

УДК 331.452:351.814.2:612.85
DOI 10.51955/2312-1327_2024_3_6

ШУМ КАК УСЛОВИЕ, СПОСОБСТВУЮЩЕЕ АВИАЦИОННЫМ СОБЫТИЯМ*

*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, д. 76А
Москва, 123007, Россия
sigaleva@mail.ru*

*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. В статье приводятся данные статистики пассажирооборота воздушного транспорта в сравнении с иными видами транспорта России, а также показатели безопасности полётов за последнее десятилетие. Определены лидирующие типы событий, приводящих к авиационным происшествиям. Выявлено, что причиной многих произошедших негативных авиационных событий являлись нарушения функционального состояния, потеря работоспособности и ошибки членов экипажа, которым способствуют условия пребывания человека.

Исследовалась вариабельность ритмов сердца, отражавшая изменения в психоэмоциональном состоянии человека при шуме. Экспериментально подтверждено изменение активности симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы организма человека-оператора, что свидетельствует о развитии стресса под

воздействием шума. Показана важность парирования негативного действия шума на авиаперсонал для повышения безопасности полётов и снижения травматизма. Предложено для концентрации внимания экипажа в экстремальных ситуациях использовать отопротекцию кислородно-аргоновой газовой смесью.

Ключевые слова: воздушный транспорт, авиационные происшествия, человеческий фактор, шум, отопротекция, аргон.

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

NOISE AS A CONTRIBUTING TO AVIATION EVENTS CONDITION

*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, Russian Academy of Sciences Professor
Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences,
76A, Khoroshevskoe shosse
Moscow, 123007, Russia
sigaleva@mail.ru*

*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*

Annotation. The article provides statistical data on passenger turnover of air transport in comparison with other types of transport in Russia, as well as flight safety indicators over the last decade. The leading types of events leading to aviation accidents have been identified. It has been revealed that the cause of many of the negative aviation events that have occurred are violations of the functional state, loss of performance and errors of crew members, which are facilitated by the conditions of the person's environment.

The authors study the variability of heart rhythms, reflecting changes in the psycho-emotional state of a person during noise. The results of the study confirm that a change in the activity of the sympathetic and parasympathetic parts of the autonomic nervous system of the human operator. This indicates the development of stress under the influence of noise.

The authors demonstrate the importance of counteracting the negative effects of noise on aviation personnel to improve flight safety and reduce injuries and propose to use otoprotection with an oxygen-argon gas mixture to concentrate the attention of the crew in extreme situations.

Key words: air transport, aviation accidents, human factor, noise, otoprotection, argon.

Введение (Introduction)

Роль гражданской авиации (ГА) в экономике нашей страны значительна, она постоянно увеличивалась с момента окончания Великой Отечественной войны. Последние десятилетия для огромной территории РФ воздушный транспорт (ВТ) во многих случаях стал основным связующим звеном, обеспечивающим целостность государства, особенно в деле освоения восточных и приполярных территорий, арктической зоны Дальнего Востока [Полешкина и др., 2023]. Доля ВТ при перевозках грузов незначительна, преимущественно перевозятся особо ценные грузы и почта. При этом, по данным Росстата [Пассажирооборот..., б.г.], ВТ занимает ведущее место в пассажирообороте¹ в нашей стране, что иллюстрирует рисунок 1. Несмотря на снижение объемов деятельности отечественной ГА из-за «ковидных» и «санкционных» ограничений, суммарный ежегодный пассажирооборот отечественных авиакомпаний сохранился на уровне 200 млрд пассажиро-километров в год, что иллюстрирует рисунок 2.

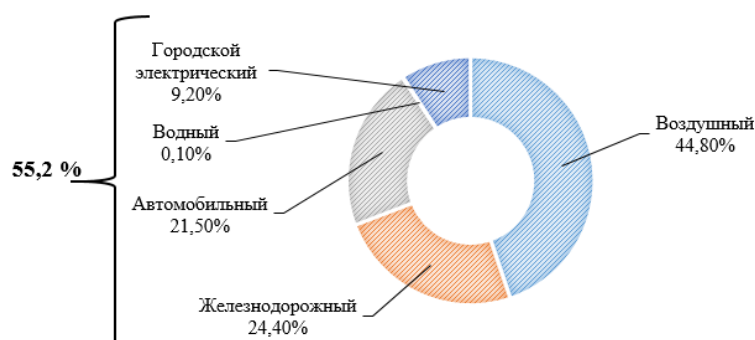


Рисунок 1 – Структура пассажирооборота по видам транспорта в РФ за 2022 г.

В целом, по данным ФГУП «Госкорпорация по ОрВД» и Федерального агентства воздушного транспорта (Росавиация), за последнее десятилетие отечественная авиация ежегодно в среднем обслуживала около 1,5 млн полетов.

¹ Пассажирооборот транспорта общего пользования – объем работы транспорта по перевозке пассажиров. Определяется умножением числа пассажиров на расстояние перевозки по каждой позиции перевозки с последующим суммированием указанных произведений [Пассажирооборот..., б.г.].

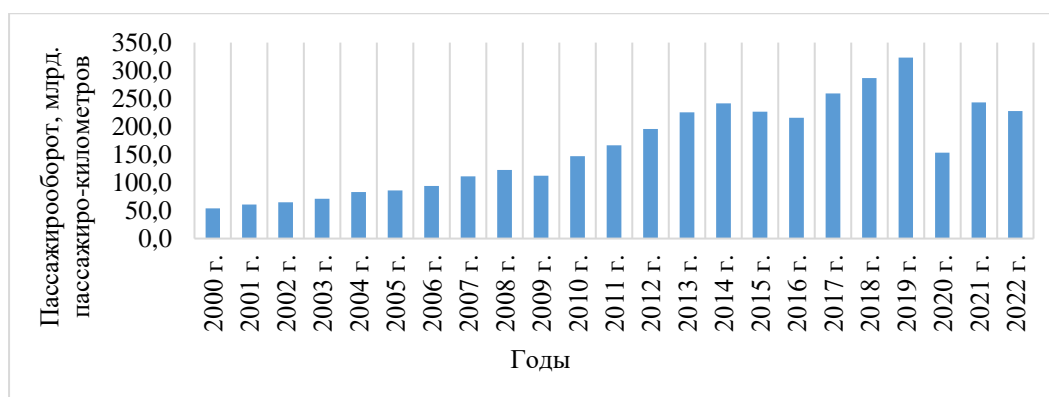


Рисунок 2 – Пассажирооборот отечественного воздушного транспорта, по годам

Деятельность гражданской авиации постоянно анализируется, затем на основании анализа подбираются и проводятся корректирующие мероприятия по повышению уровня безопасности, присутствует регулярный контроль вопросов безопасности. Показателями качества авиатранспортных услуг являются характеристики безопасности полетов [Safety..., 2017], авиационной безопасности, производственной безопасности [Николайкин и др., 2013], экологической безопасности [Николайкин и др., 2015], часто объединяемые в единое понятие «комплексная безопасность»¹.

С момента появления в начале XX в. и с первых шагов авиация оценивалась по критериям безопасности полётов. С середины XX в. большое внимание стали уделять также производственной безопасности технического обслуживания и ремонта (ТОиР) воздушных судов (ВС) и процессов организации перевозок. В конце XX в. была признана ведущая роль участия человека в причинах негативных событий на воздушном транспорте [Human Factors ..., 1998].

В последние годы стали акцентировать внимание [Гузий и др., 2023] на динамике изменения функционального состояния авиационных специалистов, отмечая проблемы утомляемости, потери внимания и т. п., снижения работоспособности в целом. Признано, что необходимо учитывать факторы среды, способствующие психофизиологическим изменениям в состоянии работника и сказывающиеся на соразмерности его поведения, особенно в критически ответственных ситуациях.

В данной работе решались следующие, нацеленные на повышение безопасности полетов, задачи:

- оценить влияние на авиационный персонал шума внешней среды на их рабочих местах, как условия, которое может способствовать возникновению негативных авиационных событий (АС) вследствие воздействия человеческого фактора;

¹ Безопасность полетов гражданских воздушных судов: Учебник / Л. Г. Большедворская, В. В. Воробьев, Б. В. Зубков [и др.]. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2024. 424 с. EDN COWWUM.

– определить возможность превентивного уменьшения негативного действия шума путём индивидуальной защиты работника инновационным методом отопротекции ингаляцией кислородно-аргоновой смесью.

Дискуссия (Discussion)

Эксплуатация ВТ неразрывно связана с влиянием различных факторов (вредных и/или опасных), действие которых приводит к возникновению разнообразных АС. Риск реализации опасностей и возникновения всевозможных негативных событий, прежде всего отражающихся на безопасности полётов (БП), должен находиться под разумным контролем [Safety ..., 2017]. За последние 10 лет количество авиационных происшествий (АП) с ВС России в среднем было на уровне 35-37 в год (рис. 3). По данным МАК [Состояние..., 2023], в авиации общего назначения (АОН) государств-участников Соглашения о гражданской авиации и об использовании воздушного пространства (Азербайджан, Армения, Беларусь, Грузия, Казахстан, Молдова, Россия, Таджикистан, Туркменистан, Узбекистан, Украина¹) в 2023 г. произошло 12 АП, а в коммерческой авиации – 14 АП.

Наиболее негативными АС в ГА являются АП с человеческими жертвами (катастрофы). Полностью исключить гибель людей при АП на ВТ пока не удалось ни одной авиакомпании, ни в одной стране. Специалисты в сфере обеспечения безопасности полётов (БП) ведут активную работу по достижению приемлемого уровня риска для БП [Safety..., 2017]. За 2022 г. в России в авиакатастрофах погибло 24 чел. (рис. 4), при том, что в стране в целом ушло из жизни 1 898 644 чел. [Официальная..., б.г.].

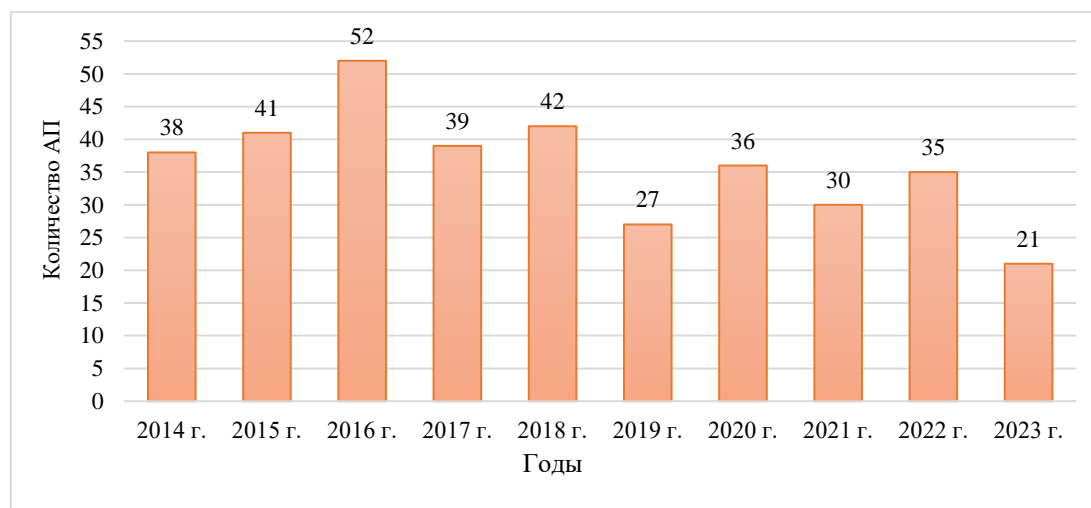


Рисунок 3 – Распределение абсолютных показателей безопасности полетов в ГА РФ за последнее десятилетие

¹ Без учета за 2022-2023 гг.

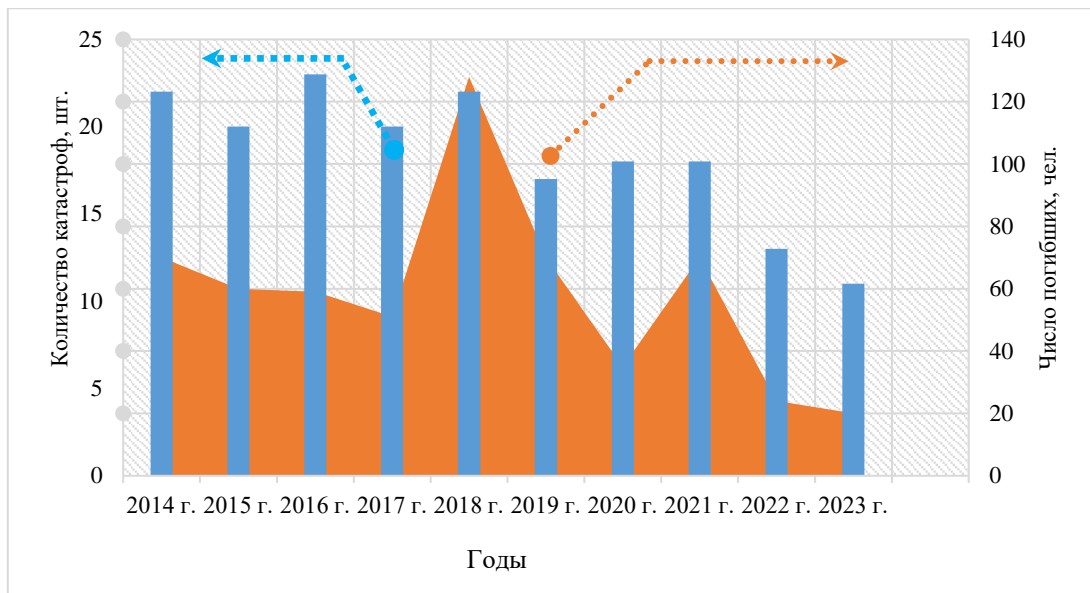


Рисунок 4 – Количество катастроф с ВС ГА России и число погибших в них, по годам

Анализ причин АС показал некоторые различия между причинами АП и инцидентов, произошедших с вертолетами и самолетами. Так, за последнее десятилетие основными типами событий, приведших к АП в эксплуатации самолетов коммерческой авиации (по данным [База..., 2024]), являются: столкновения с землей в управляемом полете, выкатывания, потери управления в полете и нештатные касания ВПП в эксплуатации вертолетов – столкновения с землей в управляемых полётах, потери управления в полетах, нештатные касания ВПП или посадочных площадок (рис. 5).

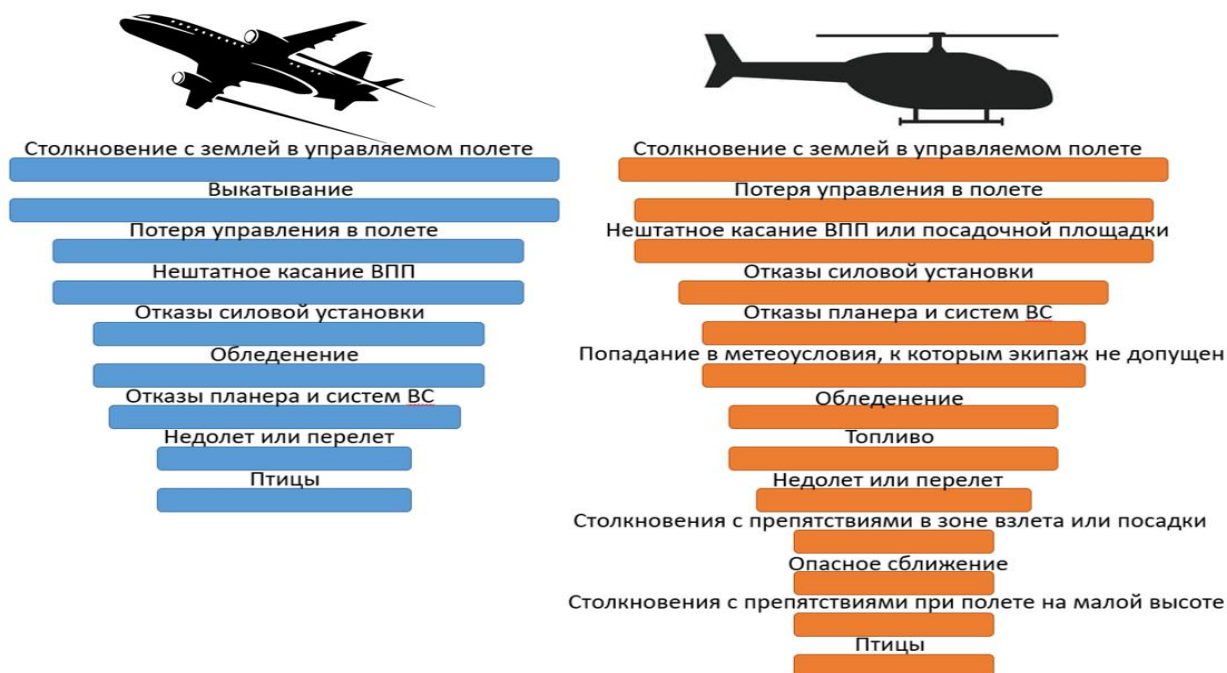


Рисунок 5 – Основные типы событий, приводящие к АП с самолетами и вертолетами коммерческой авиации

Авиационному персоналу приходится работать в условиях влияния различных факторов, включая факторы внешней среды, которые, если и не являются основной причиной АС, но способствуют ухудшению общей ситуации. Это, в частности, воздействие звуков от различных источников. В авиации главным источником шумового воздействия являются силовая установка ВС (авиационный двигатель), а также несущий и рулевой винты (для вертолетов). По результатам расследования произошедших АП, причинами которых являлись особенности поведения человека и его функционального состояния, в частности потеря работоспособности членов экипажа, ошибки в пилотировании, из-за которых далее произошло¹:

- «столкновение с препятствиями при полете на малой высоте» (например, «при преждевременном снижении при заходе на посадку»);
- «столкновение с землей в управляемом полете»;
- «грубое приземление или нештатное касание земли/водной поверхности»;
- «столкновение с препятствиями в зоне взлета или посадки».

Сбои в физиологическом состоянии летного состава (особенно в критических ситуациях пилотирования, сложившихся по иным причинам) не могут не способствовать таким последующим действиям, как:

- «непринятие своевременного решения об уходе на второй круг или набор безопасной высоты полета»;
- «нереагирование на срабатывание предупреждающей сигнализации»;
- «непринятие своевременного решения о прекращении полетного задания»;
- «неготовность командира вертолета к переходу с визуального на приборный полет, недостаточные навыки пилотирования по приборам»;
- «отсутствие контроля за высотой полета при потере визуального контакта с наземными ориентирами»;
- «отклонение от летных ограничений – выход за ограничения по скорости, углам крена и т.п. при маневрировании» (резком маневрировании).

Необходимо также учитывать условия, при которых принимаются решения до начала выполнения полёта. Под воздействием неблагоприятных факторов человек может ошибиться в:

- «принятии решения о вылете по нелетному прогнозу погоды»;
- «оценке подготовленности к полету с учетом прогнозируемых метеоусловий по маршруту и на аэродроме назначения», радио- и светотехнического оборудования аэродрома и «особенностей рельефа местности в районе аэродрома»;
- «своевременности и надлежащей реакции на факторы опасности, возникающие в процессе деятельности».

Примером является АП с вертолетом AS-350 (2022 г.), связанное с потерей командиром воздушного судна (КВС) пространственной ориентировки после

¹ Далее по тексту в кавычках приведены формулировки терминов, понятий и оборотов речи, касающиеся БП, регулярно встречающиеся в материалах расследований АП, а также в отчетах МАК и Росавиации.

выполнения взлета в ночное время. Комиссия, проведшая расследование, не исключила накопление усталости и переутомление КВС.

Примеров с влиянием человеческого фактора на безопасность полетов очень много. Важно при этом учитывать различные условия, в которых происходили авиационные события, например, такое условие внешней среды, как наличие шума, присутствующее постоянно и вызывающее негативные эффекты в поведении человека. В последнее время пристальное внимание уделяется перспективе увеличения скорости полёта ВС путём создания сверхзвуковых пассажирских самолетов [Путин предложил..., 2018; Overture..., б.г.], что ещё более усугубит проблему зашумлённости рабочих мест на авиапредприятиях [Шапкин и др., 2022; Donaldson, 2024; Quesst..., s.a.]. Таким образом, необходимо изучать феномен шумового воздействия на организм, влияющего на физиологию и функциональное состояние авиационного персонала, на последствия этого воздействия.

В целом в ГА изучение и анализ влияния факторов опасности на уровень безопасности полетов производится в рамках функционирования системы управления безопасностью полетов (СУБП)¹ [Гузий и др., 2023], однако, в [Гузий и др., 2023] отдельно акцентируется необходимость управления рисками, связанными с утомляемостью человека (СУРУ), рассматриваемая авторами работы [Гузий и др., 2023] как интегрированная СУБП-СУРУ.

Целесообразно обратить внимание и на такие АС, как чрезвычайные происшествия (ЧП), связанные с травмированием человека на земле. В частности, были случаи попадания работников в плоскость вращения воздушного винта авиационного двигателя и, как следствие, получение смертельной травмы. Причинами таких ЧП являются различные факторы и их сочетания, в их числе невнимательность различного рода.

Данные отраслевого мониторинга [План НИОКР ФАВТ..., 2020] свидетельствуют о том, что за последнее тридцатилетие на авиапредприятиях ГА произошло очень резкое (почти трехкратное) уменьшение числа ежегодно страдающих в несчастных случаях на производстве (рис. 6) и на порядок сократилась число летальных случаев.

Статистические данные Росстата и Минтруда за соответствующие годы свидетельствуют о том, что за последнее десятилетие почти каждый пятый работающий в нашей стране в рабочее время подвергается сверхнормативному воздействию шума, ультра- и инфразвуков, соответствующие данные приведены в таблице 1. Проблема повышенного уровня авиационного шума волнует людей с середины прошлого века, задача создания малошумящих воздушных судов решается уже не первое десятилетие [Мельников и др., 2010]. Для защиты от шума разрабатываются разнообразные методы. В последнее время внимание, в частности медиков, привлечено к изучению органопротективных свойств аргона [Argon inhibits..., 2021] и газовых смесей с ним [Боева и др., 2022; Возможности применения..., 2024; Перспектива использования..., 2023].

¹ Безопасность полетов гражданских воздушных судов: Учебник / Л. Г. Большедворская, В. В. Воробьев, Б. В. Зубков [и др.]. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2024. 424 с. EDN COWWUM.

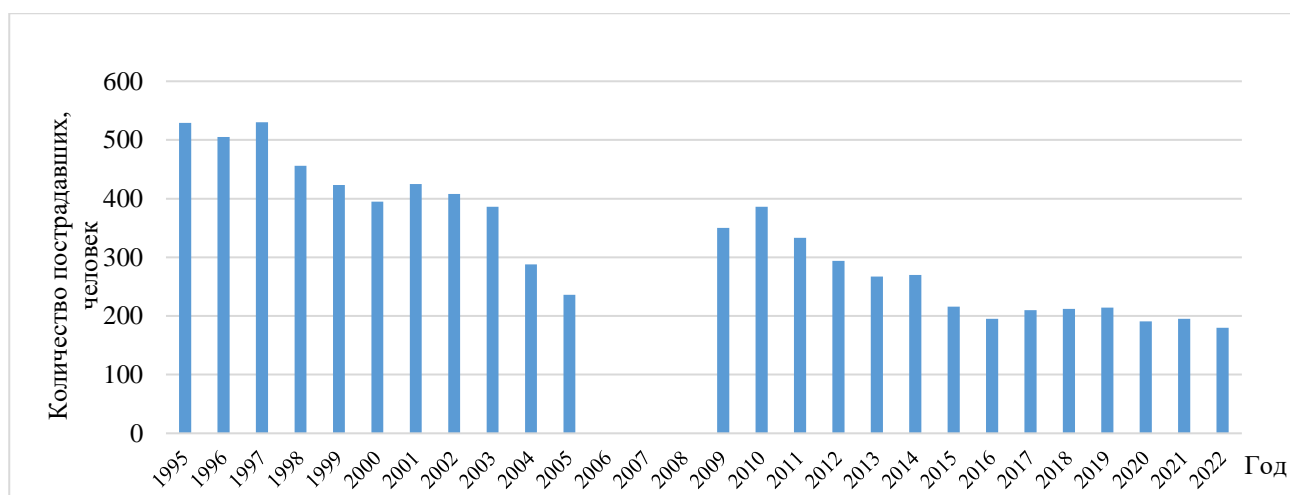


Рисунок 6 – Статистика производственного травматизма (число пострадавших общее) на авиапредприятиях ГА (без числа пострадавших в АП), по годам

Таблица 1 – Соотношение долей работников, занятых в условиях с некоторыми вредными условиями труда, относительно общего количества работающих в 2012 – 2022 гг., в %

Год	Повышенный уровень шума, ультразвука, инфразвука		Повышенный уровень вибрации	
	РФ	ГА	РФ	ГА
2012	17,7	22,98	5	5,72
2013	17,8	21,25	5	4,77
2014	18,8	20,34	5,3	4,93
2015	17,7	17,8	5,1	3,65
2016	18,2	19,52	5	3,56
2017	18,4	18,45	5	4,02
2018	19,1	17,88	5	3,42
2019	19,5	16,96	5,1	2,53
2020	19,4	16,85	5	2,89
2021	19,1	16,94	4,8	3,35
2022	19,1	17,39	4,8	2,6

Материалы и методы (Materials and methods)

Исходные статистические материалы для последующего анализа и обобщения заимствованы из данных официальных интернет-источников (информационных ресурсов) государственных органов нашей страны, а именно Росстата, Минтруда, Росавиации, Межгосударственного авиационного комитета (МАК), Единой общероссийской справочно-информационной системы по охране труда (ЕИСОТ).

Использовались результаты опубликованных (в традиционном и в электронном виде) диссертационных исследований, статей, монографий, учебников, проводились необходимые вычисления.

Экспериментальная оценка значимости влияния производственного фактора «шум» на изменения функционального состояния слуховой системы

человека и его поведение проведена по традиционным методикам Государственного научного центра РФ – Института медико-биологических проблем Российской академии наук (ГНЦ РФ – ИМБП РАН).

Ингаляции кислородно-аргоновой газовой смесью «КАрГС» (Ar – 80%, O₂ – 20%) осуществлялись в течение 30 минут, далее испытуемый 2 часа непрерывно пребывал в условиях широкополосного белого шума с уровнем интенсивности 85 дБ, после чего проверялось функционирование его слуховой системы.

Для оценки у испытуемых активности вегетативной нервной системы исследовалась вариабельность сердечных ритмов (ВСР), что, в свою очередь, может отражать изменения в психоэмоциональном состоянии человека.

Измерения индикаторов ВСР (heart rate variability, HRV) осуществлялись в процессе опытов по Стандартам Американской ассоциации изучения сердца и Европейского общества кардиологов.

Результаты (Results)

Объективный анализ нарушений состояния вегетативной нервной системы, возможных психосоматических и психоэмоциональных расстройств принято проводить, оценивая баланс (нарушения баланса) активности отделов вегетативной нервной системы (симпатического, парасимпатического и надсегментарного эрготропного). Метод ВСР, в частности, позволяет выявить депрессивные расстройства средней тяжести [Антипова и др., 2013].

На рисунке 7 представлены полученные экспериментально результаты изменений функционирования организма работника под воздействием белого шума – в виде реакции высокочастотного компонента HF (*High Frequency*), который отражает влияние на работу сердца блуждающего нерва и среднечастотного LF (*Low Frequency*), характеризующего влияние на сердце симпатического отдела нервной системы.

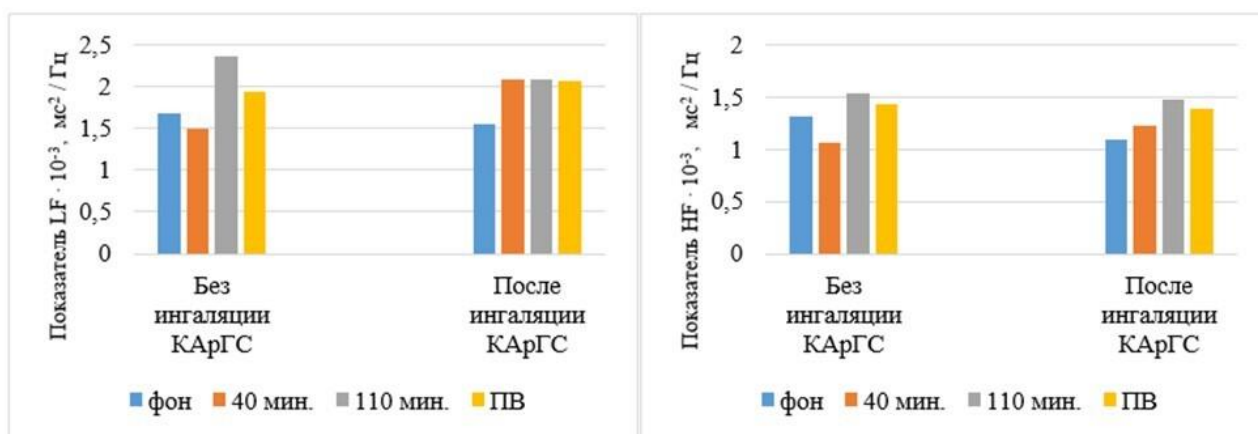


Рисунок 7 – Влияние отопротекции ингаляциями КАрГС на высоко- и среднечастотные показатели HF и LF частоты сердечных сокращений испытуемых после воздействия шума: в фоновом режиме (ФОН); с экспозицией 40-минут (40 мин); с экспозицией 110-минут (110 мин); через 5 ... 10 мин после воздействия (ПВ)

При анализе полученных данных следует помимо частотных характеристик, отражающих влияние симпатической и парасимпатической систем, принять во внимание долю очень медленных (низкочастотных) волн ритма сердца $VLF < 0,04$ Гц (*Very Low Frequency*). Происхождение этих волн чаще связывают с колебаниями концентрации гуморальных факторов в крови, в частности катехоламинов (адреналина) и отражающих реакцию организма на стресс. Динамика VLF при воздействии шума без предварительных ингаляций КАРГС и после воздействий КАРГС отображена на рисунке 8.

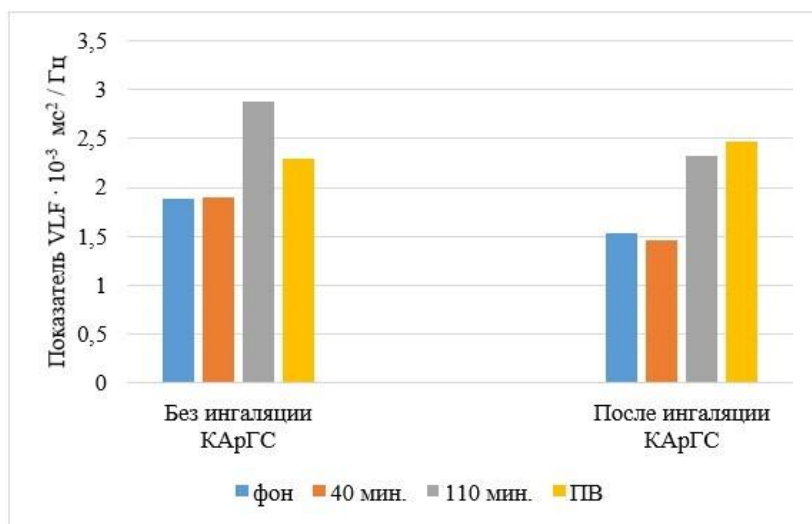


Рисунок 8 – Влияние ототротекции ингаляциями КАРГС на очень низкочастотный показатель VLF частоты сердечных сокращений испытуемых после воздействия шума (обозначения см. на рис 7).

Сформировавшийся в первые минуты эксперимента очаг возбуждения в коре больших полушарий к концу двухчасового воздействия шума – как следует из диаграмм (рис. 7) – привел к выраженной активизации симптоадреналовой системы. Начинает работать механизм адаптации (стадия тревоги), что и подтверждается данными VLF на рисунке 8.

Анализируя те же показатели ВСР при том же воздействии шума, но после предшествующих ингаляций кислородно-аргоновой смеси, можно отметить менее выраженную ответную реакцию организма испытуемого на стресс, что говорит об эффективности применения КАРГС перед решениями поставленных задач в условиях повышенной стрессовой обстановки.

Заключение (Conclusion)

Глобальный план обеспечения безопасности полетов Международной организации гражданской авиации ИКАО [Ensuring Safe..., 2023; Global Aviation..., 2022] ставит перед государствами-участниками соглашения ряд задач, в том числе необходимость постоянного снижения эксплуатационных рисков для безопасности полетов. В целом при коммерческих перевозках

необходимо к 2030 году стремиться к сведению числа погибших в происшествиях до нуля и к поддержанию такого уровня в дальнейшем.

Таким событиям, как столкновение исправного ВС с землей, потеря управления в полете, столкновение в воздухе, выезд за пределы взлётно-посадочной полосы, несанкционированный въезд на взлётно-посадочную полосу и им подобным, способствуют различные факторы, объединяемые понятием «человеческий фактор» (дезориентация пилота, неверные действия пилота, чрезмерная рабочая нагрузка на пилота и прочее). Ошибкам человека способствуют условия, в которых происходят события, то есть внешние условия на месте его пребывания (на рабочем месте), одним из которых практически всегда является зашумленность среды пребывания человека-оператора.

Медицина давно обеспокоена решением проблемы минимизации воздействия на человека агрессивных параметров внешней среды. От быстроты принятия профессионалом, которому доверили свои жизни другие люди, правильных решений зависит очень многое. Выявление и устранение или, по крайней мере, нивелирование стрессовых влияний на организм человека во время его профессиональной деятельности – одна из главнейших задач научной деятельности как инженеров, так и медиков.

Для снижения влияния шума следует применять различные мероприятия проактивного или реагирующего характера. Так, в случаях, когда требуется повышенная концентрация внимания экипажа (полеты в условиях плохой видимости из-за ухудшающихся погодных условий, полеты санитарной авиации в экстренных случаях и тому подобные), на основании результатов проведенных экспериментов рекомендуется проводить отопротекцию кислородно-аргоновой газовой смесью.

Библиографический список

Антипова О. С. Изменения вегетативной регуляции при депрессивных расстройствах умеренной тяжести. / О. С. Антипова, В. Н. Краснов, О. С. Трофимова // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. Спецвыпуски. 2013. № 113(11-2). С. 65-73.

База по расследованиям Межгосударственного авиационного комитета // [Электронный ресурс]. 2024. – URL: <https://mak-iac.org/rassledovaniya/> (дата обращения: 05.04.2024).

Боева Е. А. Органопротективные свойства аргона (обзор) / Е. А. Боева, О. А. Гребенчиков // Общая реаниматология. 2022. № 18(5). С. 44-59. DOI 10.15360/1813-9779-2022-5-44-59. EDN OBWACU.

Возможности применения смесей, содержащих кислород и аргон, в целях кардиопротекции в раннем послеоперационном периоде при ИБС / Е. Г. Агафонов, Л. С. Золотарева, Д. И. Зыбин [и др.] // Московский хирургический журнал. 2024. № 2. С. 101-115. DOI 10.17238/2072-3180-2024-2-101-115. EDN BNNPXU.

Гузий А. Г. Интеграция системы управления риском, связанным с утомляемостью, и системы управления безопасностью полетов эксплуатанта воздушных судов / А. Г. Гузий, А. В. Богомолов, А. П. Костина // Гражданская авиация на современном этапе развития науки, техники и общества: Сборник тезисов докладов Международной научно-технической конференции, посвященной 100-летию отечественной гражданской авиации, Москва, 18–19 мая 2023 года. М.: ИД Академии имени Н. Е. Жуковского, 2023. С. 165-166. EDN HLRNWI.

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

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

Николайкин Н. И. Оценка экологической опасности авиационных событий на воздушном транспорте / Н. И. Николайкин, Е. Ю. Старков // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2015. № 218(8). С. 17-23. EDN UHPYGR.

Официальная статистика / Демография / Рождаемость, смертность и естественный прирост населения // Федеральная служба государственной статистики // [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/12781> (дата обращения: 06.06.2024).

Пассажирооборот: пассажиры по видам транспорта общего пользования / Росстат – Транспорт: // [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/transport#> (дата обращения: 11.06.2024).

Перспектива использования метода дыхания нормоксической кислородно-аргоновой газовой смесью в целях шумовой отопротекции / Е. Э. Сигалева, Л. Ю. Марченко, О. Б. Пасекова [и др.] // Авиакосмическая и экологическая 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]. – URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-Rosaviatsii-ot-22.12.2020-N-1584-P/> (дата обращения: 02.06.2024).

Полешкина И. О. Развитие сети посадочных площадок и вертодромов: обеспечение авиационной доступности населенных пунктов арктических регионов / И. О. Полешкина, В. В. Воробьев // Мир транспорта. 2023. Т. 21. № 2 (105). С. 28-38. DOI 10.30932/1992-3252-2023-21-2-3. EDN QXNVJB.

Путин предложил создать гражданскую версию Ту-160 // Деловой авиационный портал АТО.ru: Новости. [Электронный ресурс]. 2018. – URL: <http://www.ato.ru/content/putin-predlozhit-sozdat-grazhdanskuyu-versiyu-tu-160> (дата обращения: 15.03.2024).

Состояние безопасности полетов в гражданской авиации государств-участников Соглашения о гражданской авиации и об использовании воздушного пространства в 2023 г // межгосударственный авиационный комитет // [Электронный ресурс]. 2023. – URL: <https://mak-iac.org/upload/iblock/a83/461q7yqnb9bcmzvc7izlx7hay2efm/bp-23.pdf> (дата обращения: 05.03.2024)

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

Argon inhibits reactive oxygen species oxidative stress via the miR-21-mediated PDCD4/PTEN pathway to prevent myocardial ischemia/reperfusion injury / Н. Qi, J. Zhang, Y. Shang, S. Yuan, C. Meng // Bioengineered. 2021. V. 1. P. 5529-5539.

Donaldson A. A. NASA, Lockheed Martin Reveal X-59 Quiet Supersonic Aircraft / A. A. Donaldson // [Электронный ресурс]. 2024. – URL: <https://www.nasa.gov/news-release/nasa-lockheed-martin-reveal-x-59-quiet-supersonic-aircraft/> (дата обращения: 21.06.2024).

Ensuring Safe Skies with this Global Aviation Safety Plan: Uniting Aviation: News and Features // [Электронный ресурс]. 2023. – URL: <https://unitingaviation.com/news/safety/ensuring-safe-skies-with-this-global-aviation-safety-plan/> (дата обращения: 23.06.2024).

Global Aviation Safety Plan: 2023–2025. Doc 10004. Montréal, Quebec, Canada: ICAO, 2022 // [Электронный ресурс]. 2022. – URL: https://www.icao.int/safety/GASP/Documents/10004_en.pdf (дата обращения: 23.06.2024).

Human Factors Training Manual (Doc 9683-AN/950) // [Электронный ресурс]. 1998. – URL: <https://www.globalairtraining.com/resources/DOC-9683.pdf> (дата обращения: 20.11.2023).

Overture: The World's Fastest Airliner // Boom - Supersonic Passenger Airlines. [Электронный ресурс]. – URL: <https://boomsupersonic.com> (дата обращения: 15.03.2024).

Quesst: The Vehicle // [Электронный ресурс]. [s.a.]. – URL: <https://www.nasa.gov/quesst-the-vehicle/> (дата обращения: 21.06.2024).
Safety Management Manual (SMM). Doc 9859-AN/474. Fourth edition // [Электронный ресурс]. 2017. – URL: https://www.aex.ru/imgupl/files/ICAO%20Doc%209859%20-%20SMM_Edition%204%20-%20Peer%20Review.pdf (дата обращения: 17.03.2024).

References

- Agafonov E. G. Zolotareva L. S., Zybin D. I. [et al]. (2024). Possibility of using mixtures containing oxygen and argon for the purpose of cardioprotection in the early postoperative period for coronary artery disease. *Moscow Surgical Journal*. 2: 101–115. (in Russian)
- Antipova O. S., Krasnov V. N., Trofimova O. S. (2013). The changes in the autonomic regulation in depressive disorders of moderate severity. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 113(11-2): 65-73. (in Russian)
- Boeva E. A., Grebenchikov O.A. (2022). Organoprotective properties of argon (review). *General resuscitation*. 18(5): 44–59. (in Russian)
- Civil aviation flight safety of the Agreement on Civil Aviation and the Use of Airspace member states in 2023 // *Interstate Aviation Committee*. Available at: <https://mak-iac.org/upload/iblock/a83/461q7ykqnbro9bcmzvc7izlx7hay2efm/bp-23.pdf> (accessed 5 March 2024). (in Russian)
- Donaldson A. A. (2024). NASA, Lockheed Martin Reveal X-59 Quiet Supersonic Aircraft. Available at: <https://www.nasa.gov/news-release/nasa-lockheed-martin-reveal-x-59-quiet-supersonic-aircraft/> (accessed 21 June 2024).
- Ensuring Safe Skies with this Global Aviation Safety Plan: Uniting Aviation: News and Features. (2023). Available at: <https://unitingaviation.com/news/safety/ensuring-safe-skies-with-this-global-aviation-safety-plan/> (accessed 2 June 2024).
- Global Aviation Safety Plan: 2023–2025. Doc 10004 (2022). Available at: https://www.icao.int/safety/GASP/Documents/10004_en.pdf (accessed 23 June 2024).
- Guziy A. G. Bogomolov A. V., Kostina A. P. (2023). Integration of the risk management system associated with fatigue and the flight safety management system of the aircraft operator. *CA at the current stage of science, technology and society development*. 165-166. (in Russian)
- Human Factors Training Manual (Doc 9683-AN/950) (1998). Available at: <https://www.globalairtraining.com/resources/DOC-9683.pdf> (accessed 2 June 2024)
- Interstate Aviation Committee Investigation Base (2024). Available at: <https://mak-iac.org/rassledovaniya/> (accessed 5 April 2024). (in Russian)
- Melnikov B. N., Bolshunov Yu. A., Nikolaikin N. I. (2010). The creation of low-noise civil aviation aircraft prospects. *Safety in the technosphere*. 2: 32-37. (in Russian)
- 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)
- Nikolaikin N. I., Starkov Y. Yu. (2015). Assessment of the environmental hazard of aviation events in air transport. *Scientific Bulletin of MSTU GA*. 218: 17-23. (in Russian)
- Official statistics / Demography / Fertility, mortality and natural population growth. Federal State Statistics Service. Available at: <https://rosstat.gov.ru/folder/12781> (accessed 6 June 2024). (in Russian)
- Overture: The World's Fastest Airliner. Boom - Supersonic Passenger Airlines. Available at: <https://boomsupersonic.com> (accessed 15 March 2024).
- Passenger turnover: passenger turnover by types of public transport. Rosstat – Transport. Available at: <https://rosstat.gov.ru/statistics/transport> (accessed 11 June 2024). (in Russian)
- Poleshkina I. O., Vorobyov V. V. (2023). Development of a network of landing sites and heliports: ensuring aviation accessibility of settlements in the Arctic regions. *World of Transport*. 21(2/105): 28-38. (in Russian)

Putin proposed to create a civilian version of the Tu-160. (2018). Available at: <http://www.ato.ru/content/putin-predlozhit-sozdat-grazhdanskuyu-versiyu-tu160> (accessed 15 March 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*. 1: 5529–5539.

Quesst: The Vehicle ([s.a.]) Available at: <https://www.nasa.gov/quesst-the-vehicle/> (accessed 21 June 2024).

Safety Management Manual (SMM). Doc 9859-AN/474. Fourth edition. ICAO, 148 p. (2017) Available at: https://www.aex.ru/imgupl/files/ICAO%20Doc%209859%20-%20SMM_Edition%204%20-%20Peer%20Review.pdf (accessed 2 June 2024).

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)

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 otprotection. *Aviation and environmental space medicine*. 57(2): 65-73. (in Russian)

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/PrikazRosaviatsii-ot-22.12.2020-N-1584-P/> (accessed 2 June 2024). (in Russian)