

УДК 331.45:612.85:629.08

DOI 10.51955/2312-1327_2024_2_6

О НЕОБХОДИМОСТИ И ВОЗМОЖНОСТИ СНИЖЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ЗАШУМЛЁННОСТИ В ЦЕЛЯХ МИНИМИЗАЦИИ ТРАВМАТИЗМА НА АВИАПРЕДПРИЯТИЯХ

*Евгений Юрьевич Старков,
orcid.org/0000-0003-0380-2714,
кандидат технических наук
Московский государственный технический
университет гражданской авиации,
Кронштадтский б-р, д. 20
Москва, 125493, Россия
starkoff89@mail.ru*

*Николай Иванович Николайкин,
orcid.org/0000-0001-9867-2208,
доктор технических наук, профессор
Московский государственный технический
университет гражданской авиации,
Кронштадтский б-р, д. 20
Москва, 125493, Россия
nikols_n@mail.ru*

*Елена Эдуардовна Сигалева,
orcid.org/0000-0001-9899-1604,
доктор медицинских наук, профессор РАН
Государственный научный центр Российской Федерации –
Институт медико-биологических проблем РАН,
Хорошевское шоссе, 76А
Москва, 123007, Россия
sigaleva@mail.ru*

*Лилия Юрьевна Марченко,
orcid.org/0000-0001-9925-1413,
научный сотрудник
Государственный научный центр Российской Федерации –
Институт медико-биологических проблем РАН,
Хорошевское шоссе, д. 76А
Москва, 123007, Россия
golubajavoda@mail.ru*

*Игорь Николаевич Мерзликин,
orcid.org/0000-0003-1839-4282,
кандидат технических наук, доцент
Московский государственный технический
университет гражданской авиации,
Кронштадтский б-р, д. 20
Москва, 125493, Россия
ioli85@mail.ru*

*Наталья Васильевна Дегтеренкова,
orcid.org/0000-0002-1849-9554,
научный сотрудник
Государственный научный центр Российской Федерации –
Институт медико-биологических проблем РАН,
Хорошевское шоссе, д. 76А
Москва, 123007, Россия
ndeg19@gmail.com*

*Галина Павловна Степанова,
orcid.org/0000-0003-2594-3702,
кандидат медицинских наук
Государственный научный центр Российской Федерации –
Институт медико-биологических проблем РАН,
Хорошевское шоссе, д. 76А
Москва, 123007, Россия
gallog15@mail.ru*

Аннотация. Приведены сводные данные о травматизме в России и на авиапредприятиях ГА за годы текущего столетия. Показано постоянное снижение травматизма. Статистически выявлены значимые актуальные факторы производственной среды, способствующие производственному травматизму, среди которых одним из главных является зашумлённость рабочих мест. Воздействие шума оказывает негативное влияние на слух и функциональное состояние центральной нервной системы, что снижает работоспособность, ведёт к ошибкам, способствует травматизму. Экспериментально подтверждена возможность парирования действия шума путём отoproтекции аргоноокислородной газовой смесью.

Ключевые слова: травматизм, зашумлённость рабочих мест, человеческий фактор, авиапредприятие, отoproтекция, аргон.

ON THE NEED AND POSSIBILITY OF REDUCING THE IMPACT OF NOISE IN ORDER TO MINIMIZE INJURIES AT AIRLINES

*Evgeniy Yu. Starkov,
orcid.org/0000-0003-0380-2714,
Candidate of Sciences in Technology
Moscow State Technical University of Civil Aviation,
20, Kronshtadtsky blvd
Moscow, 125493 Russia
starkoff89@mail.ru*

*Nikolay I. Nikolaykin,
orcid.org/0000-0001-9867-2208,
Doctor of Sciences in Technology, Professor
Moscow State Technical University of Civil Aviation,
20, Kronshtadtsky blvd
Moscow, 125493 Russia
nikols_n@mail.ru*

*Elena Ed. Sigaleva,
orcid.org/0000-0001-9899-1604,
Doctor of Sciences in Medicine, Professor of the Russian Academy of Sciences
Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences,
76A, Khoroshevskoe shosse
Moscow, 123007, Russia
sigaleva@mail.ru*

*Lilia Yu. Marchenko,
orcid.org/0000-0001-9925-1413,
senior researcher
Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences,
76A, Khoroshevskoe shosse
Moscow, 123007, Russia
golubajavoda@mail.ru*

*Igor N. Merzlikin,
orcid.org/0000-0003-1839-4282,
Candidate of Sciences in Technology, Associate Professor
Moscow State Technical University of Civil Aviation,
20, Kronshtadtsky blvd
Moscow, 125493 Russia
ioli85@mail.ru*

*Natalia V. Degterenkova,
orcid.org/0000-0002-1849-9554,
senior researcher
Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences,
76A, Khoroshevskoe shosse
Moscow, 123007, Russia
ndeg19@gmail.com*

*Galina P. Stepanova,
orcid.org/0000-0003-2594-3702,
Candidate of Sciences in Medicine
Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences,
76A, Khoroshevskoe shosse
Moscow, 123007, Russia
gallog15@mail.ru*

Abstract. Summary data on injuries in Russia and at civil aviation enterprises over the years of the current century are presented. Continuous reduction in injury rates has been shown. Significant actual factors of the working environment that contribute to occupational injuries have been statistically identified, one of the main ones being noisy workplaces. Exposure to noise has a negative impact on hearing and the functional state of the central nervous system thus reducing performance, leading to errors, and contributing to injuries. The possibility to counter the noise effects by otoprotection with an argon-oxygen gas mixture has been experimentally confirmed.

Keywords: injuries, noisy workplaces, human factor, civil aviation enterprises, otoprotection, argon.

Введение (Introduction)

Воздушный транспорт является одним из основных звеньев, формирующих транспортную инфраструктуру Российской Федерации и обеспечивающих самую быструю доставку как жителей, так и грузов на обширной территории страны. Гражданская авиация (ГА) обеспечивает транспортную доступность отдаленных регионов, имеющих крупные запасы природных ресурсов, выполняет межрегиональные пассажирские перевозки, незаменима в почтовых перевозках и для доставки наиболее срочных и ценных грузов. Одно из преимуществ ГА – ее безопасность по сравнению с иными видами транспорта [Sharov et al., 2021].

Данные о пассажирообороте по видам транспорта общего пользования из статистики Росстата [Пассажирооборот..., б.г.] за первую четверть XXI в. представлены на рисунке 1. По сравнению с 2000 годом пассажирооборот воздушного транспорта в стране увеличился в 4,5 раза (с 54 до 243,3 миллиардов пассажиро-километров), что свидетельствует о положительной динамике данного показателя, ежегодном росте востребованности данного вида перевозок и участии государства в развитии авиационной отрасли.

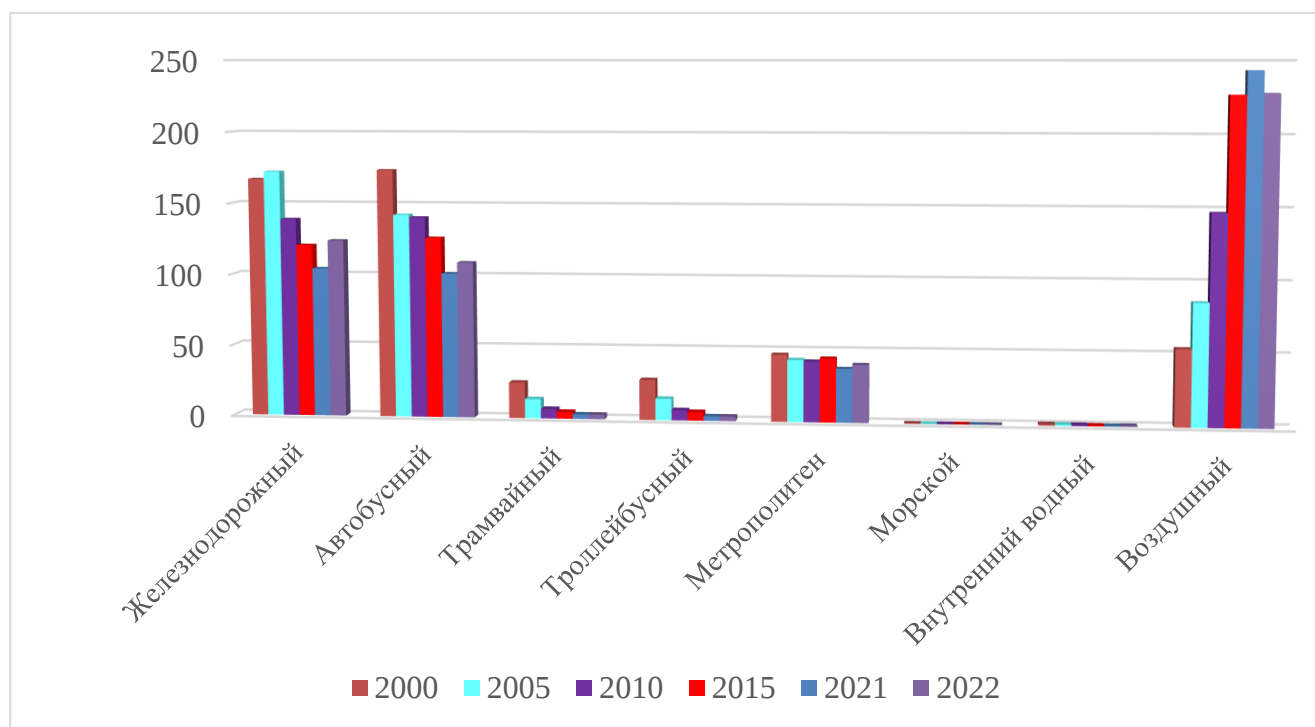


Рисунок 1 – Пассажирооборот по видам транспорта общего пользования в РФ за последние годы

Участие человека как компонента триединой системы «человек-техника-среда» – неременное условие эволюции любой отрасли экономики, её основа. При этом признано, что помимо морально-юридического обязательства общества перед работником (его семьей и близкими) обеспечение безопасности также оправдывает себя экономически [Локтева и др., 2020].

В рамках обоснования целесообразности создания и использования «Системы управления охраной труда» [Вихров, 2024] доказана и широко пропагандируется экономическая целесообразность управления рисками на рабочих местах и профилактика профессиональной заболеваемости, травматизма. В итоге это способствует снижению затрат на медицинские расходы, как схематично показано на рисунке 2.

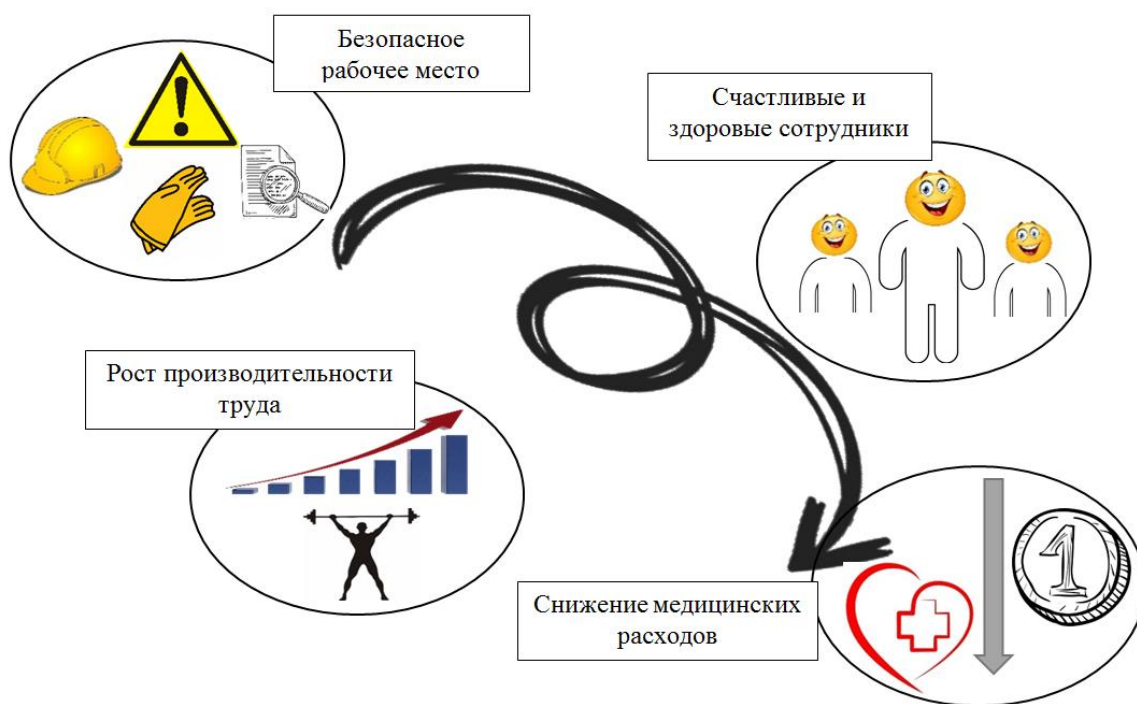


Рисунок 2 – Схема взаимосвязи мероприятий по улучшению условий труда с затратами на повышение качества жизни

Влияние на человека среды (условий труда) в виде её многочисленных конкретных факторов и их сочетаний является безусловным обстоятельством любых трудовых процессов. В авиации, возможно даже более, чем во многих иных отраслях народного хозяйства, уделяется особое внимание обеспечению безопасности всех видов. В частности, с повышенным вниманием анализируются понятие «человеческий фактор» (ЧФ) и его роль в системе управления комплексной безопасностью отрасли, а также зависимость ЧФ, как потенциального источника возможных ошибок оператора, от влияния условий его труда [Николайкин и др., 2013].

Комплекс организационно-технических мероприятий и средств, направляемых на сохранение здоровья, защиту жизни работников и граждан страны, а также на защиту среды обитания от негативного воздействия аспектов производственного процесса, принято определять как систему обеспечения производственной безопасности, которой требуется управлять [Худяков и др., 2017].

Абсолютная безопасность недостижима, к ней можно только стремиться, оценивая, насколько это удалось, сопоставляя меры снижения той или иной опасности по затратам и приемлемости в конкретных ситуациях. В реальности нашего времени присутствуют как профессиональные заболевания, так и травматизм. Травма является производственной, если связана с влиянием опасного фактора производственной среды. Травматизм наносит ущерб трудовому потенциалу страны.

Следовательно, необходимо выявлять актуальные факторы производственной среды, способствующие производственному травматизму, и,

в частности, экспериментально подтвердить возможность парирования негативной реакции ЧФ на такой значимый фактор среды пребывания работника, как зашумлённость рабочего места. Такова цель данного научного исследования.

Дискуссия (Discussion)

Производственный травматизм в современной России

Проблема травмирования работников в процессе трудовой деятельности была и остается актуальной с середины XIX века и до наших дней [Лукьянчикова и др., 2018]. Международная организация труда (МОТ) регулярно информирует о громадных ежегодных потерях вследствие травмирования работающих [Локтева и др., 2020]. Это признанная социально-экономическая проблема. В возрасте до 37 лет травматизм – главная причина смерти работников [Контарева и др., 2023]. Поражаются трудоспособные молодые люди, а, как подчеркивается в работе [Старостина и др., 2021], в мире, в современных условиях, численность летально травмированных, по данным ВОЗ, на третьем месте после сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний. Травматизм – ведущая причина смертности и заболеваемости работающих [Cemalovic et al., 2016].

В Российской Федерации ведётся ежегодный мониторинг условий и охраны труда по всем отраслям экономики. Сводные данные о травматизме за годы текущего столетия [Результаты мониторинга..., 2020; Результаты мониторинга..., 2021; Условия труда..., б.г.] обобщены на рисунке 3, которые подтверждают постоянное снижение основных показателей. Однако, данные мониторинга свидетельствуют о том, что травматизм пока не стал исключительным явлением. Последние 5 лет в нашей стране ежегодно травмируются более 20 тыс. человек, а погибают более тысячи.

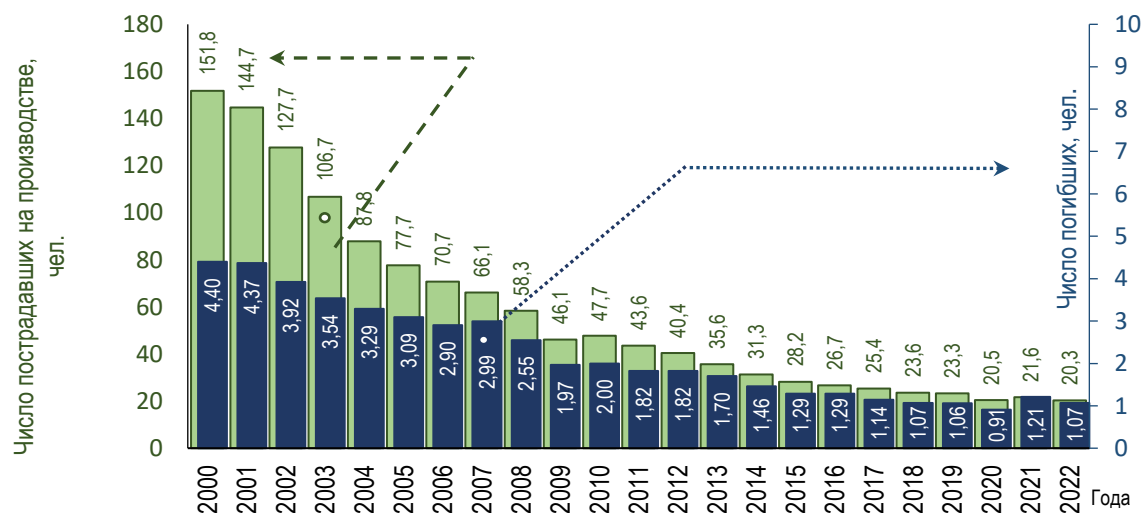


Рисунок 3 – Динамика снижения общей численности травмированных и численности травмированных смертельно в организациях всех отраслей экономики России, по годам

К числу первопричин продолжающегося процесса травмирования, работающих во всех отраслях экономики, как нашей страны, так и в иных

странах, относится состояние условий труда, которые далее определяют психофизиологические причины производственного травматизма, такие как «человеческий фактор», «проявленная неосторожность» и прочие.

Значительная часть рабочих мест на предприятиях и в организациях нашей страны в целом не отвечает требованиям нормативно-правовой документации, преимущественно характеризуется зашумлённостью и загазованностью. Данные мониторинга условий труда в России [Результаты мониторинга..., 2020; Результаты мониторинга..., 2021; Условия труда..., б.г.] свидетельствуют о постепенном (за последнюю четверть века) снижении числа работников, занятых в опасных и/или вредных условиях труда, при этом последние 5 лет 19,1 – 19,5% (см. рисунок 4) всё ещё работают в условиях повышенного шума.

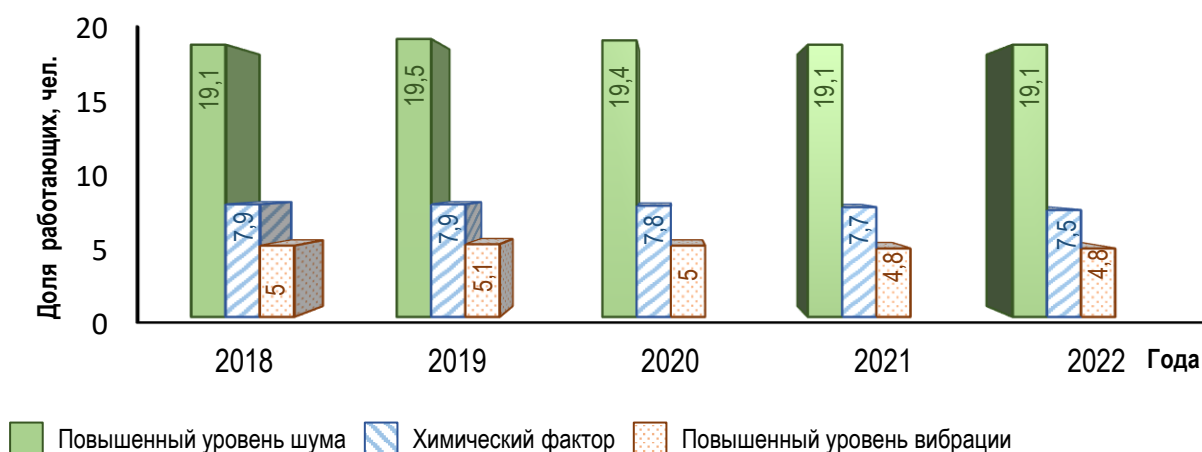


Рисунок 4 — Доля работающих во вредных и (или) опасных условиях труда, относительно общего количества занятых в РФ в 2018–2022 гг., в %

Статистические данные мониторинга условий труда свидетельствуют об аналогичной ситуации в отдельных отраслях народного хозяйства страны. Даже если зашумлённость является не самым распространенным фактором, она относится к числу основных причин, создающих вредные и опасные условия труда, которые инициируют профзаболевания, как, например, в сельском хозяйстве [Контарева и др., 2023] и на основных технологических операциях нефтедобычи [Вадулина и др., 2020], что иллюстрируется рисунками 5 и 6.



Рисунок 5 — Доля работающих во вредных и (или) опасных условиях труда, относительно общего количества занятых в сельском хозяйстве РФ в 2018–2022 гг., в %

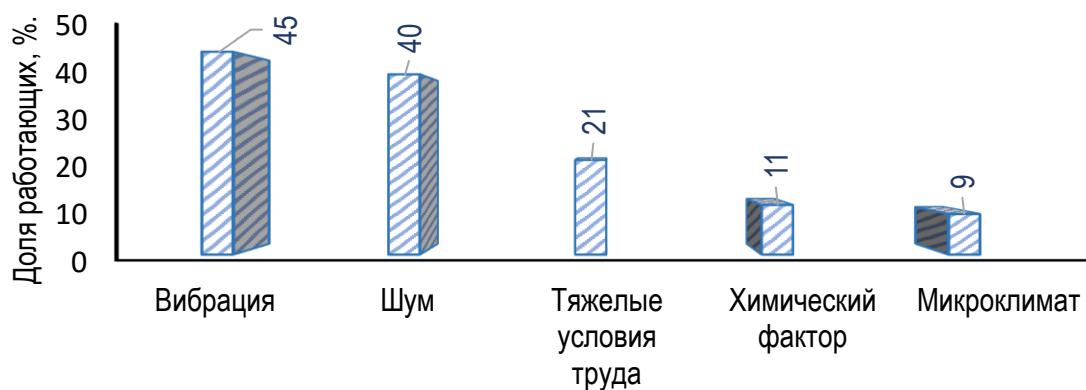


Рисунок 6 — Доля работающих во вредных и (или) опасных условиях труда, относительно общего количества занятых в основных процессах нефтедобычи в РФ, в %

Производственный травматизм в ГА

В организациях гражданской авиации, в рамках отраслевых исследовательских инициатив, десятилетиями собираются и тщательно изучаются статистические данные о травмах и условиях труда [Гамзаев, 2022]. Ежегодно (ранее также ежеквартально) издаваемый итоговый документ включает информацию о производственном травматизме, условиях труда и выполнении основных работ по охране труда в организациях гражданской авиации. Данные отраслевого мониторинга, не включающего статистику пострадавших в

авиационных происшествиях (АП), приведенные на рисунке 7, показывают, что в период с 1995 по 2022 год на предприятиях гражданской авиации произошло почти трехкратное снижение числа несчастных случаев, а также на порядок сократилась смертность вследствие полученных травм.

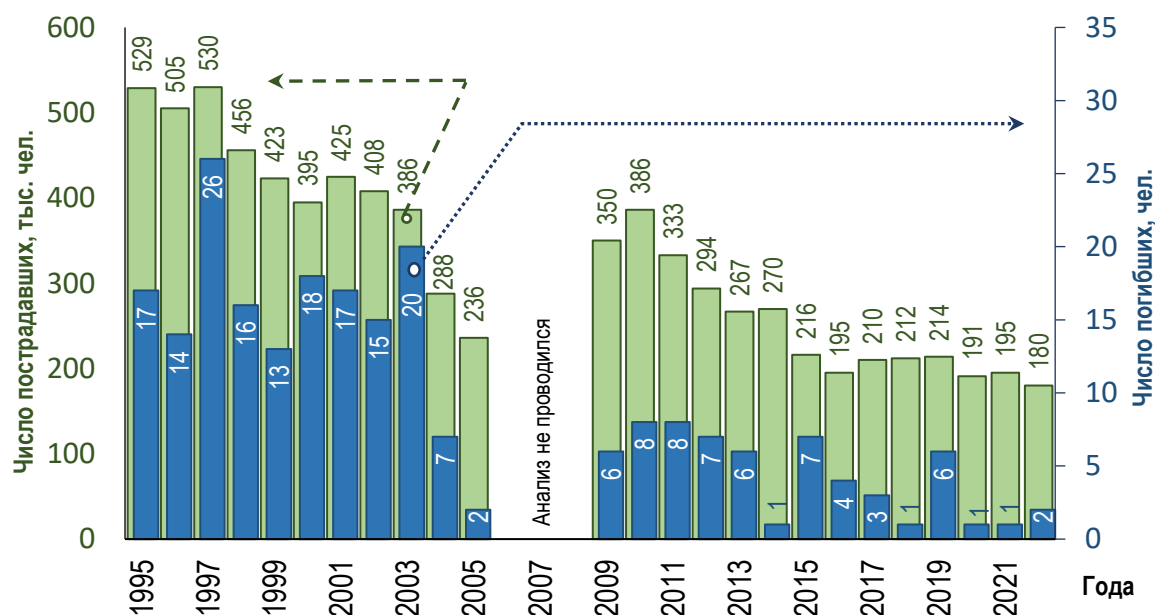


Рисунок 7 – Динамика снижения общей численности травмированных и численности травмированных смертельно на авиапредприятиях транспортной отрасли России (без числа пострадавших в АП), по годам

В частности, в работе [Гамзаев, 2022] показано, что травмы определяют наибольшую долю проблем со здоровьем у бортпроводников авиакомпаний (см. рисунок 8).

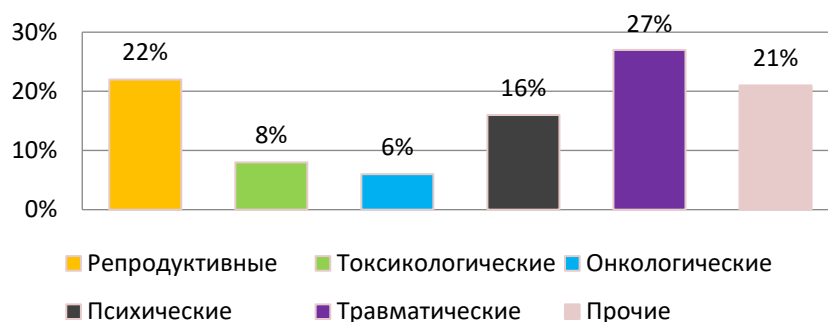


Рисунок 8 – Соотношение заболеваний и проблем со здоровьем у авиаперсонала

Принято причины травматизма [Результаты..., 2020] разделять на кластеры: организационные, технические и психофизиологические причины (рисунок 9). На авиапредприятиях преобладают причины, связанные с нарушением физиологических характеристик человека и его поведением.

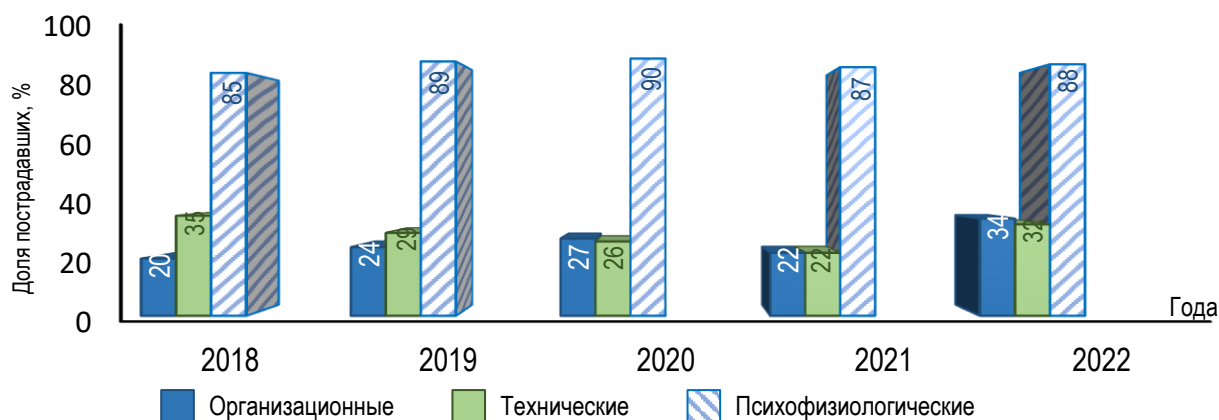


Рисунок 9 – Соотношение долей числа пострадавших по разным причинам травматизма

При проведении мониторинга и ежегодной подготовке «Анализа состояния производственного травматизма...» [План НИОКР ФАВТ..., 2020], в отрасли ведется учет работников авиапредприятий, занятых в условиях, не отвечающих гигиеническим нормативам. Информация, представленная на рисунке 10, свидетельствует о том, что на авиапредприятиях за последние полтора десятилетия доля рабочих мест с условиями труда, характеризующимися сверхнормативным уровнем ультразвука и инфразвука, постоянно уменьшается, хотя не очень значительно.

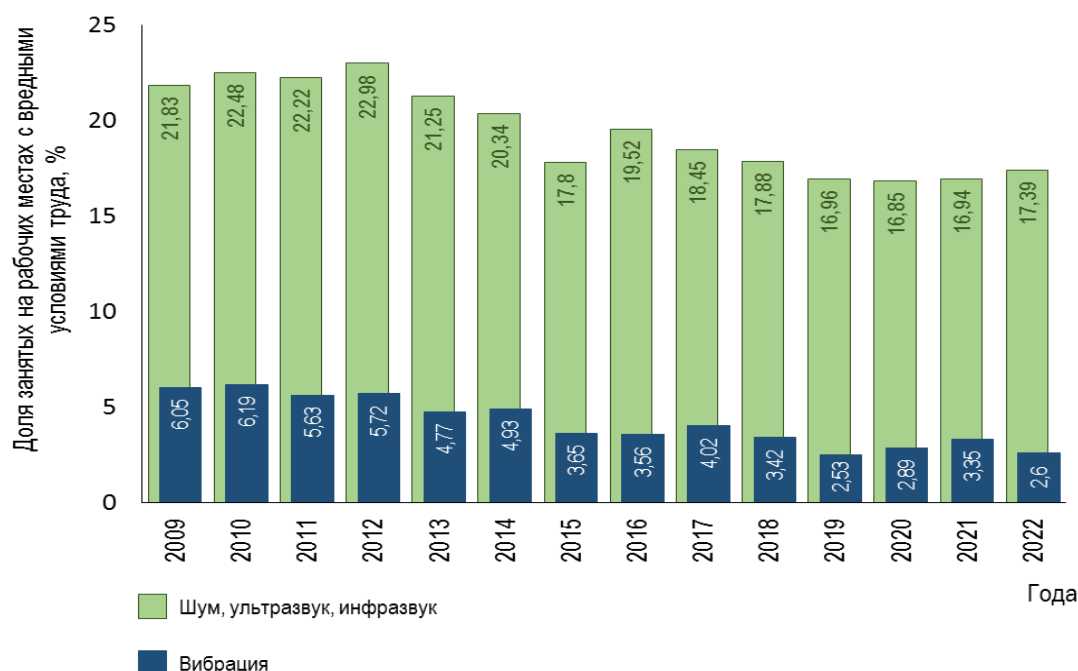


Рисунок 10 – Динамика изменения доли занятых на работах с вредными условиями (в зашумленных условиях труда) на авиапредприятиях транспортной отрасли России, по годам

За последние полтора десятка лет рассчитано, что относительно общего числа работающих доля пострадавших при реализации производственных опасностей на предприятиях и в организациях воздушного транспорта в России снизилась. В целом по стране снижение произошло в 1,5 раза, а на воздушном транспорте – 2-кратно.

Зашумлённость производственной среды и травматизм

Повышенный уровень разнообразных звуков на рабочих местах является распространенной проблемой в гражданской авиации. Источниками являются авиационные и прочие двигатели, вспомогательные силовые установки, специализированный транспорт аэродромного обслуживания и многое иное [Мельников, 2010]. Набор звуков, слышимый организмом человека и оказывающий на него нежелательное воздействие, называется шумом.

На уровне звукового давления в среднем 80-100 дБ у человека возникают болевые ощущения, этот уровень называется «порогом слухового дискомфорта» [Человек..., 2012], при его превышении начинается ухудшение слуха.

Негативное влияние шума на организм человека характеризуется как специфическими симптомами поражения слухового анализатора, вызывающими профессиональную тугоухость, так и неспецифическими симптомами, обусловленными шумовым воздействием на центральную нервную систему и снижением качества операторской деятельности. При воздействии шума на орган слуха, центральную нервную систему и внутренние органы происходит снижение общей сопротивляемости организма, что приводит к пагубным последствиям для здоровья человека.

Поражению органов слуха предшествуют изменения в функционировании ЦНС и сердечно-сосудистой системы.

По требованиям современного ГОСТ 22283-2014¹ на территории жилой застройки около аэропортов максимальный уровень звука при единичном воздействии в дневное время (с 7.00 до 23.00 ч) не должен превышать 75 дБ А и 65 дБ А – в остальное время. Эквивалентный уровень звука днем – 55 дБ А, ночью – 45 дБ А.

Уровень шума на рабочих местах производственных участков в ГА колеблется от 75 до 115 дБА.

На протяжении многих лет проблема шума и его влияния на физиологию, поведение человека и ошибки работников в таких условиях решалась с помощью различных стратегий, включая систему управления промышленными опасностями. Были достигнуты значительные успехи в снижении авиационного шума, но воздействие шума на людей, включая текущие травмы, остается весьма значительным [Мельников, 2010]. Возвращение сверхзвуковых самолетов [Путин предложил..., 2018; Overture..., б.г.] в гражданскую авиацию приведет к повышению уровня шума во время полета, наземных операций и на площадках взлета и посадки [Шапкин и др., 2022]. Естественно, что количество шумных

¹ ГОСТ 22283-2014 Межгосударственный стандарт. Шум авиационный. Допустимые уровни шума на территории жилой застройки и методы его измерения (введен в действие Приказом Росстандарта от 09.07.2014 N 821-ст).

рабочих мест будет расти при проведении авиакомпаниями наземного технического обслуживания самолетов. Невыполнение производственных заданий оказывает влияние на отдельные показатели и уровень безопасности в отечественной гражданской авиации.

Исходя из вышеназванных проблем, все чаще предпринимаются усилия по разработке эффективных мер по борьбе с шумом, которые могут обеспечить защиту персонала, работающего в чувствительных к шуму средах, особенно тех, кто выполняет критически важные задачи.

По данным, изложенным в «Федеральных клинических рекомендациях по диагностике, лечению и профилактике потери слуха, вызванной шумом», для профилактики и лечения профессиональной тугоухости спектр эффективных способов ограничен, и в настоящее время необходимо вести разработку новых эффективных методов ототекции от шума [Федеральные..., 2016].

Данные многочисленных экспериментальных исследований показали нейропротекторную эффективность применения аргона, обладающего антиоксидантным, противовоспалительным и антиапоптотическим действием [Nair, 2019]. Опубликован ряд работ, подтверждающих органопротекторный эффект *прекондиционирования* искусственными газовыми смесями, содержащими аргон [Argon attenuates..., 2018; Argon inhibits..., 2021; Roehl et al., 2020].

Материалы и методы (Materials and methods)

Исследование велось путем изучения, анализа и обобщения статистических данных об условиях труда в отраслях экономики страны собранных:

- Федеральной службой государственной статистики РФ (Росстатом);
- Министерством труда и социальной защиты РФ (Минтрудом) в Единой общероссийской справочно-информационной системе по охране труда (ЕИСОТ) РФ;
- Федеральным агентством воздушного транспорта (Росавиацией) в ежегодных отчетах об отраслевых НИР по анализу состояния производственного травматизма, условий труда на авиапредприятиях ГА.

Также привлекались традиционные научные источники: книги, монографии, журнальные статьи, диссертационные исследования и т.п. Были выполнены собственные расчёты.

В рамках поиска и исследования методов снижения производственного травматизма, обусловленного влиянием зашумлённости рабочих мест, в отделе «Клинических исследований и экспертизы» Государственного научного центра РФ «Институт медико-биологических проблем РАН» проведено исследование характера изменения у человека функционального состояния слуховой системы при шумовом воздействии. Изучены характеристики задержанной вызванной отоакустической эмиссии (ЗВОАЭ) и тональной пороговой аудиометрии. Изучено изменение функционального состояния слуховой системы после дыхания газовой смесью [Перспектива использования..., 2023]. Проведено 3 серии исследований:

– «Фон» – фоновое исследование состояния слуховой системы испытуемого;

– «Шум» – исследование состояния слуховой системы после 2-часового воздействия белого шума¹ интенсивностью 85 дБ;

– «КАрГС» – исследование функционального состояния слуховой системы после 30-минутного дыхания искусственной кислородно-аргоновой газовой смесью (Ar – 80%, O₂ – 20%)² с последующим 2-часовым пребыванием испытуемого в условиях воздействия широкополосного белого шума интенсивностью 85 дБ.

Для выявления последствий экспозиции шума указанных характеристик на оперативную память добровольцев было проведено тестирование по методике А.Р. Лурия «10 слов» [Лурия, 1962].

Объективная оценка тонуса вегетативной нервной системы (ее симпатического и парасимпатического отделов) испытуемых проводилась измерением показателей вариабельности сердечного ритма (BCP), которые отражали изменения в психоэмоциональном состоянии человека и свидетельствовали о развитии стресса. Измерения и физиологическая интерпретация результатов BCP (heart rate variability, HRV) производились в соответствии с современными Стандартами Американской ассоциации изучения сердца и Европейского общества кардиологов³.

Результаты (Results)

Результаты представлены в виде диаграмм (рисунки 11 и 12) с межауральными значениями, которые представляют собой медианные значения, полученные при проведении исследования на добровольцах⁴.

Получено, что показатель «сигнал/шум» (дБ) в цикле испытаний «Шум» уменьшается даже до отрицательных величин, как показано на рисунке 11.

Эффективность применения аргоно-кислородной смеси (КАрГС) в виде предварительных ингаляций подтверждается тем, что в ходе экспериментальной проверки соотношения «сигнал/шум» ЗВОАЭ для всех испытуемых нормализовались и превзошли аналогичные показатели, полученные в цикле испытаний «Шум». Выявлено, что звуки октавной полосы частот со среднегеометрическим значением 4 кГц способствуют экстремальным изменениям слуха.

¹ Выбор белого шума обусловлен тем, что включает весь диапазон воспринимаемых человеком частот с одинаковой амплитудой и спектральной плотностью.

² По литературным данным, применение кислородно-аргоновой дыхательной смеси не сопряжено с риском возникновения аллергических реакций, поэтому их возникновение исключено.

³ Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing Electrophysiology // [Электронный ресурс]. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8598068/> (дата обращения: 06.09.2023). PMID: 8598068.

⁴ В эксперименте участвовало 10 здоровых испытуемых-добровольцев мужского пола.

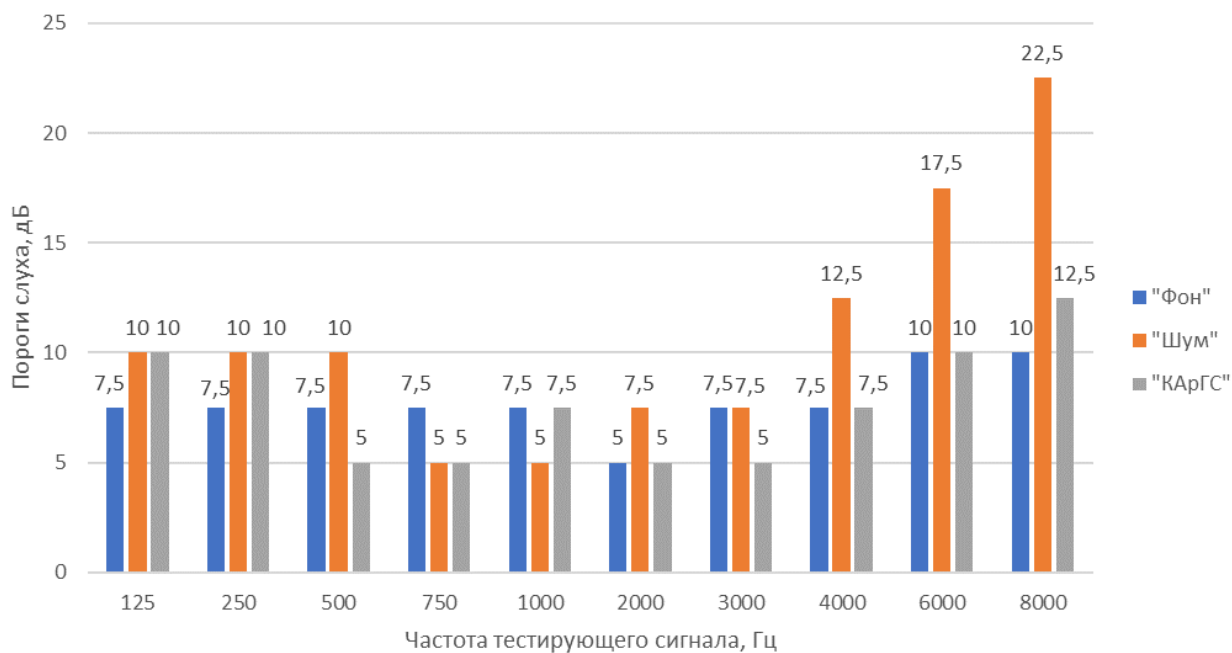


Рисунок 11 – Тональные пороги слуха по октавным полосам частот (межауральные значения, дБ)

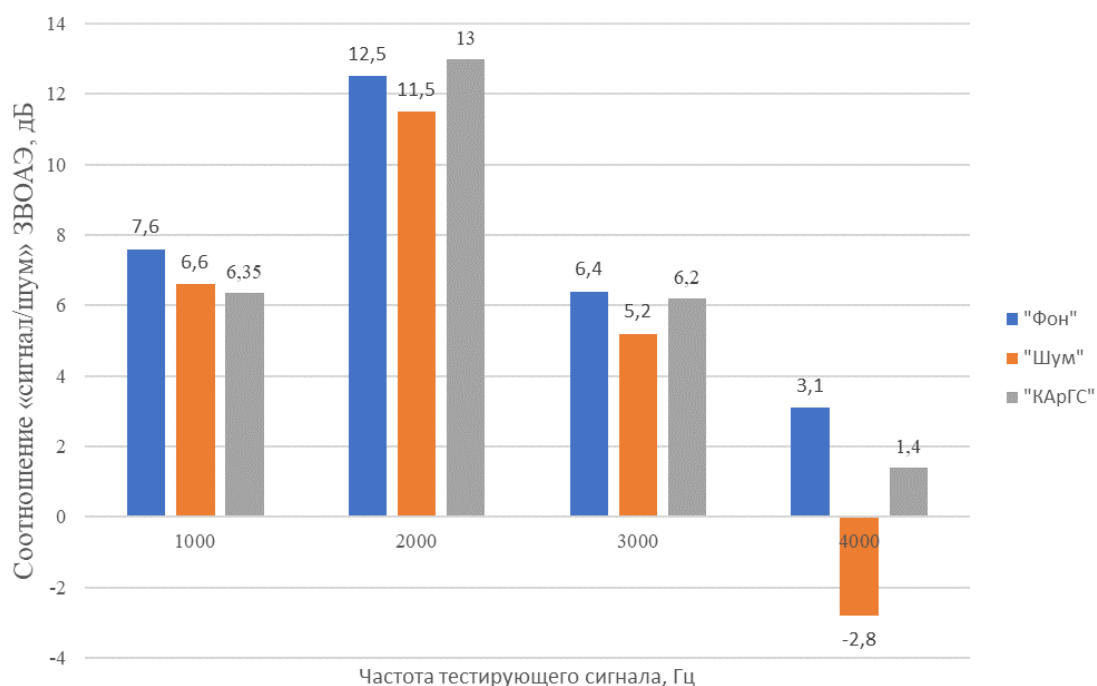


Рисунок 12 – Соотношение «сигнал/шум» ЗВОАЭ по октавным полосам частот (межауральные значения, дБ)

Результаты тестирования состояния рабочей памяти испытуемых в условиях до и после длительного воздействия шума по методике А.Р. Лурия [Лурия, 1962] приведены на рисунке 13.

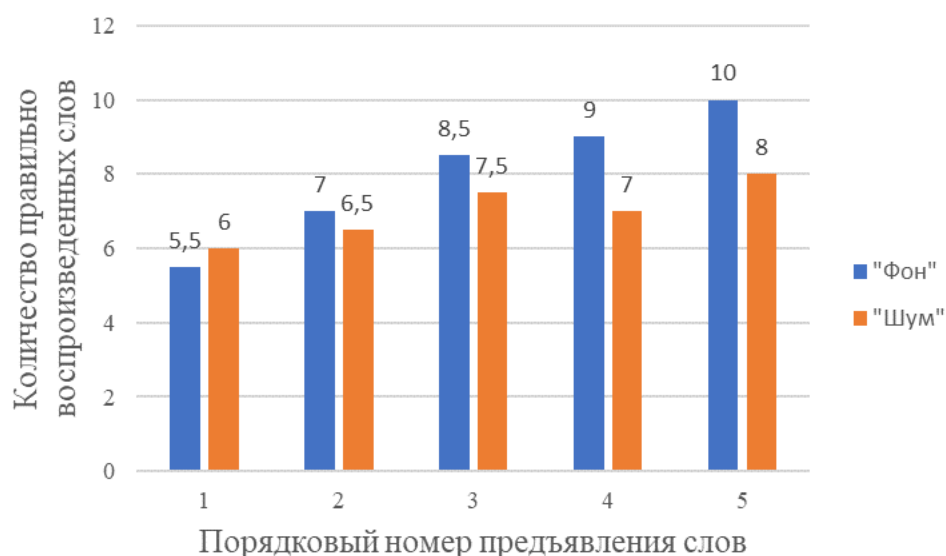


Рисунок 13 – Результат испытаний качества запоминания слов при длительной зашумлённости относительно фоновых условий

В условиях зашумлённости установлено снижение количества правильно воспроизведенных слов, что подтверждает негативное влияние шума как стресс-фактора на внимание, переработку информации и утомляемость.

Воздействие шума на человека приводит к состоянию повышенного напряжения, далее к стрессу, который способствует развитию защитно-приспособительных реакций организма с задействованием симпатoadренальной системы. Объективными индикаторами тонуса вегетативной нервной системы (ее симпатического и парасимпатического отделов), отражающими любые напряжения, изменения в психоэмоциональном состоянии человека или развитие стресса, являются показатели variability ритма сердца. Изменение числа сердечных сокращений (ЧСС) в 1 минуту при обычном воздействии шума и при отопротекции (предварительными ингаляциями КАРГС) иллюстрируется результатами экспериментов, представленными на рисунке 14.

Деятельность работников авиапредприятий в классической системе человек-техника-среда [Сомова и др., 2022] связана с систематическим воздействием на них негативных факторов производственной среды. Одним из наиболее агрессивных внешних факторов является производственный шум, источники которого постоянно окружают человека в процессе трудовой деятельности. Шум при проведении авиационных работ по техническому обслуживанию и ремонту ВС, шум в пассажирском салоне, шум компьютеров в офисах административного персонала сказывается на выполнении работы.

Выявленное влияние шума на физиологические особенности человека оказывает воздействие на его психологию и поведение. Любое, в том числе и короткое, воздействие шума (звука) на слуховую систему может обусловить негативную реакцию человека.

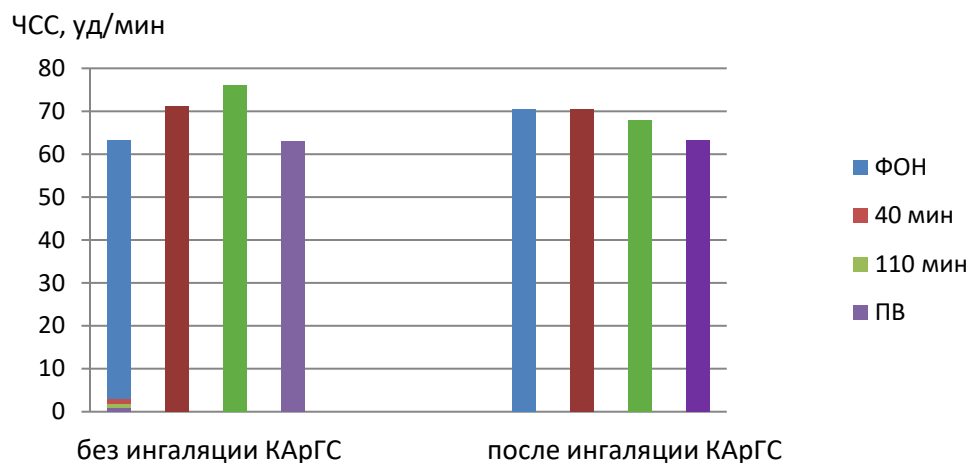


Рисунок 14 – Влияние отопротекции ингаляциями КАрГС на частоту сердечных сокращений испытуемых после воздействия шума: в фоновом режиме (ФОН); с экспозицией 40-минут (40 мин); с экспозицией 110-минут (110 мин); через 5 ... 10 мин после воздействия (ПВ)

Достоверно показано, что зашумлённость среды пребывания человека-оператора ведёт (как подробнее показано в работе [«Неслуховые» эффекты..., 2023]) к торможению когнитивных процессов распознавания и анализа информации, уменьшению объёма оперативной памяти, понижению внимания. Экспериментальные данные, полученные ГНЦ РФ – ИМБП РАН, свидетельствуют, что у человека, находящегося под влиянием шума, показатели вегетативной нервной системы изменяются в сторону нарастания напряжения (стресса).

Поэтому применение метода ингаляционного использования смеси кислорода и аргона, путем пре кондиционирования в целях отопротекции [«Неслуховые» эффекты..., 2023] на избыточно зашумленных рабочих местах в ГА, является перспективным, исследование целесообразно продолжить.

Способ шумовой отопротекции защищен патентами Российской Федерации (RU 2 376 041; RU 2 390 358 C1; RU 2 779 973).

Заключение (Conclusion)

За последние несколько десятилетий статистика производственного травматизма свидетельствует о последовательном снижении его показателей. Темпы их спада на авиапредприятиях гражданской авиации примерно в 1,5 раза выше общероссийских. Тем не менее, необходимо продолжать принимать меры по снижению травматизма.

По данным статистики выявлено, что фактором производственной среды, способствующим травматизму в ГА (без учета случаев АП), в значительном числе случаев является шум, оказывающий влияние на ЧФ в виде негативных физиологических, а также психологических изменений в организме работника и благоприятствующий его ошибочным действиям. Важно, минимизируя количественные показатели факторов, ведущих к ошибочным действиям человека, с одной стороны, с другой – продолжать разрабатывать новые подходы

к снижению травматизма, новые средства коллективной и индивидуальной защиты работающих.

По результатам испытаний, проведенных ГНЦ РФ – ИМБП РАН, установлено и доказано, что продолжительное воздействие шума оказывает негативное влияние не только непосредственно на слуховую систему, но и на функциональное состояние центральной нервной системы. Это способствует нарушению слуха и, как следствие, приводит к возникновению ошибок, снижению работоспособности и ухудшению качества операторской деятельности при выполнении сложных задач на авиапредприятиях.

Влияние на орган слуха выражается в травматическом воздействии на все отделы слухового анализатора, что может привести к развитию тугоухости.

Экспериментально показана возможность снижения негативной реакции человека на зашумлённость среды на рабочем месте. После ототоксической ингаляции кислородно-аргоновой газовой смесью (КАрГС), предшествующей периоду воздействия шума на работника, наблюдается тенденция к уменьшению пагубного влияния шума.

Для снижения негативных последствий шума – несчастных случаев и сбоев в поведении (ошибочных действий) работников, так называемого «человеческого фактора», прежде всего, на шумных производственных участках авиапредприятий, целесообразно использовать нижеперечисленные меры парирования.

1. Организация медицинских кабинетов и оснащение масками с кислородно-аргоновой газовой смесью (под контролем специализированного персонала).

2. Организация системы контроля и учёта состояния здоровья авиационного персонала, выполняющего работу в условиях повышенного шума перед началом рабочей смены. Особое внимание уделить категориям работников, находящихся под воздействием негативных факторов продолжительное время.

3. Проведение медицинских осмотров перед выполнением работ у наиболее уязвимого персонала, находящегося в зоне воздействия повышенного шума.

Работа выполнена в рамках фундаментальных исследований по базовой тематике РАН FMFR-2024-0039.

Библиографический список

- Вадулина Н. В.* Профессиональная заболеваемость в России: проблемы и решения / Н. В. Вадулина, М. А. Галлямов, С. М. Девятова // Безопасность техногенных и природных систем. 2020. № 3. С. 7-15. DOI 10.23947/2541-9129-2020-3-7-15. EDN RHGUIM.
- Вихров С. В.* Система управления охраной труда: эффективные процессы и процедуры // Материалы вебинара КИОУТ 29 марта 2024 г. // [Электронный ресурс]. – 2024. URL: <https://youtube.com/watch?v=CcLH883bWus> (дата обращения: 29.03.2024).
- Гамзаев В. Р.* Особенности охраны труда и безопасности бортпроводников авиакомпаний «Победа», «Россия» и «S7 Airlines» // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2022. Т. 11, № 2(58). С. 169-175. DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0030. EDN RHACBI.

Контарева В. Ю. Анализ производственного травматизма в сельскохозяйственной отрасли / В. Ю. Контарева, С. Н. Белик // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2023. Т. 12, № 4(64). С. 250-258. EDN DUGIRB.

Локтева О. С. Нулевой травматизм и возможность его достижения в транспортной отрасли / О. С. Локтева, А. А. Локтев // Наука и техника транспорта. 2020. № 2. С. 87-93. EDN АНДХВД.

Лукьянчикова Т. Л. Компаративистский анализ производственного травматизма: Россия и мир / Т. Л. Лукьянчикова, Т. Н. Ямщикова, Н. В. Клецова // Экономика труда. 2018. Том 5. № 3. С. 647-662. DOI 10.18334/et.5.3.39334. EDN YMQRWN.

Лурия А. Р. Высшие корковые функции человека и их нарушения при локальных повреждениях мозга. М.: Изд-во МГУ, 1962. 375 с.

Мельников Б. Н. Перспективы создания малошумных самолетов гражданской авиации / Б. Н. Мельников, Ю. А. Большунов, Н. И. Николайкин // Безопасность в техносфере. 2010. № 2. С. 32-37. EDN MBFSNZ.

«Неслуховые» эффекты воздействия шума на организм человека / Е. Э. Сигалева, О. Б. Пасекова, Н. В. Дегтеренкова [и др.] // Физиология человека. 2023. Т. 49, № 6. С. 76-83. DOI 10.31857/S0131164622600677. EDN XBKQPU.

Николайкин Н. И. Методология оценки влияния условий труда персонала авиапредприятий на риски в авиатранспортных процессах / Н. И. Николайкин, Ю. Г. Худяков // Научный вестник МГТУ ГА. 2013. № 197. С. 115-119. EDN RSMULB.

Пассажирооборот: пассажирооборот по видам транспорта общего пользования / Росстат – Транспорт // [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/transport#> (дата обращения: 06.09.2023).

Перспектива использования метода дыхания нормоксической кислородно-аргоновой газовой смесью в целях шумовой отопротекции / Е. Э. Сигалева, Л. Ю. Марченко, О. Б. Пасекова [и др.] // Авиационная, экологическая и космическая медицина. 2023. Т. 57, №2. С. 65-73. DOI 10.21687/0233-528X-2023-57-2-65-73. EDN FNIRSM.

План НИОКР ФАВТ на 2020 г. и на плановый период 2021 и 2022 гг. / Приказ Росавиации от 22.12.2020 № 1584-П // [Электронный ресурс]. 2020. – URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-Rosaviatsii-ot-22.12.2020-N-1584-P/> (дата обращения: 06.09.2023).

Путин предложил создать гражданскую версию Ту-160 // Деловой авиационный портал АТО.ru: Новости // [Электронный ресурс]. 2018. – URL: <http://www.ato.ru/content/putin-predlozhil-sozdat-grazhdanskuyu-versiyu-tu-160> (дата обращения: 15.01.2024).

Результаты мониторинга условий и охраны труда в Российской Федерации в 2020 году / Минтруд России // [Электронный ресурс]. 2020. – URL: <https://eisot.rosmintrud.ru/monitoring-uslovij-okhrany-truda> (дата обращения: 06.09.2023).

Результаты мониторинга условий и охраны труда в Российской Федерации в 2021 году / Минтруд России // [Электронный ресурс]. 2021. – URL: <https://eisot.rosmintrud.ru/attachments/article/47/monitoring-2021.pdf> (дата обращения: 06.09.2023).

Сомова Ю. В. Исследование человеческого фактора в системе человек - техническая система - производственная система с целью повышения безопасности труда / Ю. В. Сомова, А. С. Лимарев, А. А. Ларина // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2022. Т. 11, № 4(60). С. 165-171. DOI 10.46548/21vek-2022-1160-0026. EDN TDWSOQ.

Старостина Н. Н. Изучение причин несчастных случаев и возможности применения мотивации для повышения безопасности труда / Н. Н. Старостина, Т. В. Свиридова // XXI век: Итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2021. Т. 10. №1(53). С. 203-208. DOI 10.46548/21vek-2021-1053-0038. EDN CMVTXF.

Условия труда, производственный травматизм (по отдельным видам экономической деятельности): производственный травматизм // [Электронный ресурс]. – URL: https://rosstat.gov.ru/working_conditions (дата обращения: 06.09.2023).

Федеральные клинические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике потери слуха, вызванной шумом / Е. Е. Аденинская, И. В. Бухтияров, А. Ю. Бушманов [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. 2016. №3. С. 37-48. EDN VRNUGH.

Худяков Ю. Г. Управление опасностями производственной среды // Ю. Г. Худяков, Н. И. Николайкин, В. Э. Андрусов. М.: Проспект, 2017. 128 с. EDN YSGWEF.

Человек и авиационный шум / С. К. Солдатов, В. Н. Зинкин, А. В. Богомоллов, Ю. А. Кукушкин // Безопасность жизнедеятельности. 2012. № S9. С. 1-24. EDN OUOZIR.

Шапкин В. Современные факторы создания сверхзвукового гражданского самолета нового поколения / В. Шапкин, А. Пухов // Авиасоюз. 2022. № 3/4 (90). С. 4-9.

Argon attenuates multiorgan failure following experimental aortic cross-clamping / G. Savary, F. Lidouren, J. Rambaud [et al.] // British Journal of Clinical Pharmacology. 2018. № 84(6). P. 1170–1179. DOI 10.1111/bcp.13535

Argon inhibits reactive oxygen species oxidative stress via the miR-21-mediated PDCD4/PTEN pathway to prevent myocardial ischemia/reperfusion injury / H. Qi, J. Zhang, Y. Shang [et al.] // Bioengineered. 2021. № 12(1). P. 5529–5539. DOI 10.1080/21655979.2021.1965696.

Cemalovic N. Analysis of the causes of occupational injuries and application of preventive measures / N. Cemalovic, S. Rosic, N. Toromanovic // Materia Socio Medica. 2016. № 28(1). pp. 51-52. DOI 10.5455/msm.2016.28.51-52.

Nair S. G. Argon: the future organ protectant? // Annals of Cardiac Anaesthesia. 2019. № 22(2) pp. 111-112. DOI 10.4103/aca.ACA_180_18.

Overture: The World's Fastest Airliner // Boom - Supersonic Passenger Airlines // [Электронный ресурс]. – URL: <https://boomsupersonic.com> (дата обращения: 15.01.2024).

Roehl A. Update of the organoprotective properties of xenon and argon: from bench to bedside / A. Roehl, R. Rossaint, M. Coburn // Intensive Care Medicine Experimental. 2020. № 8. pp. 11. DOI 10.1186/s40635-020-0294-6.

Sharov V. D. Concept of risk and safety: analysis of aviation safety regulations / V. D. Sharov, V. V. Vorobyov, D. A. Zatuchny // Probabilistic-Statistical Methods for Risk Assessment in Civil Aviation. 2021. С. 1-33. DOI 10.1007/978-981-16-0092-0_1.

References

Adeninskaya E. E., Bukhtiyarov I. V., Bushmanov A. Y. [et al.] (2016). Federal clinical guidelines for the diagnosis, treatment and prevention of hearing loss caused by noise. *Occupational medicine and industrial Ecology*. 3: 37-48. (in Russian)

Cemalovic N., Rosic S., Toromanovic N. (2016). Analysis of the causes of occupational injuries and application of preventive measures. *Materia Socio Medica*. 28(1): 51-52. DOI 10.5455/msm.2016.28.51-52.

Gamzaev V. R. (2022). Features of occupational safety and health of flight attendants of Pobeda, Rossiya and S7 Airlines *XXI century: results of the past and problems of the present plus*. 2(58): 169-175. (in Russian)

Khudyakov Yu. G., Nikolaikin N. I., Andrusov V. E. (2017). Managing the hazards of the industrial environment. Moscow: *Prospekt*, 2017. 128 p. (in Russian)

Kontareva V. Y., Belik S. N. (2023). Analysis of industrial injuries in the agricultural sector *XXI century: results of the past and problems of the present plus*. 4(64): 250-258. (in Russian)

Lokteva O. S., Loktev A. A. (2020). Zero injury and the possibility of achieving it in the transport industry *Science and technology of transport*. (2): 87-93. (in Russian)

Lukyanchikova, T. L., Yamshchikova T. N., Kletsova N. V. (2018). Comparative analysis of occupational injuries: Russia and the world *Labor economics*. 5(3): 647-662. (in Russian)

Luria A. R. (1962). Higher human cortical functions and their disorders in local brain damage. Moscow: Publishing House of Moscow State University, 375 p. (in Russian)

Melnikov B. N., Bolshunov Yu. A., Nikolaikin N. I. (2020). Prospects for the creation of low-noise civil aviation aircraft. *Safety in the technosphere*. 2: 32-37. (in Russian)

Nair S. G. (2019). Argon: the future organ protectant? *Annals of Cardiac Anaesthesia*. 22(2):111-112.

Nikolaikin N. I., Khudyakov Yu. G. (2013). Methodology for assessing the impact of working conditions of airline personnel on risks in air transport processes. *Scientific Bulletin of MSTU GA*. (197): 115-119. (in Russian)

Overture: The World's Fastest Airliner. Boom - Supersonic Passenger Airlines Available at: <https://boomsupersonic.com> (accessed 15 January 2024).

Passenger turnover: passenger turnover by types of public transport. Rosstat – Transport. Available at: <https://rosstat.gov.ru/statistics/transport> (accessed 6 September 2023). (in Russian)

Putin proposed to create a civilian version of the Tu-160. (2018) Business Aviation Portal ATO.ru: News. Available at: <http://www.ato.ru/content/putin-predlozhit-sozdat-grazhdanskuyu-versiyu-tu-160> (accessed 15 January 2024).

Qi H., Zhang J., Shang Y. [et al.] (2021). Argon inhibits reactive oxygen species oxidative stress via the miR-21-mediated PDCD4/PTEN pathway to prevent myocardial ischemia/reperfusion injury. *Bioengineered*. 12(1): 5529–5539.

Roehl A., Rossaint R., Coburn M. (2020). Update of the organoprotective properties of xenon and argon: from bench to bedside. *Intensive Care Medicine Experimental*. (8): 11.

Savary G., Lidouren F., Rambaud J. [et al.] (2018). Argon attenuates multiorgan failure following experimental aortic cross-clamping. *British Journal of Clinical Pharmacology*. 84(6): 1170–1179.

Shapkin V., Pukhov A. (2022). Modern factors in the creation of a supersonic civil aircraft of a new generation. *Aviasoyuz*. 3/4(90): 4-9. (in Russian)

Sharov V. D., Vorobyov V. V., Zatuchny D. A. (2021) Concept of risk and safety: analysis of aviation safety regulations. *Probabilistic-Statistical Methods for Risk Assessment in Civil Aviation*: 1-33.

Sigaleva E. E., Marchenko L. Yu., Pasekova O. B. [et al.] (2023). The prospect of using the method of breathing with a normoxic oxygen-argon gas mixture for the purpose of noise otoprotection. *Aviation, environmental and space medicine*. 57(2): 65-73.

Sigaleva E. E., Pasekova O. B., Degterenkova N. V. [et al.]. (2023). "Non-auditory" effects of noise on the human body. *Human Physiology*. 49(6):76-83. (in Russian)

Soldatov S. K., Zinkin V. N., Bogomolov A.V., Kukushkin Yu. A. (2012). Man and aviation noise. *Life safety*. (S9): 1-24. (in Russian)

Somova Yu. V., Limarev A. S., Larina A. A. (2022). Research of the human factor in the human - technical system - production system in order to improve labor safety. *XXI century: results of the past and problems of the present plus*. 11-4(60): 165-171. (in Russian)

Starostina N. N., Sviridova T. V. (2021). Study of the causes of accidents and the possibility of using motivation to improve occupational safety. *XXI century: resumes of the past and challenges of the present plus*. 10-1(53): 203-208.

The FAVT R&D plan for 2020 and for the planning period 2021 and 2022. Order of the Federal Air Transport Agency dated 12/22/2020 No. 1584-P (2020) Available at: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-Rosaviatsii-ot-22.12.2020-N-1584-P/> (accessed 6 September 2023). (in Russian)

The results of monitoring labor conditions and safety in the Russian Federation in 2020. Ministry of Labor of the Russian Federation (2020). Available at: <https://eisot.rosmintrud.ru/monitoring-usloviy-okhrany-truda> (accessed 6 September 2023).

The results of monitoring labor conditions and safety in the Russian Federation in 2021. Ministry of Labor of the Russian Federation (2021). Available at: <https://eisot.rosmintrud.ru/attachments/article/47/monitoring-2021.pdf> (accessed 6 September 2023).

Vadulina N. V., Gallyamov M. A., Devyatova S. M. (2020). Occupational morbidity in Russia: problems and solutions. *Safety of technogenic and natural systems*. (3): 7-15. (in Russian)

Vikhrov S. V. (2024). Occupational safety management system: effective processes and procedures *Materials of the KIOUT webinar on March 29, 2024*. Available at: <https://youtube.com/watch?v=CcLH883bWus> (accessed 29 March 2024) (in Russian)

Working conditions, industrial injuries (for certain types of economic activity): industrial injuries Available at: https://rosstat.gov.ru/working_conditions (accessed 6 September 2023).