | SS | Degr. of Freedom | MS | F | p | Степень влияния факторов, % |
|--------------------------|---------|------------------|--------|-------|-------------|-----------------------------|
| Поролон | 51,04 | 1 | 51,04 | 3,04 | 0,08 | 1,1 |
| Резина | 9,38 | 1 | 9,38 | 0,56 | 0,46 | 0,2 |
| Пластилин | 4,17 | 1 | 4,17 | 0,25 | 0,62 | 0,1 |
| Поролон-резина | 1,04 | 1 | 1,04 | 0,06 | 0,80 | 0,0 |
| Резина-поролон | 16,67 | 1 | 16,67 | 0,99 | 0,32 | 0,4 |
| Пластилин-поролон | 84,37 | 1 | 84,37 | 5,03 | 0,03 | 1,8 |
| Поролон-пластилин | 62,33 | 1 | 62,33 | 3,71 | 0,06 | 1,3 |
| Резина-пластилин | 1,44 | 1 | 1,44 | 0,09 | 0,77 | 0,0 |
| Пластилин-резина | 0,00 | 1 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 0,0 |
| Поролон-пластилин-резина | 104,17 | 1 | 104,17 | 6,21 | 0,01 | 2,2 |
| Поролон-резина-пластилин | 266,67 | 1 | 266,67 | 15,89 | 0,00 | 5,6 |
| Пластилин-поролон-резина | 66,67 | 1 | 66,67 | 3,97 | 0,05 | 1,4 |
| Резина-поролон-пластилин | 266,67 | 1 | 266,67 | 15,89 | 0,00 | 5,6 |
| 4материала-Поролон-2см | 301,04 | 1 | 301,04 | 17,94 | 0,00 | 6,4 |
| 4материала-Поролон-1см | 266,67 | 1 | 266,67 | 15,89 | 0,00 | 5,6 |
| 4материала-Поролон-0,5см | 84,37 | 1 | 84,37 | 5,03 | 0,03 | 1,8 |
| Error | 3137,95 | 187 | 16,78 | | | 66,4 |
| Total | 4724,64 | | | | | 100,0 |

Таблица 25 - Дисперсионный анализ звукопоглощения в пакетах из 1-4 слоев различных материалов при стандартной фиксации КТВ с помощью оголовья на частоте **1000 Гц**

| Материал | SS | Degr. of Freedom | MS | F | p | Степень влияния факторов, % |
|--------------------------|---------|------------------|---------|-------|-------------|-----------------------------|
| Поролон | 66,67 | 1 | 66,67 | 3,14 | 0,08 | 0,7 |
| Резина | 16,67 | 1 | 16,67 | 0,79 | 0,38 | 0,2 |
| Пластилин | 4,17 | 1 | 4,17 | 0,20 | 0,66 | 0,0 |
| Поролон-резина | 66,67 | 1 | 66,67 | 3,14 | 0,08 | 0,7 |
| Резина-поролон | 43,79 | 1 | 43,79 | 2,06 | 0,15 | 0,5 |
| Пластилин-поролон | 16,67 | 1 | 16,67 | 0,79 | 0,38 | 0,2 |
| Поролон-пластилин | 398,55 | 1 | 398,55 | 18,79 | 0,00 | 4,1 |
| Резина-пластилин | 172,41 | 1 | 172,41 | 8,13 | 0,00 | 1,8 |
| Пластилин-резина | 0,00 | 1 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 0,0 |
| Поролон-пластилин-резина | 66,67 | 1 | 66,67 | 3,14 | 0,08 | 0,7 |
| Поролон-резина-пластилин | 551,04 | 1 | 551,04 | 25,98 | 0,00 | 5,7 |
| Пластилин-поролон-резина | 301,04 | 1 | 301,04 | 14,19 | 0,00 | 3,1 |
| Резина-поролон-пластилин | 1426,04 | 1 | 1426,04 | 67,22 | 0,00 | 14,7 |
| 4материала-Поролон-2см | 876,04 | 1 | 876,04 | 41,30 | 0,00 | 9,0 |
| 4материала-Поролон-1см | 937,50 | 1 | 937,50 | 44,19 | 0,00 | 9,7 |
| 4материала-Поролон-0,5см | 816,67 | 1 | 816,67 | 38,50 | 0,00 | 8,4 |
| Error | 3924,42 | 187 | 21,21 | | | 40,5 |
| Total | 9685,01 | | | | | 100,0 |

Таблица 26 - Дисперсионный анализ звукопоглощения в пакетах из 1-4 слоев различных материалов при стандартной фиксации КТВ с помощью оголовья на частоте **2000 Гц**

| Материал | SS | Degr. of Freedom | MS | F | p | Степень влияния факторов, % |
|--------------------------|----------|------------------|---------|-------|-------------|-----------------------------|
| Поролон | 301,04 | 1 | 301,04 | 10,92 | 0,00 | 1,9 |
| Резина | 37,50 | 1 | 37,50 | 1,36 | 0,24 | 0,2 |
| Пласталин | 266,67 | 1 | 266,67 | 9,68 | 0,00 | 1,7 |
| Поролон-резина | 459,37 | 1 | 459,37 | 16,67 | 0,00 | 2,9 |
| Резина-поролон | 301,04 | 1 | 301,04 | 10,92 | 0,00 | 1,9 |
| Пласталин-поролон | 600,00 | 1 | 600,00 | 21,77 | 0,00 | 3,8 |
| Поролон-пласталин | 957,52 | 1 | 957,52 | 34,74 | 0,00 | 6,0 |
| Резина-пласталин | 391,08 | 1 | 391,08 | 14,19 | 0,00 | 2,4 |
| Пласталин-резина | 204,17 | 1 | 204,17 | 7,41 | 0,01 | 1,3 |
| Поролон-пласталин-резина | 704,17 | 1 | 704,17 | 25,55 | 0,00 | 4,4 |
| Поролон-резина-пласталин | 759,37 | 1 | 759,37 | 27,55 | 0,00 | 4,7 |
| Пласталин-поролон-резина | 504,17 | 1 | 504,17 | 18,29 | 0,00 | 3,2 |
| Резина-поролон-пласталин | 1066,67 | 1 | 1066,67 | 38,70 | 0,00 | 6,7 |
| 4материала-Поролон-2см | 1504,17 | 1 | 1504,17 | 54,57 | 0,00 | 9,4 |
| 4материала-Поролон-1см | 1276,04 | 1 | 1276,04 | 46,30 | 0,00 | 8,0 |
| 4материала-Поролон-0,5см | 1504,17 | 1 | 1504,17 | 54,57 | 0,00 | 9,4 |
| Error | 5154,17 | 187 | 27,56 | | | 32,2 |
| Total | 15991,31 | | | | | 100,0 |

Таблица 27 - Дисперсионный анализ звукопоглощения в пакетах из 1-4 слоев различных материалов при стандартной фиксации КТВ с помощью оголовья на частоте **4000 Гц**

| Материал | SS | Degr. of Freedom | MS | F | p | Степень влияния факторов, % |
|--------------------------|----------|------------------|---------|--------|------|-----------------------------|
| Поролон | 1001,04 | 1 | 1001,04 | 49,67 | 0,00 | 2,8 |
| Резина | 337,50 | 1 | 337,50 | 16,75 | 0,00 | 0,9 |
| Пластилин | 504,17 | 1 | 504,17 | 25,02 | 0,00 | 1,4 |
| Поролон-резина | 937,50 | 1 | 937,50 | 46,52 | 0,00 | 2,6 |
| Резина-поролон | 416,67 | 1 | 416,67 | 20,68 | 0,00 | 1,1 |
| Пластилин-поролон | 651,04 | 1 | 651,04 | 32,31 | 0,00 | 1,8 |
| Поролон-пластилин | 1921,02 | 1 | 1921,02 | 95,33 | 0,00 | 5,3 |
| Резина-пластилин | 1766,83 | 1 | 1766,83 | 87,68 | 0,00 | 4,9 |
| Пластилин-резина | 1276,04 | 1 | 1276,04 | 63,32 | 0,00 | 3,5 |
| Поролон-пластилин-резина | 2109,37 | 1 | 2109,37 | 104,67 | 0,00 | 5,8 |
| Поролон-резина-пластилин | 2604,17 | 1 | 2604,17 | 129,23 | 0,00 | 7,2 |
| Пластилин-поролон-резина | 1584,37 | 1 | 1584,37 | 78,62 | 0,00 | 4,4 |
| Резина-поролон-пластилин | 4676,04 | 1 | 4676,04 | 232,04 | 0,00 | 12,9 |
| 4материала-Поролон-2см | 4816,67 | 1 | 4816,67 | 239,02 | 0,00 | 13,2 |
| 4материала-Поролон-1см | 4134,37 | 1 | 4134,37 | 205,16 | 0,00 | 11,4 |
| 4материала-Поролон-0,5см | 3876,04 | 1 | 3876,04 | 192,34 | 0,00 | 10,7 |
| Error | 3768,40 | 187 | 20,15 | | | 10,4 |
| Total | 36381,25 | | | | | 100,0 |

Таблица 28 - Дисперсионный анализ звукопоглощения в пакетах из 1-4 слоев различных материалов при стандартной фиксации КТВ с помощью оголовья на частоте **8000 Гц**

| Материал | SS | Degr. of Freedom | MS | F | p | Степень влияния факторов, % |
|--------------------------|----------|------------------|---------|--------|-------------|-----------------------------|
| Поролон | 937,50 | 1 | 937,50 | 53,60 | 0,00 | 3,5 |
| Резина | 416,67 | 1 | 416,67 | 23,82 | 0,00 | 1,5 |
| Пластилин | 651,04 | 1 | 651,04 | 37,22 | 0,00 | 2,4 |
| Поролон-резина | 1204,17 | 1 | 1204,17 | 68,85 | 0,00 | 4,5 |
| Резина-поролон | 759,37 | 1 | 759,37 | 43,42 | 0,00 | 2,8 |
| Пластилин-поролон | 704,17 | 1 | 704,17 | 40,26 | 0,00 | 2,6 |
| Поролон-пластилин | 1291,30 | 1 | 1291,30 | 73,83 | 0,00 | 4,8 |
| Резина-пластилин | 1067,08 | 1 | 1067,08 | 61,01 | 0,00 | 4,0 |
| Пластилин-резина | 1001,04 | 1 | 1001,04 | 57,23 | 0,00 | 3,7 |
| Поролон-пластилин-резина | 1504,17 | 1 | 1504,17 | 86,00 | 0,00 | 5,6 |
| Поролон-резина-пластилин | 1837,50 | 1 | 1837,50 | 105,06 | 0,00 | 6,8 |
| Пластилин-поролон-резина | 1584,37 | 1 | 1584,37 | 90,59 | 0,00 | 5,9 |
| Резина-поролон-пластилин | 2926,04 | 1 | 2926,04 | 167,30 | 0,00 | 10,8 |
| 4материала-Поролон-2см | 2604,17 | 1 | 2604,17 | 148,89 | 0,00 | 9,7 |
| 4материала-Поролон-1см | 2709,37 | 1 | 2709,37 | 154,91 | 0,00 | 10,0 |
| 4материала-Поролон-0,5см | 2501,04 | 1 | 2501,04 | 143,00 | 0,00 | 9,3 |
| Error | 3270,67 | 187 | 17,49 | | | 12,1 |
| Total | 26969,68 | | | | | 100,0 |

Таблица 29 - Дисперсионный анализ звукопоглощения в пакетах из 1-4 слоев различных материалов при фиксации КТВ рукой оператора на частоте **250 Гц**

| Материал | SS | Degr. of Freedom | MS | F | p | Степень влияния факторов, % |
|--------------------------|----------|------------------|---------|--------|-------------|-----------------------------|
| Поролон | 1000,16 | 1 | 1000,16 | 63,72 | 0,00 | 7,6 |
| Резина | 12,41 | 1 | 12,41 | 0,79 | 0,38 | 0,1 |
| Пластелин | 0,41 | 1 | 0,41 | 0,03 | 0,87 | 0,0 |
| Поролон-резина | 59,08 | 1 | 59,08 | 3,76 | 0,05 | 0,4 |
| Резина-поролон | 592,41 | 1 | 592,41 | 37,74 | 0,00 | 4,5 |
| Пластелин-поролон | 542,83 | 1 | 542,83 | 34,58 | 0,00 | 4,1 |
| Поролон-пластелин | 346,18 | 1 | 346,18 | 22,05 | 0,00 | 2,6 |
| Поролон-резина-пластелин | 698,08 | 1 | 698,08 | 44,47 | 0,00 | 5,3 |
| Поролон-пластелин-резина | 1207,41 | 1 | 1207,41 | 76,92 | 0,00 | 9,2 |
| Пластелин-поролон-резина | 592,41 | 1 | 592,41 | 37,74 | 0,00 | 4,5 |
| Резина-поролон-пластелин | 1067,08 | 1 | 1067,08 | 67,98 | 0,00 | 8,1 |
| 4материала-Поролон-2см | 3299,31 | 1 | 3299,31 | 210,20 | 0,00 | 25,0 |
| 4материала-Поролон-1см | 1356,41 | 1 | 1356,41 | 86,42 | 0,00 | 10,3 |
| Error | 2401,54 | 153 | 15,70 | | | 18,2 |
| Total | 13175,71 | | | | | 100,0 |

Таблица 30 - Дисперсионный анализ звукопоглощения в пакетах из 1-4 слоев различных материалов при фиксации КТВ рукой оператора на частоте **500 Гц**

| Материал | SS | Degr. of Freedom | MS | F | p | Степень влияния факторов, % |
|--------------------------|----------|------------------|---------|--------|-------------|-----------------------------|
| Поролон | 1780,31 | 1 | 1780,31 | 78,19 | 0,00 | 6,4 |
| Резина | 78,98 | 1 | 78,98 | 3,47 | 0,06 | 0,3 |
| Пластелин | 0,31 | 1 | 0,31 | 0,01 | 0,91 | 0,0 |
| Поролон-резина | 1077,56 | 1 | 1077,56 | 47,32 | 0,00 | 3,9 |
| Резина-поролон | 2552,31 | 1 | 2552,31 | 112,09 | 0,00 | 9,2 |
| Пластелин-поролон | 2346,31 | 1 | 2346,31 | 103,04 | 0,00 | 8,5 |
| Поролон-пластелин | 655,59 | 1 | 655,59 | 28,79 | 0,00 | 2,4 |
| Поролон-резина-пластелин | 762,98 | 1 | 762,98 | 33,51 | 0,00 | 2,8 |
| Поролон-пластелин-резина | 4373,56 | 1 | 4373,56 | 192,08 | 0,00 | 15,8 |
| Пластелин-поролон-резина | 1960,31 | 1 | 1960,31 | 86,09 | 0,00 | 7,1 |
| Резина-поролон-пластелин | 1146,98 | 1 | 1146,98 | 50,37 | 0,00 | 4,2 |
| 4материала-Поролон-2см | 4296,50 | 1 | 4296,50 | 188,69 | 0,00 | 15,6 |
| 4материала-Поролон-1см | 3105,23 | 1 | 3105,23 | 136,37 | 0,00 | 11,2 |
| Error | 3483,80 | 153 | 22,77 | | | 12,6 |
| Total | 27620,73 | | | | | 100,0 |

Таблица 31 - Дисперсионный анализ звукопоглощения в пакетах из 1-4 слоев различных материалов при фиксации КТВ рукой оператора на частоте **1000 Гц**

| Материал | SS | Degr. of Freedom | MS | F | p | Степень влияния факторов, % |
|--------------------------|----------|------------------|---------|--------|-------------|-----------------------------|
| Поролон | 2163,85 | 1 | 2163,85 | 75,42 | 0,00 | 5,0 |
| Резина | 557,85 | 1 | 557,85 | 19,44 | 0,00 | 1,3 |
| Пластелин | 14,77 | 1 | 14,77 | 0,51 | 0,47 | 0,0 |
| Поролон-резина | 2464,10 | 1 | 2464,10 | 85,88 | 0,00 | 5,7 |
| Резина-поролон | 3240,52 | 1 | 3240,52 | 112,94 | 0,00 | 7,5 |
| Пластелин-поролон | 4675,10 | 1 | 4675,10 | 162,94 | 0,00 | 10,9 |
| Поролон-пластелин | 1629,73 | 1 | 1629,73 | 56,80 | 0,00 | 3,8 |
| Поролон-резина-пластелин | 1793,85 | 1 | 1793,85 | 62,52 | 0,00 | 4,2 |
| Поролон-пластелин-резина | 4394,77 | 1 | 4394,77 | 153,17 | 0,00 | 10,2 |
| Пластелин-поролон-резина | 4123,10 | 1 | 4123,10 | 143,70 | 0,00 | 9,6 |
| Резина-поролон-пластелин | 3007,85 | 1 | 3007,85 | 104,83 | 0,00 | 7,0 |
| 4материала-Поролон-2см | 6098,67 | 1 | 6098,67 | 212,56 | 0,00 | 14,2 |
| 4материала-Поролон-1см | 4394,77 | 1 | 4394,77 | 153,17 | 0,00 | 10,2 |
| Error | 4389,87 | 153 | 28,69 | | | 10,2 |
| Total | 42948,81 | | | | | 100,0 |

Таблица 32 - Дисперсионный анализ звукопоглощения в пакетах из 1-4 слоев различных материалов при фиксации КТВ рукой оператора на частоте **2000 Гц**

| Материал | SS | Degr. of Freedom | MS | F | p | Степень влияния факторов, % |
|--------------------------|----------|------------------|---------|--------|-------------|-----------------------------|
| Поролон | 2369,64 | 1 | 2369,64 | 89,46 | 0,00 | 4,1 |
| Резина | 513,39 | 1 | 513,39 | 19,38 | 0,00 | 0,9 |
| Пластелин | 205,39 | 1 | 205,39 | 7,75 | 0,01 | 0,4 |
| Поролон-резина | 4686,06 | 1 | 4686,06 | 176,91 | 0,00 | 8,1 |
| Резина-поролон | 5123,31 | 1 | 5123,31 | 193,41 | 0,00 | 8,8 |
| Пластелин-поролон | 5736,64 | 1 | 5736,64 | 216,57 | 0,00 | 9,9 |
| Поролон-пластелин | 2782,08 | 1 | 2782,08 | 105,03 | 0,00 | 4,8 |
| Поролон-резина-пластелин | 4133,39 | 1 | 4133,39 | 156,04 | 0,00 | 7,1 |
| Поролон-пластелин-резина | 6384,64 | 1 | 6384,64 | 241,03 | 0,00 | 11,0 |
| Пластелин-поролон-резина | 4686,06 | 1 | 4686,06 | 176,91 | 0,00 | 8,1 |
| Резина-поролон-пластелин | 4686,06 | 1 | 4686,06 | 176,91 | 0,00 | 8,1 |
| 4материала-Поролон-2см | 6839,75 | 1 | 6839,75 | 258,21 | 0,00 | 11,8 |
| 4материала-Поролон-1см | 5736,64 | 1 | 5736,64 | 216,57 | 0,00 | 9,9 |
| Error | 4052,77 | 153 | 26,49 | | | 7,0 |
| Total | 57935,82 | | | | | 100,0 |

Таблица 33 - Дисперсионный анализ звукопоглощения в пакетах из 1-4 слоев различных материалов при фиксации КТВ рукой оператора на частоте **4000 Гц**

| Материал | SS | Degr. of Freedom | MS | F | p | Степень влияния факторов, % |
|--------------------------|----------|------------------|---------|--------|-------------|-----------------------------|
| Поролон | 2666,83 | 1 | 2666,83 | 87,45 | 0,00 | 4,4 |
| Резина | 887,08 | 1 | 887,08 | 29,09 | 0,00 | 1,5 |
| Пласталин | 416,83 | 1 | 416,83 | 13,67 | 0,00 | 0,7 |
| Поролон-резина | 4112,83 | 1 | 4112,83 | 134,87 | 0,00 | 6,8 |
| Резина-поролон | 3722,08 | 1 | 3722,08 | 122,05 | 0,00 | 6,1 |
| Пласталин-поролон | 5556,16 | 1 | 5556,16 | 182,20 | 0,00 | 9,2 |
| Поролон-пласталин | 4318,91 | 1 | 4318,91 | 141,63 | 0,00 | 7,1 |
| Поролон-резина-пласталин | 5402,08 | 1 | 5402,08 | 177,15 | 0,00 | 8,9 |
| Поролон-пласталин-резина | 6695,41 | 1 | 6695,41 | 219,56 | 0,00 | 11,0 |
| Пласталин-поролон-резина | 5250,16 | 1 | 5250,16 | 172,16 | 0,00 | 8,7 |
| Резина-поролон-пласталин | 5402,08 | 1 | 5402,08 | 177,15 | 0,00 | 8,9 |
| 4материала-Поролон-2см | 6422,79 | 1 | 6422,79 | 210,62 | 0,00 | 10,6 |
| 4материала-Поролон-1см | 5100,41 | 1 | 5100,41 | 167,25 | 0,00 | 8,4 |
| Error | 4665,75 | 153 | 30,50 | | | 7,7 |
| Total | 60619,38 | | | | | 100,0 |

Таблица 34 - Дисперсионный анализ звукопоглощения в пакетах из 1-4 слоев различных материалов при фиксации КТВ рукой оператора на частоте **8000 Гц**

| Материал | SS | Degr. of Freedom | MS | F | p | Степень влияния факторов, % |
|--------------------------|----------|------------------|---------|--------|-------------|-----------------------------|
| Поролон | 3692,83 | 1 | 3692,83 | 139,02 | 0,00 | 5,5 |
| Резина | 1434,16 | 1 | 1434,16 | 53,99 | 0,00 | 2,1 |
| Пластилин | 754,16 | 1 | 754,16 | 28,39 | 0,00 | 1,1 |
| Поролон-резина | 3950,16 | 1 | 3950,16 | 148,71 | 0,00 | 5,8 |
| Резина-поролон | 5520,41 | 1 | 5520,41 | 207,83 | 0,00 | 8,2 |
| Пластилин-поролон | 7714,16 | 1 | 7714,16 | 290,42 | 0,00 | 11,4 |
| Поролон-пластилин | 4546,18 | 1 | 4546,18 | 171,15 | 0,00 | 6,7 |
| Поролон-резина-пластилин | 5834,08 | 1 | 5834,08 | 219,64 | 0,00 | 8,6 |
| Поролон-пластилин-резина | 8462,83 | 1 | 8462,83 | 318,60 | 0,00 | 12,5 |
| Пластилин-поролон-резина | 6827,08 | 1 | 6827,08 | 257,02 | 0,00 | 10,1 |
| Резина-поролон-пластилин | 5994,16 | 1 | 5994,16 | 225,66 | 0,00 | 8,9 |
| 4материала-Поролон-2см | 4546,18 | 1 | 4546,18 | 171,15 | 0,00 | 6,7 |
| 4материала-Поролон-1см | 4216,16 | 1 | 4216,16 | 158,73 | 0,00 | 6,2 |
| Error | 4064,04 | 153 | 26,56 | | | 6,0 |
| Total | 67556,59 | | | | | 100,0 |

Таблица 35 - Дифференциальная диагностика НСТ авиационного генеза

| Наименование | Генез нейросенсорной тугоухости | |
|-----------------------------|---|--|
| | сочетанной | шумовой |
| 1. Акустический шум | Низкочастотный шум Инфразвуковой шум | Среднечастотный шум Высокочастотный шум |
| - интенсивность шума | Свыше 100 дБ | Свыше 80 дБ |
| - длительность воздействия | 5 – 10 лет | Не менее 10 лет |
| 2. Клинические признаки: | | |
| - жалобы | Чувство тревоги, усталость, недомогание, головная боль головокружение. | Головная боль, шум в голове и в ушах, раздражительность, нарушение сна. |
| | Снижение слуха за счет нарушения разборчивости речи, шум в ушах высокочастотного характера. | Снижение слуха за счет нарушения разборчивости речи, шум в ушах высокочастотного характера. |
| -симметричность нарушения | + | + |
| - отоскопия | Патология наружного и среднего уха отсутствует | Патология наружного и среднего уха отсутствует |
| - динамика развития | Постепенное нарастание тугоухости | Постепенное нарастание тугоухости |
| -экстраауральные проявления | Вестибулопатия, нарушения вегетативной и центральной нервной системы, заболеваний органов дыхания, сердечно-сосудистой системы | Вегето-сосудистая дистония, астено-невротические реакции |
| 3. Тональная аудиометрия: | | |
| - начальные признаки | Появляются при стаже 2 – 5 лет | Появляются при стаже 5 -10 лет |
| - характер кривой | Кривая пологая, характерна сглаженность | Пологая, нисходящая с наибольшим повышением порога слуха на 4000 Гц |
| - область снижения | Повышение порогов по всему диапазону частот равномерное, с завалом в низкочастотном и, в большей степени, в высокочастотном диапазоне | Наличие зубца на частоте 3000 – 6000Гц, чаще на 4000Гц (зубец Коулза) с постепенным повышением порогов слуха на 6- 8 кГц, со временем на 2000, 1000, 500 Гц. |
| -воздушно-костный разрыв | Отсутствует | Отсутствует |
| - разборчивость речи | Длительное сохранение 100% разборчивости речи | Длительное сохранение 100% разборчивости речи |