

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

На правах рукописи

БЕНЬЯМИНОВА ПОЛИНА ИГОРЕВНА

**МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПЕРСОНАЛА В
ПОЛИЭРГАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ АВИАПРЕДПРИЯТИЯ**

Специальность: 2.9.6. Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Научный руководитель:

д.т.н., профессор

Феоктистова Оксана Геннадьевна

Москва - 2026

Содержание

Введение	4
Глава 1. Полиэргатическая система авиапредприятий как объект анализа воздействий опасных и вредных производственных факторов	12
1.1. Место и роль воздушного транспорта в Российской Федерации в контексте структуры и функциональных задач службы организации перевозок как полиэргатической системы.....	12
1.2. Анализ структуры профессиональной патологии в полиэргатической системе.....	20
1.3. Акустическое воздействие в полиэргатической системе авиаперевозок: анализ влияния на здоровье человека и эффективность работы персонала	28
Выводы по главе 1.....	38
Глава 2. Нормативно-правовое регулирование производственной безопасности при организации пассажирских перевозок воздушным транспортом.....	40
2.1. Нормативно-правовое регулирование вредных и опасных факторов производственной среды и трудового процесса при организации пассажирских перевозок воздушным транспортом.....	40
2.2. Методы управления производственной безопасностью при организации пассажирских перевозок воздушным транспортом.....	51
2.3. Методы измерения шумового воздействия на персонал	57
Выводы по главе 2.....	61
Глава 3. Концептуальные и методологические подходы к разработке метода управления безопасностью персонала в полиэргатической системе авиапредприятия.....	64
3.1. Математическая модель управления безопасностью персонала в полиэргатической системе авиапредприятия как составная часть метода управления безопасностью персонала	64

3.2. Разработка метода ранжирования задач управления безопасностью персонала в полиэнергетической системе авиапредприятия как составной части метода управления безопасностью персонала	80
3.3. Модель управления акустической безопасностью персонала в полиэнергетической системе авиапредприятия как составная часть метода управления безопасностью персонала	87
3.4. Разработка иерархических структур и критериев оценки риска при обеспечении акустической безопасности авиапредприятия как составной части метода управления безопасностью персонала	93
Выводы по главе 3.....	110
Глава 4. Разработка метода снижения шумового загрязнения	113
4.1. Оценка акустической безопасности на авиапредприятии с использованием метода анализа иерархий.....	113
4.2. Методы и средства защиты от акустических колебаний	131
4.3. Концепция «тихого аэропорта» как метод снижения шумового загрязнения.....	135
Выводы по главе 4.....	146
Заключение.....	148
Список используемых источников.....	151
Приложение А	163

Введение

Актуальность темы исследования. Гражданская авиация играет важную роль в перевозке пассажиров и грузов по всему миру и представляет собой полиэнергетическую систему - сложную, многоуровневую структуру, в которой взаимодействуют разнородные элементы и ресурсы для достижения общей цели по безопасной и эффективной перевозке пассажиров и грузов.

Производственные процессы, связанные с организацией перевозки пассажиров воздушным транспортом, сопряжены с различными рисками. Воздействие техносферных опасностей является практически неизбежным сопутствующим фактором, возникающим в ходе работы на авиационных предприятиях (АП).

В качестве таких факторов, имеющих достаточно высокий уровень опасности, могут рассматриваться: запыленность и загазованность воздуха, шум, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения, повышенные или пониженные параметры атмосферного воздуха (температуры, влажности, подвижности воздуха, давления), недостаточное и неправильное освещение, монотонность деятельности, тяжелый физический труд и др.

Из выше описанных вредных физических факторов, шум сильнее всего воздействует на организм персонала, оказывает влияние на его работоспособность, а также может стать причиной возникновения производственных травм.

Обеспечение производственной безопасности является одним из ключевых аспектов деятельности любого авиапредприятия. В десятом разделе «Трудового кодекса Российской Федерации» прописаны обязанности работодателя и работника по обеспечению безопасных условий труда.

В процессе мониторинга и управления производственными процессами полиэнергетической системы авиапредприятия необходимо опираться на системный

подход, полагая, что все объекты и процессы, связанные с сохранением и улучшением характеристик системы производственной безопасности под воздействием различных эксплуатационных факторов, следует рассматривать как единую систему. Составными элементами системы мониторинга и управления являются процессы контроля, оценки и управления состоянием производственной системы в комплексе

Анализ структуры профессиональной патологии в России в зависимости от воздействующего вредного производственного фактора показал, что на первом месте находятся те заболевания, которые напрямую связаны с влиянием физических факторов на здоровье сотрудников предприятий, в 2022 году доля которых соответственно составила 47%. Данный показатель на 5% выше аналогичного за 2021 год (42%) и на 0,5% выше показателя за 2013 год (46,5%). Стоит подчеркнуть, что численность работников авиапредприятий гражданской авиации составляет по последним данным порядка 84 тысяч человек, из которых заняты на работах с вредными и (или) опасными условиями труда – 54,6% и из них находятся под воздействием повышенного уровня шума – 20,6 %.

Среди причин, которые влияют на превышения безопасных уровней физических факторов, в том числе и шумового воздействия на рабочих местах необходимо отметить недостатки в области управления безопасностью персонала, а именно: несовершенство технологических процессов; неудовлетворительная организация производственного контроля; недостаточная ответственность работодателей и руководителей производств за состоянием условий и охраны труда; отсутствие систематизированного подхода к прогнозированию и минимизации профессиональных рисков.

Следовательно, разработка нового метода управления безопасностью персонала в полиэргатической системе авиапредприятия является актуальной проблемой, имеющей важное практическое значение для обеспечения безопасности труда персонала на АП.

Степень разработанности вопроса.

Защита персонала от воздействия вредных и опасных факторов на АП является важной задачей, данными вопросами занимаются различные организации такие как, Всемирная организация здравоохранения, Государственный научно-исследовательский институт гражданской авиации, Московский государственный университет гражданской авиации и ряд других.

Данные организации, а также труды таких ученых, как: Белов П.Г.; Мельников Б.Н., Феоктистова О.Г., Николайкин Н.И., Наумова Т.В., Монахова С.В. и др. внесли значительный вклад в решение вопросов по защите персонала от такого рода воздействий.

В 21 веке наблюдается стремительное развитие техногенной среды. Этот процесс сопровождается возникновением множества звуков в различных диапазонах, среди которых особое место занимает шум. Вопросом уменьшения негативного шумового воздействия на человека занимаются на протяжении многих лет большое количество отечественных и зарубежных ученых, в числе которых: Андреева-Галанина Е.Ц., Алексеев С.В., Велижанина К.А., Готлиб Я.Г., Измеров Н.Ф., Кацнельсон М.У., Квитка Е.В., Клюкин И.И., Карл Д. Крайтер, Мунин А.Г., Орлова Т.А., Орловская Э.П., Осипов Г.Л., Прокопенко Л.В., Сагалович Б.М., Скучик Е., Суворов Г.А., Р. Тэйлор, Тюрина Н.В., Шешегов П.М. и др. Их исследования, посвящённые проблеме шумового загрязнения, представляют собой значительный вклад в изучение этого вопроса и являются ценным ресурсом, способствующим дальнейшему развитию этой области.

Решение проблемы воздействия вредных и опасных факторов на персонал аэропортов заключалось преимущественно через организационно-технические меры и средства индивидуальной защиты (СИЗ), а подходы, связанные с мониторингом и проактивным управлением, остаются мало изученными, что подтверждает актуальность выбранного направления исследования.

Не смотря на подтвержденный факт постепенного снижения количества людей с впервые зафиксированными профессиональными заболеваниями, их

общее число всё также является достаточно большим. Кроме этого, на данный момент существует крайне малое количество методов, позволяющих оценивать различное негативное воздействие источников опасностей на сотрудников авиапредприятий, что приводит к трудностям при проведении количественной оценки производственной безопасности. Одним из распространенных факторов негативного воздействия является шум. Документы и методы, разработанные для оценки шумового воздействия и загрязнения, в последние десятилетия прошли процедуру изменений в сторону признания данного типа негативного воздействия менее опасным за счет большого количества разногласий в регламентирующих документах и «размывания» норм предельно допустимого уровня (ПДУ), что крайне негативно сказывается на конечных потребителях, персонале и людях, находящихся в непосредственной близости от источников шума.

В настоящее время в научных исследованиях недостаточно разработаны методы, которые позволили бы оценить уровень воздействия различных источников опасностей, на персонал авиапредприятий при организации перевозки пассажиров воздушным транспортом. Этот факт затрудняет проведение количественной оценки уровня производственной безопасности.

Указанные выше недостатки определили цель и задачи данного исследования.

Целью диссертационной работы является решение научной задачи разработки метода управления безопасностью персонала в полиэргатической системе авиапредприятия.

Метод управления безопасностью персонала в полиэргатической системе авиапредприятия включает в себя:

1. математическую модель управления безопасностью персонала в полиэргатической системе авиапредприятия;
2. метод ранжирования задач управления безопасностью персонала в полиэргатической системе авиапредприятия;

3. модель управления акустической безопасностью персонал в полиэнергетической системе авиапредприятия;

4. критерии оценки риска при обеспечении акустической безопасности авиапредприятия.

Задачи исследования:

1. Анализ особенностей воздействия производственных факторов на сотрудников авиапредприятий при организации перевозки пассажиров.

2. Анализ нормативно-правового регулирования производственной безопасности при организации пассажирских перевозок воздушным транспортом (ВТ).

3. Разработка математической модели управления безопасностью персонала в полиэнергетической системе авиапредприятия.

4. Разработка метода ранжирования задач управления безопасностью персонала в полиэнергетической системе авиапредприятия.

5. Разработка критериев оценки риска при обеспечении акустической безопасности авиапредприятия.

6. Проведение оценки и разработка рекомендаций по уменьшению акустической нагрузки на сотрудников авиапредприятий при организации перевозки пассажиров.

Объект исследования: система управления безопасностью авиапредприятия как компонент полиэнергетической системы.

Предмет исследования: методы, механизмы и инструменты управления безопасностью персонала в полиэнергетической системе авиапредприятия.

Методология и методы диссертационного исследования.

Методология исследования основана на трудах зарубежных и российских ученых, занимающихся вопросами безопасности персонала при воздействии вредных и опасных факторов. В ходе работы были изучены нормативные акты, различные теории и методики, зарубежный и отечественный опыт. Особое внимание уделено анализу данных научно-практических конференций и

публикаций, касающихся мониторинга и оценки условий труда персонала при организации перевозки пассажиров воздушным транспортом.

В процессе проведения исследования в работе использовались следующие методы: системный анализ данных, теория множеств, алгебра логики, моделирование, структурный анализ, экспертные оценки, теории принятия решений, метод анализа иерархий.

Практическая значимость диссертационной работы состоит в том, что были разработаны рекомендации по обеспечению акустической безопасности на авиапредприятии, предложен метод управления безопасностью персонала в полиэнергетической системе авиапредприятия, который позволяет систематизировать и структурировать процессы по обеспечению безопасности персонала на авиапредприятии посредством проактивного подхода. Разработанный метод может стать частью мониторинга производственной безопасности на авиапредприятиях и использоваться при разработке нормативных актов по техноферной безопасности.

Научная новизна исследования состоит в следующем:

1. разработана математическая модель управления безопасностью персонала в полиэнергетической системе авиапредприятия;
2. разработан метод ранжирования задач управления безопасностью персонала в полиэнергетической системе авиапредприятия;
3. разработана модель управления акустической безопасностью персонал в полиэнергетической системе авиапредприятия;
4. разработаны критерии оценки риска при обеспечении акустической безопасности авиапредприятия;
5. проведена оценка акустической безопасности на авиапредприятии с использованием метода анализа иерархий;
6. предложены рекомендации по уменьшению акустической нагрузки на сотрудников авиапредприятий при организации перевозки пассажиров.

Достоверность результатов проведенных исследований подтверждается сравнением со статистическими данными, непротиворечивостью разработанного метода с ранее полученными результатами других исследований по данной тематике, а также соответствием существующей практике управления безопасностью персонала и оценки негативного воздействия техносферных опасностей на сотрудников авиационных предприятий.

Положения, выносимые на защиту:

1. Математическая модель управления безопасностью персонала в полиэргатической системе авиапредприятия.
2. Метод ранжирования задач управления безопасностью персонала в полиэргатической системе авиапредприятия.
3. Модель управления акустической безопасностью персонал в полиэргатической системе авиапредприятия.
4. Критерии оценки риска при обеспечении акустической безопасности авиапредприятия.
5. Оценка акустической безопасности на авиапредприятии с использованием метода анализа иерархий.
6. Рекомендации по обеспечению акустической безопасности авиапредприятия.

Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации, состоит в том, что автором была сформулирована актуальная научно-техническая задача, разработана математическая модель, метод ранжирования задач управления безопасностью персонала в полиэргатической системе авиапредприятия, модель управления акустической безопасностью персонал в полиэргатической системе авиапредприятия, критерии оценки риска при обеспечении акустической безопасности авиапредприятия, была проведена оценка акустической безопасности на авиапредприятии с использованием метода анализа иерархий и предложены рекомендации по обеспечению акустической безопасности авиапредприятия. Совместно с научным руководителем обсуждала научные

задачи, формулировки положений, выносимых на защиту, выводов по работе, а также учувствовала в подготовке статей.

Апробация результатов исследований и публикации.

Основные результаты докладывались, обсуждались и получили положительную оценку на: XIV Международной научно-технической конференция «Гражданская авиация на современном этапе развития науки, техники и общества», посвященной 100-летию отечественной гражданской авиации 18-19 мая 2023 г.; Международной научно-теоретической конференции «Наука. Техника. Человек: исторические, мировоззренческие и методологические проблемы», посвященной Всемирному дню философии, 2021, 2022 гг.; Международной молодежной научной конференции XLVII Гагаринские чтения 2021 г.; на научно-технических семинарах кафедры «Безопасность полетов и жизнедеятельности» (БПиЖД) МГТУ ГА, а также было занято 1 место в конкурсе научно-исследовательских работ студентов, курсантов и молодых ученых учебных заведений гражданской авиации в номинации «Обеспечение безопасности полетов и техносферная безопасность» 2024 г., и 2 место в конкурсе научно-исследовательских работ студентов, курсантов и молодых ученых учебных заведений гражданской авиации, посвященном 100-летию со дня создания отечественной гражданской авиации, в номинации «Обеспечение безопасности полетов и техносферная безопасность» 2023 г.

Основные результаты диссертационной работы изложены в опубликованных работах автора, список публикаций включает в себя 7 научных работ, в том числе 3 статьи в рецензируемых научных журналах из перечня ВАК.

Структура и объём диссертационной работы.

Диссертация состоит из введения, четырёх глав с выводами по каждой из них, заключения, списка литературы, приложения. Общий объём работы вместе с приложениями составляет 168 страниц. Основная часть включает 136 страниц, 56 рисунков и 41 таблицу. Список литературы содержит 103 наименования. Общий объём приложений составляет 6 страниц и включает 1 приложение.

Глава 1. Полиэргатическая система авиапредприятий как объект анализа воздействий опасных и вредных производственных факторов

1.1. Место и роль воздушного транспорта в Российской Федерации в контексте структуры и функциональных задач службы организации перевозок как полиэргатической системы

Транспорт является неотъемлемой частью каждой страны.

Развитая транспортная инфраструктура дает возможность государствам укреплять свои позиции на мировой арене, и способствует экономическому развитию, улучшению качества жизни населения, повышению их мобильности.

Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года согласована с общей стратегией развития страны и учитывает интересы отдельных её компонентов, отраслей, а также международный опыт в развитии транспортных систем [81].

Скорость транспортного сообщения является довольно важным аспектом, ведь она влияет на доставку различных типов грузов, почты, мобильность населения и производственных сил, учитывая большие расстояния при перемещении по территории РФ. Но нужно помнить, что любая отрасль требует постоянного совершенствования и развития с учетом внешних факторов.

Перечисленные выше показатели являются довольно важными для деятельности гражданской авиации, но не стоит забывать про такой параметр, как «своевременность». Он довольно значим при оценке бесперебойности доставки грузов, почты и др.

Обеспечение транспортной безопасности, а в частности мероприятия,

направленные на охрану окружающей среды, неразрывно связаны с успешным функционированием и развитием транспортной системы страны.

В источнике [81] указано, что уровень развития транспортной системы зависит не только от вышеупомянутых факторов, но и от уровня безопасности и экологичности её функционирования.

В [72] отмечается: «Гражданская авиация — это сложная система, главная цель которой — обеспечить гарантированную безопасность и высокое качество услуг для пассажиров».

По данным [33], в 2021 и 2022 гг. также было превышение более чем в два раза пассажирооборота (млрд. пасс. -км) воздушного транспорта по сравнению с железнодорожным и автомобильным (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 – Пассажирооборот транспорта общего пользования (млрд. пасс. - км)

Воздушный транспорт соединяет различные регионы нашей большой страны. Воздушный транспорт в период 2010 – 2019 незамедлительно развивался и только увеличивал обороты по оказанию авиатранспортных услуг [56,57].

Своё влияние на основные производственные показатели гражданской

авиации после 2019 оказала пандемия COVID-19, что наглядно видно на графиках ниже (таблица 1.1, рисунок 1.2-1.4).

Авиация в значительной степени пострадала от пандемии COVID-19.

Причинами такого ущерба стало следующее:

- значительное сокращение количества рейсов; некоторые направления были и совсем закрыты для снижения распространения коронавирусной инфекции;
- резко снизился спрос на авиаперелеты из-за снижения масштабов экономической деятельности и мобильности населения.

Таблица 1.1 - Основные производственные показатели гражданской авиации России за 2010-2022 гг.

	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Пассажирооборот (млрд.пасс.-км.)	195,7	225,1	241,4	226,8	215,6	259,4	286,9	322,9	153,5	243,3	228
Грузооборот (млрд. ткм)	5,1	5,0	5,1	5,5	6,6	7,6	7,8	7,4	7,1	9,2	2,8
Перевозки пассажиров (млн.чел.)	74	84,5	93,1	92	88,5	105	116,2	128,1	69,2	111	95,2

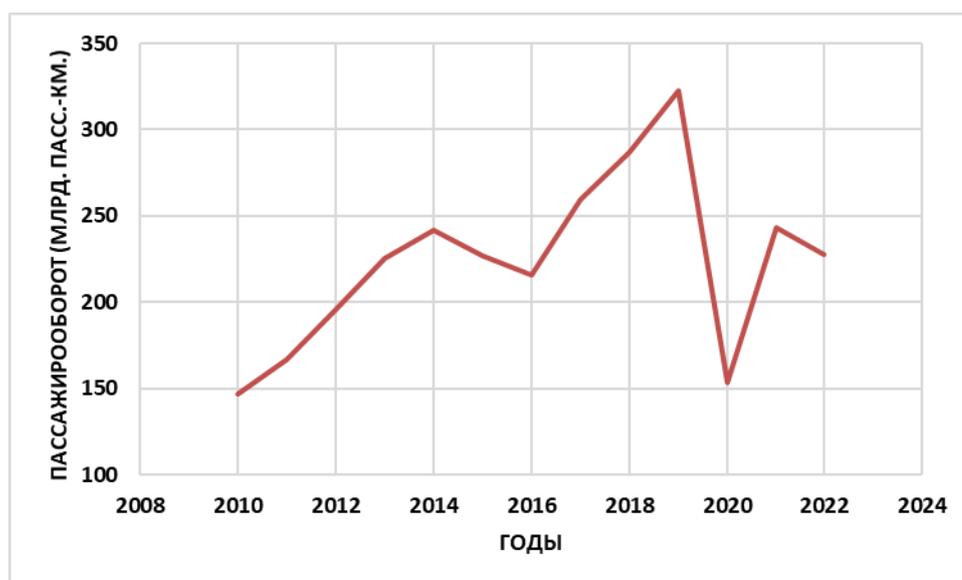


Рисунок 1.2 - Пассажирооборот на ВТ за период 2012-2022 гг.

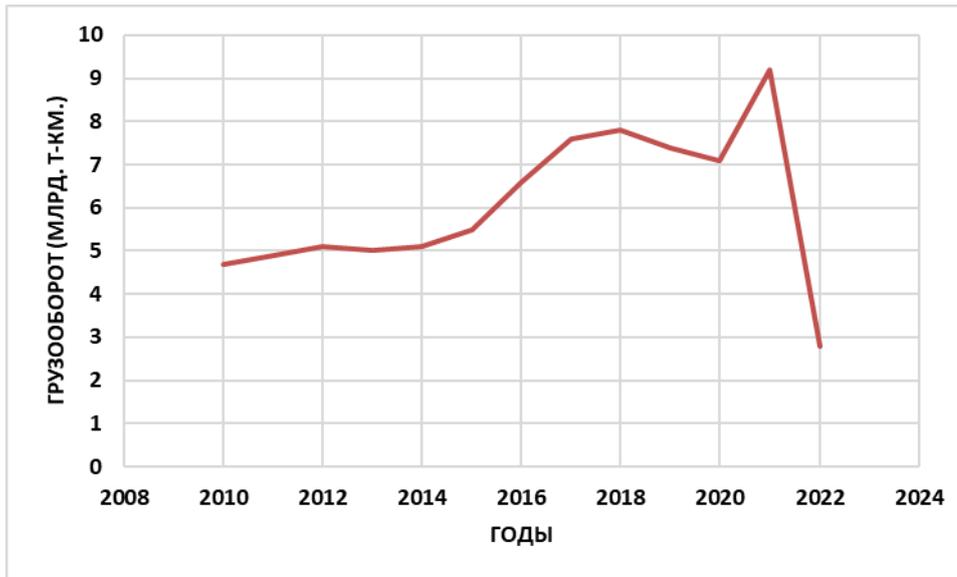


Рисунок 1.3 – Грузооборот на ВТ за период 2012-2022 гг.

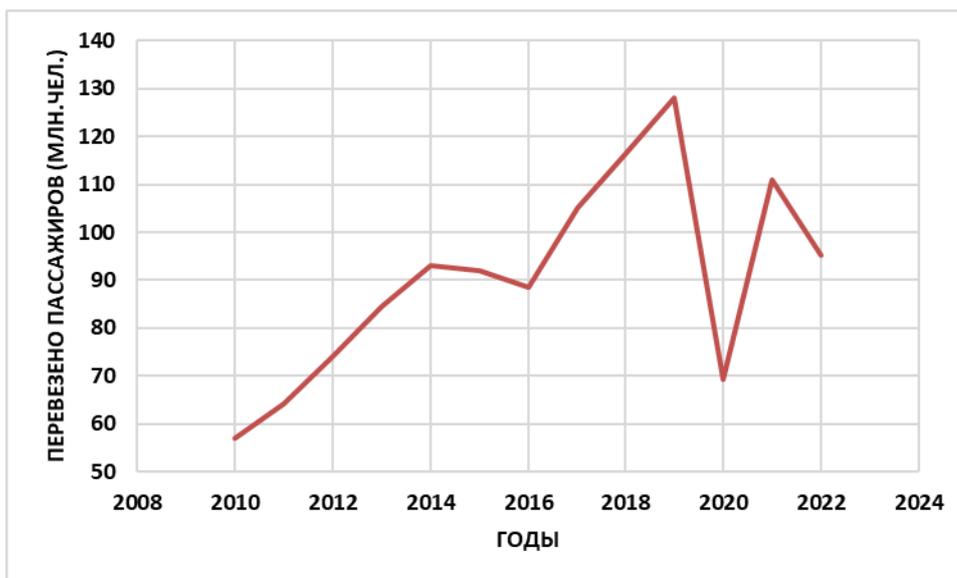


Рисунок 1.4 - Количество перевезенных пассажиров на ВТ за период 2012-2022 гг.

Можно сделать вывод, что воздушный транспорт Российской Федерации является важным элементом транспортной системы страны, так как связывает регионы нашего государства и позволяет установить связь с такими регионами, где доступ других видов транспорта затруднен.

Стоит отметить, что в целом отрасль гражданской авиации является полиэргатической системой, так как представляет собой сложный организационно

– технический комплекс, в котором функционируют во взаимосвязи такие элементы как: сотрудники аэропорта (связанные с авиационной деятельностью, техническим обслуживанием, обслуживанием пассажиров и управлением аэропортом), технические средства, информационные потоки и государственное управление.

Согласно ГОСТ Р 57239—2016 «Система менеджмента безопасности авиационной деятельности. База данных» существуют следующие виды аэропортовой деятельности:

1. аэродромное обеспечение;
2. электросветотехническое обеспечение;
3. поисковое и аварийно-спасательное обеспечение;
4. авиатопливное обеспечение воздушных перевозок;
5. радиотехническое обеспечение и авиационная электросвязь;
6. метрологическое обеспечение;
7. аэронавигационное информационное обеспечение;
8. обеспечение авиационной безопасности;
9. обеспечение обслуживания пассажиров, багажа, почты и грузов;
10. орнитологическое обеспечение;
11. инженерно-авиационное обеспечение;
12. обеспечение специальным транспортом и средствами механизации.

Рассмотрим структуру и численность сотрудников аэропорта на примере «Международного аэропорта Шереметьево (МАШ)» (рисунок 1.5).

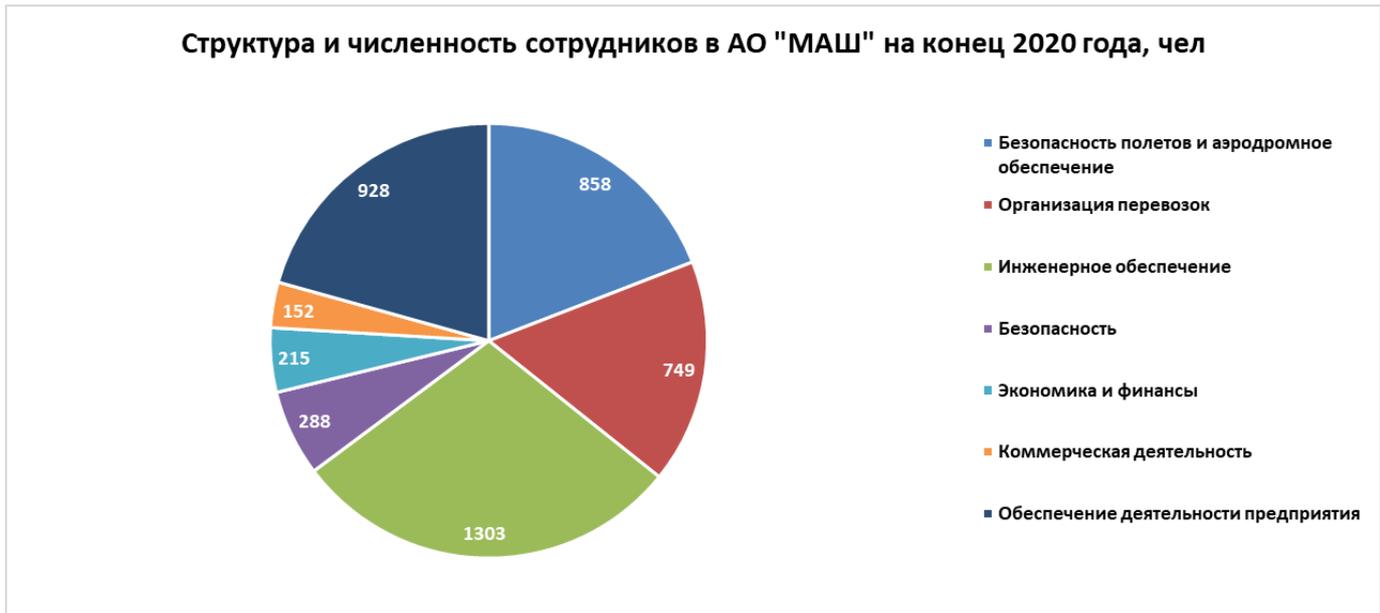


Рисунок 1.5 - Структура и численность сотрудников в АО «МАШ» на конец 2020 года, чел.

При анализе структуры сотрудников в АО «МАШ» наибольшая численность сотрудников при инженерном обеспечении, безопасности полетов и аэродромном обеспечении, обеспечении деятельности предприятия и организации перевозок, что ярко демонстрирует, какое большое количество сотрудников необходимо для успешной организации процесса перевозки пассажиров воздушным транспортом.

Служба организации перевозок (СОП) имеет важное место в процессе обслуживания воздушных перевозок. Сотрудники данной службы зачастую выступают от лица авиакомпании-перевозчика. Они осуществляют комплекс мероприятий по приему к перевозке пассажиров, груза, почты.

СОП в каждом аэропорту имеет различную структуру, которая зависит от различных показателей, таких как: объем воздушных перевозок, тип воздушного судна, эксплуатирующий данный аэропорт, наличие или отсутствие международного сектора.

В крупных аэропортах СОП состоит из [17]:

- служба организации пассажирских перевозок (СОПП);
- служба организации почтово-грузовых перевозок (СОПГП);

- служба организации международных перевозок (СОМП).

Служба организации перевозок, а именно СОПП и СОППП функционирует, взаимодействуя со службой авиационной безопасности, а при международных перевозках – также и с государственными контрольными органами (органами, осуществляющими таможенный, пограничный, ветеринарный, санитарно-карантинный, фитосанитарный и иммиграционный контроль).

Служба организации перевозок выполняет следующие виды работ, а именно:

- регистрация пассажиров;
- оформление перевозочной документации;
- проведение расчета центровочного графика;
- организация посадки и высадки пассажиров на воздушное судно (ВС);
- доставка пассажиров к месту стоянки воздушного судна;
- доставка багажа к месту стоянки ВС, погрузка и его швартовка на борту ВС, выгрузка багажа, транспортировка багажа и выдача его пассажирам;
- информационное обеспечение авиаперевозок пассажиров и багажа.

При организации перевозок на воздушном транспорте существуют частные факторы опасности, которые включают в себя [11]:

- 1) неправильная эксплуатация оборудования, машин и механизмов;
- 2) нарушение правил подъезда/отъезда от ВС;
- 3) нарушение правил загрузки/разгрузки ВС;
- 4) несоблюдение схем расстановки и движения спецтранспорта;
- 5) неправильный расчет и комплектование загрузки ВС;
- 6) неправильный расчет центровки и загрузки ВС;
- 7) нарушение правил оформления пассажиров и грузов;
- 8) допуск пассажиров, не прошедших регистрацию и досмотр;
- 9) отсутствие контроля за перевозкой опасных грузов;
- 10) неправильная координация действий с другими службами.

Примерная структура СОП может выглядеть следующим образом (рисунок 1.6) [17].



Рисунок 1.6 - Структура службы организации перевозок

Главной целью взаимодействия СОП с другими службами аэропорта является обеспечение выполнения технологических сетевых графиков по коммерческому обслуживанию ВС, чтобы выполнить поставленные задачи:

- высокий уровень комплексной безопасности на воздушном транспорте;
- своевременный контроль выполнения всех технологических операций;
- взаимодействие групп СОП с соответствующими службами аэропорта при различных задержках рейсов;
- отправка транзитных и трансфертных пассажиров своевременно;
- повышение экономической эффективности рейсов.

При организации перевозки пассажиров воздействие различных источников техносферных опасностей является практически неизбежным побочным фактором, возникающим в процессе работы на АП.

1.2. Анализ структуры профессиональной патологии в полиэргатической системе

Статистические данные о состоянии условий труда, производственных травмах и профессиональных заболеваниях в России собирают несколько ведомств:

- Федеральная служба государственной статистики (Росстат);
- Федеральная служба по труду и занятости (Роструд);
- Фонд социального страхования (ФСС);
- Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор).

При создании аналитического обзора использовались материалы, предоставленные на официальных сайтах этих ведомств, а также данные общероссийского мониторинга условий и охраны труда за 2022 год.

Согласно данным Росстата [83], в 2022 году количество работников, занятых на вредных и опасных производствах, уменьшилось по сравнению с предыдущим годом на 0,3 % и составило 36,1% от общего числа занятых (рисунок 1.7).

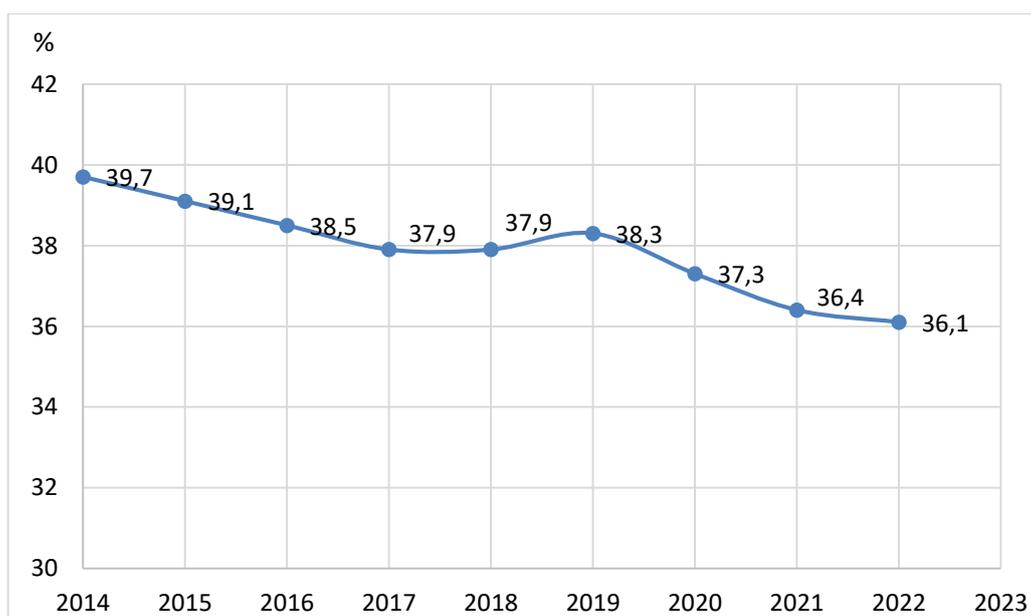


Рисунок 1.7 – Динамика удельного веса занятых на работах с вредными и опасными условиями труда 2014-2022 гг.

С момента введения специальной оценки условий труда (2014-2022 годы) количество работников, занятых на вредных и опасных производствах, уменьшилось на 3,6 %.

Структура профессиональной патологии в зависимости от воздействующего вредного производственного фактора показывает, что на первом месте находятся профессиональные заболевания, их последствия, связанные с воздействием производственных физических факторов, доля которых в 2022 г. составила 47% от всех впервые выявленных профессиональных заболеваний в РФ в 2022 году [53].

Первое место (15,48%) по распространенности среди производственных физических факторов занимает шум (таблица 1.2, рисунок 1.8). Воздействию шума

с уровнем, превышающим предельно допустимый, в России подвергаются несколько миллионов человек [83].

Таблица 1.2 - Удельный вес рабочих мест на промышленных предприятиях Российской Федерации, не соответствующих гигиеническим нормативам по отдельным физическим факторам, %

Физические факторы	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Темп прироста к 2012 г.
Шум	25,38	24,63	21,82	19,92	19,62	19,54	17,41	15,29	14,85	14,61	15,48	-39,0
Вибрация	14,0	14,83	12,52	10,82	9,97	10,36	10,02	7,51	6,25	6,02	6,5	-53,6
ЭМП	6,96	5,99	4,55	4,1	3,83	5,72	6,83	6,38	5,95	2,08	0,77	-88,9
Микроклимат	7,55	6,58	5,85	5,12	5,16	4,37	4,95	4,05	3,39	4,14	3,08	-59,2
Освещенность	16,63	16,73	16,04	14,73	13,66	13,89	13,03	12,43	9,73	9,32	8,22	-50,6

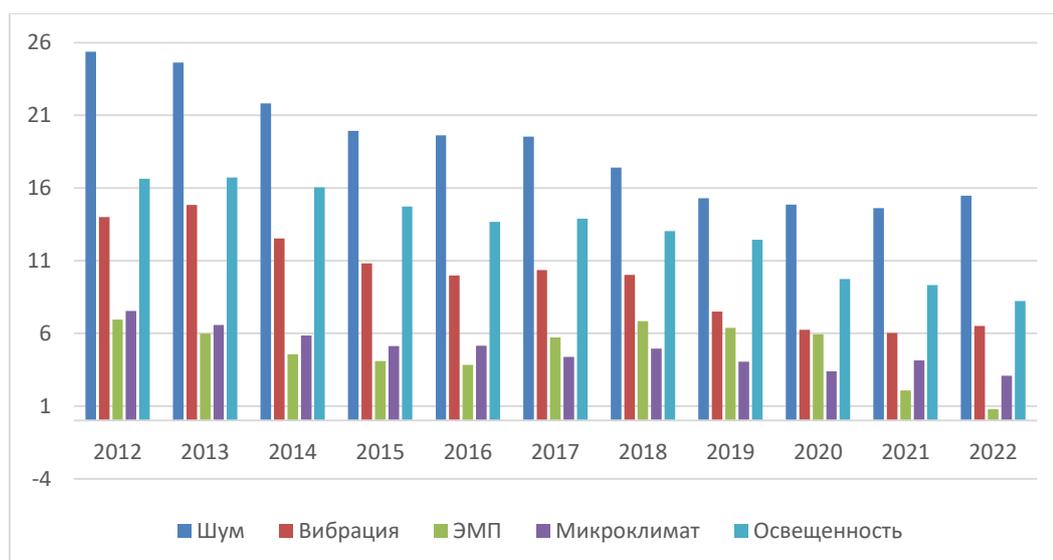


Рисунок 1.8 - Удельный вес рабочих мест на промышленных предприятиях Российской Федерации, не отвечающих гигиеническим нормативам по отдельным физическим факторам 2012–2022 гг., %

Сохраняется приоритетное гигиеническое значение шума и на транспорте, на котором удельный веса численности работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда составил в 2022 году 11,5 % (рисунок 1.9).

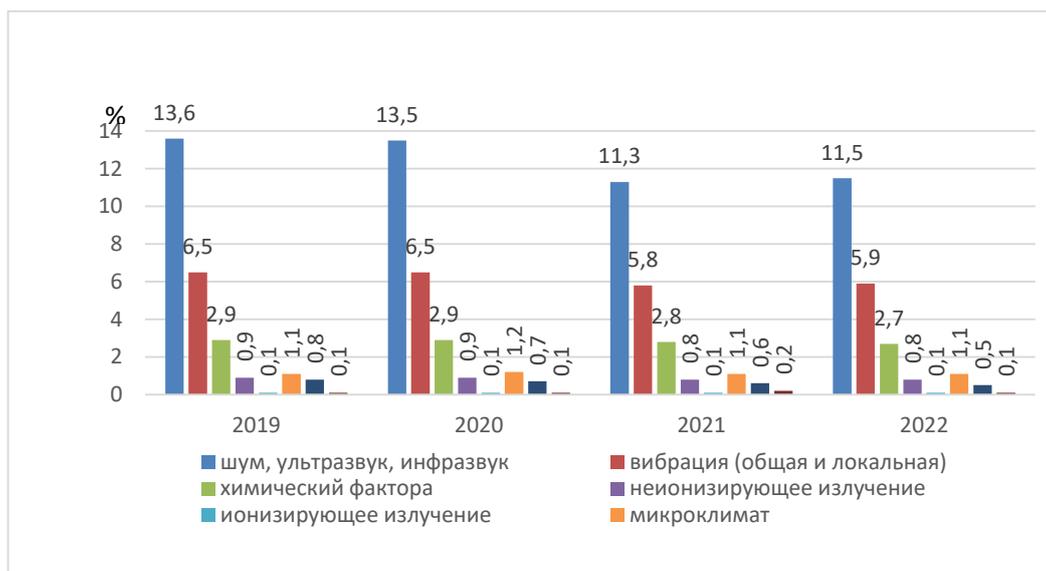


Рисунок 1.9 – Динамика удельного веса численности работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда в организациях, по виду экономической деятельности «Транспортировка и хранение» 2019 – 2022 г.

Среди различных видов транспорта стоит отметить, что воздушный транспорт уступает лишь водному транспорту по количеству работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда (рисунок 1.10).

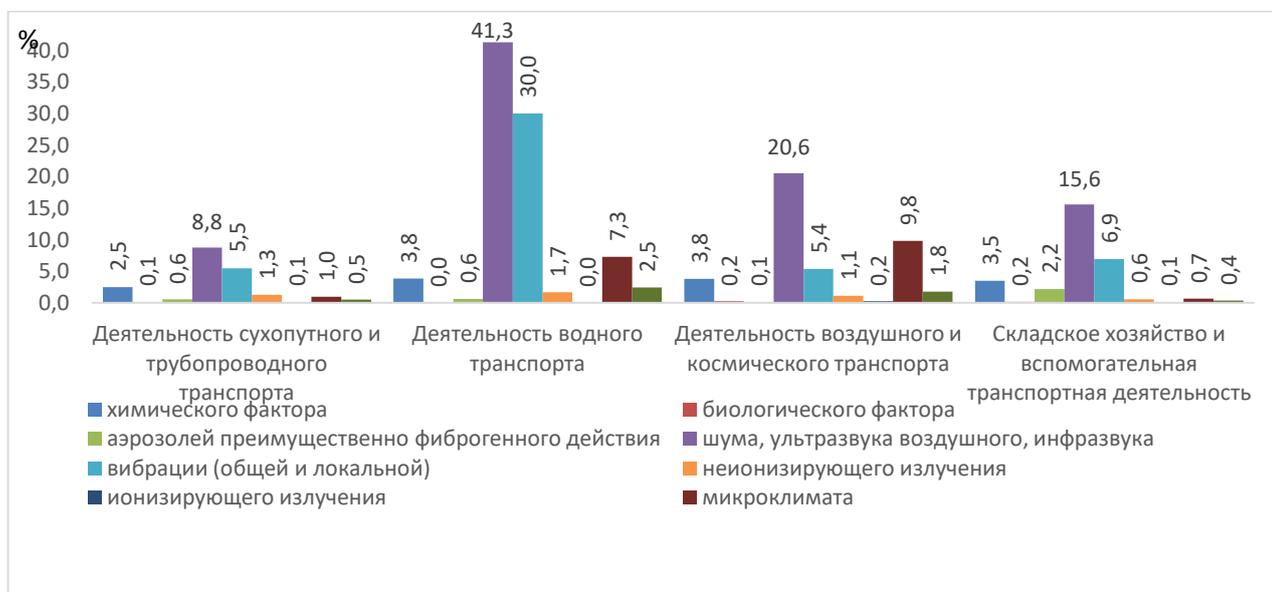


Рисунок 1.10 – Удельный вес численности работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда в организациях, по виду экономической деятельности «Транспортировка и хранение» за 2022 г. для различных видов транспорта

Процентное соотношение сотрудников, занятых на работах во вредных и (или) опасных условиях, по отраслям экономики представлено на рисунке 1.11.

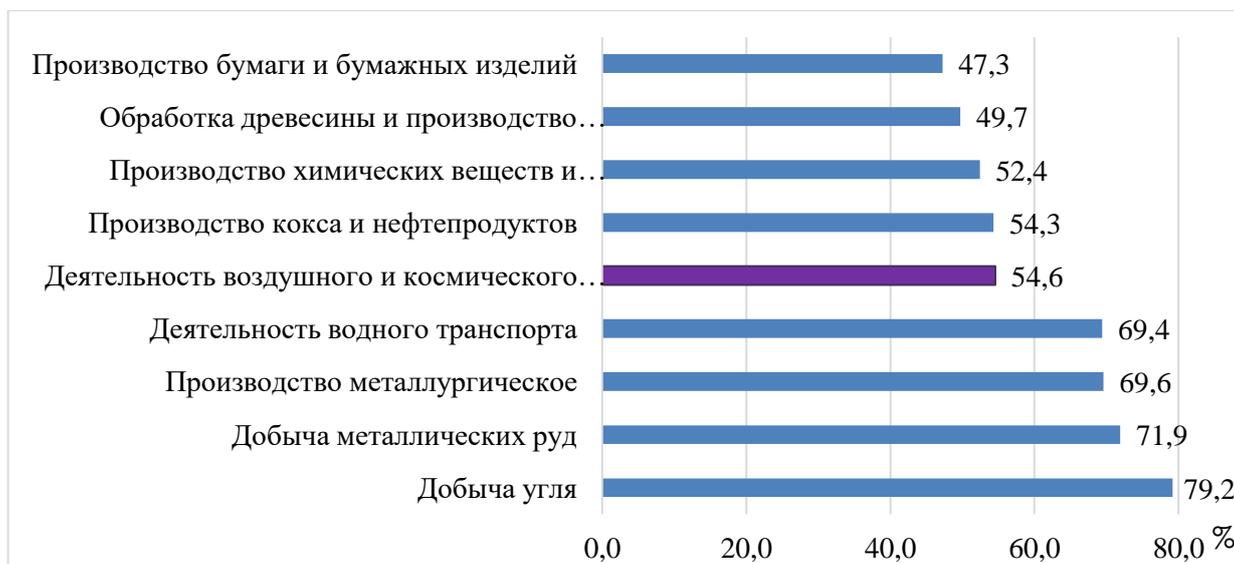


Рисунок 1.11 – Удельный вес численности работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда в организациях, по видам экономической деятельности

В ходе анализа данных (рисунок 1.11) было выявлено, что удельный вес численности работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, связанный с деятельностью воздушного и космического транспорта находится на среднем уровне по сравнению с другими видами экономической деятельности. Стоит подчеркнуть, что численность работников авиапредприятий гражданской авиации составляет по последним данным порядка 84 тысяч человек, из которых заняты на работах с вредными и (или) опасными условиями труда – 54,6% и из них находятся под воздействием повышенного уровня шума – 20,6 %.

В числе причин, приводящих к превышению допустимых уровней физических факторов, в том числе и шумового воздействия на рабочих местах необходимо отметить недостатки в области управления безопасностью персонала, а именно [53]:

- конструктивные недостатки технологического оборудования и инструментов, а также их физический износ;
- несовершенство технологических процессов;
- неэффективная организация производственного контроля;
- недостаточная ответственность работодателей и руководителей производств за соблюдение норм охраны труда;
- отсутствие систематизированного подхода к прогнозированию и минимизации профессиональных рисков.

По данным Минтруда и других ведомств на протяжении последнего десятилетия в России сохраняется устойчивая тенденция снижения уровня производственного травматизма (рисунок 1.12, 1.13).



Рисунок 1.12 - Численность пострадавших с утратой трудоспособности на 1 рабочий день и более и со смертельным исходом, тыс. человек



Рисунок 1.13 -Численность пострадавших с утратой трудоспособности на 1 рабочий день и более и со смертельным исходом на 1000 работающих

Анализ производственного травматизма в разных отраслях экономики, основанный на данных Фонда пенсионного и социального страхования Российской Федерации (далее СФР), показал, что больше всего несчастных случаев происходит в следующих сферах:

1. Обрабатывающие производства — 23,9% от общего числа случаев.
2. Транспортировка и хранение — 12,3%.
3. Здравоохранение и социальные услуги — 10,6%.

В общем количестве несчастных случаев на производстве, которые привели к тяжёлым последствиям и произошли в Российской Федерации в 2022 году, более 75% были вызваны типичными организационными причинами, а именно личной неосторожностью, проблемами, связанными с организацией производства и нарушением требований безопасности.

Анализ основных показателей профессиональной заболеваемости показывает, что число людей, у которых впервые диагностируют профессиональные заболевания, продолжает снижаться.

В 2022 году структура профессиональных заболеваний, вызванных воздействием производственных физических факторов, выглядела следующим образом:

- заболевания, связанные с производственным шумом — 56,07%;
- случаи вибрационной болезни — 42,64%;

Наибольшее количество случаев профессиональных заболеваний зафиксировано в следующих сферах экономической деятельности:

- добыча полезных ископаемых (40,3% в 2022 году);
- обрабатывающие производства (28,4% в 2022 году);
- здравоохранение и социальные услуги (14,6% в 2022 году);
- транспортировка и хранение (9,7% в 2022 году);
- строительство (2,6% в 2022 году);
- сельское, лесное и рыбное хозяйство (2,3% в 2022 году).

Данные представлены на рисунке 1.14.

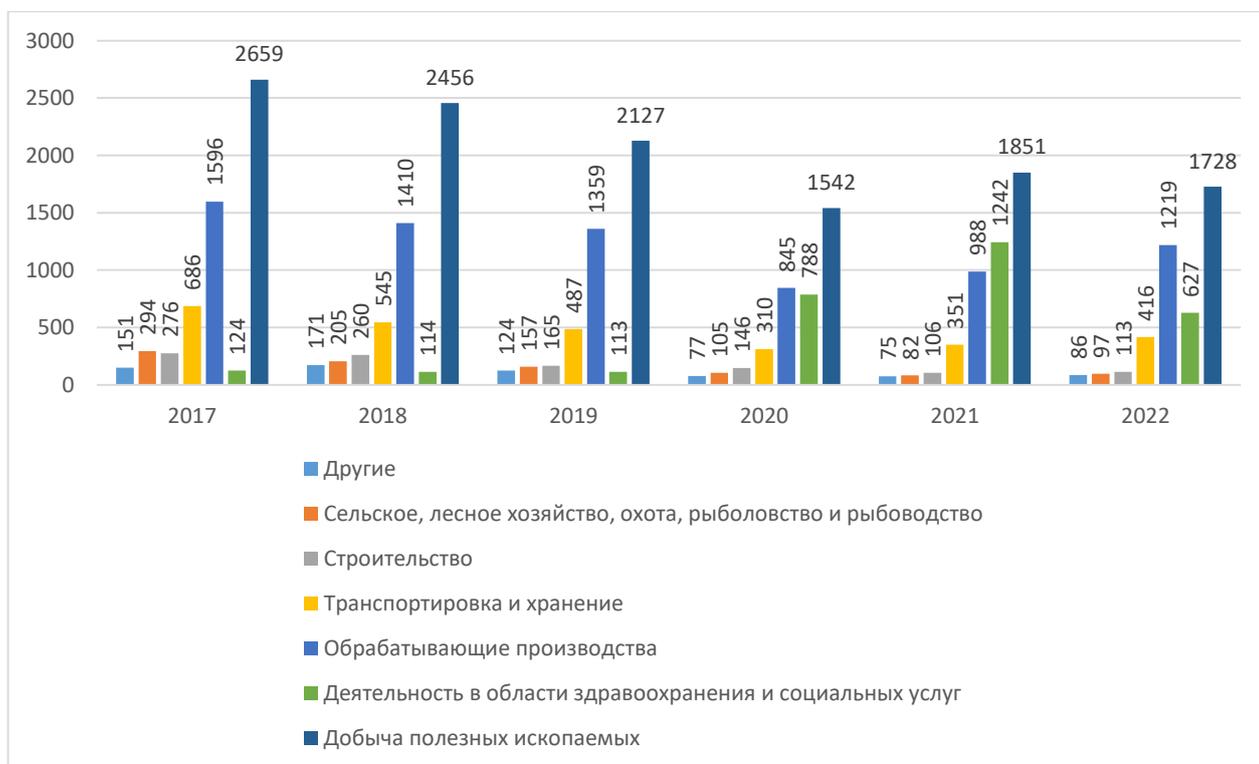


Рисунок 1.14 - Динамика числа случаев профессиональных заболеваний в 2017–2022 годах по видам экономической деятельности (по данным Роспотребнадзора)

Согласно результатам мониторинга условий и охраны труда, в Российской Федерации в 2022 году органам исполнительной власти по труду на уровне субъектов Российской Федерации следует проводить разъяснительную работу среди работодателей о необходимости соблюдения гигиенических нормативов и регламентов, которые обеспечивают безопасность производственных процессов. Также важно нормализовать санитарно-гигиенические и психофизиологические условия труда, рационально использовать средства коллективной и индивидуальной защиты, проводить диспансерное наблюдение и оздоровление работников, внедрять принцип защиты временем, обучать администрацию и работников организаций (предприятий) основам медицинских знаний и способам сохранения здоровья на рабочем месте.

1.3. Акустическое воздействие в полиэргатической системе авиаперевозок: анализ влияния на здоровье человека и эффективность работы персонала

Согласно ГОСТ Р 57239—2016 «Система менеджмента безопасности авиационной деятельности. База данных» среди факторов опасности аспекта производственной безопасности при организации перевозок следует выделить некоторые из них:

1. движущиеся самолеты, спецавтотранспорт;
2. повышенная или пониженная:
 - температура воздуха в рабочей зоне;
 - влажность воздуха в рабочей зоне;
3. повышенный уровень:

- *шума, ультра- и инфразвука при работе силовых установок самолетов;*
 - электромагнитных излучений при работе оборудования;
4. недостаточная освещенность рабочей зоны и др.

Из выше описанных вредных физических факторов, в соответствии с статистическими данными, шум сильнее всего воздействует на организм персонала, оказывает влияние на работоспособность и может стать причиной производственного травматизма.

Шум — это совокупность звуков различной интенсивности и частоты, которые хаотично изменяются во времени и могут вызывать негативные субъективные ощущения.

Подробная классификация шума приведена на рисунке 1.15.



Рисунок 1.15 - Классификация производственного шума

Основные характеристики постоянного и непостоянного шума представлены в таблице 1.3 [67].

Таблица 1.3 - Характеристики постоянного и непостоянного шума на рабочих местах

	Непостоянный шум	Постоянный шум
Показатели	L_A – уровень звука, дБА	L_A – уровень звука, дБА
	$L_{A_{\text{ЭКВ}}}$ – эквивалентный уровень звука, дБА (для 8 – часовой рабочей смены)	L – уровень звукового давления, дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2; 4; 8; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000 и 8000 Гц.
	$L_{A_{\text{макс}}}$ – максимальный уровень звука, дБ	

Как уже было отмечено, одной из наиболее острых проблем современности является шумовое загрязнение. Однажды известный немецкий врач-микробиолог Роберт Кох сказал: «Когда-нибудь человеку придется ради своего существования столь же упорно бороться с шумом, как он борется сейчас с холерой и чумой».

Профессор Гэри У. Эванс из Корнелльского университета высказал мнение, что мир и покой должны быть правом человека [10].

В какой-то момент каждый член общества начинает ценить тишину, так как она помогает достичь спокойного эмоционального состояния и при этом является чрезвычайно эффективной.

В 21 веке наблюдается стремительное развитие техногенной среды. Этот процесс сопровождается возникновением множества звуков в различных диапазонах, среди которых особое место занимает шум. Вопросом уменьшения негативного шумового воздействия на человека занимаются на протяжении многих лет большое количество отечественных и зарубежных ученых, в числе которых: Андреева-Галанина Е.Ц., Алексеев С.В., Велижанина К.А., Готлиб Я.Г., Измеров Н.Ф., Кацнельсон М.У., Квитка Е.В., Клюкин И.И., Карл Д. Крайтер, Мунин А.Г.,

Орлова Т.А., Орловская Э.П., Осипов Г.Л., Прокопенко Л.В., Сагалович Б.М., Скучик Е., Суворов Г.А., Р. Тэйлор, Тюрина Н.В., Шешегов П.М. и др. Их исследования, посвящённые проблеме шумового загрязнения, представляют собой значительный вклад в изучение этого вопроса и являются ценным ресурсом, способствующим дальнейшему развитию этой области.

С каждым годом борьба за снижение каждого последующего дБ становится все сложнее. Все больше мнений указывают на то, что уменьшение уровня шума желательно достигать без значительного изменения конструкции, или больших экономических затрат.

Наука утверждает, что тишина может быть именно тем, что нужно человеку, чтобы восстановить силы и чувствовать себя более уверенно. Исследования показывают, что шум оказывает сильное физическое воздействие на мозг человека, повышая уровень гормонов стресса. Звук перемещается в мозг как электрический сигнал через уши. Таким образом, жизнь в постоянно шумной среде - это всегда высокий уровень гормонов стресса.

Воздействие шума на организм человека имеет некоторые виды проявления, а именно:

- специфические эффекты
- неспецифические эффекты

При рассмотрении первой группы стоит отметить, что шум воздействует на все органы и системы организма, так как является общебиологическим раздражителем.

Важным аспектом является то, что интенсивный шум имеет значительное действие на орган слуха [35, 37, 61].

Нужно учитывать, что сила вызванных физиологических изменений в слуховом анализаторе, зависят от некоторых факторов, а именно:

- продолжительности воздействия;
- уровня и характера шума;
- индивидуальных свойств человека и других факторов.

Ряд исследований, посвящен специфической реакции организма человека на воздействие шума [3, 74, 103 и др.].

Одной из таких реакций, является адаптация органа слуха к изменениям интенсивности силы звука. Слуховая чувствительность снижается сразу после начала звукового раздражения, а после окончания она восстанавливается до исходных значений в течение нескольких часов. В процессе адаптации к тишине человек становится более восприимчивым к звукам [80, 89].

Шумовое воздействие может вызвать болевые ощущения, которые происходят из-за механических изменений в среднем ухе и свидетельствуют о том, что барабанная перепонка достигла своего предела прочности.

По некоторым данным уровень звукового давления 110–130 дБ является болевым порогом шума у здоровых людей и практически не зависит от частоты [16, 37].

Раздражающее действие звуков и шумов может проявляться в различных субъективных ощущениях неприятного «ощущения щекотания», «осязательного ощущения». Возникающие ощущения связаны с чрезмерным раздражением слухового анализатора, его перегрузкой.

На рисунке 1.16 [9], отражено изменение восприятия звуков, имеющих минимальную (на грани слышимости) интенсивность, то есть «кривая порога слышимости» во всём диапазоне слышимых частот. Звуковое давление разной частоты, могут вызывать различные ощущения. Порог болевого ощущения, это верхняя кривая на данном графике, который возникает у человека при уровне звука 120 ... 130 дБ и мало зависит от частоты.

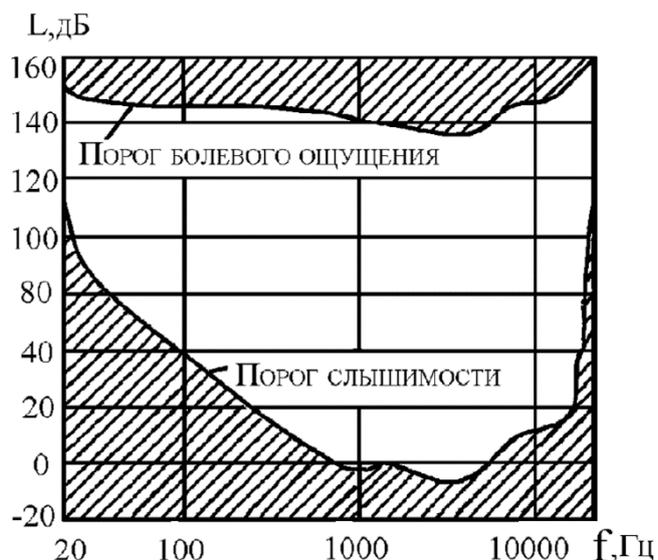


Рисунок 1.16 - Область слухового восприятия человека (по Терехину А.С.)

Как было отмечено ранее, при воздействии шума на слуховую систему происходит повышение порогов слуха.

После окончания воздействия пороги слуха остаются близкими к исходному уровню, то такое явление можно рассматривать в качестве приспособительной реакцию [70].

Принято считать, что ключевым фактором в развитии шумовых патологий является интенсивность шума. При высоких уровнях шума, как правило, наблюдается потеря слуха, в то время как при низких могут возникнуть нервно-сосудистые нарушения [2, 38, 73, 78].

Неспецифические эффекты действия шума проявляются в воздействии не только на слуховую систему, но и на другие системы организма. Данный тип проявления может возникать при сочетанном воздействии физических факторов, одним из которых является вибрация. Опасность такого комбинированного воздействия, заключается в том, что данные факторы могут усиливать друг друга [61].

Неспецифические эффекты шума приводят к [30, 35, 78, 100, 102]:

- изменению в работе центральной нервной, сердечно-сосудистой и эндокринной системы;

- нарушениям в обмене веществ;
- понижению общего иммунитета организма.

Специалисты, работающие в условиях постоянного шума, часто жалуются на различные проблемы, что свидетельствует о наличии функциональных изменений в их центральной нервной системе.

Первыми симптомами негативного влияния шума могут быть значимые изменения со стороны вегетативной нервной системы, что проявляется дисфункцией сердечного ритма, артериального давления, терморегуляции. Данные эффекты могут продолжаться в течение нескольких лет с последующим формированием гипертонической болезни. Далее возможно уже проявление патологии органа слуха.

Развитие стрессовой реакции организма при воздействии шума, также является одной из форм проявления негативных последствий [42, 98].

Имеются исследования о воздействии шума, которые отражают изменения в иммунной системе [1; 32]. Развивается приобретенный иммунодефицит, который проявляется в основном созданием благоприятных условий для развития аутоиммунных и аллергических процессов.

Сердечно-сосудистая система (ССС) также попадает под влияние шума, данное воздействие характеризуется повышением артериального давления, нарушением ритма сердца; сужением сосудов под влиянием шума на долговременной основе, даже после прекращения действия шумового фактора, может также проявляться в виде болей в области сердца [101].

При воздействии импульсного шума нарушения в работе сердечно – сосудистой системы отмечаются чаще, чем у лиц, работающих в условиях постоянного шума эквивалентного уровня [31, 34, 95].

Воздействие на вестибулярный аппарат, который имеет тесную связь со структурами внутреннего уха, связано с тем, что акустическая энергия большой интенсивности способна вызывать раздражение, а также субъективные жалобы на головокружение, тошноту и нарушение равновесия [38].

К.Д. Kryter [94] подчеркивает в своем труде, что при воздействии на персонал высокоинтенсивного производственного шума возможно обнаружение системные расстройства здоровья, которые обусловлены психологическими факторами, связанные с общей рабочей окружающей средой и с опасностью ущерба от шумового источника, а не от воздействия шума как такового. Это указывает, что шум является не только физиологическим, но и психологическим фактором.

В работе Л.Н. Мармышевой [49] приведены данные которые подтверждают, что с возрастанием уровня шума на 13 дБ частота функциональных нарушений нервной системы у лиц напряженного труда возрастала в 2 раза.

Шум, недостаточно сильный, чтобы вызывать ухудшение слуха, может нарушить речевой контакт и препятствовать восприятию других полезных звуковых сигналов. При проявлении данных отрицательных последствий возможна угроза для эффективности операторской деятельности, особенно у тех категорий, где важное место отводится речевой связи и функционального состояния органа слуха [79].

Установлено, что работающие в условиях воздействия шума часто жалуются на отсутствие аппетита, а при обследовании выявлено проблемы с кишечником, кислотной функции желудка [55].

Таким образом, анализ вышеприведенных данных позволяет сделать некоторые обобщения в графическом виде (рисунок 1.17).

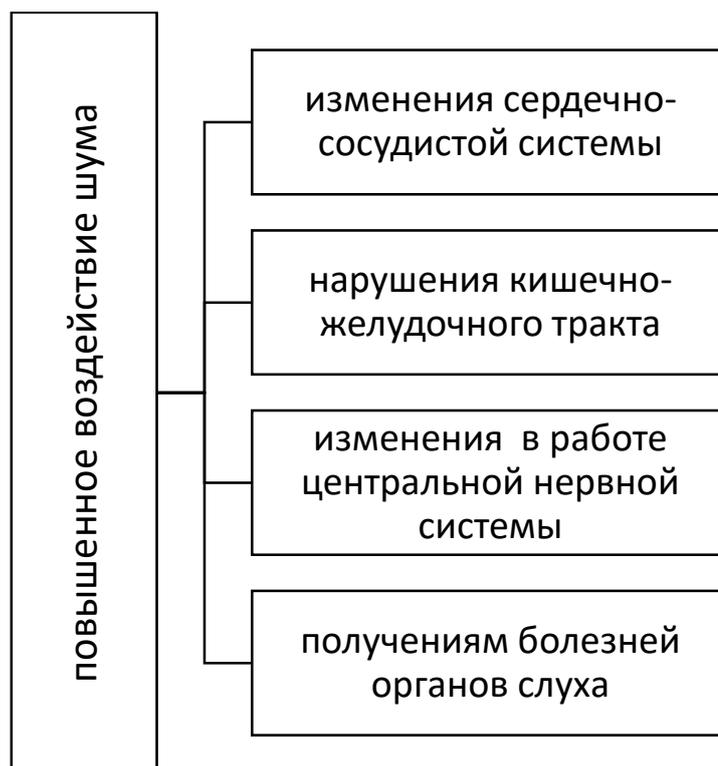


Рисунок 1.17 – Влияние повышенного уровня шума на функциональное состояние систем организма человека

Длительное воздействие повышенного уровня шума может привести в среднем за 10 лет к различным последствиям, которые сведены на рисунке 1.17.

Необходимо учитывать, что помеховое действие шума может создавать затруднения при выполнении трудовых функций, что увеличивает риск ошибок у операторов в системе человек – машина.

В одном из исследований, опубликованном в журнале «Psychological Science», рассматривалось, как повлияло перемещение мюнхенского аэропорта на эмоциональное и психическое состояние детей, живущих вблизи аэропорта. Гэри У. Эванс, профессор социальной экологии из Корнелльского университета, отметил на момент начала исследования развитие у детей стрессовой реакции, которая заставляла их игнорировать шум. Интересный факт – дети игнорировали не только вредные раздражители, но и важные факторы – например, речь [10].

Данное исследование является убедительным доказательством того, что шум - даже на уровнях, которые не производят звука, - становится причиной стресса и нежелателен для человека.

Тишина воздействует на мозг положительно, в отличие от шума. Она нормализует состояние человека, как на физическом уровне, так и на психическом. Имеются данные, что несколько минут тишины, могут помочь расслабиться лучше, чем различная музыка для релаксации. Данные выводы основаны на изменениях показателей кровяного давления [10].

Другим отрицательным последствием шумового воздействия является снижение производительности труда работников, которое может достигать весомых значений в зависимости от интенсивности шума, его характера и от вида выполняемой работы.

Необходимо дальнейшее изучение и разработка мероприятий по защите работников гражданской авиации от воздействия шума, столь сильный интерес к данной теме обусловлен в первую очередь тем, что происходят перебои в работе некоторых служб, во-вторых требуются дополнительные финансовые средства для компенсации профзаболеваний, необходимого медицинского обслуживания и др., все это создает дополнительную нагрузку на авиапредприятия.

Так что за счет инженерно-технических мероприятий на рабочих местах, где отмечается повышенное влияние шума, возможно улучшение рабочей обстановки, уменьшение случаев производственного травматизма и снижение профессиональной заболеваемости работников.

Под воздействие шума в аэропорту также попадают авиапассажиры, которые являются неотъемлемой частью перевозочного процесса, длительное влияние такого физического фактора вызывает стрессовую реакцию и напряжение, что негативно отражается на состоянии пассажиров и приводит к снижению внимания [10].

Реализуются различные мероприятия для обеспечения комфорта и безопасности, как пассажиров, так и персонала.

Также шум может воздействовать на персонал чисто психологически, тем самым являясь причиной снижения работоспособности.



Рисунок 1.18 - Влияние производственного шума на работу персонала

В результате была составлена схема (рисунок 1.18), которая подробно отражает влияние шума на работу персонала.

Выводы по главе 1

1) Проведен анализ пассажирооборота различных видов транспорта и основных производственных показателей гражданской авиации. Рассмотрены основные виды обеспечения аэропортовой деятельности и более подробно раскрыта структура и функционал службы организации пассажирских перевозок на воздушном транспорте как полиэргатической системы.

2) Рассмотрены основные статистические данные о состоянии условий труда, производственных травмах и профессиональных заболеваниях в России, а в частности в области гражданской авиации, анализ показал преобладание воздействия шумового фактора на сотрудников авиапредприятий.

3) Выделены основные факторы опасности службы организации перевозок на воздушном транспорте, которые присутствуют при выполнении трудового процесса.

4) Приведена подробная классификация производственного шума и рассмотрены основные характеристики постоянного и непостоянного шума. Рассмотрено воздействие акустического шума на организм человека и работоспособность персонала, отмечены работы ученых, которые внесли значительный вклад в исследовании воздействия шума на сотрудников предприятий.

5) На основании проведенной работы далее следует проанализировать нормативное регулирование предельно допустимых уровней вредных и опасных производственных факторов, а также методы оценки производственной безопасности.

Глава 2. Нормативно-правовое регулирование производственной безопасности при организации пассажирских перевозок воздушным транспортом

2.1. Нормативно-правовое регулирование вредных и опасных факторов производственной среды и трудового процесса при организации пассажирских перевозок воздушным транспортом

Защита персонала от воздействия вредных и опасных факторов производственной среды и трудового процесса на АП является важной задачей, данными вопросами занимаются различные организации такие как, Всемирная организация здравоохранения, Государственный научно-исследовательский институт гражданской авиации, Московский государственный университет гражданской авиации и ряд других.

Основу успешной деятельности АП составляет обеспечение комфортных условий труда персонала. Для этого имеется целый ряд нормативно-правовых актов в области регулирования воздействия вредных и опасных факторов производственной среды и трудового процесса на персонал и население в целом. При анализе содержательной части новых документов выявлены отдельные противоречия, которые будут показаны далее [11].

Существует ряд нормативно-правовых актов в области регулирования воздействия вредных и опасных факторов производственной среды и трудового процесса на персонал и население в целом, а именно:

- Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.1999 N 52-ФЗ (ред. от 26.12.2024);

- Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха» от 04.05.1999 N 96-ФЗ (ред. от 08.08.2024);
- Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 08.08.2024);
- Федеральный закон «О специальной оценке условий труда» от 28.12.2013 N 426-ФЗ (ред. от 24.07.2023);
- «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 07.04.2025);
- государственные стандарты (ГОСТ 12.1.003–2015 «Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»);
- санитарные нормы и правила (СанПиН 1.2.3685-21. «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»).

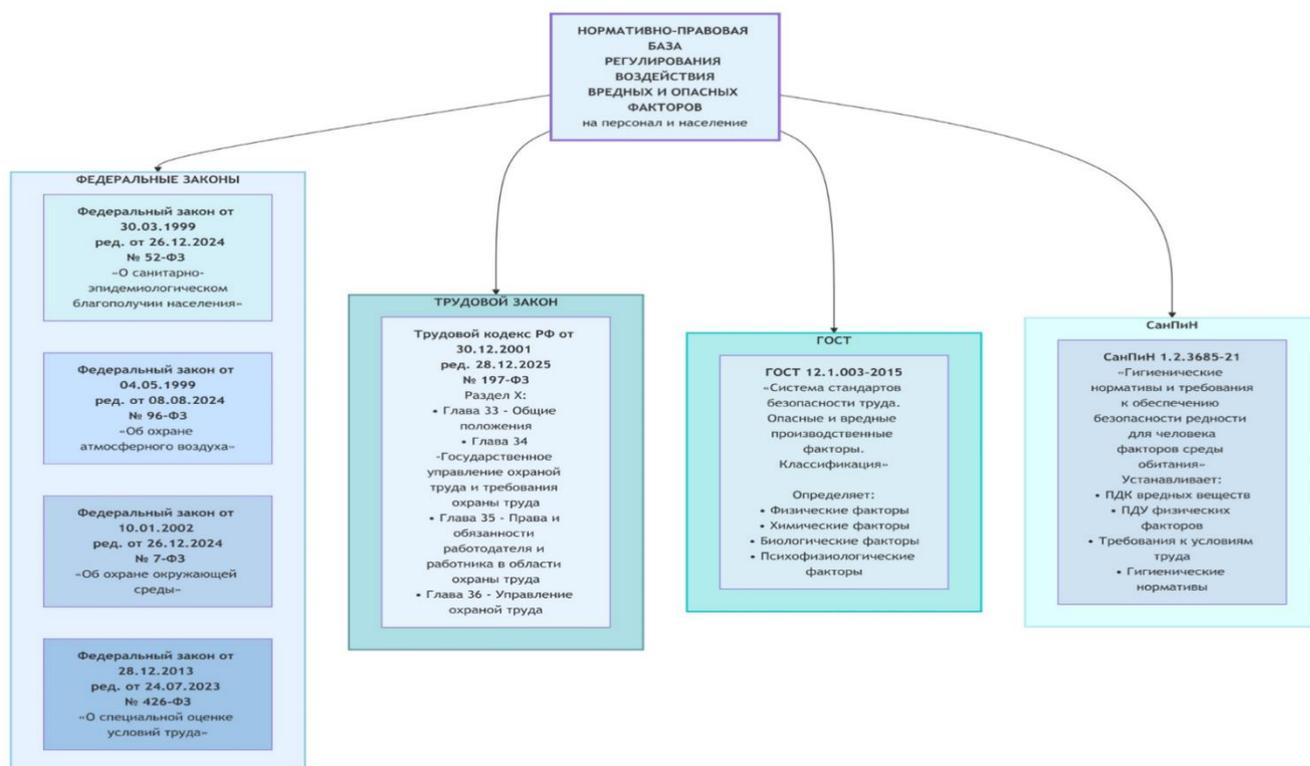


Рисунок 2.1 - Нормативно-правовая база в области регулирования воздействия вредных и опасных факторов производственной среды и трудового процесса на персонал и население в целом

При оценке воздействия вредных и опасных производственных факторов на персонал выявляются различные соответствия и несоответствия при сравнении с допускаемыми уровнями звукового давления.

Основным руководящим документом по гигиеническому нормированию предельных значений уровней вредных и опасных производственных факторов на рабочих местах персонала является СанПиН 1.2.3685-21 [67]. Проведем анализ данного документа с позиции регулирования шумового воздействия.

Для проведения оценки шумового воздействия необходимо знать нормативные значения шума, ниже уровня которых отсутствует негативное влияние на работоспособность и здоровье персонала АП.

Основным руководящим документом по гигиеническому нормированию предельного значения уровня шума на рабочих местах персонала является СанПиН 1.2.3685-21 [67].

Согласно новой редакции «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» отменены требования таких санитарных правил, касающихся шумового воздействия, как: СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» от 31 октября 1996 г. № 36 [71]; СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах» от 21 июня 2016 г. № 81 [68]; СП 2.1.8.3565-19 «Отдельные санитарно-эпидемиологические требования при оценке шума от пролётов воздушных судов» от 22 октября 2019 г. № 15.

В СанПиН 1.2.3685-21 (п. 34) содержатся положения, устанавливающие следующие показатели для оценки влияния шума: эквивалентный уровень звука (L_{pAeqT} , дБА), уровень воздействующий на работающего за рабочую смену (измеренный или рассчитанный относительно 8 ч рабочей смены); максимальные уровни звука А, измеренные с временными коррекциями Slow и I (L_{pAmax}); пиковый уровень звука (L_{pCpeak} , дБС) скорректированный по С (взвешенному наибольшему значению за время измерений).

Далее в пункте 35 СанПиН 1.2.3685-21 установлены конкретные числовые значения, показанные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Нормативные значения шума

Показатель	Нормативное значение
L _{pAeqT} , дБА	80 дБА
L _{pAmax} , дБА с коррекцией S с коррекцией I	110 дБА 125 дБА
L _{pCpeak} , дБС	137 дБС

В СанПиН 1.2.3685-21 отсутствует определение такого понятия, как предельно допустимый уровень шума для производства, хотя в предыдущей версии СанПиН 2.2.4.3359-16 данное определение было отражено и определяло предельно допустимые уровни факторов, которые при воздействии на сотрудников предприятия в течение трудового дня (8 ч. и не более 40 ч. в неделю) и далее на протяжении всего рабочего стажа не вызывают заболеваний и (или) отклонений в состоянии здоровья. Кроме того, в СанПиН 2.2.4.3359-16 содержалось прямое требование проводить оценку фактических уровней физических факторов на производстве с учетом неопределённости измерений, чего нет в СанПиН 1.2.3685-21.

Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест, которые содержались в СН 2.2.4/2.1.8.562-96, отсутствуют в новом документе СанПиН 1.2.3685-21.

Также в СанПиН 2.2.4.3359-16, в приложении 6, содержались предельно допустимые эквивалентные уровни звука на рабочих местах, с учетом

напряжённости и тяжести трудового процесса, которые отсутствуют в новой редакции. Данные приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА, на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряжённости

Категории напряжённости трудового процесса	Категории тяжести трудового процесса		
	Лёгкая и средняя физическая нагрузка	Тяжёлый труд 1 степени	Тяжёлый труд 2 степени
Напряжённость лёгкой и средней степени	80	75	75
Напряжённый труд 1 степени	70	65	65
Напряжённый труд 2 степени	60	-	-
Напряжённый труд 3 степени	50	-	-

Количественная оценка тяжести и напряжённости трудового процесса каждой из указанных в таблице категорий описаны в «Руководстве, по гигиенической оценке, факторов рабочей среды и трудового процесса» Р 2.2.2006-05 [63].

Гигиеническое нормирование предполагает тесную взаимосвязь между санитарными правилами и национальными стандартами.

Некоторые значимые различия и несоответствия с санитарными нормами содержатся в ГОСТ 12.1.003-2014 [19] «Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности», принятом в качестве национального межгосударственного стандарта, который не является простой заменой предыдущей версии ГОСТ 12.1.003-83 [20].

Рассмотрим особенности и несоответствия ГОСТ 12.1.003-2014:

1. ГОСТ 12.1.003-2014 содержит общие принципы сохранения здоровья работников и «требования к оценке воздействия шума» (раздел 1). При этом в

ГОСТ 12.1.003-83 содержались прямые указания по обеспечению безопасности, а именно, допустимые уровни шума;

2. Касаясь положений о принципах нормирования и нормируемых показателях шума (п.п. 4.2 и 4.3 ГОСТ 12.1.003-2014) следует отметить, что в соответствии с действующим законодательством стандарты должны включать ссылки на требования СанПиН. Эти условия не соблюдены в ГОСТ 12.1.003-2014;

3. В ГОСТ 12.1.003-2014 в разделе «Оценка шумового воздействия на рабочем месте» (раздел 5) предложенная в п. 5.2 процедура оценки кумулятивного воздействия шума с учётом неопределённости измерений весьма неоднозначна и не соответствует общепринятой практике гигиенической оценки;

4. В ГОСТ 12.1.003-2014 в качестве основного нормируемого показателя рассматривается эквивалентный уровень звука за восьмичасовой рабочий день, но при этом не учитываются поправки на импульсный/тональный характер шума, как указано в СанПиН 1.2.3685-21.

Нормируемые параметры шума в пассажирских залах аэропортов и вокзалов содержатся в СанПиН 1.2.3685-21, п. 100, и представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Нормируемые параметры шума в октавных полосах частот, эквивалентных и максимальных уровней звука проникающего шума в пассажирских залах аэропортов и вокзалов

Для источников постоянного шума									Для источников непостоянного шума		
Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровень звука L(A), дБА	Эквивалентный уровень звука LAэкв., дБА	Максимальный уровень звука LAмакс., дБА
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
93	79	70	63	59	55	53	51	49	60	60	75

Указанные в таблице 2.3 значения также касаются работников службы организации перевозок (СОП), так как их функционал включает комплекс мероприятий по приёму к перевозке пассажиров, а именно регистрацию

пассажиров, оформление перевозочной документации, информационное обеспечение авиаперевозок пассажиров, багажа и др., и происходит в основном во взаимодействии с пассажирами, а отдельные требования именно для СОП в рамках гигиенического регулирования отсутствуют. Данное структурное подразделение играет весьма важную роль в перевозочном процессе и больше всего взаимодействует именно с пассажирами. А в санитарных правилах 2.5.3650-20 содержатся требования по предельным значениям звукового давления только для членов экипажа и диспетчеров управления воздушным движением.

Далее в таблице 2.4 представлены предельно допустимые уровни звука в соответствии с динамикой отечественного нормирования в области шумового воздействия [26].

Таблица 2.4 - Динамика нормирования производственного шума

Документ	ПДУ в дБА
СН 785-69: Санитарные нормы и правила по ограничению уровня шума на территориях и в помещениях промышленных предприятий	85
ГОСТ 12.1.003-76: ССБТ. Шум. Общие требования безопасности	85
СН 3223-85: Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочих местах	80
СН 2.2.4/2.1.8.562-96: Санитарные нормы. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки	80
ГОСТ 12.1003-83: ССБТ. Шум. Общие требования безопасности	80
СанПиН 1.2.3685-21: Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания (действует)	80
ГОСТ 12.1.003–2014: ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. (действует)	80

ГОСТ 12.1.003-2014 является стандартом, заменившим ГОСТ 12.1003-83, но в отличие от своего предшественника не имеет конкретных значений по ПДУ, так что были взяты значения из старой версии документа.

Из приведённых выше данных можно отследить динамику изменения уровней звукового давления, которая показывает, что уровень 80 дБА действует с 80-х гг. XX века, несмотря на введение новых гигиенических нормативов.

Согласно СанПиН 1.2.3685-21 допустимые уровни шумового воздействия для населения не должны превышать значений, приведённых в таблице 2.5. Следует отметить, что СН 2.2.4/2.1.8.561-96 содержал такие же нормативы.

При рассмотрении вопроса нормирования производственного шума на АП в отношении СОП необходимо учесть, что в соответствии с ГОСТ 22283-2014 [21] на вновь проектируемых территориях жилой застройки вблизи существующих аэропортов и на существующих территориях жилой застройки вблизи вновь проектируемых аэропортов уровни авиационного шума не должны превышать определённых значений [14].

Для сравнения в таблице 2.5 представлены нормативные значения ГОСТ 22283-88, ГОСТ 22283-2014 и СанПиН 1.2.3685-21.

Таблица 2.5 - Предельные значения авиационного шума

Время суток	Эквивалентный уровень звука LAэкв., дБ(А)	Максимальный уровень звука при единичном воздействии LAмакс., дБ(А)
ГОСТ 22283-88		
День (с 7.00 до 23.00 ч)	65	85
Ночь (с 23.00 до 7.00 ч)	55	75
ГОСТ 22283-2014		
День (с 7.00 до 23.00 ч)	55	75
Ночь (с 23.00 до 7.00 ч)	45	65
СанПиН 1.2.3685-21		
День (с 7.00 до 23.00 ч)	65	85
Ночь (с 23.00 до 7.00 ч)	55	75

Из таблицы 2.5 следует, что с введением ГОСТ 22283-14 произошло ужесточение в требованиях к таким показателям как LAэкв., дБ(А) и LAмакс., дБ(А), что обусловлено изменением парка воздушных судов в авиакомпаниях, увеличением регулярности полётов и как следствие увеличением шумовой нагрузки на территории жилой застройки вблизи аэропортов.

Оценка условий труда сотрудников аэровокзального комплекса проводится на основании Р 2.2.2006-05.

Измерение нормируемых параметров при воздействии на сотрудников непостоянного шума производится интегрирующим шумомером или расчётным способом. Нормативные требования к применяемым шумомерам регламентируются ГОСТ Р 53188.1-2019 «Государственная система обеспечения единства измерений. Шумомеры. Часть 1. Технические требования».

Оценка условий труда при воздействии постоянного шума проводится с использованием результатов измерения уровня звука в дБА по шкале «А» шумомера на временной характеристике «медленно».

В соответствии с Р 2.2.2006–05 существует три класса условий труда: допустимый, вредный и опасный.

Допустимый класс предполагает отсутствие необходимости в улучшении условий труда по такому физическому фактору как шум. При вредном и опасном классе необходимо принятие комплекса мер по снижению действующего на персонал шума, профилактике такого вредного воздействия в краткосрочной и долгосрочной перспективе.

При анализе динамики изменений руководств по установлению классов условий труда от уровней шума (таблице 2.6), выявлено, что представленные значения Р 2.2.2006-05 были приняты в конце девяностых. Р 2.2.2006-05 имеет ссылки на санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96, действие которых уже прекращено.

Таблица 2.6 - Динамика превышения ПДУ от класса условий труда

Документ	Класс условий труда				
	Вредный				Опасный
	3.1	3.2	3.3	3.4	4
	Превышение ПДУ до (включительно), дБА				
Гигиеническая классификация труда № 4137-86	<10	10...15	>15		
Р 2.2.013-94	<10	10...25	25...40	40...50	>50
Р 2.2.755-99	<5	5...15	15...25	25...35	>35
Р 2.2.2006-05	<5	5...15	15...25	25...35	>35

Из таблицы 2.6 видно, что в период с 1986 по 1994 годы были разработаны новые классы условий труда; далее после появления новых классов в 1999 году были уменьшены значения превышения ПДУ, для класса 3.1. – на 5 дБА, 3.2 – на 10 дБА, 3.3 и 4 – на 15 дБА. Эти изменения действуют и в настоящее время.

При рассмотрении конкретных примеров из Руководства Р 2.2.2006-05 и СанПиН 1.2.3685-21 видны противоречия. Так, СанПиН 1.2.3685-21 не отмечает такое понятие как ПДУ, и как следствие приходится только догадываться, являются ли значения в таблице 5.35 «Нормируемые параметры шума в октавных полосах частот, эквивалентных и максимальных уровней звука проникающего шума в помещениях жилых и общественных зданий и шума на селитебной территории» предельными.

К примеру, по СН 2.2.4/2.1.8.562-96, где еще отражались ПДУ по видам деятельности, ПДУ при выполнении всех видов работ на производственных помещениях составляло 80 дБА, а для высококвалифицированной работы, требующей сосредоточенности – 60 дБА. Если соотнести данные значения с таблицей 2.6, то видно, что добавление стандартных поправок к различным видам деятельности приводит к большому нерегламентированному расхождению в величинах, характеризующих опасный класс условий труда. К опасному классу относятся уровни звука в диапазоне свыше 95 дБА и звуки уровня свыше 115 дБА.

Данные значения не должны иметь расхождения в таком диапазоне и должны соответствовать данным исследований в этой области.

При анализе изменений, которые происходили в гигиеническом нормировании на протяжении более двадцати лет, были отмечены некоторые несоответствия содержательной части новых документов нормативно-правового регулирования акустической безопасности. Так СанПиН 1.2.3685-21 отменил целый ряд санитарных правил, при этом некоторые изменения, а именно отсутствие упоминания понятия ПДУ и, как следствие, отсутствие нормирования предельно допустимых уровней звукового давления, уровней звука и эквивалентных уровней звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест внесли неоднозначность в понимание нового документа. Неясно, являются ли нормативные значения в различных помещениях предельными. ГОСТ 12.1.003-2014 заменил ГОСТ 12.1003-83, но в отличие от своего предшественника также не имеет конкретных значений по ПДУ.

Показано отсутствие согласованности между санитарными правилами, национальными и межгосударственными стандартами при проведении оценки неблагоприятного воздействия шума на сотрудников аэровокзального комплекса; стандарты должны содержать ссылки на требования санитарных норм. Эти условия не соблюдены в ГОСТ 12.1.003-2014.

Допустимые уровни авиационного шума в СанПиН 1.2.3685-21 и предельные уровни авиационного шума по ГОСТ 22283-2014 различаются между собой на 10 дБА.

Предлагается при разработке новых редакций нормативных документов для гармонизации действий между санитарными правилами, национальными и межгосударственными стандартами снова ввести понятия предельно допустимого уровня звукового давления, а также предельно допустимого уровня звука и эквивалентных уровней звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест. Также следует установить конкретные числовые значения предельно допустимых уровней звукового давления для СОП.

2.2. Методы управления производственной безопасностью при организации пассажирских перевозок воздушным транспортом

Решение проблемы воздействия вредных и опасных факторов на персонал аэропортов заключалось преимущественно через организационно-технические меры и СИЗ, а подходы, связанные с мониторингом и проактивным управлением, остаются мало изученными (рисунок 2.2).

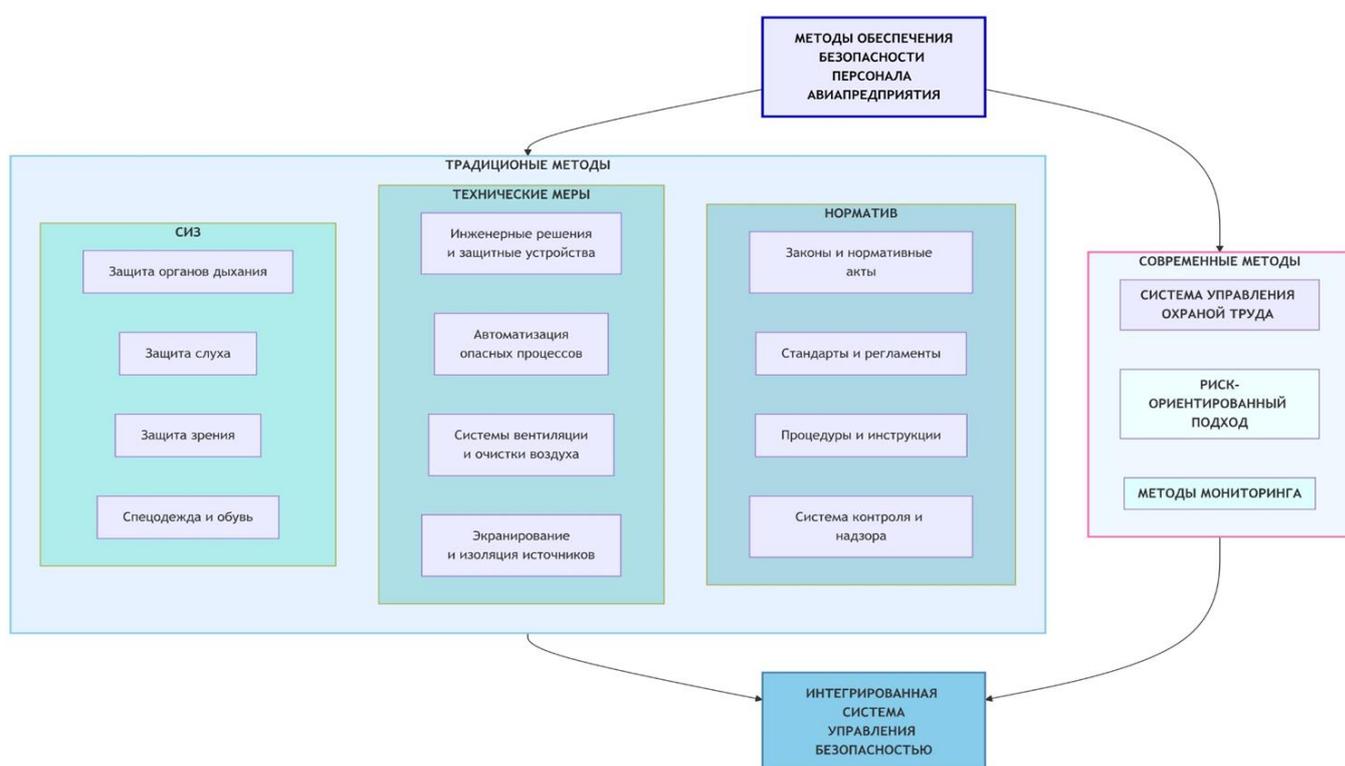


Рисунок 2.2 – Методы обеспечения безопасности персонала

Система управления охраной труда - комплекс взаимосвязанных и взаимодействующих между собой элементов, устанавливающих политику и цели в области охраны труда у конкретного работодателя и процедуры по достижению этих целей (ст. 217 ТК РФ).

Управление безопасностью труда на предприятии представляет собой планомерный процесс воздействия на систему «человек-машина-производственная среда» для получения заданных значений совокупности показателей, характеризующих условия труда. Алгоритм процесса управления безопасностью труда в организации представлен на рисунок 2.3.



Рисунок 2.3 - Алгоритм процесса управления производственной безопасностью на авиапредприятии

Управление безопасностью труда на производстве должно быть комплексным и непрерывным процессом, включающим выше перечисленные элементы. Система управления производственной безопасностью должна быть внедрена на всех уровнях предприятия. Она должна включать в себя разработку и внедрение соответствующих политик, процедур и стандартов, а также организацию обучения и информирования сотрудников.

Согласно приказу Минтруда от 29.10.2021 №776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда», основными процессами по охране труда являются:

- а) специальная оценка условий труда (СОУТ);
- б) оценка профессиональных рисков (ОПР).

Оценка профессиональных рисков и специальная оценка условий труда – это взаимодополняющие процедуры. Их результаты помогают составить полный список всех опасностей, которые присутствуют на рабочем месте.

Для достижения цели «сокращения уровня смертности и травматизма от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний за счет перехода в сфере охраны труда к системе управления профессиональными рисками» с 1 марта 2022 г. в раздел X «Охрана труда» Трудового кодекса Российской Федерации (далее – ТК РФ) были внесены важные изменения, которые были направлены на формирование новой эффективной системы управления охраной труда [48].

В соответствии с изменениями в Трудовом кодексе, вступившими в силу 1 марта 2022 года, статья 214 вводит новую обязанность для работодателей: систематически выявлять опасности и профессиональные риски на рабочем месте, а также анализировать и оценивать их, что остается также актуальным и в последней редакции ТК РФ от 6 апреля 2024 г.

Одним из основных элементов функционирования риск-ориентированной модели СУОТ является оценка профессиональных рисков [5, 46].

Целью применения риск-ориентированного подхода в системе управления охраной труда (далее – СУОТ) является переход от реактивного подхода к проактивному, что позволяет минимизировать вероятность возникновения несчастных случаев и создать более безопасную рабочую среду [41].

В соответствии с ФЗ от 28.12.2013 N 426 (ред. от 24.07.2023) «О специальной оценке условий труда» СОУТ - это систематический процесс идентификации и количественной оценки вредных и опасных производственных факторов, воздействующих на сотрудников предприятий в процессе их трудовой деятельности.

СОУТ направлена на идентификацию и оценку потенциально опасных и вредных производственных факторов, систематически присутствующих на

рабочих местах, данная оценка осуществляется посредством инструментальных измерений.

Алгоритм проведения специальной оценки условий труда

1. Идентификация потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов.

2. Исследования (испытания) и измерения вредных и (или) опасных производственных факторов.

3. Классификация условий труда (Руководство по гигиенической оценке, факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда - Р 2.2.2006-05).

4. Выбор методов предотвращения их воздействия на сотрудников.

ОПР предназначена для выявления переменных или скрытых опасных и вредных производственных факторов, не поддающихся количественному измерению с помощью инструментальных методов как непосредственно на рабочем месте, так и на территории предприятия, а также во время командировок.

Процесс управления профессиональными рисками:

1. Идентификация опасностей.

2. Оценка уровня профессиональных рисков.

3. Разработка и внедрение мер по уменьшению рисков.

4. Контроль за реализацией мер по управлению профессиональными рисками.

В соответствии с нормативными требованиями СОУТ осуществляется с периодичностью один раз в пять лет либо в внеплановом порядке, если есть какие-то основания, перечисленные в ФЗ от 28.12.2013 N 426 (ред. от 24.07.2023) «О специальной оценке условий труда». Периодичность проведения ОПР нормативно не закреплена. Также в отличие от СОУТ в процессе ОПР нет конкретных требований к методике проведения ОПР, нет утвержденных форм, нет требований к экспертам, нет требований к комиссии.

Оценка ОПР осуществляется для всех выявленных опасностей.

Приказ Минтруда России от 28 декабря 2021 года N 926 «Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков» рекомендует при выборе метода оценки риска принимать во внимание наличие у рассматриваемого метода следующих характеристик:

- обеспечение соответствия предоставляемых результатов специфике и уровня сложности производственной деятельности работодателя;
- формулирование результатов в форме, способствующей повышению уровня информированности работника о существующих на их местах потенциальных опасностях;
- обеспечение возможности отслеживания, воспроизводимости и верификации процесса и результатов.

Простой правильно примененный метод может обеспечить лучшие результаты, чем сложная процедура, выполненная с ошибками.

Далее будут рассмотрены основные преимущества и недостатки методов оценки профессиональных рисков (таблица 2.7).

Таблица 2.7 - Методы ОПР

Метод ОПР	Преимущества	Недостатки
Контрольные листы	<ul style="list-style-type: none"> • не требует значительных временных и финансовых затрат; • не требует углубленного обучения использующих его специалистов. 	<ul style="list-style-type: none"> • не позволяет оценивать уровни профессиональных рисков.
Матричный метод	<ul style="list-style-type: none"> • не требует значительных временных и финансовых затрат; • не требует углубленного обучения использующих его специалистов; • позволяет оценивать уровни профессиональных рисков. 	<ul style="list-style-type: none"> • «экспертная оценка»

Продолжение таблицы 2.7

Метод ОПР	Преимущества	Недостатки
Анализ «галстук-бабочка»	<ul style="list-style-type: none"> • не требует значительных временных и финансовых затрат; • не требует углубленного обучения использующих его специалистов. 	<ul style="list-style-type: none"> • не позволяет оценивать уровни профессиональных рисков.
Анализ причинно-следственных связей (диаграмма Исикавы)		<ul style="list-style-type: none"> • требует значительных временных и финансовых затрат; • требует углублённого обучения использующих его специалистов • не позволяет оценивать уровни профессиональных рисков.
Метод анализа влияния человеческого фактора		<ul style="list-style-type: none"> • требует значительных временных и финансовых затрат; • требует углублённого обучения использующих его специалистов • не позволяет оценивать уровни профессиональных рисков.

Стоит подчеркнуть, что среди методов, представленных в приказе Минтруда № 926, матричный метод является единственным, который позволяет оценить уровень профессиональных рисков.

По результатам проведения СОУТ и ОПР работодатель получает возможность не только идентифицировать и оценить потенциальные риски для здоровья сотрудников, но и разработать и внедрить совокупность мероприятий по оптимизации условий труда, повышению в целом уровня производственной безопасности и снижению профессиональных рисков.

2.3. Методы измерения шумового воздействия на персонал

Основные последствия, к которым может привести негативное воздействие шума на персонал были приведены ранее. Для более глубокого понимания какие же меры необходимо принимать для снижения шумовой нагрузки на персонал следует остановиться на нормативном регулировании данного вопроса.

Для того, чтобы оценить воздействие шума на персонал имеется большое количество, как международных, так и национальных стандартов.

В ВОЗ имеется документ для сбора эпидемиологических данных по предупреждению потери слуха, вызванной профессиональным воздействием шума.

ISO1999-2017 - это международный стандарт, в котором содержатся методы по определению воздействия профессионального шума, оценки его опасности и прогнозированию вероятности потери слуха в зависимости от уровня шума, стажа, пола и возраста.

ISO 9612-2016 - это международный стандарт, который устанавливает метод измерения шума, который воздействует на работника в течение 8 часового трудового дня. Стандарт устанавливает три стратегии измерения в зависимости от базового элемента измерения:

- рабочая операция,
- трудовая функция,
- рабочий день.

Подробно описаны характеристики, свойственные для вышеупомянутых стратегий (рисунок 2.4).

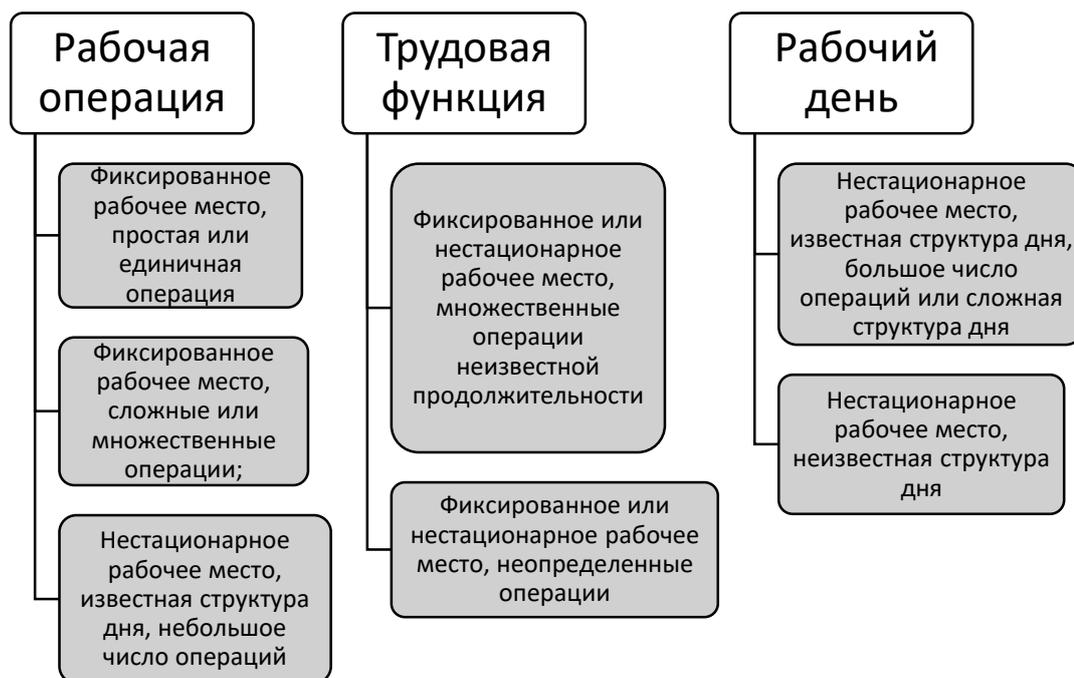


Рисунок 2.4 - характеристики стратегий измерения в зависимости от характера выполняемых работ

Необходимо обратить внимание, что реализация перечисленных стратегий в полном объеме ГОСТ ISO 9612 не позволяет получить величину, которую можно было бы сравнивать с действующим гигиеническим нормативом. Это обусловлено тем, что ГОСТ ISO 9612:

- приводит эквивалентный уровень звука к номинальной 8-часовой продолжительности рабочей смены, а в свою очередь СанПиН 1.2.3685-21 нормирует эквивалентные уровни для фактической продолжительности рабочей смены (которая может отличаться от 8 ч)
- не предполагает учета поправок на тональный и импульсный характер шума, предусмотренных всеми санитарными нормами
- предлагает определять продолжительность рабочих операций в качестве отдельно измеряемой величины, что вызывает сразу массу вопросов касательно методики и средств подобных измерений и может привести к значительному увеличению неопределенности измерений.

Описанная в ГОСТ ISO 9612 методика измерений не предполагает проведения усреднения в пределах рабочей зоны, как это было предусмотрено отмененным ГОСТ 12.1.050. Это приводит к появлению дополнительного вклада в стандартную неопределенность в 1 дБ!

Расчет среднесменных уровней звука целесообразно выполнять непосредственно по формуле 3.2 СанПиН 2.2.4.3359.

Эквивалентный уровень звука A за рабочую смену - $L_{p,Aeq,8h}$, дБА, эквивалентный уровень звука A , измеренный или рассчитанный за 8 ч рабочей смены, с учетом поправок на импульсный и тональный шум, который рассчитывается по формуле:

$$L_{p,Aeq,8h} = 10 \lg \left(\frac{1}{T_0} \sum_i T_i 10^{0.1(L_{p,Aeq,Ti} + K_i)} \right) \quad (2.1)$$

где T_0 - нормативная продолжительность рабочей смены (8 ч). При продолжительности рабочей смены, отличной от 8 ч, T_0 принимается равным фактической продолжительности рабочей смены при общей продолжительности работы 40 часов в неделю.

T_i - продолжительность i -го интервала воздействия шума, ч;

$L_{p,Aeq,Ti}$ - эквивалентный уровень звука или звукового давления, измеренный на i -м интервале воздействия шума, дБА;

K_i - поправка на характер шума, равная 5 дБ в случае тонального и (или) импульсного шума (применяется при $L_{p,Aeq,Ti} > 75$ дБА, во всех других случаях принимается $K = 0$ дБ);

Новый документ ГОСТ 12.1.003-2014 «Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности» не является эквивалентной заменой старому ГОСТ 12.1.003-83, существуют некоторые значимые различия между ними и не соответствия в согласованности с санитарными нормами.

Рассмотрим подробно ГОСТ 12.1.003-2014:

1. Содержит общие принципы сохранения здоровья работников и «требования к оценке воздействия шума» (ст.1). При этом в ГОСТ 12.1.003-83 содержатся прямые указания по обеспечению безопасности, а именно, допустимые уровни шума.

2. Раздел «Гигиеническое нормирование» (ст.4) включает в большинстве своем довольно содержательную общую информацию по механизмам воздействия шума на человека, которые были бы более уместны в учебнике по гигиене труда.

3. Стандарты должны содержать ссылки на требования санитарных норм (пункт 4.2 и 4.3). Эти условия не соблюдены в ГОСТ 12.1.003-2014.

4. Раздел «Оценка шума на рабочем месте» (ст.5) Предложенная в п.5.2 процедура оценки кумулятивного воздействия шума с учетом неопределенности весьма неоднозначна и не соответствует общепринятой практике гигиенической оценки. В стандарте отмечено, что если стандартная неопределенность измерения не превышает 3 дБ, то с нормативом следует сравнивать непосредственно измеренное значение; в противном случае стандарт предписывает добавлять неопределенность к результату измерения, если оценку проводит работодатель в целях производственного контроля, и вычитать неопределенность из результата, если оценку проводит надзорный орган. Такой двойственный подход не совсем понятен.

5. В данном стандарте (вслед за ГОСТ ИСО 9612) в качестве основного нормируемого показателя шума на рабочем месте рассматривается эквивалентный уровень звука за 8-часовой рабочий день. Как известно, определение этой величины в ГОСТ ИСО 9612 не соответствует определению сменного эквивалентного уровня звука в действующих санитарных нормах, так как не учитывает поправок на импульсный / тональный характер шума.

В качестве итога можно сказать, что ГОСТ 12.1.003-2014:

- отражает процедуры оценки шума на рабочем месте, которые не согласованы с действующими гигиеническими нормативами;

- не может использоваться в сферах санитарно-эпидемиологического надзора и охраны труда при действующих санитарных нормах и методике специальной оценки условий труда.

Международная организация труда рекомендует специальные программы защиты слухового органа, которые основаны на регулярных проверках слуха персонала.

К примеру, в конце двадцатого века специалистами Национального института охраны труда была разработана программа по предотвращению потери слуха, которая предназначена для сотрудников, которые на протяжении восьмичасовой смены находятся под воздействием уровней звукового давления свыше 85 дБА.

В США имеются также стандарты Министерства труда, среди них два стандарта по оценке шумовой экспозиции [96] и стандарт регистрации случаев [97].

В Евросоюзе также имеется «Руководство по диагностике профзаболеваний», где даются критерии воздействия, основные последствия для организма сотрудников, но нет критериев оценки снижения чувствительности органов слуха [92].

Если говорить о нашей стране, то учеными НИИ медицины труда тоже разработана компьютерная программа сохранения здоровья персонала при воздействии шума [75].

Выводы по главе 2

1) Проанализировано нормативно-правовое регулирования производственной безопасности при организации пассажирских перевозок

воздушным транспортом. При анализе изменений, которые происходили в гигиеническом нормировании на протяжении более двадцати лет, на примере шумового воздействия, были отмечены несоответствия содержательной части новых документов нормативно-правового регулирования акустической безопасности.

2) Показано отсутствие согласованности между санитарными правилами, национальными и межгосударственными стандартами при проведении оценки неблагоприятного воздействия шума на сотрудников аэровокзального комплекса; стандарты должны содержать ссылки на требования санитарных норм. Эти условия не соблюдены в ГОСТ 12.1.003-2014.

3) Рассмотрены основные методы оценки производственной безопасности при организации пассажирских перевозок, согласно приказу Минтруда от 29.10.2021 №776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда», основными процессами по охране труда были выделены специальная оценка условий труда (СОУТ) и оценка профессиональных рисков (ОПР). Обязанность для работодателей систематически выявлять опасности и профессиональные риски на рабочем месте была введена 1 марта 2022 года в соответствии с ТК РФ статья 214.

4) В соответствии с нормативными требованиями СОУТ осуществляется с периодичностью один раз в пять лет либо в внеплановом порядке, если есть какие-то основания, перечисленные в ФЗ от 28.12.2013 N 426 (ред. от 24.07.2023) «О специальной оценке условий труда». Периодичность проведения ОПР нормативно не закреплена. Также в отличие от СОУТ в процессе ОПР нет конкретных требований к методике проведения ОПР, нет утвержденных форм, нет требований к экспертам, нет требований к комиссии. Стоит подчеркнуть, в ходе анализа методов, представленных в приказе Минтруда № 926, было выявлено, что матричный метод является единственным методом, который позволяет оценить уровень профессиональных рисков.

5) Рассмотрены основные методы измерения шумового воздействия на персонал, отмечено, что реализация перечисленных стратегий в полном объеме ГОСТ ISO 9612 не позволяет получить величину, которую можно было бы сравнивать с действующим гигиеническим нормативом.

Глава 3. Концептуальные и методологические подходы к разработке метода управления безопасностью персонала в полиэргатической системе авиапредприятия

3.1. Математическая модель управления безопасностью персонала в полиэргатической системе авиапредприятия как составная часть метода управления безопасностью персонала

Производственная безопасность представляет собой целую систему мероприятий и технических средств, которые необходимы для минимизации вероятности негативного влияния различных источников производственных опасностей на сотрудников авиапредприятий, а также устранения последствий их проявления [12].

Для проведения анализа информации служба производственной безопасности авиапредприятия имеет доступ к различным источникам, среди которых следует отметить научно-техническую и экономическую информацию, представленную как в виде научно-исследовательских трудов, патентов, стандартов, так и справочников, описаний изобретений. В результате создаётся технико-экономическое обоснование проекта, которое служит основой для разработки системы. Информация, полученная по каналам обратной связи, позволяет уточнить отдельные подсистемы и оценить эффективность их взаимодействия [51, 82].

Продолжительность данного этапа могла быть менее длительна, при условии замены натуральных испытаний моделированием с использованием модели производственной системы. Натурные испытания действительно являются очень

эффективными, но они имеют и некоторые недостатки, такие как высокая трудоёмкость, сложность и высокие затраты времени и ресурсов. Аналитические методы, с другой стороны, обладают такими преимуществами, как экономичность и высокая скорость обработки данных, поскольку они основаны на использовании мощных вычислительных систем. Однако для их использования необходимо провести математическое моделирование реальных производственных процессов. Факт функционального или структурного сходства различных систем является основой для моделирования [40].

Математическое моделирование — это метод исследования различных объектов, процессов и систем с помощью математических моделей.

Математическое моделирование позволяет изучать свойства объектов и процессов без необходимости проведения экспериментов в реальной жизни, что может значительно сократить затраты времени и средств на исследование. Кроме того, математические модели позволяют изучать объекты и процессы в различных условиях и режимах работы, что также не всегда возможно при проведении экспериментов в реальности [28].

Математическая модель представляет собой систему уравнений или неравенств, которые описывают взаимосвязи между различными параметрами и переменными, характеризующими исследуемый объект. Еще одним преимуществом моделирования является возможность изменения параметров системы для изучения их влияния на результаты. Это позволяет лучше понять, как различные факторы влияют на систему, и выбрать оптимальные параметры для её работы [39].

В процессе мониторинга и управления производственными процессами полиэргатической системы авиапредприятия необходимо опираться на системный подход, полагая, что все объекты и процессы, связанные с сохранением и улучшением характеристик системы производственной безопасности под воздействием различных эксплуатационных факторов, следует рассматривать как единую систему. Составными элементами системы мониторинга и управления

являются процессы контроля, оценки и управления состоянием производственной системы в комплексе [50].

В ходе подготовительного этапа по созданию этой системы для разработки эффективных управленческих решений необходимо использовать модели, которые отражают все аспекты работы системы и взаимосвязи между её элементами. Данным требованиям удовлетворяет иерархическая система математического моделирования объектов различных уровней абстрагирования.

Моделирование процесса восстановления включает в себя создание модели, которая описывает взаимосвязь между элементами системы. Производственные процессы могут быть представлены как изменение состояния системы под воздействием всевозможных факторов, которые могут влиять на различные свойства системы и её отношения с другими элементами [54].

Процессы управления в производственной системе авиационной отрасли имеют свою специфику, из-за которой невозможно использовать основной принцип моделирования новых систем управления – метод аналогий.

Выбор наиболее эффективных методов управления и определение их оптимальной последовательности требует специального подхода. Процесс управления системой в общем виде можно представить, как последовательность следующих этапов:

- Определение целей и задач: на этом этапе формулируются цели и задачи управления системой.
- Сбор и анализ информации: собирается информация о состоянии системы, проводится её анализ для выявления проблем и возможностей.
- Разработка стратегии управления: разрабатывается стратегия на основе проведённого анализа.
- Реализация стратегии: осуществляются мероприятия для достижения поставленных целей, контролируется их исполнение.
- Мониторинг и контроль: в процессе управления осуществляется контроль за работой системы.

- Анализ и оценка результатов: проводится анализ достигнутых результатов и оценивается эффективность управления.

Такое описание структуры системы позволяет определить требования к зависимостям и формализовать их в рамках модели процесса восстановления системы [6].

В процессе организации системы управления безопасностью персонала должны быть вовлечены представители различных уровней организационной структуры авиапредприятия. К таким представителям относятся руководитель авиапредприятия, сотрудники службы охраны труда, руководители структурных подразделений, а также все остальные работники организации (рисунок 3.1).

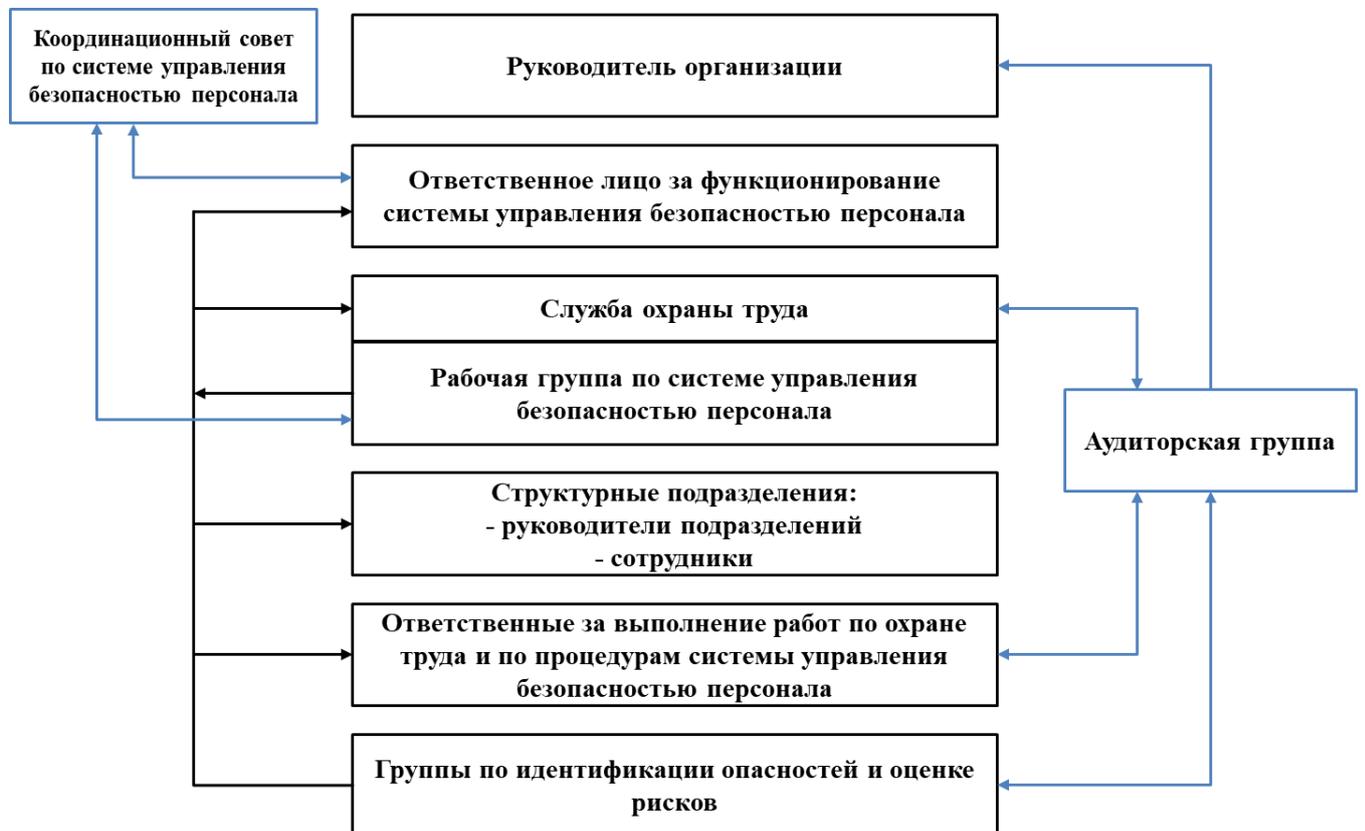


Рисунок 3.1 - Функциональная схема управления безопасностью персонала в полиэргатической системе авиапредприятия

На рисунке 3.1. чёрные стрелки обозначают постоянное улучшение, а синие информацию. Структура системы управления безопасностью персонала должна отражать взаимосвязь всех её элементов, используемых для формирования

политики в области обеспечения безопасности персонала, постановки целей и их достижений (рисунок 3.2).

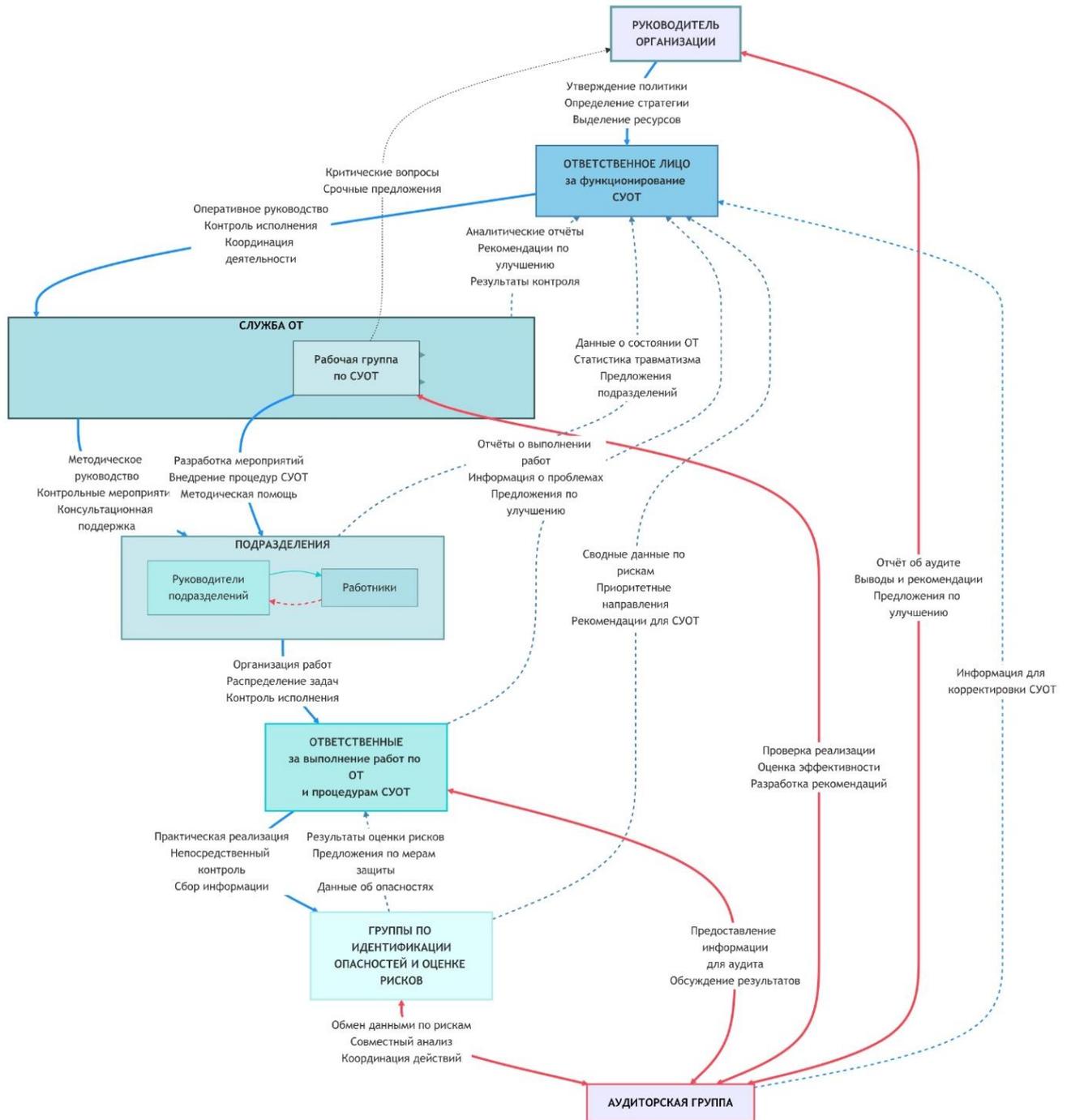


Рисунок 3.2 - Функциональная схема управления безопасностью персонала в полиэргатической системе авиапредприятия с описанием обратной информации между уровнями

Теоретические положения, которые изложены выше, реализованы в математической модели системы управления производственной безопасностью и

восстановления характеристик, которые были утрачены под воздействием различных эксплуатационных факторов [91]. Данная модель использует аппарат абстрактной алгебры – теорию множеств [45].

Исходная система считается качественной, если все её элементы и связи между ними соответствуют требованиям. Каждый элемент такой системы описывается своим квалиметрическим показателем [27] качества a_i : $a_1, \dots, a_2, \dots, a_j, \dots, a_n$

Объединение \cap совокупности n квалиметрических показателей качества в множество A следует рассматривать в качестве модели элемента производственной системы в терминах алгебры множеств. Мощность этого объединения равна количеству единичных показателей, определённых в различных документах (например, санитарных нормах и правилах):

$$A = \bigcup_{i=1}^n a_i \quad (3.1)$$

При этом: A - множество, которое объединяет показатели качества a_i , т.е. $a_i \in A$ и при пересечении с любым показателем качества с индивидуальной переменной $i \neq j$ образует пустое множество $a_i \cap a_j \rightarrow \emptyset$.

Этот подход не требует отдельного моделирования индивидуальных свойств каждого компонента системы. Качество системы определяется качеством компонентов и особенностями их взаимодействия.

При эксплуатации системы на a_i влияют различные эксплуатационные факторы b_j , которые изменяют единичные показатели качества на величину δa_i :

$$A/\Delta A = \bigcup_{i=1}^n (a_i/\delta a_i) \quad (3.2)$$

А комплексное воздействие эксплуатационных факторов на элемент производственной системы можно описать как их объединение:

$$B = \bigcup_{j=1}^m b_j \quad (3.3)$$

Изменение показателей качества на величину δa_i является функцией f : эксплуатационных факторов и времени их воздействия на элемент производственной системы:

$$f: \left(\bigcup_{j=1}^m b_j, \tau \right) \rightarrow \bigcup_{i=1}^n a_i / \delta a_i \quad (3.4)$$

Используя выражение (3.4) запишем (3.2) следующим образом:

$$A/\Delta A = \bigcup_{i=1}^n f: \left(\bigcup_{j=1}^m b_j, \tau \right) \quad (3.5)$$

Для обеспечения безопасной эксплуатации исследуемой системы задаются предельные отклонения параметров:

$$A/\Delta A = \bigcup_{i=1}^n (a_i / \delta a_i \max) \quad (3.6)$$

Для соблюдения условий безопасной эксплуатации с учетом требований производственной безопасности и учитывая (3.5) и (3.6), будет:

$$(A/\Delta A \max) > \bigcup_{i=1}^n f: \left(\bigcup_{j=1}^m b_j, \tau \right) \quad (3.7)$$

Условие (3.7) проверяется в реальном времени при мониторинге производственной безопасности на авиапредприятии:

$$(A/\Delta A \max) > (A/\Delta A) \quad (3.8)$$

Если условие (3.8) не выполняется, эксплуатацию системы следует прекратить. Затем необходимо провести работы по выявлению опасных факторов, оценке рисков и восстановлению безопасного состояния системы для выполнения трудовых функций [68]. С точки зрения моделирования в терминологии теории множеств данный процесс эквивалентен выражению (3.2). Однако есть некоторые различия: если мониторинг основан на текущих значениях параметров (3.5), то при выявлении факторов риска определяются фиксированные значения, которые не удовлетворяют условию (3.8).

Обнаружение факторов риска помогает найти характеристики системы, нуждающиеся в восстановлении, а также определить степень их отличия от характеристик, соответствующих благоприятной производственной среде [93]. Это позволяет разработать процесс восстановления, его параметры и режимы:

$$\bigcup_{i=1}^n (\delta a_i) = \left(\bigcup_{i=1}^n (a_i / \delta a_i) \right) / \left(\bigcup_{i=1}^n a_i \right) \quad (3.9)$$

Для обеспечения производственной безопасности в авиационной отрасли нормами устанавливаются предельные значения отклонения параметров от начальных:

$$\bigcup_{i=1}^n (\delta a_i) \max \max \quad (3.10)$$

В случае превышения предельных характеристик принимаются экстренные меры, которые могут включать в себя и прекращение эксплуатации данной системы [59]. Если отклонение от нормы не превышает предельных значений, реализуется комплекс мер по восстановлению параметров, утраченных в процессе эксплуатации.

Условие прекращения эксплуатации системы:

$$\bigcup_{i=1}^n (\delta a_i) \geq \bigcup_{i=1}^n (\delta a_i) \max \max \quad (3.11)$$

Условие восстановления параметров системы:

$$\bigcup_{i=1}^n (\delta a_i) \max \max \geq \bigcup_{i=1}^n (\delta a_i) \quad (3.12)$$

По аналогии с (3.9), параметры системы, не требующие восстановления, так как они соответствуют нормам, можно записать следующим образом:

$$\bigcap_{i=1}^n (\delta a_i) = \left(\bigcap_{i=1}^n (a_i / \delta a_i) \right) / \left(\bigcap_{i=1}^n a_i \right) \quad (3.13)$$

При восстановлении характеристик системы производственной безопасности должно происходить преобразование из состояния «опасного» объекта (3.2) в состояние «безопасного» (3.1); совокупность множеств (3.2) и (3.1) позволяет моделировать данный переход в терминах алгебры множеств:

$$\Phi : \left(\bigcup_{i=1}^n (a_i / \delta a_i) \right) \rightarrow \left(\bigcup_{i=1}^n (a_i / \delta^* a_i) \right) \quad (3.14)$$

Можно преобразовать выражение (3.14) по правилам алгебры множеств следующим образом:

$$\Phi : \left(\bigcup_{i=1}^n (\delta a_i) \right) \rightarrow \left(\bigcup_{i=1}^n (\delta^* a_i) \right) \quad (3.15)$$

Выражение (3.15) показывает, что после применения «восстановительных» мер Φ , отклонения (δa_i) , возникающие в результате воздействия эксплуатационных факторов, не полностью устраняются, а сводятся к некоторой величине $(\delta^* a_i)$, чтобы выполнялось условие (3.7).

При разработке системы управления производственной безопасностью необходимо стремиться к такому значению величины отклонения, как: $(\delta^* a_i) \rightarrow \min$. В идеале, когда $(\delta^* a_i)$ стремится к нулю: $\lim(\delta^* a_i) = \emptyset$.

Восстановление характеристик элемента системы - это процесс, который включает в себя различные операции, процессы и режимы. Из этого множества выбираются определенные процессы, которые восстанавливают конкретные элементы и устраняют конкретные производственные несоответствия. Это можно выразить как объединение:

$$\Phi = \bigcup_{i=1}^c \varphi_i \quad (3.16)$$

Выражение (15) учитывая (16) можно записать как:

$$\left(\bigcup_{i=1}^c \varphi_i \right) : \left(\bigcup_{i=1}^n (\delta a_i) \right) \rightarrow \left(\bigcup_{i=1}^n (\delta^* a_i) \right) \quad (3.17)$$

Процесс восстановления элементов системы представляет собой комплекс управленческих воздействий и операций, направленных на восстановление

В итоге, для каждого δa_i необходимо найти индивидуальное произведение, которое удовлетворяет требованиям безопасности производства:

$$(\varphi_i * \dots * \varphi_j) : (\delta a_i) \rightarrow (\delta^* a_i) \quad (3.20)$$

Множество Φ в выражении (3.16) является подмножеством множества Ω , которое включает в себя все известные науке процессы восстановления (с):

$$\Omega = \bigcup_{i=1}^c \omega_j \quad (3.21)$$

Наука постоянно развивается и совершенствует методы, инструменты и технологии восстановления. Мощность (с) в уравнении (3.21) является временной функцией и, как правило, увеличивается. Однако, возможно, что некоторые процессы могут быть утрачены. Таким образом:

$$\Omega(t) = \bigcup_{i=1}^{c(t)} \omega_j \quad (3.22)$$

Как было отмечено ранее, процесс восстановления (3.16) включен в (3.22):

$$\Phi \subset \Omega \quad (3.23)$$

$$\left(\Phi = \bigcup_{i=1}^c \varphi_i \right) \subset \left(\Omega(t) = \bigcup_{i=1}^{c(t)} \omega_j \right) \quad (3.24)$$

Состояние системы, в котором достигается полное восстановление (3.20), описывается тем, что все единичные показатели, которые характеризуют качество компонентов и связей системы, становятся равны значениям этих показателей в начале эксплуатации системы:

В соответствии с уравнением (3.30), оптимальный метод восстановления можно выбрать на основе некоторых критериев (параметры d , y в уравнении (3.30)) или принципа Парето [52].

На рисунке 3.3 представлена математическая модель управления безопасностью персонала в полиэргатической системе авиапредприятия.

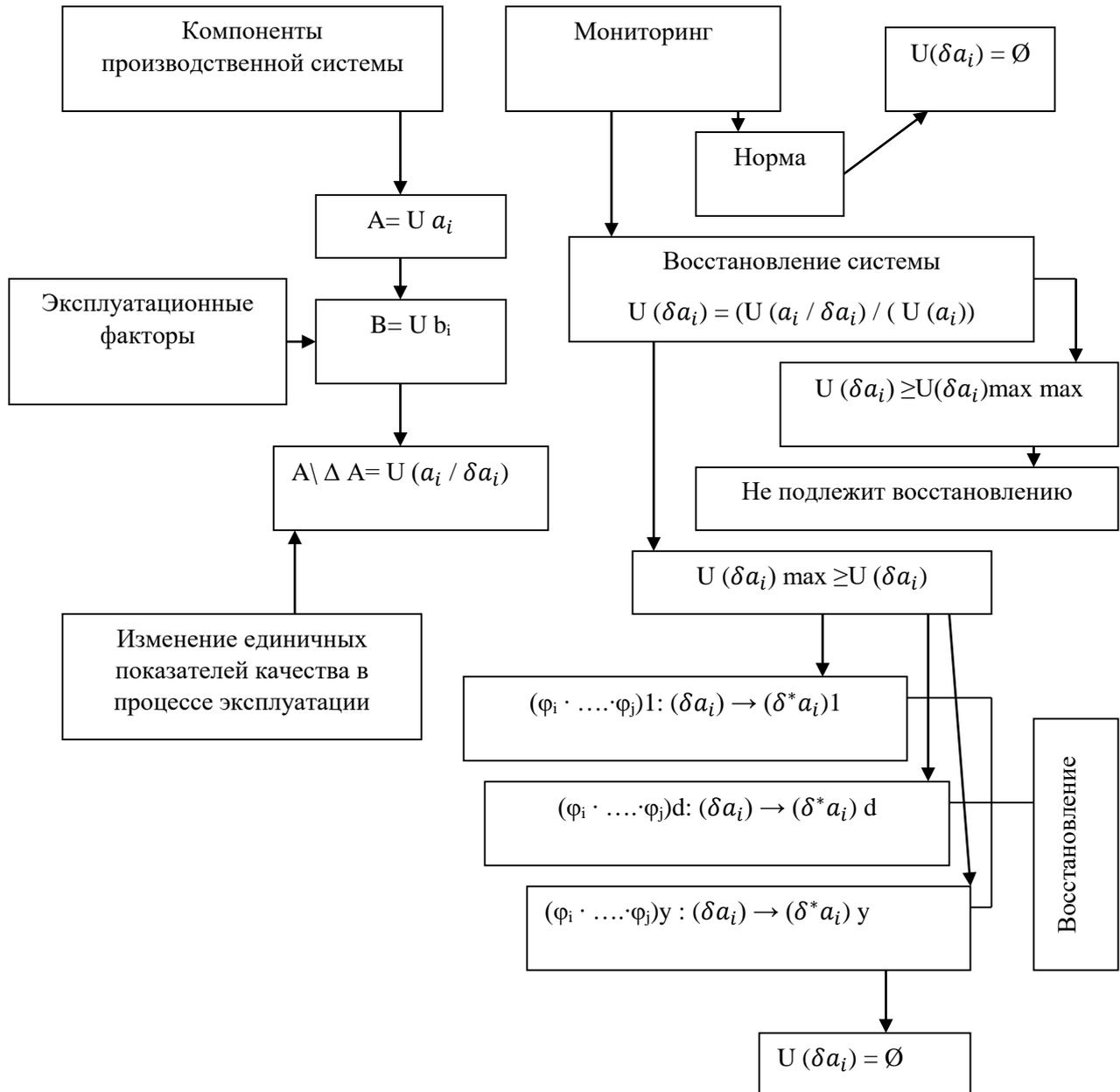


Рисунок 3.3 – Математическая модель управления безопасностью персонала в полиэргатической системе авиапредприятия

Модель обеспечивает замкнутый цикл управления безопасностью персонала в полиэргатической системе авиапредприятия: сбор данных о вредных и опасных факторах, анализ отклонений, принятие мер, контроль результатов, возврат к норме.

Главной целью управления является обеспечение желаемого конечного состояния системы. С использованием разработанной математической модели возможно управление различными компонентами производственной системы авиапредприятия, а именно потоками (материальными, финансовыми, кадровыми), производственными процессами, рабочими местами. Предложенные управляющие воздействия позволяют обеспечить приемлемый уровень производственной безопасности.

Достоверность разработанной математической модели управления безопасностью персонала в полиэргатической системе авиапредприятия подтверждается статистическими данными. На примере авиакомпании рассмотрим изменение количества дней нетрудоспособности в зависимости от применения системного подхода к управления безопасностью персонала (рисунок 3.4).



Рисунок 3.4 – Количество дней временной нетрудоспособности

Используя предоставленные данные о количестве дней временной нетрудоспособности, которая наступила в результате несчастного случая на

производстве в период с 2015 г. по 2023 г., были выполнены расчёты статистических показателей состояния охраны труда. Результаты представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Статистические показатели состояния охраны труда

Год	Количество дней временной нетрудоспособности	Коэффициент частоты, $K_{\text{ч}}$	Коэффициент тяжести, $K_{\text{т}}$	Коэффициент нетрудоспособности, $K_{\text{н}}$
2015	118	2,1	9,1	19,11
2016	320	2,9	16,8	48,72
2017	321	3,2	13,9	44,48
2018	783	5,7	17,0	96,9
2019	547	3,3	20,3	66,99
2020	29	0,5	7,3	3,65
2021	42	0,9	7	6,3
2022	107	1,4	11,9	16,66
2023	59	0,6	14,8	8,88

Удельный показатель травматизма – численность пострадавших от несчастных случаев в расчёте на 1 тыс. работников – в 2020 году составил 0,47 (для сравнения в 2019 году – 0,94). Показатель летальности (смертности) K_c не рассчитывался, поскольку, за рассматриваемый период несчастных случаев со смертельным исходом не было. Все несчастные случаи расследуются на предмет их связи с производственной деятельностью, принимаются меры для недопущения подобных случаев в дальнейшем.

Результаты расчётов основных показателей состояния охраны труда (коэффициентов частоты $K_{\text{ч}}$, тяжести $K_{\text{т}}$ и нетрудоспособности $K_{\text{н}}$) демонстрируют снижение значений с 2020 г. относительно показателей предыдущих лет. Данное снижение значений обусловлено применением системного подхода к управления безопасностью персонала и учетом в деятельности предприятия всех изменений нормативно-правовой базы в данный период времени, а именно с учетом изменений в Трудовом кодексе, была введена новая обязанность для работодателей: систематически выявлять опасности и профессиональные риски на рабочем месте; с введением Постановления Правительства РФ от 24.12.2021 №

2464, который закрепил риск-ориентированный подход при подготовке персонала; ужесточением требований к проведению медосмотров и изменениями в проведении специальной оценки условий труда.

Уменьшение количества дней нетрудоспособности на авиапредприятии свидетельствует об эффективности СУОТ.

3.2. Разработка метода ранжирования задач управления безопасностью персонала в полиэргатической системе авиапредприятия как составной части метода управления безопасностью персонала

Управление профессиональными рисками представляет собой целую систему мероприятий и технических средств, которые необходимы для выявления вероятности негативного влияния различных источников производственных опасностей на сотрудников авиапредприятий, а также последствий их проявления [47].

Анализ и выявление складывающейся производственной обстановки необходим для проведения оценки влияния неблагоприятных производственных факторов.

С увеличением сложности технологий в производственной среде полиэргатической системы авиапредприятия появляются новые риски, которые требуют повышенного внимания. Для противодействия им необходимо предпринять эффективные меры. Подтверждение данного положения было найдено в исследованиях В.Ю. Крылова, специалиста по математической психологии [36].

В контексте обеспечения производственной безопасности в техногенной сфере можно выделить два основных подхода. Первый подход акцентирует внимание на личности лица, принимающего решения, в то время как второй подход направлен на решение самой проблемы.

Первый подход предполагает, что эксперты и лица, наделённые полномочиями принимать решения, рассматриваются как специалисты в своей области. Главная задача состоит в том, чтобы извлечь знания из формальных методов, проанализировать различные ситуации и разработать критерии для оценки возможных вариантов действий. Использование данного подхода особенно эффективно при согласовании интересов различных сторон, что позволяет подходить к каждому объекту и решению индивидуально.

Второй подход более простой и универсальный, но при этом менее гибок и конкретен, главная задача заключается в формировании общих принципов, норм и методов, которые могут быть использованы в самых разных областях, и их закреплении в законодательстве. При анализе системы управления рисками необходимо определить, в каких ситуациях целесообразно использовать первый подход, а в каких — второй.

Существуют некоторые аспекты при управлении рисками, которые не требуют глубокого анализа и применения формальных методов. Например, в соответствии с практикой и учебными материалами, органы, осуществляющие контроль или инспекцию, должны быть независимыми от организаций, которые они проверяют. Это необходимо для того, чтобы работа соответствующих структур была эффективной, а уровень безопасности — высоким. Соблюдение многих таких положений зависит от практики, а не от науки.

Впервые концепция уравнения существования была описана в работе [13], где отмечено, что идея данного уравнения весьма универсальна и может быть применена для различных процессов, поэтому впоследствии она была расширена и применена к технологическим системам [64].

Можно представить уравнение существования (состояния) системы управления производственной безопасностью для авиапредприятий посредством обобщенного квалиметрического показателя Θ :

$$\Theta = v_1 + v_2 + \dots + v_i + \dots + v_N = \sum v_i \text{ (от } i = 1 \text{ до } N) \quad (3.31)$$

где v_i - составляющая показателя состояния;

N – мощность множества индивидуальных переменных i .

Если преобразовать (3.31) путем деления обеих частей на Θ , получим:

$$1 = \sum \xi_i \text{ (от } i = 1 \text{ до } N) \quad (3.32)$$

где ξ_i - относительная составляющая показателя состояния.

ξ_i - это функция ряда факторов: (a, b, c, \dots) :

$$\begin{aligned} \xi_1 &= f(a_f, b_f, c_f, \dots), \xi_2 = \varphi(a_\varphi, b_\varphi, c_\varphi, \dots), \dots \xi_N \\ &= \psi(a_\psi, b_\psi, c_\psi, \dots) \end{aligned} \quad (3.33)$$

Можно представить (3.32) в виде:

$$1 = f(a_f, b_f, c_f, \dots) + \varphi(a_\varphi, b_\varphi, c_\varphi, \dots) + \dots + \psi(a_\psi, b_\psi, c_\psi, \dots) \quad (3.34)$$

Компоненты функциональных зависимостей (3.33) и уравнения (3.34) должны отвечать требованиям международных стандартов в области охраны труда ISO 45001 и их российских аналогов ГОСТ Р ИСО 45001-2020, что в свою очередь определяется через логические операции:

$$1 = \xi_1 \&\xi_2 \dots \&\xi_i \& \dots \&\xi_{N-1} \&\xi_N \quad (3.35)$$

где: $\xi_i = 1$, доказательство истинности данного утверждения (может определяться, как экспертная оценка); & - конъюнкция.

$\Theta = 1$ (соответствие стандарту ИСО-45001).

Можно сформулировать ряд утверждений, которые согласуются с условиями логической операции (3.35):

$\xi_1 = 1$ - на авиапредприятии имеется документально оформленная политика в области обеспечения производственной безопасности;

$\xi_2 = 1$ - на авиапредприятии имеется официально утвержденная советом директоров политика в области обеспечения производственной безопасности;

$\xi_3 = 1$ - политика определяет ключевые направления деятельности авиапредприятия, связанные с защитой сотрудников от воздействия опасных и вредных факторов;

$\xi_4 = 1$ - предусмотрена возможность внесения изменений в политику;

$\xi_5 = 1$ - в политике определены основные цели и задачи в области обеспечения производственной безопасности;

$\xi_6 = 1$ - в политике отражено направление деятельности по осуществлению контроля за условиями труда и применению соответствующих методов управления;

$\xi_7 = 1$ - политика согласуется с целями авиапредприятия по совершенствованию деятельности в области производственной безопасности;

$\xi_8 = 1$ - руководство авиапредприятия обеспечивает соблюдение требований нормативно-правовых актов в области охраны труда.

Политика в области производственной безопасности авиапредприятий должна отражать:

$\xi_9 = 1$ - направления деятельности авиапредприятия в рамках системы управления производственной безопасностью;

$\xi_{10} = 1$ - требования по проведению оценки риска в области производственной безопасности;

$\xi_{11} = 1$ - требования к производственной системе управления безопасностью труда на авиапредприятии;

$\xi_{12} = 1$ – соответствие другим направлениям деятельности авиапредприятия, например, обеспечению качества перевозочного процесса;

$\xi_{13} = 1$ – требования по проведению специальной оценки условий труда на рабочих местах;

$\xi_{14} = 1$ – уменьшение воздействия вредных и опасных факторов на сотрудников авиапредприятий;

$\xi_{15} = 1$ – повышение уровня компетентности и осведомленности сотрудников авиапредприятия в области производственной безопасности и обучению кадров;

$\xi_{16} = 1$ – взаимодействие по вопросам обмена опытом в области производственной безопасности;

$\xi_{17} = 1$ – предупреждение производственных травм и ущерба здоровью сотрудников авиапредприятий;

$\xi_{18} = 1$ – снижение профессиональных рисков в области охраны труда;

$\xi_{19} = 1$ – влияние на совершенствование системы управления производственной безопасностью путём проведения оценки результативности её функционирования;

$\xi_{20} = 1$ – повышение культуры безопасности на авиапредприятии.

Мощность множества пропозициональных переменных может быть увеличена или уменьшена в зависимости от вида деятельности предприятия.

При анализе результатов, которые выражаются посредством квалиметрических показателей [15] в области обеспечения производственной безопасности авиапредприятия, более прогрессивным подходом является оценка эффективности политики производственной политики путём использования выражения (3.34), так как в результате можно сравнить полученные значения с установленными нормами, а также отследить изменения, сравнивая с данными предыдущего периода, к примеру:

$f(a_f, b_f, c_f, \dots)$ - количество несчастных случаев на производстве;

$\varphi (a_\varphi, b_\varphi, c_\varphi, \dots)$ - количество профессиональных заболеваний от воздействия вредных и опасных факторов;

$\psi (a_\psi, b_\psi, c_\psi, \dots)$ – производительность труда.

В качестве перспективных измеряемых показателей можно выделить следующие [18]:

- удельный объем финансирования производственной безопасности (в процентах от общего объёма затрат);
- доля сотрудников, повысивших квалификацию по производственной безопасности (в процентах от общей численности, установленной планом);
- удельная численность работников, занятых на рабочих местах с допустимыми и оптимальными условиями труда (в процентах от общей численности занятых работников);
- доля рабочих мест с уровнем риска, который оценён как неприемлемый (в процентах от общей численности рабочих мест);
- доля оборудования, соответствующего требованиям охраны труда (в процентах от общего числа установленного оборудования).

Также могут быть использованы и результаты экспертных оценок по качеству обеспечения производственной безопасности; документы, описывающие производственные процессы на предприятии и влияющие на производственную среду; текущие методы и процедуры управления производственной средой на предприятии.

Дальнейшее направление работ по совершенствованию системы управления производственной безопасности состоит в определении функциональных слагаемых уравнения (3.35), например:

$f (a_f, b_f, c_f, \dots)$; $\varphi (a_\varphi, b_\varphi, c_\varphi, \dots)$; ..., $\psi (a_\psi, b_\psi, c_\psi, \dots)$ и других.

В результате проведённых мероприятий аргумент a_f изменится на величину δa_f , то f изменится на δf , тогда:

$$F_1 = f - \delta f = f \{(a_f - \delta a_f), b_f, c_f, \dots\} \quad (3.36)$$

Аналогично (3.36), выражение (3.31) можно преобразовать следующим образом:

$$(\Theta - \delta v_1) = (v_1 - \delta v_1) + v_2 + \dots + v_i + \dots + v_N \quad (3.37)$$

Разделив правую и левую части уравнения (3.37) на величину $(\Theta - \delta v_1)$, получим:

$$1 = f\{(a_f - \delta a_f), b_f, c_f, \dots\} + \varphi_1 + \psi_1 \quad (3.38)$$

При анализе уравнений (3.34) и (3.38) следует отметить, что изменение одного из элементов уравнения (3.34) в результате предпринятых мер по улучшению ситуации на величину δv_1 приводит к изменению доли других составляющих. Это свидетельствует о том, что задача повышения безопасности производства смещается в сторону других аспектов.

Разработанный подход помогает систематизировать задачи и определить наиболее важные направления работы для обеспечения производственной безопасности на авиапредприятии.

Практическая значимость данного подхода состоит в том, что предложенная метод ранжирования задач может быть использована руководителями и специалистами по охране труда для улучшения управления производственной безопасностью на конкретных предприятиях, что позволит оптимизировать распределение ограниченных ресурсов и сконцентрировать усилия на наиболее важных мероприятиях, обеспечивающих снижение рисков для здоровья работников, а также может являться составной частью мониторинга производственной безопасности на предприятиях.

3.3. Модель управления акустической безопасностью персонала в полиэргатической системе авиапредприятия как составная часть метода управления безопасностью персонала

В соответствии с выражением (3.16) восстановление характеристик элемента системы - это процесс, который включает в себя различные операции, процессы и режимы. Из этого множества выбираются определённые процессы, которые восстанавливают конкретные элементы и устраняют конкретные производственные несоответствия. Это можно выразить как множество Φ , которое требует изучения возможности аналитической интерпретации. Полученный подход продемонстрирован на примере создания модели полиэргатической системы акустической безопасности.

Данная система моделируется на трех уровнях:

- теоретико-множественном;
- логическом;
- количественном.

В процессе моделирования учитываются ключевые характеристики производственной системы и воспроизводятся в виде взаимосвязи между компонентами данной системы, которые можно описать как:

- отношения, основанные на смежности элементов;
- отношения, которые определяют порядок элементов в производственной системе;
- отношения, которые отражают иерархическую структуру элементов в производственной системе.

Исследование процесса технологической подготовки обеспечения акустической безопасности на производстве демонстрирует, что он включает в себя

взаимодействие трёх ключевых множеств элементов системы восстановления, а именно:

1. объекта производства А;
2. субъекта производства Н;
3. технологической системы Р.

В процессе разработки технологии происходит объединение выше перечисленных элементов в рамках описания технологического процесса. Для этого используется единое пространство свойств F, которое включает в себя множества отдельных свойств $\{F_1, F_2, \dots, F_n\}$.

В данное пространство F входят свойства каждого элемента производственной системы А, Н, Р, а именно F(A), F(H), F(P):

$$F=(F(A), F(H), F(P)) \forall (F(A), F(H), F(P)) \subseteq F \quad (3.39)$$

Взаимосвязи между элементами множеств А, Н, Р и F описываются с помощью декартовых произведений $A \times F$, $H \times F$, $P \times F$, которые могут быть представлены набором матриц смежности:

$$\|C_{ij}\| = [T \times T] = \begin{matrix} & \tau_1 & \tau_2 & \dots & \tau_n \\ \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & \dots & C_{1n} \\ C_{21} & C_{22} & \dots & C_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_{n1} & C_{n2} & \dots & C_{nn} \end{bmatrix} & \tau_1 \\ & \tau_2 \\ & \dots \\ & \tau_n \end{matrix} \quad (3.40)$$

Множества А и Н имеют схожую структуру, а множество Р включает в себя:
 $T \subseteq P$; $\Pi \subseteq P$; $R \subseteq P$; $O \subseteq P$; $L \subseteq P$

где T - подмножество технологических операторов;

Π - подмножество инструментов и оборудования Π ;

R - производственные ресурсы;

O - внутренние ограничения, связанные с производством (охрана труда);

L - внешние ограничения, связанные с производством.

Множество параметрических моделей X также является частью теоретико-множественной модели производственной системы. Между множествами X и F

можно установить связь, которая выражается через отношение смежности, и может быть представлена в виде декартова произведения $F \times X$ или в виде матрицы смежности вида (3.40).

Таким образом, на теоретико-множественном уровне модели производственной системы отношения смежности представляются в виде декартовых произведений:

$$(A \times F, H \times F, T \times F, P \times F, R \times F, O \times F, L \times F, A \times X, H \times X, \\ T \times X, P \times X, R \times X, O \times X, L \times X, F \times X) \quad (3.41)$$

где $\{T, P, R, O, L\} \subseteq P$

Теоретико-множественная модель производственной системы в полной мере включает в себя совокупность множеств:

$$A \cup H \cup P \cup X \cup F \quad (3.42)$$

В основе технологического процесса лежат технологические операторы, которые образуют упорядоченную систему:

$$T_i = (1\tau_i, 2\tau_i, \dots, k\tau_i) \quad (3.43)$$

Множество технологических операторов T_i представляет собой часть множества всех технологических операторов T , которое является ключевым элементом технологической системы P :

$$T_i \subseteq T \subseteq P \quad (3.44)$$

В множестве T не являются равнозначными и образуют иерархию. Технологический процесс состоит из операций, которые, в свою очередь, состоят из переходов и т.д.

Иерархическую структуру T можно представить в виде древовидного графа, каждый элемент которого может быть представлен следующим образом:

$$T_i^x = \{\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n\} \quad (3.45)$$

где x - уровень иерархии;

i -номер элемента T на x уровне иерархии;

n -число элементов нижнего уровня иерархии.

Взаимосвязи между элементами множеств T и F описываются с помощью декартовых произведений $T \times F$, которые могут быть представлены матрицей смежности вида (3.40).

Аналогично моделируются и другие составляющие множества P , но при этом физический смысл структурных моделей меняется (таблица 3.2).

Таблица 3.2 - Физический смысл структурных моделей

Множество	Отношения смежности	Отношения порядка	Отношения иерархической подчиненности
A – объект управления	Отражают, как элементы связаны между собой в процессе обеспечения акустической безопасности	Отражают порядок действий по обеспечению акустической безопасности	Отражают, что одни элементы системы являются частью других элементов, занимающих более высокую позицию в иерархии
H – субъект управления	Не представляют практического смысла.	Не представляют практического смысла.	Моделируют к какой производственной зоне относятся исполнители.
P – технологическое оснащение R – ресурсы O и L – внутренние и внешние производственные ограничения	Не имеют физического смысла.	Не имеют физического смысла.	Не имеют физического смысла.

В дополнение к взаимосвязи структурной математической модели (A , H , P) через единое пространство F , также устанавливаются и моделируются прямые связи между множествами A , H , P .

В процессе создания технологических процессов применяются также модели, описывающие взаимодействие компонентов производственной системы вида:

$$[T \times H], [T \times \Pi], [T \times R], [\Pi \times H], [\Pi \times R], [H \times O], [T \times L], [\Pi \times L] \quad (3.46)$$

Данные модели отражают следующие свойства (таблица 3.3). Описанная модель представлена на рисунке 3.5.

Таблица 3.3 - Взаимодействие компонентов производственной системы

Модель	Описание
$[T \times H]$	способность выполнения технологических операторов отдельными исполнителями.
$[T \times \Pi]$	потребность в средствах технологического оснащения для выполнения отдельных технологических операторов.
$[\Pi \times H]$	возможность использования средств технологического оснащения отдельными исполнителями.
$[T \times R]$	потребность в ресурсном обеспечении.
$[\Pi \times R]$	
$[H \times O]$	связь исполнителя с требованиями безопасности труда.
$[T \times L],$	взаимосвязь технологических операторов с требованиями производственной безопасности.
$[\Pi \times L]$	взаимосвязь технологического оснащения с требованиями производственной безопасности.

Данная система математического моделирования применяется для определения необходимого состава восстанавливаемых свойств элементов по обеспечению акустической безопасности. Важно подчеркнуть, что модель производственной системы учитывает ограничения, связанные с безопасностью.

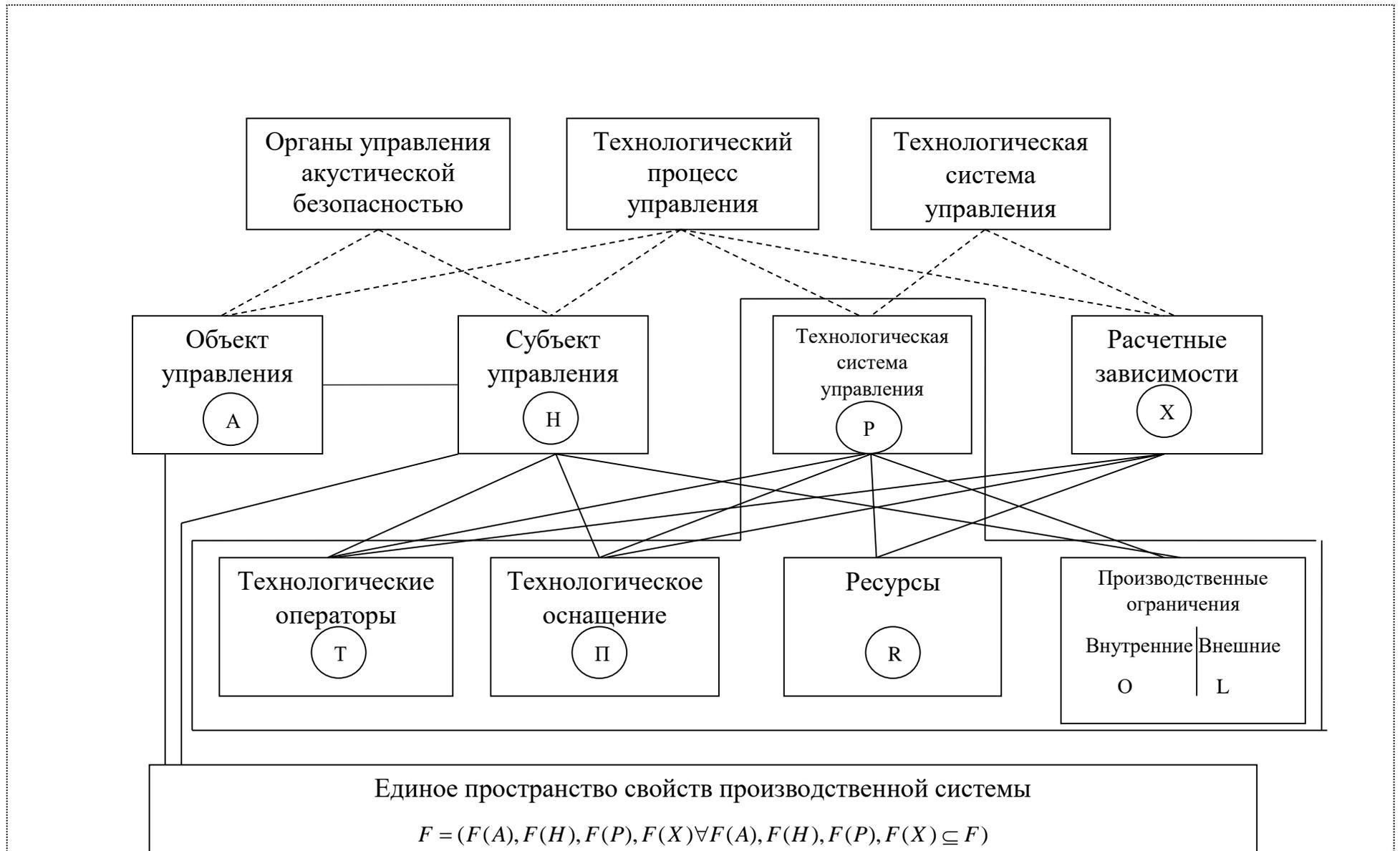


Рисунок 3.5 - Модель управления акустической безопасностью персонала в полиэргатической системе авиапредприятия

3.4. Разработка иерархических структур и критериев оценки риска при обеспечении акустической безопасности авиапредприятия как составной части метода управления безопасностью персонала

В статье [8] рассматриваются различные методы оценки рисков в сфере производственной безопасности на авиапредприятиях.

При организации перевозки пассажиров на воздушном транспорте сотрудники аэровокзального комплекса подвергаются воздействию различных источников техносферных опасностей, таких как шум, вибрация, электромагнитные поля, ионизирующее излучение и другие факторы, которые могут негативно влиять на их здоровье, работоспособность, а также приводить к травмам на производстве [8].

Управление профессиональными рисками представляет собой целую систему мероприятий и технических средств, которые необходимы для выявления вероятности негативного влияния различных источников производственных опасностей на сотрудников авиапредприятий, а также последствий их проявления [8, 48].

Профессиональные риски можно разделить на две группы [65]:

1. Риски, связанные с несчастными случаями на производстве.
2. Риски развития профессиональных заболеваний.

Процесс управления профессиональными рисками состоит из четырех этапов, представленных на рисунке 3.6 [62].

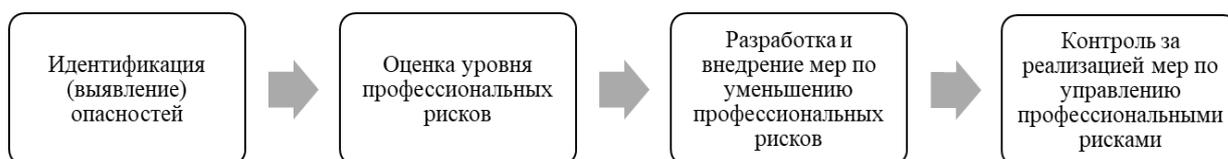


Рисунок 3.6 – Процесс управления профессиональными рисками

Процесс управления профессиональными рисками должен привести к определённым результатам (рисунок 3.7).

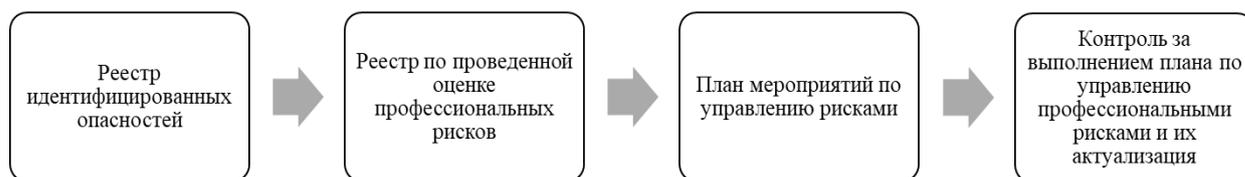


Рисунок 3.7 – Результаты процесса управления профессиональными рисками

При выявлении потенциальных опасностей проводится тщательный анализ имеющейся документации, которая описывает выбранную деятельность или процесс [7, 43]. Сюда входят технические руководства, инструкции, регламенты, отчеты о происшествиях, инцидентах, авариях, связанных с данным объектом, результаты специальной оценки условий труда, продолжительность и периодичность выполнения работ.

Цель изучения потенциальных опасностей заключается в выявлении последовательности событий, которые могут привести к негативным последствиям, например, к таким как производственные травмы [47]. Данный процесс также включает в себя разработку сценариев возникновения и развития подобных ситуаций, а также оценку вероятности их возникновения [6].

Методы обнаружения и идентификации опасных событий можно разделить на три группы [86]:

1. Сравнительные методы, такие как проверки по регламенту, оценка уровня безопасности и др.

2. Основные методы, которые включают:

– исследование риска эксплуатации через регулярные проверки объекта для выявления отклонений от норм;

– анализ отказов оборудования и их последствий, включая реакцию системы на сбой.

3. Методы, основанные на создании, построении и анализе логических схем, таких как деревья событий и диаграммы причинно-следственных связей.

На основе анализа данных методов можно выделить наиболее эффективные из них – те, которые входят в третью группу. С их помощью можно проанализировать все возможные сценарии возникновения и дальнейшего развития негативных событий.

В ходе исследования был применен метод анализа «дерева происшествий и дерева событий» и разработаны «дерево происшествий и дерево событий» для определенного события в соответствии с методами, предложенными П.Г. Беловым [6, 8].

На рисунке 3.8 основным событием является травма на производстве. Предпосылки и их причинные цепи образуют ветви дерева происшествия, а исходные события, такие как отказы оборудования, ошибки персонала или неблагоприятные внешние факторы, выступают в роли листьев [8].

На диаграмме (рисунок 3.8) имеются некоторые обозначения в виде «+», «●»; отметим, что знак «+» является обозначением «ИЛИ» (условие сложения), знак «●» обозначением «И» (условие перемножения).

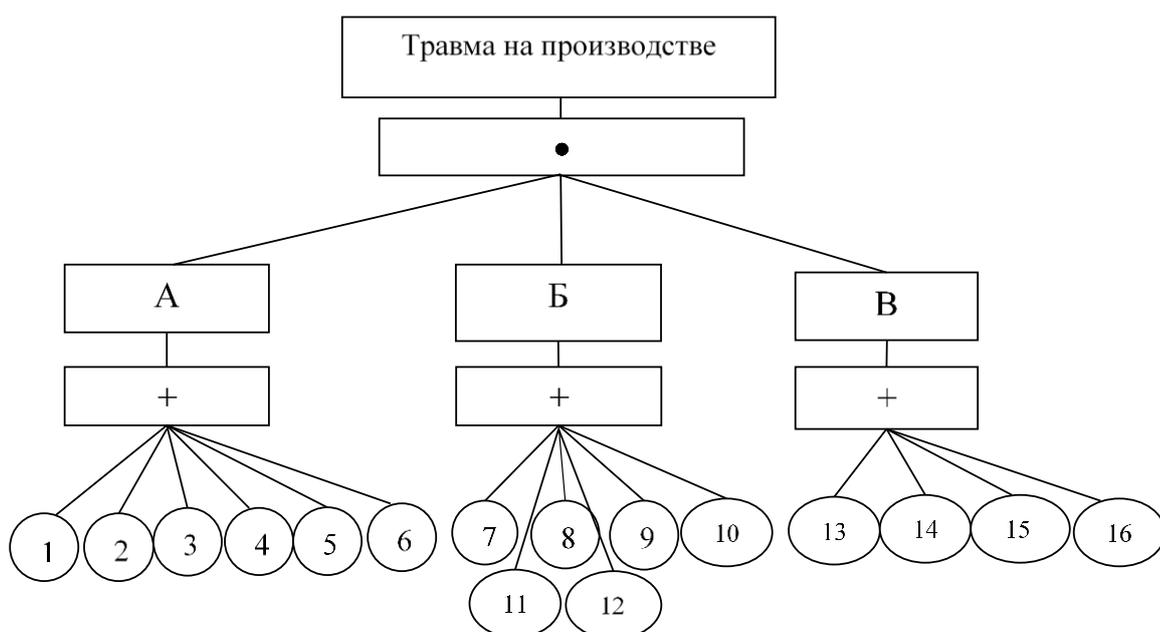


Рисунок 3.8 –Диаграмма «дерево происшествий»

Наступление события «травма на производстве» возможно при сочетании следующих условий: А – наличие персонала; Б – осуществление производственного процесса; В– наличие оборудования.

На событие А:

- 1 – слабая подготовка персонала;
- 2 – проблемы со здоровьем;
- 3 – психологическая неустойчивость;
- 4 – проблемы в семье;
- 5 – ошибки руководства;
- 6 – личная неосторожность.

На событие Б:

- 7 – нарушение технологии производственного процесса;
- 8 – недостатки в организации рабочих мест;
- 9 – неудовлетворительная организация производства;
- 10 – недостаточное освещение;
- 11 – несоответствие микроклиматических условий;
- 12 – нарушение трудовой и производственной дисциплины.

На событие В:

- 13 – отказ оборудования;
- 14 – нарушение правил эксплуатации;
- 15 – несоответствие оборудования и инструментов нормативам безопасности;
- 16 – конструктивные недостатки оборудования.

Основой логической структуры «дерева причин» является демонстрация того, что каждое событие «отказ» реализуется хотя бы одним предшествующим событием.

Такой подход улучшает выявление потенциально опасных факторов, часто скрытых на первый взгляд. Использование данной аналитической модели способствует предотвращению профессиональных заболеваний, несчастных

случаев, различных аварий и других инцидентов. Каждая опасность, проявляясь, несет ущерб из-за одной или более причин. Отсутствие причин предполагает наличие лишь потенциальных угроз. Таким образом, предотвращение или защита от реализующихся угроз зависит от понимания вышеупомянутых причин [23, 44].

Между проявленными опасностями и их источниками существует сложная взаимосвязь, где каждая опасность является результатом определенной причины, которая, в свою очередь, может быть вызвана другой причиной, и так далее. Это создает иерархическую цепочку причин и следствий, формируя систему, где причины и опасности тесно переплетены.

Изображение, графически представляющее собой зависимости между возникшими опасностями и их причинами, обычно обозначается термином «дерева причин», что объясняется его схожестью с разветвленной структурой деревьев.

При построении «дерева причин», используются разные условные обозначения и логические операторы (таблица 3.4 – 3.5) [24].

Таблица 3.4 - Условные обозначения, которые используются при построении «Дерева причин»

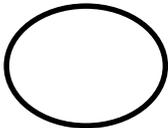
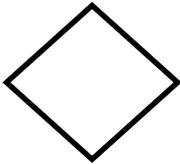
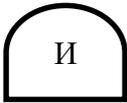
№	Условное обозначение	Название события
1		Верхнее событие – рассматриваемое событие, подразумевающее дальнейший анализ
2		Исходное событие – событие, которое не требует дальнейшего анализа.
3		Неопределенное или несущественное событие.

Таблица 3.5 - Основные логические элементы (операторы), которые используются при построении «дерева причин»

№	Условное обозначение	Логический элемент (оператор)
1		Оператор «И» - для достижения предполагаемого результата необходимо соблюдение всех входных условий.
2		Оператор «ИЛИ» - для достижения предполагаемого результата необходимо соблюдение минимум одного условия на входе.

Разберем ситуацию, при которой существует риск развития профессионального заболевания – нейросенсорной тугоухости (рисунок 3.9):

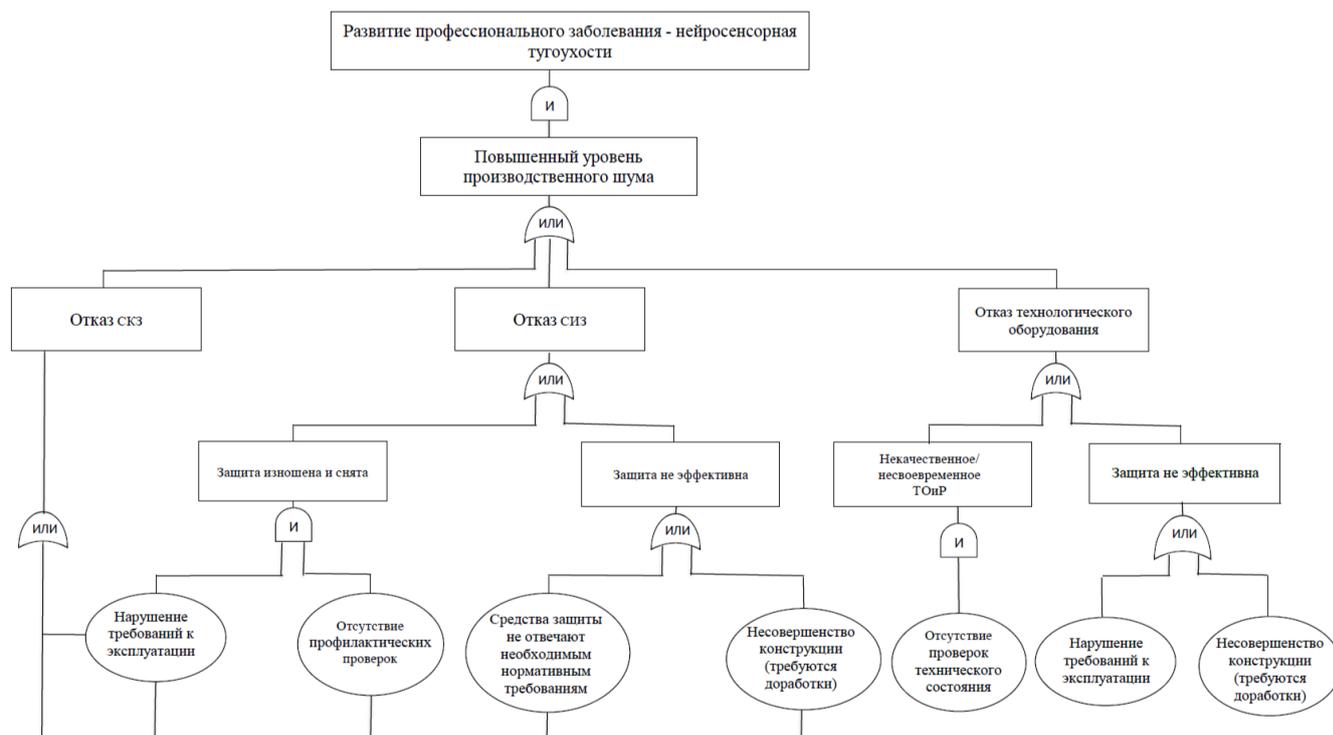


Рисунок 3.9 - Развитие нейросенсорной тугоухости у работника

Процесс анализа дерева отказов состоит в выявлении условий, достаточных и необходимых для возникновения или не возникновения головного события. Модель дает большое число сочетаний исходных событий, которые будут приводить в совокупности к развитию нейросенсорной тугоухости [66].

Уравнение расчета вероятности развития нейросенсорной тугоухости будет иметь вид:

$$P(A) = P(B) + P(B) + P(\Gamma) \quad (3.47)$$

После подстановки вместо цифровых символов исходных событий значения вероятностей событий-предпосылок можем оценить риск развития нейросенсорной тугоухости у работника. При равных значениях вероятностей $P(1) = P(2) = P(3) = P(B) = P(B) \dots = 0,1$ вероятность наступления события будет равна:

$$P(A) = P(B) + P(B) + P(\Gamma) = 0,91$$

$$P(B) = (P(1) \times P(2)) + P(3) + P(4) = 0,21$$

$$P(B) = P(D) + P(E) = 0,4$$

$$P(D) = P(1) + P(2) = 0,2$$

$$P(E) = P(3) + P(4) = 0,2$$

$$P(\Gamma) = P(\text{Ж}) + P(\text{И}) = 0,1 + 0,2 = 0,3$$

$$P(\text{Ж}) = P(5) = 0,1$$

$$P(\text{И}) = P(6) + P(7) = 0,2$$

При анализе модель-диаграммы, известной как «дерево событий», построение начинается с центрального события и затем переходит к другим событиям, которые являются его возможными последствиями.

В процессе построения важно исключить из рассмотрения те события, которые не влияют на возможность возникновения последствий или являются невозможными из-за несоответствия законам физики.

Модель-диаграмма «дерево событий» для получения травмы на производстве представлена на рисунке 3.10.

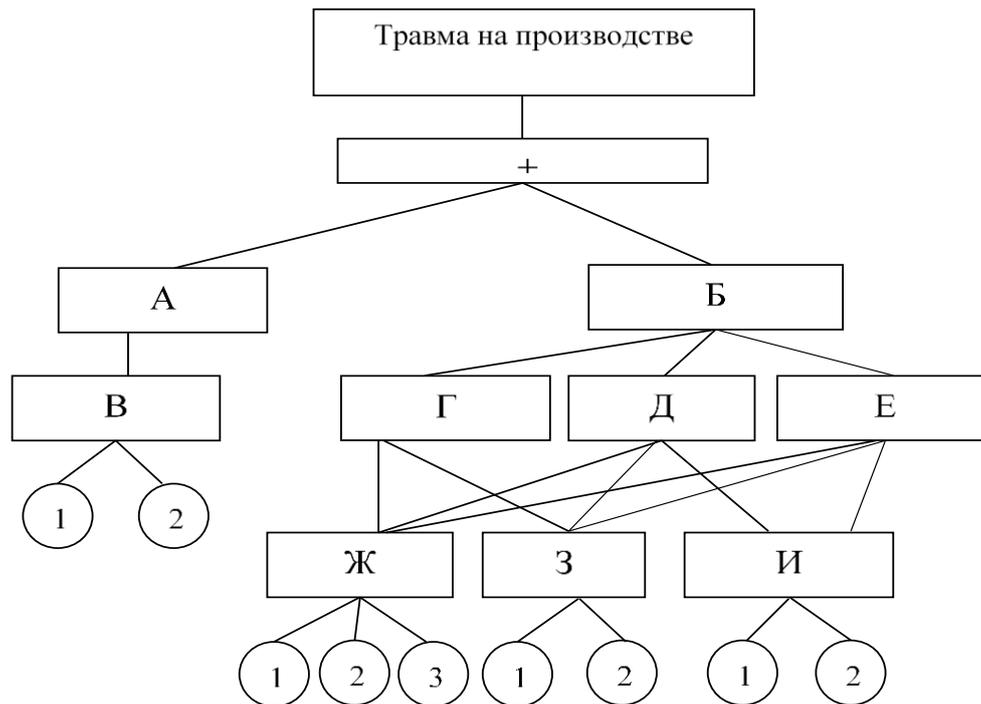


Рисунок 3.10 – Модель-диаграмма «дерево событий»

Развитие события «травма на производстве» для персонала может происходить по двум путям: А – без потери трудоспособности (микротравма); Б – с потерей трудоспособности (легкая травма, травма средней тяжести, тяжелая травма, смертельная травма).

При сохранении трудоспособности (А), как следствие после получения микротравмы, сотрудник при возвращении к исполнению своих трудовых обязанностей может иметь некоторые остаточные явления, которые приведут к снижению производительности труда (В), что в дальнейшем повлечет за собой совершение ошибок (1) и увеличение времени, необходимого для принятия решений (2).

При потере трудоспособности (Б) сотрудник может получить легкую травму (Г), травму средней тяжести и тяжелую (Д) и смертельную (Е). При легкой травме (Г) сотрудник находится на лечении кратковременно, при тяжелой и средней (Д) долговременно, при этом авиапредприятие имеет некоторые последствия следующего характера: организационные трудности (Ж), финансовые потери (З), юридические последствия (И). При кратковременной потере (Д) наступают

организационные трудности (Ж) и финансовые потери (З); при долговременной потере к событиям (Ж), (З) добавляются юридические последствия (И).

Организационные трудности (Ж) ведут к необходимости временной замены пострадавшего работника (1), обучению и адаптации нового персонала (2), к невыполнению производственного задания в срок (3). Финансовые потери (З) требуют выплаты компенсаций (1), оплаты медицинских расходов (2). Юридические последствия (И) могут выражаться в возможности судебных разбирательств и споров (1), расследовании инцидента государственными органами (2).

Термин «риск» включает в себя такие показатели, как величина ущерба от воздействия опасного фактора и вероятность его наступления, и используется для количественного определения уровня опасности [84].

Оценка профессиональных рисков позволяет выявить:

1. Опасные и вредные производственные факторы, которые не всегда можно обнаружить с помощью приборов или инструментов. Для этого используется экспертный метод [65].
2. Вероятность возникновения несчастных случаев и профессиональных заболеваний.
3. Степень риска для здоровья и безопасности работников.
4. Необходимые меры по снижению и управлению рисками, такие как:
 - организационные мероприятия (инструктажи, обучение персонала);
 - технические мероприятия (установка защитных ограждений, замена оборудования);
 - средства индивидуальной защиты.
5. Участки и рабочие места, требующие первоочередного внимания и улучшения условий труда.

Оценка профессиональных рисков и специальная оценка условий труда – это взаимодополняющие процедуры. Их результаты помогают составить полный список всех опасностей, которые присутствуют на рабочем месте.

В ходе исследования одним из наиболее распространённых методов в практике оценки профессиональных рисков был выделен матричный метод. Его можно применять на различных уровнях – от оценки рисков всей организации до анализа конкретного оборудования или технологического процесса.

Детализированная методика матричного метода описана в п. 4.2.1. Приказа Минтруда № 926, на основе приложений 11-15 данного приказа были разработаны таблицы 3.6 – 3.7, в которых описаны вероятности наступления опасного события и тяжести его возможных последствий.

При оценке рисков их уровень определяется как сочетание вероятности и тяжести. Вероятность возникновения несчастного случая на производстве или профессионального заболевания оценивается по 5-балльной шкале экспертами. Оценка производится в соответствии с таблицей 3.6.

Таблица 3.6 – Оценка вероятности возникновения несчастного случая на производстве или профессионального заболевания

Вероятность наступления	Описание вероятности
5 – почти наверняка	Вероятность события очень высока
4 - вероятно	Событие достаточно вероятно
3 – может быть	Вероятность наступления события оценивается как 50 на 50
2 - маловероятно	Скорее всего, не произойдет – маловероятно, что событие произойдет
1 – очень редко	Крайне маловероятно. Возможно получение травмы при преднамеренном нарушении требований охраны труда.

Важно подчеркнуть, что переход от крайне высокой вероятности к незначительной зависит от того, является ли опасность частью повседневной работы сотрудника или нет, а также от наличия защитных барьеров, которые могут снизить риск воздействия негативных факторов на работников авиапредприятия.

Для оценки тяжести последствий возникновения несчастного случая на производстве или профессионального заболевания по 5-балльной шкале, а также для экспертной оценки используется таблица 3.7, в которой представлена оценка тяжести последствий для персонала и окружающей среды/экологии.

Таблица 3.7 – Оценка тяжести последствий возникновения несчастного случая на производстве или профессионального заболевания

Тяжесть	Персонал	Окружающая среда/ экология
5 – катастрофическая	Травма, повлекшая смерть работника (работников). Хроническое профессиональное заболевание со стойкой утратой профессиональной трудоспособности (установлена утрата трудоспособности от 70 % до 100 %, в том числе с установлением группы инвалидности)	Критическое превышение допустимых нормативов по отходам, шуму, выбросам (в том числе продуктов сгорания, аварийных выбросов и т.д.), сбросам. Долгосрочный экологический ущерб.
4 – значительная	Длительное расстройство здоровья работника с временной потерей трудоспособности от 30 до 60 дней, стойкая утрата трудоспособности (от 40% до 60%).	Значительное превышение допустимых нормативов по отходам, шуму, выбросам, сбросам. Среднесрочный экологический ущерб (1-5 лет).
3 - средняя	Легкий несчастный случай. Проявляются начальные признаки профессионального заболевания после 15 лет работы и более, стойкая утрата трудоспособности (от 10% до 30%).	Умеренное превышение допустимых нормативов по отходам, шуму, выбросам, сбросам. Кратковременный (менее 1 года). Умеренное негативное влияние на жизнь и здоровье населения
2 – низкая	Травма с необходимостью обращения за медицинской помощью с потерей трудоспособности не более 3 дней.	Незначительное превышение допустимых нормативов по отходам, шуму, выбросам и сбросам. Минимальное негативное влияние на жизнь и здоровье населения
1 – незначительная	Пострадавшему не требуется оказание медицинской помощи.	Нормативы не превышаются. Негативное влияние на жизнь и здоровье населения, окружающую среду отсутствует

Уровень профессиональных рисков определяется путём умножения двух показателей (таблица 3.8): оценки тяжести (от 1 до 5) и оценки вероятности (от 1 до 5).

Таблица 3.8 – Матрица оценки рисков

			Вероятность наступления				
			<5%	5-30%	30-60%	60-80%	>80%
			Очень редко	Маловероятно	Может быть	Вероятно	Почти наверняка
Тяжесть последствий		Балл	1	2	3	4	5
	Катастрофическая	5	5	10	15	20	25
	Значительная	4	4	8	12	16	20
	Средняя	3	3	6	9	12	15
	Низкая	2	2	4	6	8	10
	Незначительная	1	1	2	3	4	5

Меры по управлению профессиональными рисками необходимо выбирать в зависимости от уровня риска согласно таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Меры по управлению профессиональными рисками

Зона риска	Требуемые меры
Зона низкого риска	Дополнительных мероприятий по управлению рисками не требуется.
Зона среднего риска	Необходима разработка дополнительных мероприятий по улучшению условий труда и охране здоровья сотрудников, а также снижению профессиональных рисков.
Зона высокого риска	Временная приостановка деятельности до внедрения мер, которые снизят уровень профессиональных рисков до безопасного уровня.

При организации перевозок воздушным транспортом на персонал воздействуют различные факторы опасности, одним из них является «повышенный уровень шума, ультра- и инфразвука при работе силовых установок самолетов».

При длительном воздействии шума на сотрудников службы организации перевозок на воздушном транспорте возможно [11, 60, 90]:

1. Развитие профессиональных заболеваний:

- 1.1. Нейросенсорная тугоухость;
- 1.2. Нервные и сердечно-сосудистые заболевания;
- 1.3. Язвенная болезнь и др.
2. Появление стресса и утомления.
3. Возникновение ограничений коммуникации между сотрудниками.

Применим качественный метод оценки рисков по матрице 5x5 для возможности развития профессионального заболевания – нейросенсорная тугоухость.

По таблице 3.6 вероятность наступления такого события оценивается как - 3 – может быть «Вероятность наступления события оценивается как 50 на 50».

По таблице 3.7 тяжесть наступления такого события оценивается как - 3 - средняя «Стойкая утрата профессиональной трудоспособности (от 10 % до 30 %)».

Накладываем данные на матрицу (таблица 3.8) и получаем попадание в зону среднего риска (таблица 3.10.) $3 \times 3 = 9$.

Таблица 3.10 – Матрица оценки рисков

			Вероятность наступления				
			<5%	5-30%	30-60%	60-80%	>80%
			Очень редко	Маловероятно	Может быть	Вероятно	Почти наверняка
Тяжесть последствий		Балл	1	2	3	4	5
	Катастрофическая	5	5	10	15	20	25
	Значительная	4	4	8	12	16	20
	Средняя	3	3	6	9	12	15
	Низкая	2	2	4	6	8	10
	Незначительная	1	1	2	3	4	5

Выполним аналогичные действия для остальных возможных последствий от воздействия длительного шума на сотрудников службы организации перевозок на воздушном транспорте (таблица 3.11).

Таблица 3.11 – Оценка риска по матричному методу

Возможные последствия	Вероятность наступления	Балл	Тяжесть последствий	Балл	Итог	Зона риска
Нейросенсорная тугоухость	может быть	3	средняя	3	9	Средний
Нервные и сердечно-сосудистые заболевания	маловероятно	2	средняя	3	6	Средний
Язвенная болезнь	очень редко	1	средняя	3	3	Низкий
Появление стресса и утомления	может быть	3	низкая	2	6	Средний
Возникновение ограничений коммуникации между сотрудниками.	может быть	3	незначительная	1	3	Низкий

Среди мер по улучшению условий и охраны труда, а также снижению профессиональных рисков можно выделить следующие:

- использование средств индивидуальной защиты органов слуха;
- организация рационального режима труда и отдыха.

В настоящее время оценка и управление профессиональными рисками являются неотъемлемой частью системы управления охраной труда.

Практическая применимость существующих подходов оценки рисков и последствий небезопасного производства уязвимы в отношении возможной субъективности мнений экспертов. Для минимизации данного влияния на авиапредприятии необходима унифицированная методология, которая будет применяться во всей организации.

Регулярная оценка рисков позволяет работодателю эффективно управлять профессиональными рисками, обеспечивая более безопасные и здоровые условия труда для работников.

Кроме того, следует отметить, что, несмотря на свою различную природу, опасности, оцененные количественно в виде рисков, могут быть приведены в сопоставимый вид. Это позволяет:

- определять величину суммарного риска от воздействия различных факторов;
- выявлять наиболее значимые факторы опасности;
- определять вероятный ущерб как по отдельным факторам, так и по всей их совокупности;
- проводить оптимизацию затрат на снижение уровней рисков от различных факторов опасности в условиях ограниченности ресурсов.

Стоит обратить внимание на целесообразность применения известных формул Байеса. Они позволяют вычислить апостериорные вероятности реализации различных гипотез о возникновении и развитии негативного события

Вероятность возникновения и развития негативного события, к примеру, травмы на производстве или профессионального заболевания, в соответствии с гипотезой H_s определяется по формуле:

$$P(H_s|A) = \frac{P(H_s)P(A|H_s)}{\sum_{k=1}^n P(H_k)P(A|H_k)} \quad (3.48)$$

где $P(H_s|A)$ - искомая апостериорная вероятность; A - случайное событие возникновения негативных последствий; $P(H_s)$, $P(H_k)$ — априорные вероятности реализации сценариев (гипотез) H_s и H_k ; $P(A|H_s)$, $P(A|H_k)$ — априорные вероятности возникновения события по гипотезам H_s и H_k .

Представляет интерес модель П.Г. Белова [6,7] системы «человек – машина – среда», которая в самом общем виде отражает структуру и связи, присущие социально-экономическим и организационно-техническим системам.

Для моделирования функционирования производственных объектов, которые могут классифицироваться как организационно-технические системы, также, приемлема динамическая модель материальной системы, описанная П. Г. Беловым. Такого рода модель, представленная на рисунке 3.11, дает более широкие возможности для проведения исследований, чем использование указанной выше модели «человек—машина—среда», имеющей общий характер.

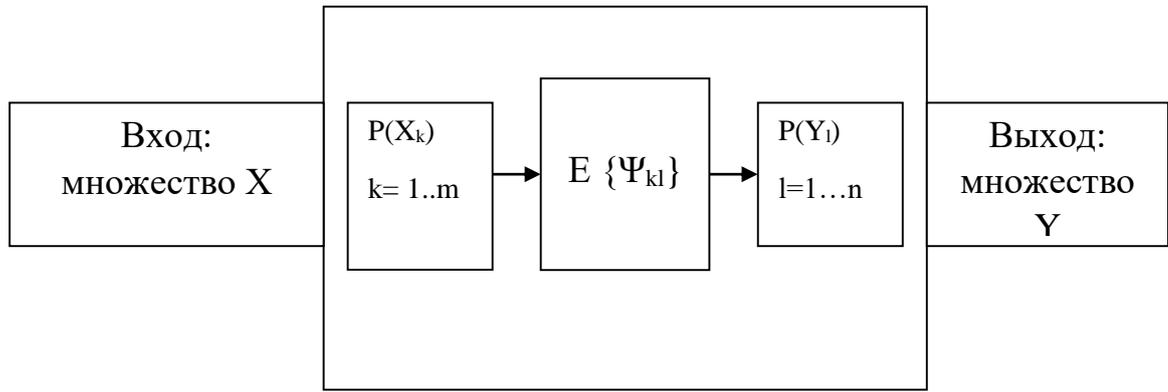


Рисунок 3.11 - Модель материальной системы как динамической

В представленной выше модели есть определенное множество входных элементов (данных воздействий на систему) $X = \sum_{k=1}^m X_k$ и в результате функционирования системы т.е. на выходе образуется множество выходных элементов $Y = \sum_{l=1}^n Y_l$.

Оператор $E\{\Psi\}$ преобразует входные элементы из множества X в выходные элементы множества Y . При этом данные изменения характеризуются определенной результативностью или эффективностью Ψ , в зависимости от входных данных и того, какие преобразования необходимо выполнить. Например, X_k преобразуется в Y_l с результативностью Ψ_{kl} . Ядро модели выполняет преобразование и выдает результат в виде матрицы $\{\Psi\}$ из элементов Ψ_{kl} , показывающих результативность каждого из отдельных преобразований.

В реальных условиях данный процесс зависит от совокупности случайных событий, а значит носит статистический характер.

Обозначим:

$P(X_k)$ - вероятность поступления входных элементов;

$P(Y_l | X_k)$ - условная вероятность выработки выходных данных, т. к. выработка Y_l может быть осуществлена при наличии на входе в систему X_k . С учетом всего выше сказанного оператор $E\{\Psi\}$ динамической материальной системы выражается формулой:

$$E\{\Psi\} = \sum_{kl} \Psi_{kl} P(X_k) P(Y_l | X_k) \quad (3.49)$$

Для применения этой модели к конкретной системе необходимо правильно определить физические значения входных и выходных данных, а также технологию преобразования данных ядром модели.

Рассматриваемая динамическая модель может использоваться для моделирования не только обычных организационно-технических систем, но и так называемых полиэргатических систем, которые включают в себя технику, множество людей и окружающую среду, например, можно отнести системы комплексного мониторинга производственной безопасности и другие системы.

Входные элементы системы комплексного мониторинга:

- данные источников первичной информации о техногенных источниках и воздействиях;
- состояние окружающей среды;
- источниках вредных и опасных производственных факторов и т. п.

К числу выходных элементов относятся:

- результаты оценки и прогноза развития производственной обстановки;
- данные о влиянии этой обстановки на здоровье человека;
- предложения для принятия управленческих решений по защите персонала

Эффективное управление безопасностью труда помогает снизить риски для работников, повышает уровень их удовлетворенности и лояльности, что в конечном итоге способствует общей эффективности и конкурентоспособности предприятия. Кроме того, необходимо обеспечить работников необходимыми средствами защиты, проводить регулярные медицинские осмотры и контролировать состояние производственной безопасности с помощью регулярных проверок и аудитов.

Разработанный метод управления безопасностью персонала в полиэргатической системе авиапредприятия, включает в себя:

- математическую модель управления безопасностью персонала в полиэнергетической системе авиапредприятия;
- метод ранжирования задач управления безопасностью персонала в полиэнергетической системе авиапредприятия;
- модель управления акустической безопасностью персонал в полиэнергетической системе авиапредприятия;
- критерии оценки риска при обеспечении акустической безопасности авиапредприятия.

Выводы по главе 3

1) В исследовании была разработана математическая модель управления безопасностью персонала в полиэнергетической системе авиапредприятия. С использованием разработанной математической модели возможно управление различными компонентами производственной системы авиапредприятия, а именно потоками (материальными, финансовыми, кадровыми), производственными процессами, рабочими местами. Предложенные управляющие воздействия являются составной частью метода управления безопасностью персонала в полиэнергетической системе авиапредприятия, который позволяет обеспечить приемлемый уровень производственной безопасности.

2) Разработан метод ранжирования задач управления безопасностью персонала в полиэнергетической системе авиапредприятия, который показывает эффективность проводимых мероприятий на предприятии, а также может являться составной частью мониторинга производственной безопасности на предприятиях в

составе метода управления безопасностью персонала в полиэргатической системе авиапредприятия.

3) Разработана модель управления акустической безопасностью персонала в полиэргатической системе авиапредприятия. Данная модель используется в целях определения необходимого состава восстанавливаемых свойств элементов по обеспечению производственной безопасности, определения состава и последовательности технологических операторов, выбора средств технологического оснащения, определения исполнителей, выбора расчетных зависимостей и расчета параметров технологического процесса. Разработанная модель является составной частью метода управления безопасностью персонала в полиэргатической системе авиапредприятия.

4) Разработаны критерии оценки риска при обеспечении акустической безопасности авиапредприятия. Для эффективного управления рисками в сфере производственной безопасности необходим комплексный подход, включающий различные методы оценки и анализа. Наиболее подходящими являются качественные методы (такие как «дерево отказов», «дерево событий», матрица «вероятность - последствия»). Применение данных методов требует наличия квалифицированных специалистов, владеющих соответствующими знаниями и навыками. Это обуславливает необходимость регулярного обучения и повышения компетенций сотрудников, вовлеченных в оценку рисков.

5) Результаты оценки рисков как производственных, так и в частности акустических должны интегрироваться в общую систему управления производственной безопасностью авиапредприятия. Это предполагает разработку плана мероприятий по минимизации и контролю выявленных рисков. Разработанные критерии оценки риска при обеспечении акустической безопасности авиапредприятия являются составной частью метода управления безопасностью персонала в полиэргатической системе авиапредприятия.

6) Разработанный метод управления безопасностью персонала в полиэргатической системе авиапредприятия включает в себя: математическую

модель управления безопасностью персонала в полиэргатической системе авиапредприятия; метод ранжирования задач управления безопасностью персонала в полиэргатической системе авиапредприятия; модель управления акустической безопасностью персонал в полиэргатической системе авиапредприятия; критерии оценки риска при обеспечении акустической безопасности авиапредприятия.

7) Метод управления безопасностью персонала в полиэргатической системе авиапредприятия позволяет систематизировать и структурировать процессы по обеспечению безопасности персонала на авиапредприятии посредством проактивного подхода. Данный метод может стать частью мониторинга производственной безопасности на авиапредприятиях и использоваться при разработке нормативных актов по техносферной безопасности.

Глава 4. Разработка метода снижения шумового загрязнения

4.1. Оценка акустической безопасности на авиапредприятии с использованием метода анализа иерархий

Целью управления качеством системы акустической безопасности авиапредприятия, является создание оптимальных условий труда для сотрудников авиапредприятий посредством минимизации шумового воздействия в соответствии с установленными нормами и стандартами. Практическая функция данной системы заключается в представлении руководству предприятия подсказок относительно необходимости вмешательства в технологический процесс.

Системный подход к проектированию и анализу систем демонстрирует, что для описания задач недостаточно использование исключительно формальных моделей. Требуется также использование неформальных описаний, обеспечивающих соответствие характеристик и параметров систем исходным требованиям. В данном контексте значительное внимание уделяется качественным признакам.

Разработка системы критериев для сравнительного анализа проектных предложений представляет собой неформальную задачу, решение которой возможно посредством применения экспертного метода. Качество экспертной оценки определяется рядом факторов, включая формирование системы критериев для оценки качества конкурентоспособных проектных решений исследуемой системы, в рамках нашего исследования управления системой акустической безопасностью.

Существенное влияние на качество экспертизы оказывает ряд факторов, а именно выбранный метод экспертной оценки (ранжирование, парное сравнение, непосредственная оценка и др.), форма проведения опроса экспертов (мозговой штурм, анкетирование, дискуссия и др.) и метод обработки полученных результатов. Кроме того, качество экспертизы напрямую зависит от состава экспертной группы и уровня профессионализма ее участников.

Основное требование к системе критериев и показателей заключается в обеспечении комплексной и системной оценки качества. Целесообразно структурировать такую систему в виде иерархической модели, на вершине которой располагается обобщающий показатель качества системы.

Разработанный Томасом Саати, метод анализа иерархий, широко применяемый на практике и активно разрабатываемый учеными по всему миру, в настоящее время является одним из наиболее эффективных инструментов экспертной оценки для принятия решений в условиях неполной информации и неопределенности. Данный метод представляет собой интегрированный методологический подход, который объединяет концепцию парного сравнения объектов с аналитическими методами для формирования оценочных решений [76].

Метод анализа иерархий глубоко изучен в работах ученых Феоктистовой О.Г. и Парафесь С.Г., основанный на принципах алгебраической теории матриц, данный метод позволяет на основании результатов парных сравнений построить упорядоченный ранжированный ряд объектов в соответствии с одним или несколькими критериями сравнения. В результате этого процесса становится возможным определить наиболее предпочтительный объект исследования среди рассматриваемых альтернатив [58].

Иерархическая структура разрабатывается (рисунок 4.1) от верхнего уровня, который включает стратегическую цель (оценку качества системы), до нижнего уровня, где представлен перечень альтернатив (проектные предложения). Промежуточные уровни содержат критерии (показатели качества), оказывающие влияние на нижестоящие уровни.

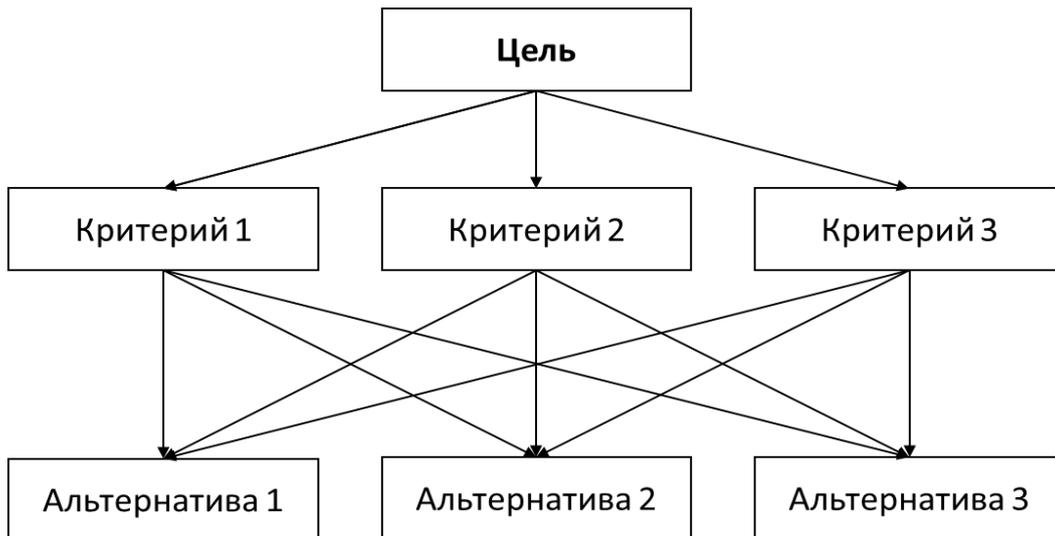


Рисунок 4.1 - Метод анализа иерархий

Применение метода включает основные этапы:

1. построение иерархической структуры;
2. построение матрицы парных сравнений для сопоставления важности критериев по отношению к цели;
3. построение матриц парных сравнений для сопоставления важности альтернатив по различным критериям;
4. построение таблицы приоритетов иерархии и вектора глобальных приоритетов, в котором отражен относительный вес каждой рассмотренной альтернативы по отношению к главной цели.

В рамках поставленной задачи проведения оценки системы обеспечения акустической безопасностью основной целью является сравнительный анализ решений с точки зрения их качества. Данная цель занимает верхний уровень иерархии. Нижний уровень, в котором представлены различные альтернативы рассматриваются три варианта предприятий. Промежуточные уровни иерархии включают комплексные и единичные показатели качества системы, обеспечивающие структурированное и детализированное рассмотрение исследуемых объектов.

Матрицы парных сравнений представлены в таблицах 4.1, 4.2, где величина a_{ij} , выбирается экспертами в соответствии с таблицей 4.3 и по сути является

оценкой специалиста о степени важности того или иного критерия или альтернативы по отношению к конкретному критерию.

Таблица 4.1 - Матрица парных сравнений для сопоставления важности критериев по отношению к цели

Цель	Критерий				Вектор приоритетов
	1	2	...	N	
Критерий 1	1	a_{12}	...	a_{1N}	X_1
Критерий 2	$1/a_{12}$	1	...	a_{2N}	X_2
...
Критерий N	$1/a_{1N}$	$1/a_{2N}$...	1	X_N
$\lambda_{\max} =$ ОС =					

Таблица 4.2 - Матрица парных сравнений для сопоставления важности альтернатив по отношению к i -му критерию

Критерий i ($i = 1, 2, \dots, N$)	Альтернатива				Вектор приоритетов
	A	B	C	...	
Альтернатива A	1	a_{AB}^i	a_{AC}^i	...	X_i^A
Альтернатива B	$1/a_{AB}^i$	1	a_{BC}^i	...	X_i^B
Альтернатива C	$1/a_{AC}^i$	$1/a_{BC}^i$	1	...	X_i^C
...
$\lambda_{\max} =$ ОС =					

Таблица 4.3 - Шкала относительной важности

Интенсивность относительной важности	Определение
1	Равная важность Равный вклад двух критериев (альтернатив) в цель (критерий)
3	Умеренное превосходство одного над другим
5	Существенное или сильное превосходство
7	Значительное превосходство
9	Очень сильное превосходство
2, 4, 6, 8	Промежуточные решения между двумя соседними суждениями
Обратные величины приведенных чисел	Если при сравнении одного критерия (альтернативы) с другим получено одно из указанных чисел, то при сравнении второго критерия (альтернативы) с первым, получим обратную величину

В результате данного подхода определяются собственные значения и векторы для каждой матрицы парных сравнений, производится расчет вектора локальных приоритетов (X) и вычисляется отношение согласованности (OC). После этого осуществляется проверка выполнения условий согласованности для всех матриц парных сравнений. Матрица считается согласованной в случае, если $OC \leq 0.1$.

Отношение согласованности (OC) определяется по формуле 4.1, индекс согласованности (ИС) по формуле 4.2, случайная согласованность СС по таблице 4.4.

$$OC = \frac{ИС}{СС} \quad (4.1)$$

$$ИС = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (4.2)$$

где n – число сравниваемых элементов;

λ_{max} – главное собственное значение матрицы парных сравнений.

Таблица 4.4 - Случайный индекс в зависимости от размера матрицы парных сравнений

Размер матрицы n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Средний СИ	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,54

Для получения обобщенных приоритетов, которые в контексте трехуровневой иерархии также являются глобальными, составляется таблица приоритетов (таблица 4.5).

Таблица 4.5 - Таблица приоритетов иерархии

Альтернатива	X_1	X_2	...	X_N	Вектор приоритетов
A	X^A_1	X^A_2	...	X^A_N	X^A
B	X^B_1	X^B_2	...	X^B_N	X^B
C	X^C_1	X^C_2	...	X^C_N	X^C
...

Обобщенные (глобальные) приоритеты X_A , X_B , X_C и т.д. вычисляются:

$$X_A = (X^A_1 * X_1) + (X^A_2 * X_2) + \dots + (X^A_N * X_N) \quad (4.1)$$

$$X_B = (X^B_1 * X_1) + (X^B_2 * X_2) + \dots + (X^B_N * X_N) \quad (4.2)$$

$$X_C = (X^C_1 * X_1) + (X^C_2 * X_2) + \dots + (X^C_N * X_N) \quad (4.3)$$

Вектор глобальных приоритетов отражает относительный вес каждой альтернативы в контексте достижения поставленной цели. Таким образом, посредством количественного сравнения компонентов глобального вектора можно определить оптимальную альтернативу, наиболее соответствующую основной задаче.

В рамках поставленной задачи проведения оценки системы обеспечения акустической безопасности, были рассмотрены три варианта авиапредприятий, предприятие А делало упор на технические решения, а именно на внедрение физических барьеров и материалов, поглощающих шум; предприятие В на нормативное регулирование; предприятие С применяло проактивный подход, направленный на прогнозирование рисков и мониторинг.

В качестве критериев были выбраны:

1. существование документально оформленной политики в области обеспечения акустической безопасности;
2. предусмотрена возможность внесения изменений в политику;
3. наличие отдельных разделов по акустической безопасности в локальных нормативных актах по охране труда;
4. снижение числа рабочих мест с вредными условиями труда по шуму;
5. наличие методики идентификации и ранжирования акустических рисков;
6. доля сотрудников, прошедших обучение по безопасности труда, в том числе и по акустической безопасности;
7. сокращение количества аудиооповещений без потери информативности;
8. повышение информационной осведомленности в терминале аэропорта с использованием новых цифровых решений (приложение, информационные терминалы, обновленные табло);
9. принятие предупреждающих мер по уменьшению ущерба здоровью сотрудников авиапредприятий;
10. наличие реестра рисков в области охраны труда, в том числе и по акустической безопасности.

Результаты оценки по методу анализа иерархий представлены в таблицах 4.6 - 4.17.

Таблица 4.6 - Матрица парных сравнений для сопоставления важности критериев по отношению к цели

Цель	Критерий										Вектор приоритетов
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Критерий 1	1	1	5	2	3	1	0,25	0,25	0,5	1	0,086
Критерий 2	1	1	3	0,5	2	1	0,25	0,25	0,5	1	0,068
Критерий 3	0,2	0,333	1	0,25	2	0,333	0,5	0,5	2	2	0,055
Критерий 4	0,5	2	4	1	3	0,5	0,25	0,2	0,5	0,333	0,064
Критерий 5	0,333	0,5	0,5	0,333	1	0,5	0,2	0,333	0,5	1	0,040
Критерий 6	1	1	3	2	2	1	0,25	0,333	3	1	0,096
Критерий 7	4	4	2	4	5	4	1	1	2	2	0,218
Критерий 8	4	4	2	5	3	3	1	1	2	3	0,214
Критерий 9	2	2	0,5	2	2	0,333	0,5	0,5	1	2	0,89
Критерий 10	1	1	0,5	3	1	1	0,5	0,333	0,5	1	0,07
OC =											0,092

Таблица 4.7 - Матрица парных сравнений для сопоставления важности альтернатив по отношению к первому критерию

Критерий 1	Альтернатива			Вектор приоритетов
	А	В	С	
Альтернатива А	1	0,25	1	0,174
Альтернатива В	4	1	3	0,634
Альтернатива С	1	0,3	1	0,192
OC =				0,008

Таблица 4.8 - Матрица парных сравнений для сопоставления важности альтернатив по отношению ко второму критерию

Критерий 2	Альтернатива			Вектор приоритетов
	A	B	C	
Альтернатива A	1	0,25	1	0,174
Альтернатива B	4	1	3	0,634
Альтернатива C	1	0,3	1	0,192
				OC = 0,008

Таблица 4.9 - Матрица парных сравнений для сопоставления важности альтернатив по отношению к третьему критерию

Критерий 3	Альтернатива			Вектор приоритетов
	A	B	C	
Альтернатива A	1	0,5	0,25	0,149
Альтернатива B	2	1	1	0,376
Альтернатива C	4	1	1	0,474
				OC = 0,046

Таблица 4.10 - Матрица парных сравнений для сопоставления важности альтернатив по отношению к четвертому критерию

Критерий 4	Альтернатива			Вектор приоритетов
	A	B	C	
Альтернатива A	1	4	2	0,584
Альтернатива B	0,25	1	1	0,184
Альтернатива C	0,5	1	1	0,232
				OC = 0,046

Таблица 4.11 - Матрица парных сравнений для сопоставления важности альтернатив по отношению к пятому критерию

Критерий 5	Альтернатива			Вектор приоритетов
	A	B	C	
Альтернатива A	1	0,5	0,25	0,149
Альтернатива B	2	1	1	0,376
Альтернатива C	4	1	1	0,474
				OC = 0,046

Таблица 4.12 - Матрица парных сравнений для сопоставления важности альтернатив по отношению к шестому критерию

Критерий 6	Альтернатива			Вектор приоритетов
	A	B	C	
Альтернатива A	1	1	0,5	0,250
Альтернатива B	1	1	0,5	0,250
Альтернатива C	2	2	1	0,500
				OC = 0,000

Таблица 4.13 - Матрица парных сравнений для сопоставления важности альтернатив по отношению к седьмому критерию

Критерий 7	Альтернатива			Вектор приоритетов
	A	B	C	
Альтернатива A	1	4	4	0,677
Альтернатива B	0,2	1	2	0,198
Альтернатива C	0,2	0,5	1	0,125
				OC = 0,077

Таблица 4.14 - Матрица парных сравнений для сопоставления важности альтернатив по отношению к восьмому критерию

Критерий 8	Альтернатива			Вектор приоритетов
	А	В	С	
Альтернатива А	1	0,5	0,3	<i>0,159</i>
Альтернатива В	2	1	0,5	<i>0,299</i>
Альтернатива С	3	2	1	<i>0,543</i>
				OC = 0,022

Таблица 4.15 - Матрица парных сравнений для сопоставления важности альтернатив по отношению к девятому критерию

Критерий 9	Альтернатива			Вектор приоритетов
	А	В	С	
Альтернатива А	1	1	0,3	<i>0,200</i>
Альтернатива В	1	1	0,3	<i>0,200</i>
Альтернатива С	3	3	1	<i>0,600</i>
				OC = 0,001

Таблица 4.16 - Матрица парных сравнений для сопоставления важности альтернатив по отношению к десятому критерию

Критерий 10	Альтернатива			Вектор приоритетов
	А	В	С	
Альтернатива А	1	1	1	<i>0,333</i>
Альтернатива В	1	1	1	<i>0,333</i>
Альтернатива С	1	1	1	<i>0,333</i>
				OC = 0,000

Таблица 4.17 - Таблица приоритетов иерархии

Альтернатива	Критерии										Вектор приоритетов
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<i>A</i>	0,174	0,174	0,149	0,584	0,149	0,250	0,677	0,159	0,200	0,333	0,325
<i>B</i>	0,634	0,634	0,376	0,184	0,376	0,250	0,198	0,299	0,200	0,333	0,317
<i>C</i>	0,192	0,192	0,474	0,232	0,474	0,500	0,125	0,543	0,600	0,333	0,358

Результаты реализации результатов в виде программы представлены на рисунках 4.2 – 4.14.

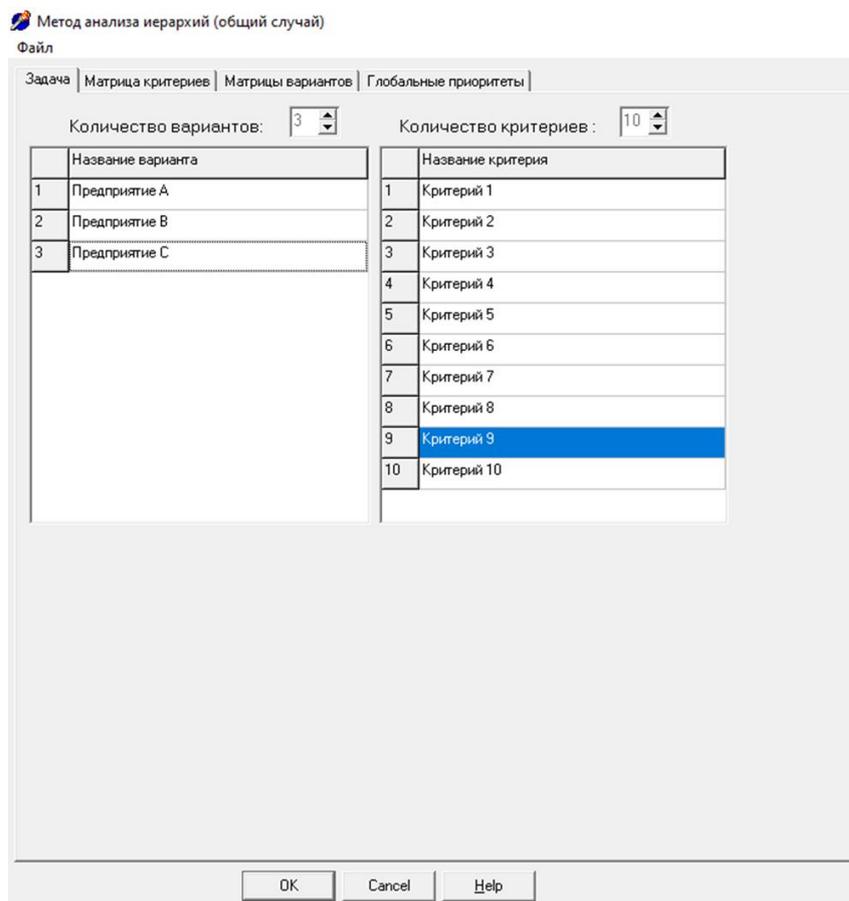


Рисунок 4.2 – Программа реализации метода анализа иерархий окно - Задача



Рисунок 4.3 –Программа реализации метода анализа иерархий окно – Матрица критериев

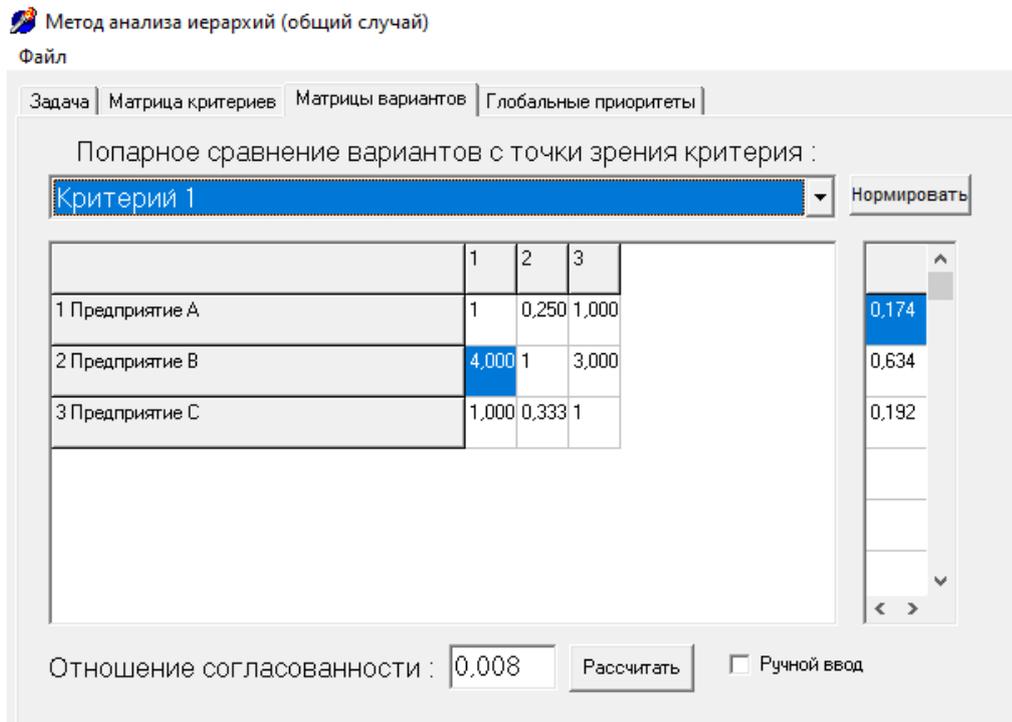


Рисунок 4.4 –Программа реализации метода анализа иерархий окно – Матрица вариантов по Критерию 1

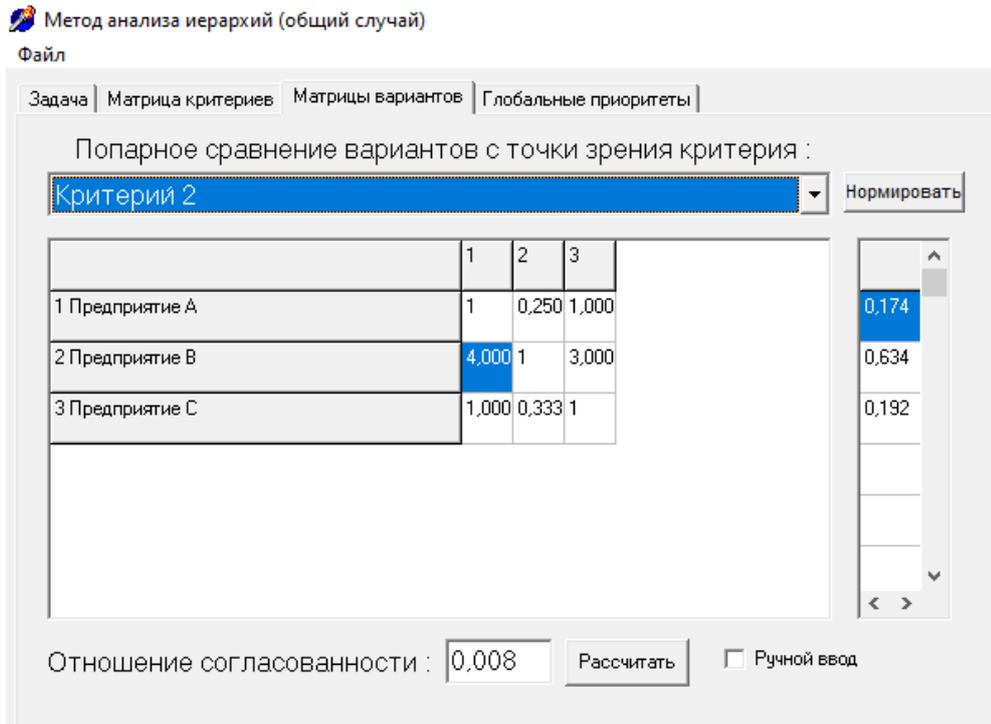


Рисунок 4.5 – Программа реализации метода анализа иерархий окно – Матрица вариантов по Критерию 2

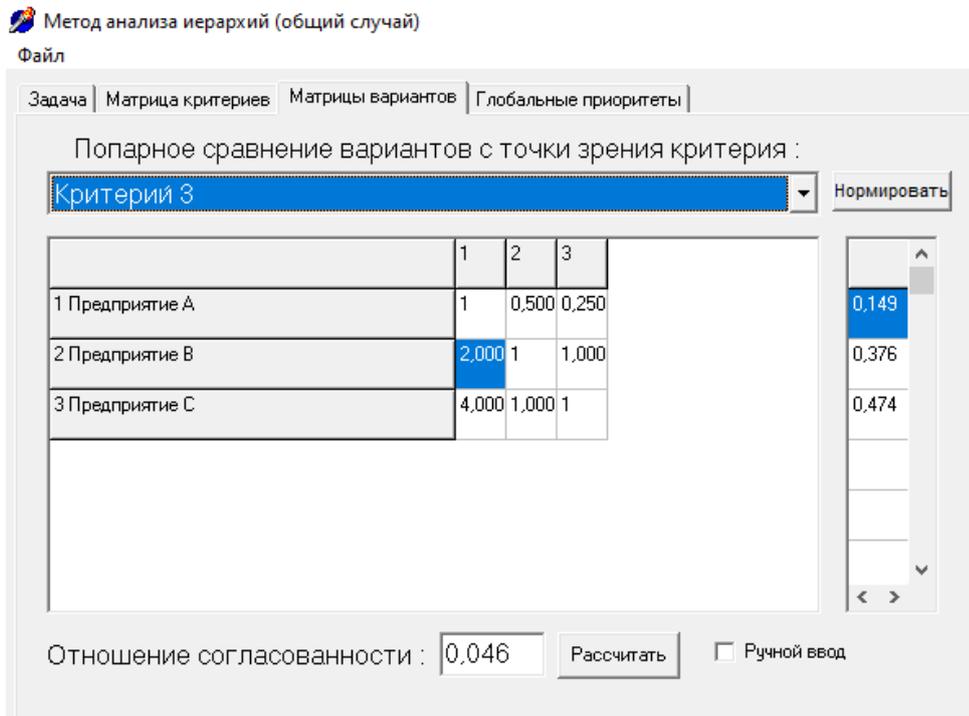


Рисунок 4.6 – Программа реализации метода анализа иерархий окно – Матрица вариантов по Критерию 3

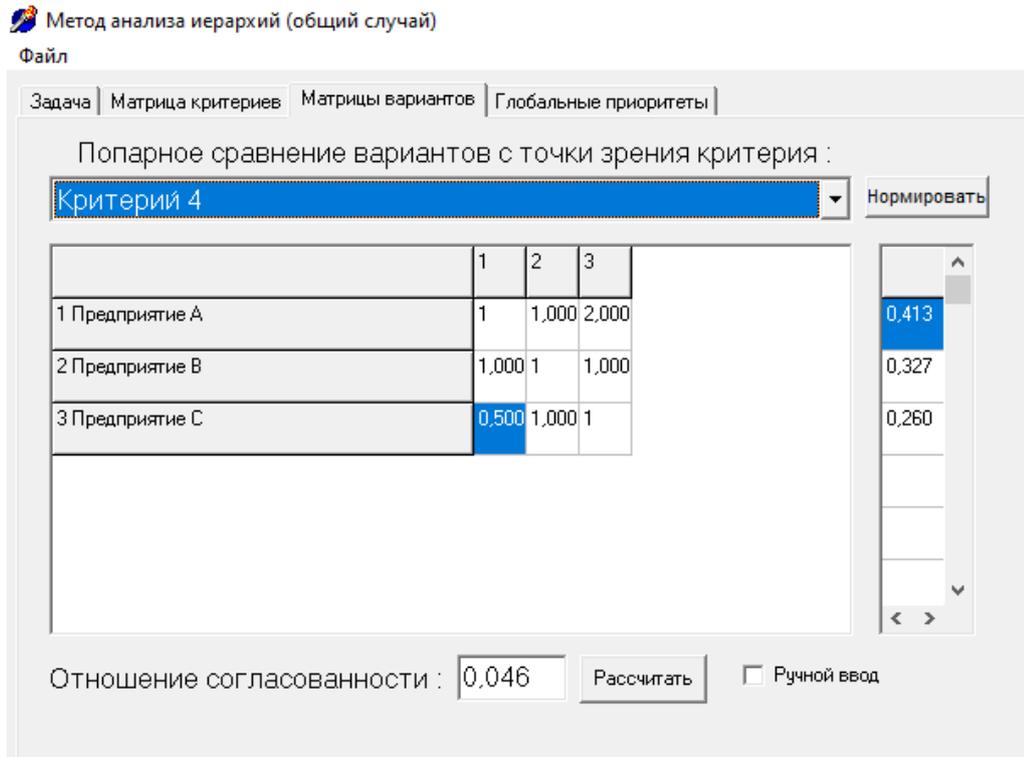


Рисунок 4.7 – Программа реализации метода анализа иерархий окно – Матрица вариантов по Критерию 4

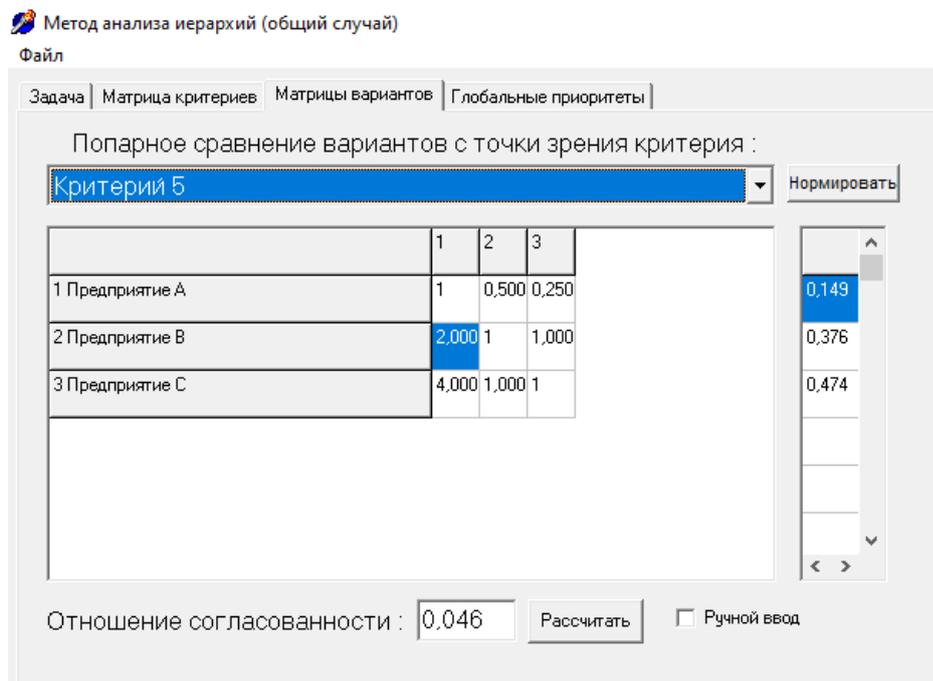


Рисунок 4.8 – Программа реализации метода анализа иерархий окно – Матрица вариантов по Критерию 5

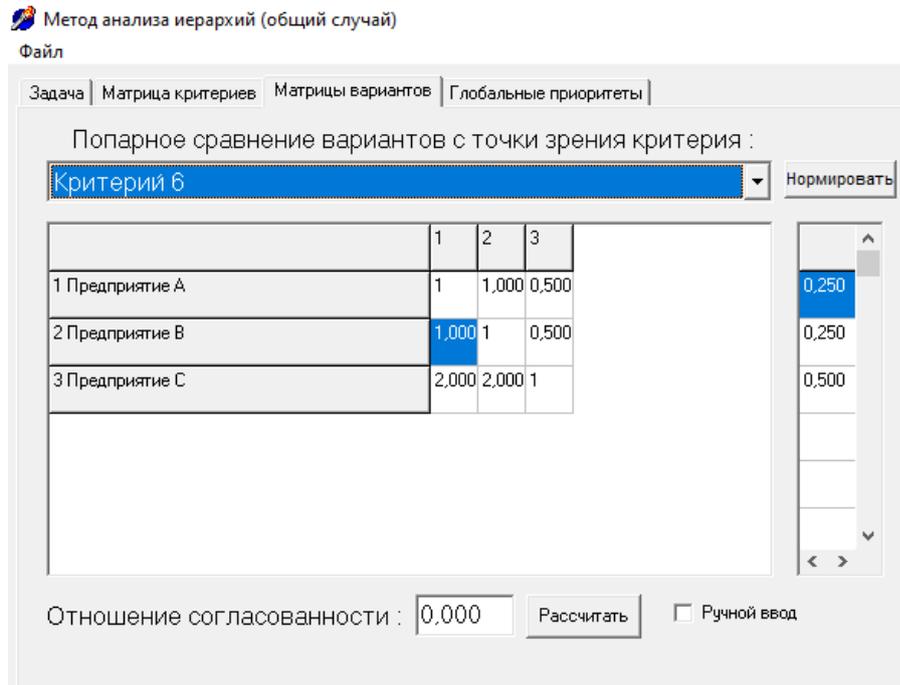


Рисунок 4.9 – Программа реализации метода анализа иерархий окно – Матрица вариантов по Критерию 6

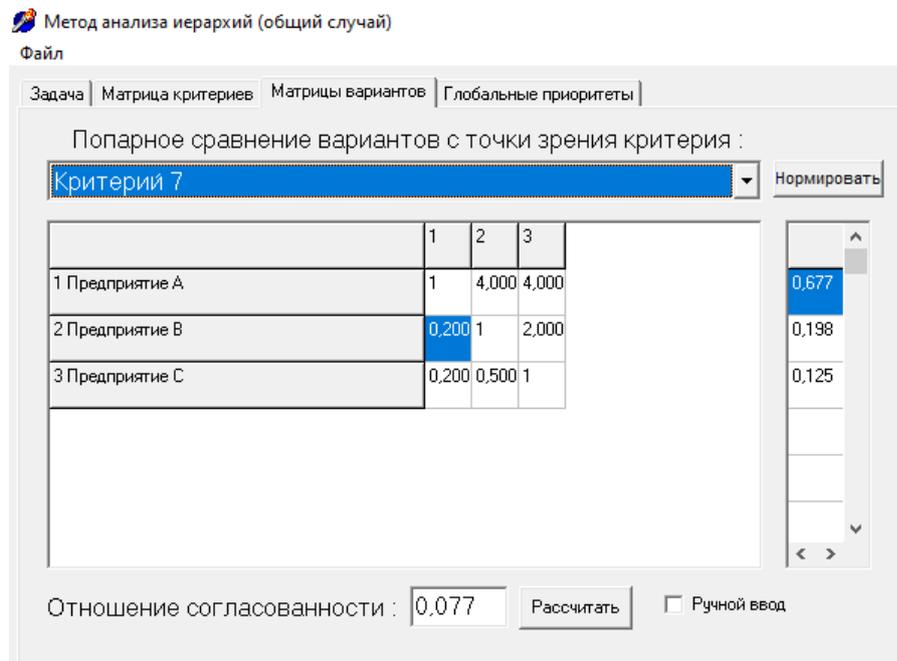


Рисунок 4.10 – Программа реализации метода анализа иерархий окно – Матрица вариантов по Критерию 7

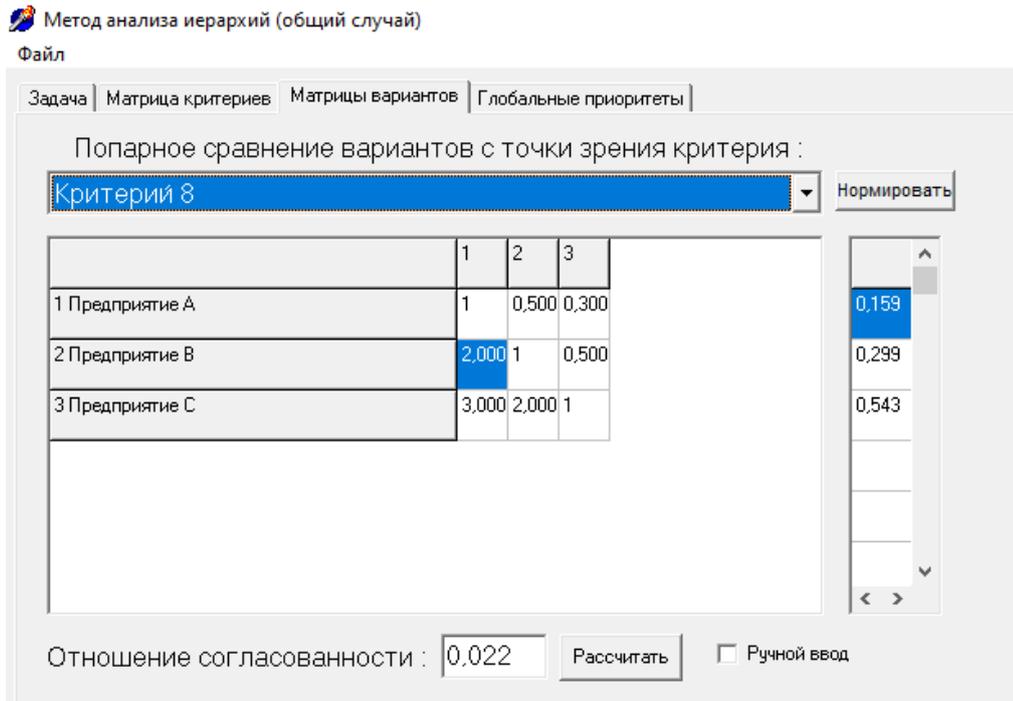


Рисунок 4.11 – Программа реализации метода анализа иерархий окно – Матрица вариантов по Критерию 8

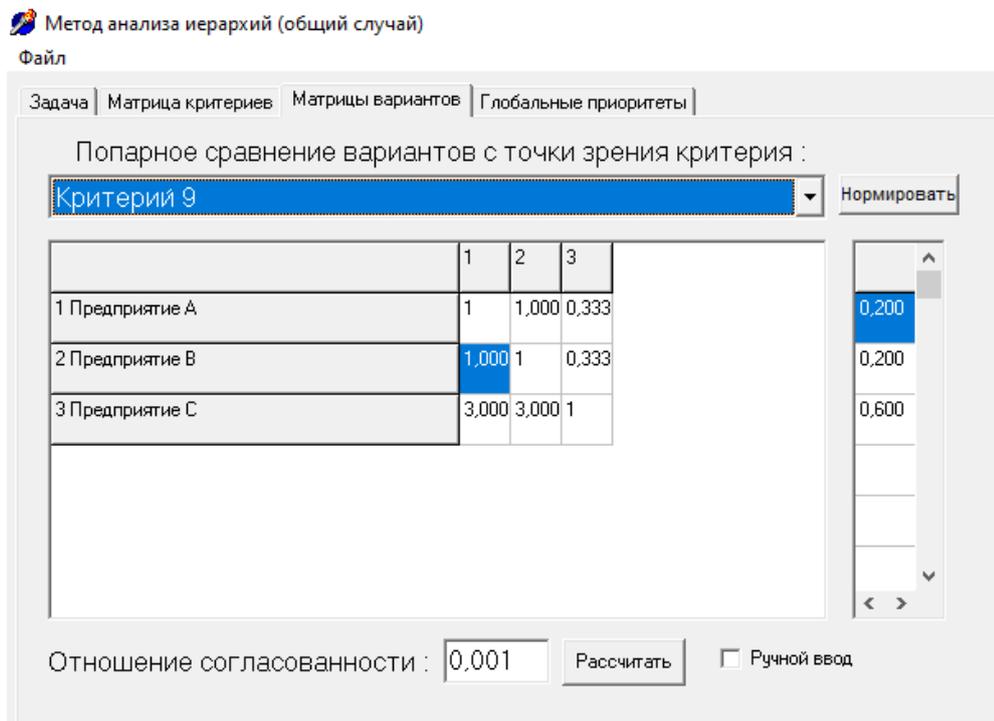


Рисунок 4.12 – Программа реализации метода анализа иерархий окно – Матрица вариантов по Критерию 9

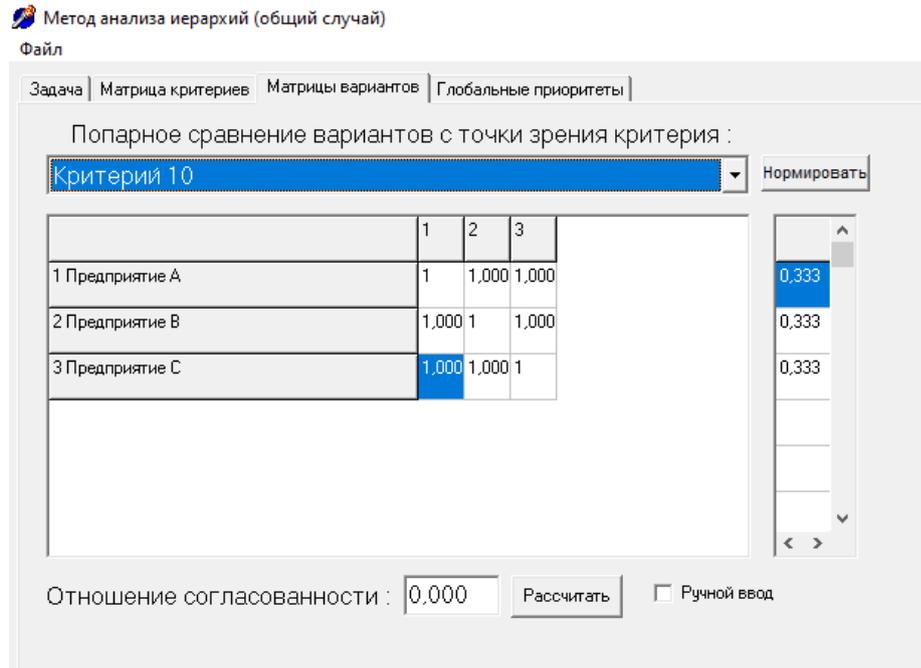


Рисунок 4.13 – Программа реализации метода анализа иерархий окно – Матрица вариантов по Критерию 10

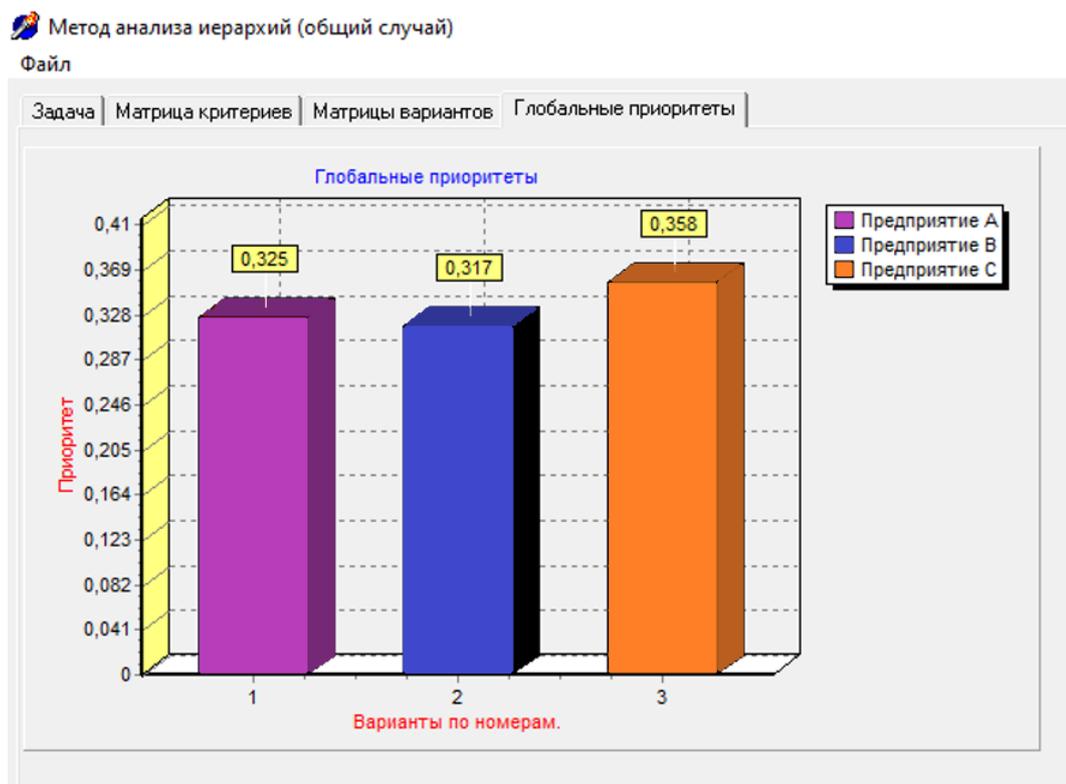


Рисунок 4.14 – Программа реализации метода анализа иерархий окно – Глобальные приоритеты

В рамках поставленной задачи была проведена оценка системы обеспечения акустической безопасности, для этого были рассмотрены три варианта авиапредприятий, по результатам расчетов (рисунок 4.14) предприятие С, которое внедрило в свою деятельность проактивный подход имеет более качественную систему по обеспечению акустической безопасности.

4.2. Методы и средства защиты от акустических колебаний

Выделяют следующие три группы методов по защите от акустических колебаний (рисунок 4.15) [87].

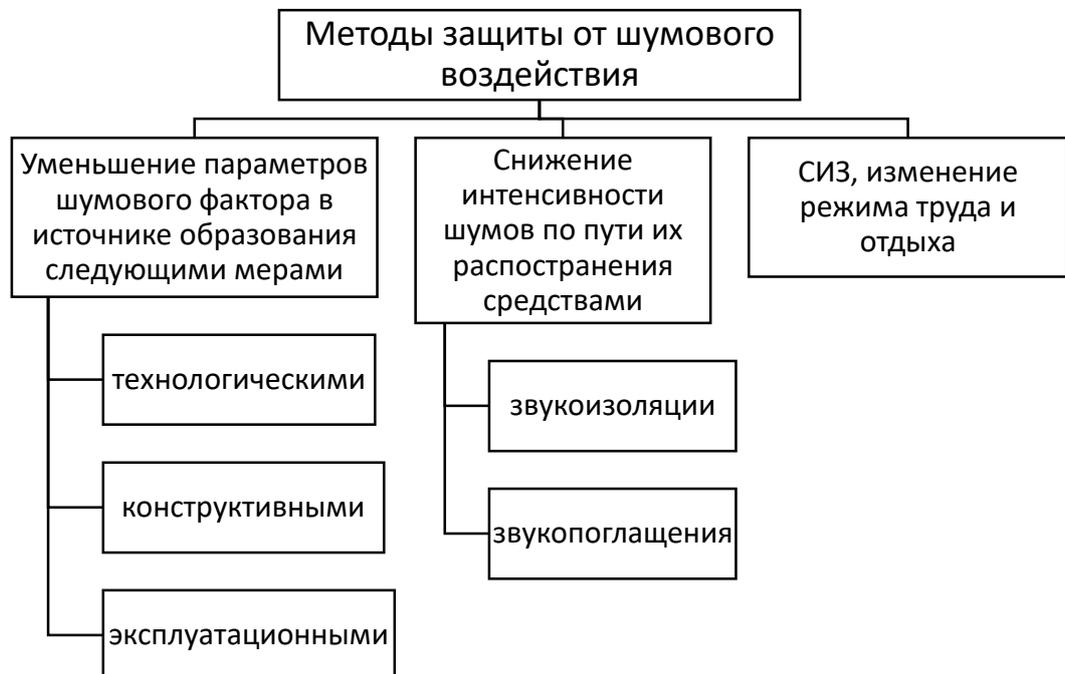


Рисунок 4.15 - Методы защиты от акустических колебаний

В соответствии с ГОСТ 12.1.029-80 «Система стандартов безопасности труда. Средства и методы защиты от шума. Классификация.» в целях уменьшения воздействия производственного шума на персонал предприятия необходимо применять два вида защиты: индивидуальная и коллективная.

Для обеспечения защиты от шума на производстве рекомендуется применение СИЗ [29, 69]:

- звукоизолирующие пробки, беруши (внутриканальные вкладыши для ушей);
- полноразмерные изолирующие наушники;
- противошумные шлемы, каски;
- звукозащитные ширмы.

Для достижения снижения громкости звука на 10–20 дБ, вкладыши помещают в ушные каналы.

СИЗ, распространённым и достаточно эффективным, служат полноразмерные наушники, способные полностью оградить органы слуха и уменьшить уровень шума производственной среды на 20–30 дБ. Однако не всегда такая мера обеспечивает удобство в использовании.

Некоторые организации применяют наушники с комбинированным функционалом, оснащенные электронными компонентами, способными уменьшать уровень шума, одновременно усиливая четкость речевого сообщения. В производственной среде такие наушники позволяют работнику игнорировать фоновые звуки, однако хорошо различать речь своих коллег.

Эта инновационная технология известна как активная система шумоподавления.

Кроме того, использование коллективных методов (СКЗ) необходима для обеспечения защиты всего коллектива работников предприятия. Такая защита от шума классифицируется на четыре основные категории.

1. Планировочные и архитектурные мероприятия:

- на этапе возведения или капремонта строения происходит планирование, включая проработку акустических характеристик здания;

- оптимальное размещение оборудования, станков, механизмов;
- разделение зон для работы и перемещения транспорта;
- организация изолированных от посторонних звуков рабочих зон.

2. Организационные:

- уменьшение потоков движения транспорта;
- оптимизация времени использования производственного оборудования;
- размещение рабочих мест на удалении от источников шума.

3. Технические:

- обновление оборудования, установка малошумных машин;
- шумоизоляция поверхностей, контактирующих с сыпучими материалами;
- проведение модернизации оборудования, интеграция дистанционных пультов управления, открывающие возможности для осуществления манипуляций на устройствах без участия оператора напрямую;
- оптимизация графиков труда и времени отдыха сотрудников, занятых в шумных условиях производственных помещений.

4. Акустические, предполагающие использование материалов для:

- звукоизоляции;
- звукопоглощения;
- виброизоляции;
- демпфирования;
- глушения шумов.

Реализуются также различные мероприятия для обеспечения комфорта и безопасности, как пассажиров, так и персонала.

В процесс организации системы по обеспечению безопасности персонала авиапредприятия должны быть вовлечены представители различных уровней организационной структуры как было отмечено при разработке функциональной схемы, представленной во второй главе. Какие функциональные обязанности

присущи им в области обеспечения безопасности персонала более подробно раскрыто в виде структурной схемы, представленной ниже (рисунок 4.16).



Рисунок 4.16 – Структурная схема функциональных обязанностей представителей различных уровней организационной структуры авиапредприятия в области организации охраны труда с учетом полиэргатичности системы

Данная структурная схема была разработана в качестве рекомендации по обеспечению акустической безопасности авиапредприятия.

С ее использованием:

1. для управления безопасностью:
 - 1.1. создается четкое понимание ответственности представителей различных уровней организационной структуры авиапредприятия в области организации охраны труда в полиэргатической системе;
 - 1.2. создается система взаимного контроля между уровнями управления;
 - 1.3. сокращается время на принятие решений по вопросам безопасности.
2. для обучения и подготовки:
 - 2.1. возможность целенаправленной подготовки персонала;

2.2. определение требований к компетенциям на каждом уровне.

В мировой практике все больше возрастает популярность концепции «Тихого аэропорта», которая является современным методом снижения шумового воздействия на персонал и пассажиров аэропорта [9].

4.3. Концепция «тихого аэропорта» как метод снижения шумового загрязнения

Воздействие шума на работников гражданской авиации является значительным, происходит снижение производительности труда, достигающее 20 % в зависимости от интенсивности шума, его характера и от вида выполняемой работы [10].

Если анализировать влияние производственного шума на персонал авиапредприятий, то можно отметить влияние на центральную нервную систему, в результате чего наблюдается понижение внимания, замедление реакций. В процессе труда шум и вибрация негативно отражаются также на таких функциях, как память, мышление и др. Ряд отечественных исследователей акцентируют внимание на том, что шум отвлекает внимание человека от выполнения точных работ [10].

Следует отметить, что важным аспектом влияния шума на персонал, является производственный травматизм.

Под воздействие шума в аэропорту также попадают авиапассажиры, которые являются неотъемлемой частью перевозочного процесса, длительное влияние такого физического фактора вызывает стресс и напряжение, что негативно отражается на состоянии пассажиров и приводит к снижению внимания.

Минимизировать негативные последствия от шумового воздействия, а также обеспечить комфортные и безопасные условия нахождения в терминале, как для пассажиров, так и для персонала позволяет реализация различных мероприятий.

Для уменьшения негативного шумового воздействия в мировой практике все больше возрастает популярность внедрения среди зарубежных аэропортов концепции «Тихого аэропорта». Она позволяет создать более комфортную атмосферу, как для пассажиров, так и для персонала [88].

Идея данной концепции заключается в том, чтобы сократить в здании аэропорта количество информационных оповещений, которые передаются акустически, до минимума, ограничившись объявлениями, касающимися безопасности, и срочными сообщениями, так как у многих пассажиров данный вид передачи информации вызывает лишь раздражение.

Генеральный директор Международного совета аэропортов (АСІ) Анджела Гиттенс говорит, что среди аэропортов и авиакомпаний, которым они служат, растет желание «создать спокойную, расслабленную атмосферу», уменьшив количество объявлений [99].

Аэропорт Лондон-Сити (Великобритания), аэропорт Хельсинки (Финляндия), аэропорт Эль-Прат (Испания), аэропорт Ченнаи (Индия), аэропорт Чанги (Сингапур), аэропорт Кейптаун (Южно-Африканская Республика), аэропорт Куала-Лумпур (Малайзия) и другие приняли политику «Тихий аэропорт», а также реализовали ряд мероприятий, которые представлены в таблице 4.18. Данная тенденция начала свою историю с 2015 года [10].

Таблица 4.18 - Принятые меры международных аэропортов в рамках реализации концепции «Тихий аэропорт»

Название аэропорта (страна)	Пассажиропоток (тыс.чел.)	Принятые меры
Чанги (Сингапур)	65 600	Отмена объявлений в зоне посадки, остаются только те объявления, которые касаются чрезвычайных ситуаций, потерянных и найденных детей, информация, касающаяся правил прохождения паспортного контроля, задержка рейсов, смены выхода на посадку.
Куала – Лумпур (Малайзия)	60 000	Сократили количество публичных аудио объявлений
Барселона Эль-Прат (Испания)	50 000	
Хельсинки (Финляндия)	20 000	Аудио объявления только в зонах посадки
Кейптаун (ЮАР)	10 000	Были отключены оповещения при выходах на посадку на внутренних рейсах, ограничено количество объявлений при выходах на посадку на международных рейсах
Лондон-Сити (Великобритания)	4 800	Аудио объявления только в случае чрезвычайных ситуаций

После анализа мер международных аэропортов в рамках реализации концепции «Тихий аэропорт», следует отметить эффективность выполненных мероприятий, которые позволили снизить уровень звукового давления и обеспечить комфортные условия при нахождении в терминале.

Аэропорты Сочи и Краснодара приняли участие в эксперименте Министерства транспорта России, внедрив на некоторое время концепцию «Тихого аэропорта», в рамках существующего законодательства.

Изначально в данных аэропортах отмечалось большое количество звуковых оповещений, которое могло достигать до 500 в сутки с интервалом около четырёх минут. Похожие данные имелись и в других аэропортах. Так в

аэропорте Екатеринбурга в сутки звучит более 1000 объявлений, то есть почти каждую минуту, небольшое снижение частоты оповещений лишь отмечается в ночное время. При этом значимая часть сообщений просто повторяет информацию, размещенную на табло [88].

После применения данной концепции в деятельности перечисленных аэропортов, снизилось количество акустических оповещений и, как следствие, снизился уровень звукового давления, что позитивно отразилось на состоянии как пассажиров, так и сотрудников авиапредприятий.

Переход к концепции «Тихого аэропорта» процесс постепенный, который будет проходить поэтапно и не должен касаться звуковых оповещений, связанных с безопасностью пребывания в аэровокзальном комплексе.

Применение концепции «Тихого аэропорта» позволит обеспечить более комфортную атмосферу в оживленных терминалах аэропорта. В результате чего пассажиры смогут фокусироваться только на важных объявлениях.

К примеру, при более подробном рассмотрении передачи информации в рамках АО «Международный аэропорт Шереметьево» акустическим способом.

Были изменения, связанные с информационным оповещением в терминалах, информация на мониторах и места их установки были пересмотрены, в результате чего рейсы сгруппировали по времени отправления и разбиты на почасовые интервалы.

Также стоит отметить использование обновленного мобильного приложения аэропорта, в котором предусмотрена активация функции отправки уведомлений об изменениях по выбранному рейсу. Дополнительно новые достижения в области технологий позволяют легче применять эту практику.

Также следует отметить, какие объявления слышат пассажиры в аэропорту, в каких зонах и с какой частотой.

Для этого на основании официального регламента аэропорта перечислим типы объявлений:

- по вылету рейсов

- по прилету рейсов
- специальные
- дополнительные
- оперативные

Ниже представлена часть регламента акустических оповещений в АО «Шереметьево». Полный регламент расположен в приложении А.

Таблица 4.19 - Перечень объявлений по вылету рейсов

Наименование объявления	Регламент звучания	Ответственный за формирование объявления	Зоны вещания
Регистрация пассажиров			
Информирование о регистрации для всех авиакомпаний	1 раз/40 мин. круглосуточно	Диктор/АСЗИ	Общедоступная зона вылета
Информировании о регистрации для ПАО «Аэрофлот»	1 раз/40 мин. круглосуточно	Диктор/АСЗИ	Общедоступная зона вылета терминалов В, С Шереметьево (а также в других терминалах при необходимости)
Информирование о подходе к завершению регистрации	1 раз за 10 минут до окончания времени регистрации	АСЗИ	Общедоступная зона вылета
Посадка пассажиров			
Анонс начала посадки	1 раз перед началом посадки.	АСЗИ	Стерильная зона вылета
Начало посадки	1 раз	АСЗИ	Стерильная зона вылета
Посадка заканчивается	1 раз через 10 минут после начала посадки.	АСЗИ	Стерильная зона вылета

Продолжение таблицы 4.19

Наименование объявления	Регламент звучания	Ответственный за формирование объявления	Зоны вещания
Дополнительное приглашение на посадку	1 раз /7 мин.	АСЗИ	Стерильная зона вылета
Задержка посадки	По запросу представителя авиакомпании/агента на гейте	Диктор/АСЗИ	Стерильная зона вылета
Приостановка посадки	По запросу представителя авиакомпании/ агента на гейте	Диктор/АСЗИ	Стерильная зона вылета
Изменение терминала посадки/номера выхода на посадку	От 1 до 3 раз в зависимости от времени изменения выхода на посадку: - в момент изменения терминала/номера выхода (но не ранее, чем за 1,5 часа до времени вылета), - за 50мин. до вылета. - за 30 мин. до вылета.	АСЗИ	Стерильная зона вылета

Можно схематично представить количество объявлений, которые слышат сотрудники и пассажиры по вылету и прилёту (рисунок 4.17 – 4.18).

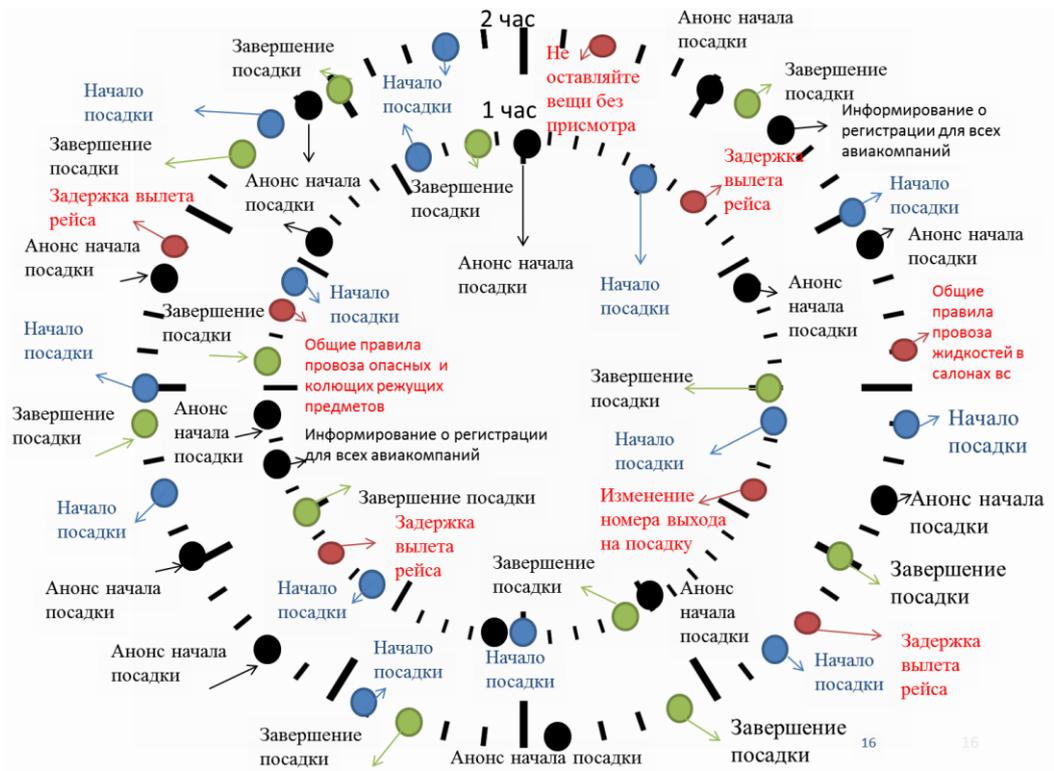


Рисунок 4.17 - Визуальное представление перечня объявлений по вылету

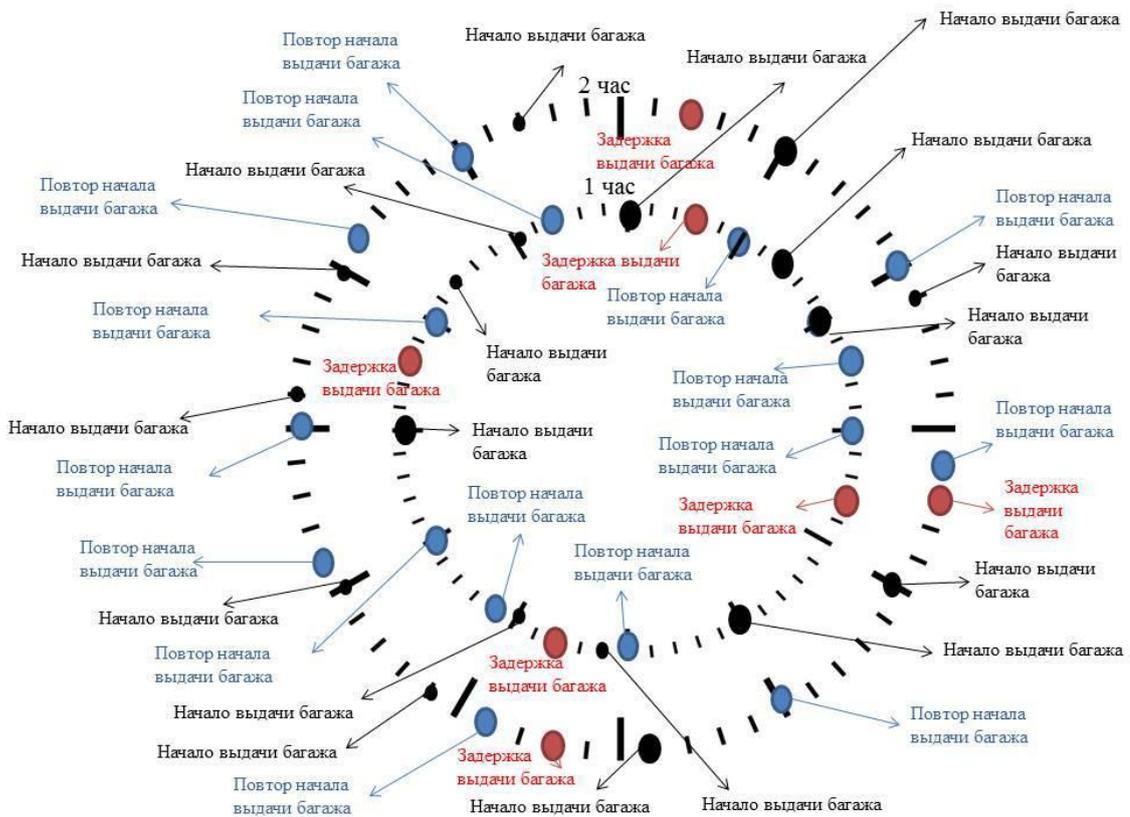


Рисунок 4.18 - Визуальное представление перечня объявлений по прилету

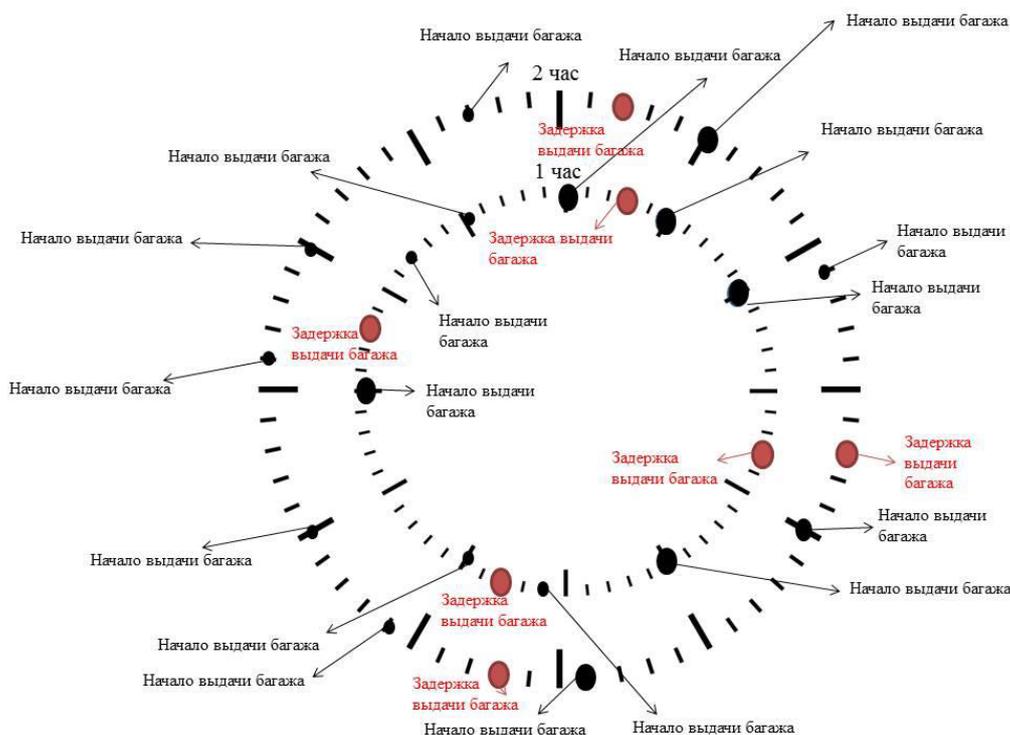


Рисунок 4.20 - Перечень объявлений по прилёту после реализации концепции «Тихий аэропорт»

В численном виде представить полученные результаты можно в следующей таблице:

Таблица 4.20 – Результаты применения концепции «Тихий аэропорт»

Зоны	До применения концепции	После применения концепции
По вылету	50	28
По прилету	37	25

Можно отнести выше перечисленные меры в рамках деятельности аэропорта Шереметьево к снижению шумового фактора в источнике образования.

Для того чтобы сделать информационное оповещение более удобным для пассажиров, применяют мониторы системы FIDS и хорошо проработанное мобильное приложение аэропорта для смартфонов, а также эффективная

система навигации в здании аэровокзалов [4].

Усилия аэропортов по снижению уровня шума является важным шагом в правильном направлении. Меньшее количество шума не только создает благоприятную атмосферу, но также укрепляет психологическое здоровье пассажиров и сотрудников, которые принимают непосредственное участие в обеспечении перевозочного процесса; дополнительно новые достижения в области технологий позволяют легче применять эту практику.

Если говорить о расширении концепции «Тихого аэропорта», то следует отметить международный опыт, а именно решения, принятые в аэропорт Чанги (Сингапур), который в одном из своих терминалов в зоне вылета в качестве напольного покрытия использует ковролин (рисунок 4.21), который помогает обеспечить более комфортную атмосферу как для пассажиров, так и конечно же для служб, участвующих в перевозочном процессе.



Рисунок 4.21 - Аэропорт Чанги (Сингапур)

На графике ниже [77] представлены коэффициенты звукопоглощения различных покрытий, используемых в аэропортах (рисунок 4.22 - 4.23).

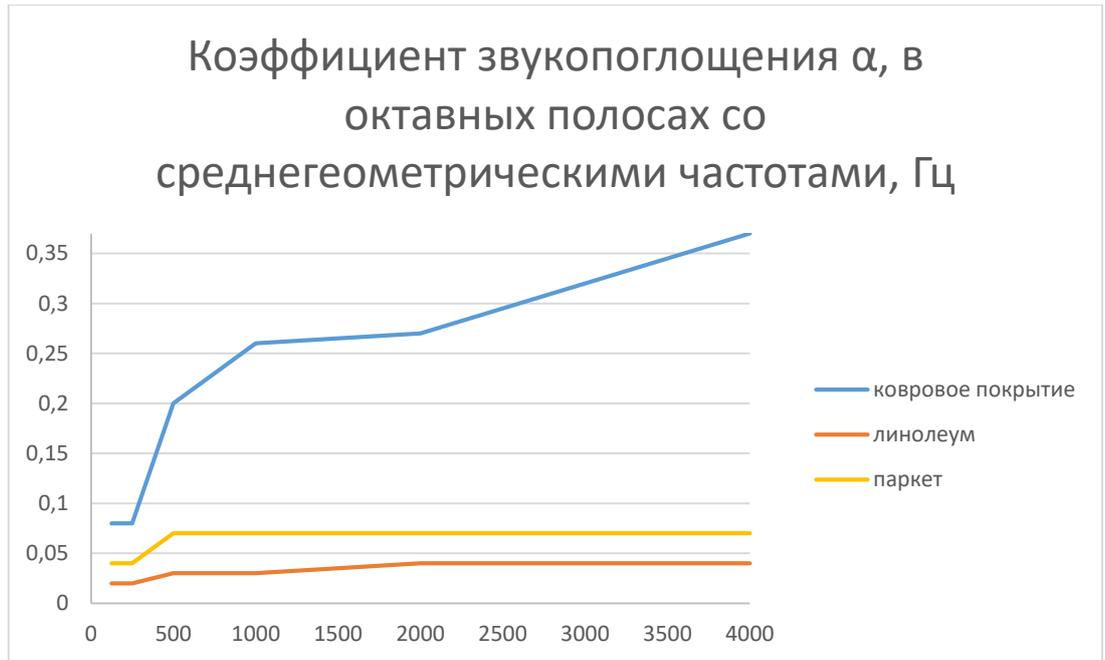


Рисунок 4.22 - Коэффициент звукопоглощения различных покрытий пола

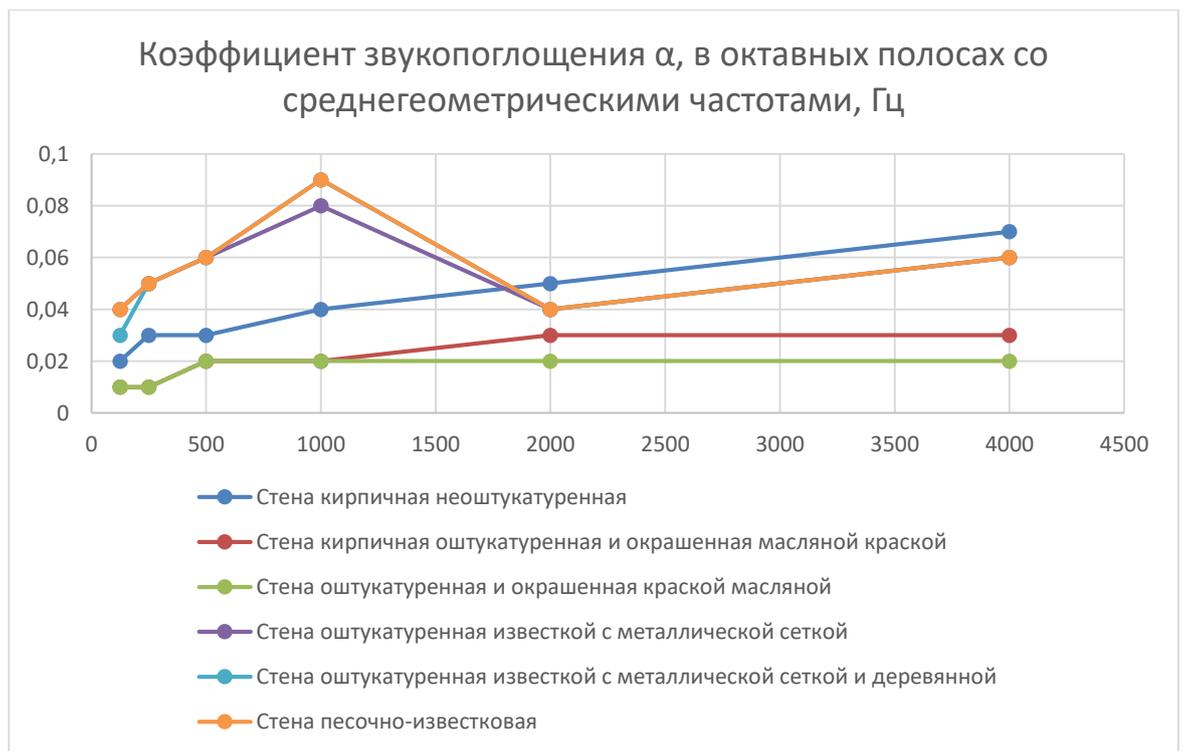


Рисунок 4.23 - Коэффициент звукопоглощения различных покрытий стен

Проанализировав график, можно прийти к выводу, что, если сравнить коэффициенты звукопоглощения различных напольных материалов, то ковровое покрытие имеет наибольшее значение, что свидетельствует о целесообразности его

использования, несмотря на достаточно высокие издержки на обслуживание покрытия.

При испытаниях коврового покрытия в части проявления акустических свойств используют методы, которые соответствуют международным стандартам ISO 354:2003 и ISO 140-6:1998[22, 25].

Одним из направлений усовершенствования данной концепции является применения растений в качестве звукопоглотителей.

Выводы по главе 4

1) Применен метод анализа иерархий для оценки системы обеспечения акустической безопасности, который показал, что применение проактивного подхода в рамках обеспечения акустической безопасности играет ключевую роль в выборе стратегии управления безопасностью.

2) Была предложена структурная схема функциональных обязанностей представителей различных уровней организационной структуры авиапредприятия в области организации охраны труда с учетом полиэргатичности системы.

3) Рассмотрены новые варианты реализации концепции «Тихий аэропорт», которые не были затронуты ранее, стоит отметить небольшое количество исследований в данной области, что дает возможность для дальнейшего развития. Одним из направлений усовершенствования данной концепции является применения растений в качестве звукопоглотителей.

3) Предлагаемые рекомендации и предложения по применению концепции «Тихий аэропорт» направлены на:

- Улучшение качества предоставляемых услуг авиапассажирам.

- Повышение конкурентоспособности аэропорта.
- Привлечение новых клиентов за счет создания более комфортной обстановки в аэропорту.

4) Уменьшение шумовой нагрузки на сотрудников аэровокзального комплекса, приводит к:

- Повышению производительности труда.
- Уменьшению производственного травматизма.
- Улучшению реакции.
- Увеличению концентрации внимания.
- Повышению надежности и качества работы.

Заключение

В ходе исследования поставленная цель была достигнута: предложены научно обоснованные решения, имеющие существенное значение для решения актуальной научной задачи разработки метода управления безопасностью персонала в полиэргатической системе авиапредприятия, который позволяет систематизировать и структурировать процессы по обеспечению безопасности персонала на авиапредприятии посредством проактивного подхода.

Метод управления безопасностью персонала в полиэргатической системе авиапредприятия включает в себя:

- 1) математическую модель управления безопасностью персонала в полиэргатической системе авиапредприятия;
- 2) метод ранжирования задач управления безопасностью персонала в полиэргатической системе авиапредприятия;
- 3) модель управления акустической безопасностью персонал в полиэргатической системе авиапредприятия;
- 4) критерии оценки риска при обеспечении акустической безопасности авиапредприятия.

Данный метод может стать частью мониторинга производственной безопасности на авиапредприятиях и использоваться при разработке нормативных актов по техносферной безопасности.

Получены, следующие результаты:

- 1) В ходе анализа установлено, что решение проблемы воздействия вредных и опасных факторов на персонал аэропортов заключалось преимущественно через организационно-технические меры и средства индивидуальной защиты (СИЗ), а подходы, связанные с мониторингом и проактивным управлением, остаются мало изученными.

2) Проанализировано нормативно-правовое регулирования производственной безопасности при организации пассажирских перевозок воздушным транспортом. При анализе изменений, которые происходили в гигиеническом нормировании на протяжении более двадцати лет, были отмечены несоответствия содержательной части новых документов нормативно-правового регулирования акустической безопасности.

3) Показано отсутствие согласованности между санитарными правилами, национальными и межгосударственными стандартами при проведении оценки неблагоприятного воздействия шума на сотрудников аэровокзального комплекса.

4) Разработана математическая модель управления безопасностью персонала в полиэргатической системе авиапредприятия. С использованием разработанной математической модели возможно управление различными компонентами производственной системы авиапредприятия, а именно потоками (материальными, финансовыми, кадровыми), производственными процессами, рабочими местами. Предложенные управляющие воздействия позволяют обеспечить приемлемый уровень производственной безопасности.

5) Разработан метод ранжирования задач управления безопасностью персонала в полиэргатической системе авиапредприятия, который показывает эффективность проводимых мероприятий на предприятии, а также может являться составной частью мониторинга производственной безопасности на предприятиях.

6) Разработана модель управления акустической безопасностью персонала в полиэргатической системе авиапредприятия. Данная модель используется в целях определения необходимого состава восстанавливаемых свойств элементов по обеспечению производственной безопасности, определения состава и последовательности технологических операторов, выбора средств технологического оснащения, определения исполнителей, выбора расчетных зависимостей и расчета параметров технологического процесса.

7) Разработаны критерии оценки риска при обеспечении акустической безопасности авиапредприятия. Для эффективного управления рисками в сфере производственной безопасности необходим комплексный подход, включающий различные методы оценки и анализа. Наиболее подходящими являются качественные методы (такие как «дерево отказов», «дерево событий», матрица «вероятность-последствия»). Применение данных методов требует наличия квалифицированных специалистов, владеющих соответствующими знаниями и навыками. Это обуславливает необходимость регулярного обучения и повышения компетенций сотрудников, вовлеченных в оценку рисков.

8) Проведена оценка акустической безопасности на авиапредприятии с использованием метода анализа иерархий. Установлено, что авиапредприятие, которое внедрило в свою деятельность проактивный подход имеет более качественную систему по обеспечению акустической безопасности.

9) Предложены рекомендации по обеспечению акустической безопасности авиапредприятия.

Список используемых источников

1. Авиационная медицина (руководство) / Под. Ред. Н.М. Рудного, П.В. Васильева, В.С. Гозулова. – М.: Медицина, 1986. – 580 с.
2. Алексеев С. В. О механизме действия шума на ушной лабиринт / С. В. Алексеев, В. Ф. Аничин, И. П. Павлов // Гигиена труда и проф. заболевания – 1984. – № 10. – С.22-24
3. Алексеев С. В. Производственный шум. / С.В. Алексеев, М.Л. Хаймович, Е.Н. Кадыскина и др. – Л.: Медицина, 1991. – 136 с.
4. Аэропорты просят тишины [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.aviaport.ru/news/2018/10/15/558403.html> (дата обращения 18.05.2024)
5. Баскаков В. П. Формирование системы управления охраной труда и промышленной безопасностью на основе управления рисками / В.П. Баскаков, В.И. Ефимов, Г.В. Сенаторов // Безопасность труда в промышленности. 2008. № 9. С. 60–64.
6. Белов П. Г. Моделирование опасных процессов в техносфере. Киев: КМУГА, 1999. 512 с.
7. Белов П. Г. Теоретические основы системной инженерии безопасности. Киев: КМУГА, 1997. 428 с.
8. Беньямина П. И. Анализ методов оценки рисков в области производственной безопасности на авиапредприятии / П. И. Беньямина, О. Г. Феоктистова // Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык. – 2024. – № 3. – С. 45-58. – DOI 10.51955/2312-1327_2024_3_45. – EDN IOYUYS.
9. Беньямина П. И. Влияние шума на авиационный персонал и пассажиров / П. И. Беньямина // Наука. Техника. Человек: исторические, мировоззренческие и методологические проблемы: Межвузовский сборник научных работ, Москва, 18 ноября 2021 года. Том Выпуск 11. – Москва:

Московский государственный технический университет гражданской авиации, 2021. – С. 192-195. – EDN LCFIJV.

10. Беньямина П. И. Концепция «Тихого аэропорта» и методы снижения шумового загрязнения / П. И. Беньямина, О. Г. Феоктистова // Наука. Техника. Человек: исторические, мировоззренческие и методологические проблемы. – 2022. – Т. 1, № 12. – С. 382-386. – EDNNQWMJM.

11. Беньямина П. И. Нормативно-правовое обеспечение акустической безопасности персонала аэропорта / П. И. Беньямина, О. Г. Феоктистова // 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. – Москва: ИД Академии имени Н. Е. Жуковского, 2023. – С. 159-160. – EDN TSRJHI.

12. Биндус В. А., Овчаров П. Н. Обеспечение безопасности производственной среды процессов технического обслуживания авиатехники как составляющая требования комплексной безопасности на воздушном транспорте // Инновационные процессы в современном мире (Иннофорум-2016): материалы международной научно-практической конференции. Сочи - Ростов-на-Дону, 21–25 сентября 2016 г. Сочи. - Ростов-на-Дону: Фонд науки и образования, 2016. С. 132–135.

13. Болховитинов В.Ф. Пути развития летательных аппаратов. М.: Оборонгиз, 1962. 131 с.

14. Большунов Ю. А. Оценка рисков здоровью населения и лётного состава гражданской авиации при воздействии шума и выбросов загрязняющих веществ / Ю. А. Большунов, Б. Н. Мельников, Н. И. Николайкин // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. – 2013. – № 192. – С. 63-72.

15. Борисова Е. В. Квалиметрия компетенций: методологические подходы и методы: монография / Е. В. Борисова; Е. В. Борисова; Тверской государственный

технический университет. – Тверь: Тверской государственный технический университет, 2011. – 152 с.

16. Военная оториноларингология: Учебник / Под ред. А.Е. Курашвили. – Л.: ВМедА, 1976. – 308 с.

17. Воздушные перевозки: Учеб. пособие / Сост. Л.Б. Бажов. – Ульяновск: УВАУ ГА, 2005 – 86 с.

18. ГОСТ 12.0.230.3-2016. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Оценка результативности и эффективности. Введён 31.05.2017. [Электронный ресурс]. URL:<https://docs.cntd.ru/document/1200145713> (дата обращения: 12.11.2024).

19. ГОСТ 12.1.003-2014. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности. Введён 01.11.2015 [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200118606/> (дата обращения: 12.04.2023).

20. ГОСТ 12.1.003-83. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности. Введён 01.07.1984 [Электронный ресурс]. URL:<https://docs.cntd.ru/document/5200291/> (дата обращения: 12.04.2023).

21. ГОСТ 22283–2014. Шум авиационный. Допустимые уровни шума на территории жилой застройки и методы его измерения. Введён 01.01.2015 [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200112157/> (дата обращения: 12.04.2023).

22. ГОСТ 31704-2011. Материалы звукопоглощающие. Метод измерения звукопоглощения в реверберационной камере. Введён 01.07.2013 [Электронный ресурс]. URL:<https://docs.cntd.ru/document/1200097748/> (дата обращения: 12.04.2025).

23. ГОСТ 55846 - 2013. Воздушный транспорт. Система менеджмента безопасности авиационной деятельности. Приемлемый риск. Принципы и методы определения приемлемого риска для государства и поставщиков обслуживания. Введён 01.01.2015 [Электронный ресурс]. URL:<https://docs.cntd.ru/document/1200107500> (дата обращения: 13.04.2024).

24. ГОСТ Р 58771 – 2019. Менеджмент риска. Технологии оценки риска. Введён 01.03.2020 [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200170253> (дата обращения: 15.09.2024).
25. ГОСТ Р ИСО 10848-1-2012. Акустика. Лабораторные измерения косвенной передачи воздушного и ударного шума между смежными помещениями. Часть 1. Основные положения. Введён 01.12. 2013 [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200100086/> (дата обращения: 12.04.2025).
26. Готлиб Я. Г. Вопросы ограничения шума для оценки условий труда / Я. Г. Готлиб, Н. П. Алимов, В. Н. Азаров // Альтернативная энергетика и экология: Международный научный журнал. Вып.13 (135). Саров: Научно-технический центр «ТАТА». С. 70–83.
27. Граб В. П. Квалиметрический подход к оценке показателей качества продукции // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». 2012. Т. 1. С. 107–110.
28. Елисов Л. Н. Авиационная безопасность как объект математического моделирования / Л. Н. Елисов, Н. И. Овченко // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. – 2017. – Т. 20, № 3. – С. 13-20.
29. 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.
30. Зинкин В. Н. К обоснованию критериев неблагоприятного действия низкочастотного шума на легкие / В. Н. Зинкин, К. П. Жинь, А. И. Леушина и др. // Проблема оценки и прогнозирования здоровья военнослужащих в условиях современной реформы / Материалы конференции. – СПб., 1995. – С.45
31. Измеров Н. Ф. Распространенность сердечно-сосудистых расстройств и факторы риска у женщин, работающих в условиях производственного шума / Н. Ф. Измеров, А. Е. Вермель, Е. И. Кочанова и др. // Гигиена труда. – 1986. – № 6. – С. 4-8.

32. Измеров Н. Ф. Человек и шум / Н. Ф. Измеров, Г. А. Суворов, Л. В. Прокопенко– М.: ГЭОТАР-МЕД, 2001. – 379 с.
33. Информационно-статистический бюллетень «Транспорт России» январь-декабрь 2022 года / Министерство транспорта Российской Федерации. – Москва: 2023. – 31 с.
34. Ковалевский В. В. Исследование влияния производственного шума на функциональное состояние и адаптивные системные реакции организма: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Л., 1990. – 20 с.
35. Косарев В. В. Профессиональные болезни / В.В. Косарев, С. А. Бабанов– М.: ГЭОТАР–Медиа, 2010. – 368 с.
36. Крылов В. Ю. Методологические и теоретические проблемы математической психологии / Под. ред. А. В. Брушлинского и С. С. Бубновой; Рос. акад. наук. Ин-т психологии. - Москва: Янус-К, 2000. - 374 с.; ISBN 5-8037-0056-8
37. 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.
38. Крылов Ю. В. Авиационные шумы // Справочник авиационного врача. – М., 1991. – Глава 8. – С.165-188.
39. Кубланов М. С. Математическое моделирование. Методология и методы разработки математических моделей механических систем и процессов: учеб. пособие. Ч. I. 3-е изд. М.: МГТУ ГА, 2004.108 с.
40. Кубланов М. С. Проверка адекватности математических моделей // Научный Вестник МГТУ ГА. 2015. № 211 (1). С. 29–36.
41. Кузнецова М. Н. Экономика охраны труда: монография / М. Н. Кузнецова. – Воронеж: Воронежский гос. педагогический ун-т, 2014. – 182 с.
42. Кузнецова С. В. Донозологические дезадаптационные психические расстройства у лиц, подвергшихся воздействию шума и вибрации: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Казань, 1988. – 21 с.

43. Кузьмин И. И. Безопасность и риск: Эколого-экономические аспекты/ И. И. Кузьмин, Н.А. Махутов, С. В. Хетагуров -СПб: Изд-во СПбГУ-эф.1997. 164с.
44. Кузьмин И. И. Оценка риска от техногенного загрязнения атмосферы и задача управления риском в регионе / И. И. Кузьмин, В. А. Пантелеев // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях, вып. 3, 1993 -42-50с.87
45. Лавров И. А. Задачи по теории множеств, математической логике и теории алгоритмов. 5-е изд., исправл./ И. А. Лавров, Л. Л. Максимова - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. 256 с.
46. Левашов С. П. Мониторинг и анализ профессиональных рисков в России и за рубежом: монография / С. П. Левашов. – Курган: Курганский государственный университет, 2013. – 345 с. – ISBN 978-5-4217-0214-6. – EDN VQPZOX.
47. Левашов С. П. Профессиональный риск: методология мониторинга и анализа: монография / С. П. Левашов, В. С. Шкрабак. – Курган: Курганский государственный университет, 2015. – 301 с. – EDNVNTDRV.
48. Мажкенов С. А. Модифицированный матричный метод для оценки профессиональных рисков / С. А. Мажкенов, М. А. Товстий // Экономика труда. 2023. Т. 10, № 11. С. 1759-1780. DOI 10.18334/et.10.11.119803. EDN UXGIBG.
49. 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.
50. Матвеев Ю.А. Прогнозирование и управление экологической безопасностью при реализации сложных технических проектов / Ю.А. Матвеев, А. А. Позин, А. И. Юнак - М.: Изд-во МАИ, 2005. 367 с.
51. Минько Э. В. Теория организации производственных систем: учеб. пособие/ Э. В. Минько, А. Э. Минько- М.: Экономика, 2007. 493 с
52. Ногин В.Д. Сужение множества Парето: аксиоматический подход. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2016. 272 с.

53. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2022 году: государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2023. – 368 с.
54. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование: учебник. В 3 ч. Ч. 2. Экспертные оценки. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. 486 с.
55. Орловская Э.П. Влияние шума на организм и работоспособность человека. – Киев, 1970. – 32 с.
56. Основные показатели работы гражданской авиации России за январь - декабрь 2021-2022 годы / Федеральное агентство воздушного транспорта. – Москва: 2022. – 2 с. [Электронный ресурс] URL: <https://m.favt.gov.ru/novosti-novosti/?id=8772> (дата обращения 30.10.2022).
57. Основные показатели работы гражданской авиации России за январь - декабрь 2020-2021 годы / Федеральное агентство воздушного транспорта. – Москва: 2021. – 2 с. [Электронный ресурс] URL: <https://m.favt.gov.ru/novosti-novosti/?id=8772> (дата обращения 30.10.2022).
58. Парафесь С. Г. Методика и программное обеспечение экспертизы проектных предложений изделий авиационной и ракетной техники / С. Г. Парафесь, О. Г. Феоктистова // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. – 2018. – Т. 21, № 1. – С. 77-87. – DOI 10.26467/2079-0619-2018-21-1-77-87. – EDN YQNLUU.
59. Пахомова Л.А., Олейник П.П. Выбор и оценка параметров аттестации рабочих мест СОУТ (специальная оценка условий труда) // Строительное производство. 2019. № 1. С. 49–52. DOI 10.54950/26585340_2019_1_49
60. Пинчук Н. В. Психоакустика и воздействие шума (психолого-педагогические аспекты). СПб.: Речь, 2007. 128 с.
61. Профессиональная патология: национальное руководство / Под ред. Н.Ф. Измерова. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. – 784 с.

62. Профессиональный риск. Теория и практика расчета / А. Г. Хрупачев, А. А. Хадарцев, В. А. Дунаев [и др.]. Тула: Тульский государственный университет, 2011. 330 с. EDN WMUGVX.

63. Р 2.2.2006-05. Руководство, по гигиенической оценке, факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. Утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 29.07.2005 [Электронный ресурс]. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=92758> (дата обращения: 12.04.2023).

64. Решетчатые крылья / С.М. Белоцерковский, Л.А. Одновол, Ю.З. Сафин и др. / Под ред. С.М. Белоцерковского. М.: Машиностроение, 1985. 320 с.

65. Роик В. Д. Профессиональный риск: оценка и управление / В. Д. Роик. М.: Анкил, 2004. 222 с.

66. Сагалович Б. М. Методы исследования слуха в клинической аудиологии / Тугоухость. – М.: Медицина, 1988. –155 с.

67. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. Введены 29.01.2021 [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202102030022> (дата обращения: 08.11.2022).

68. СанПиН 2.2.4.3359-16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Введены 21.06.2016 [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_203183/ (дата обращения: 12.04.2023).

69. Скребнев С. В. Современные направления решения шумовой проблемы в авиации / С. В. Скребнев, Ю. В. Крылов, О. А. Воробьев // Военно-медицинский журнал. – 2003. – № 5. – С 51-52.

70. Слуховая система / Под ред. А.Я. Альтман. – Л.: Наука, 1990. – 620 с.

71. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки: Санитарные нормы: Постановление Госкомсанэпиднадзора России от 31 октября 1996 г. № 36 [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_103805/ (дата обращения: 12.04.2023).

72. Справочные материалы к расширенному заседанию коллегии Министерства транспорта Российской Федерации по вопросу «О состоянии и перспективах развития гражданской авиации в Российской Федерации», – М.: Минтранс России, 2014

73. Суворов Г.А. О корреляции потерь слуха и нервно-сосудистых нарушений у работающих в зависимости от уровня шума / Г. А. Суворов, Э. И. Денисов, В. Г. Овакимов // Гигиена труда. – 1979. – № 7. – С.18-22.

74. Суворов Г.А. Акустические колебания: шум, инфразвук, ультразвук эколого-гигиеническая оценка и контроль / Г. А. Суворов, Л. В. Прокопенко – М.: Ред. журнала «Охрана труда и соц. страхование». – 2000. – 216 с.

75. Суворов Г. А. Рекомендации к проведению аттестации рабочих мест по условиям труда при воздействии виброакустических факторов / Г. А. Суворов, Л. В. Прокопенко, Л. Н. Шкаринов // Охрана труда и социальная защита. Практикум. – 1999. – № 3. – С.1-22.

76. Т. Саати. Принятие решений. Метод анализа иерархий. Перевод с английского Р. Г. Вачнадзе. Москва «Радио и связь» 1993.

77. Таблица коэффициентов звукопоглощения [Электронный ресурс]. - URL:<https://frontacoustic.ru/assets/foruser/blog/Tablezvuk/Таблица%20коэффициентов%20звукопоглощения.pdf> (дата обращения 08.11.2024)

78. 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.

79. Тарасенко Г.И. О возможности восприятия и переработки сложной речевой информации / Г. И. Тарасенко, Г. Е. Щербаченко, И. А. Петленко // Военно-медицинский журнал. – 1987. – № 10. – С.48-49.
80. Темкина И. Я. Слуховая адаптация при поражении слуха // Вестник оториноларингологии. – 1965. – № 5. – С.24-27.
81. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года// утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2008 г. № 1734-р. [Электронный ресурс] URL <http://https://mintrans.gov.ru/documents/3/1009> (дата обращения 30.11.2022).
82. Туровец О.Г., Родионов В.Б., Бухалков М.И. и др. Организация производства и управление предприятием: учебник / Под ред. О.Г. Туровца. 3-е изд. М.: ИНФРА-М, 2002. 528 с.
83. Удельный вес численности работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, в организациях: Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс] URL: https://rosstat.gov.ru/working_conditions (дата обращения 30.10.2022).
84. Феоктистова О. Г. Основы повышения эффективности управления системой экологической безопасности при техническом обслуживании и ремонте авиационной техники: монография. М.: МГТУ ГА, 2008. 314 с.
85. Феоктистова О.Г. Теоретические основы повышение эффективности управления системой экологической безопасности при техническом обслуживании и ремонте авиационной техники: дисс. ... докт. техн. наук. М.: МГТУ ГА, 2009. 439 с.
86. Феоктистова О. Г. Актуальность оценки производственного риска на авиапредприятиях / О. Г. Феоктистова, И. К. Туркин, С. В. Баринов // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. – 2017. – Т. 20, № 4. – С. 162-175. – DOI 10.26467/2079-0619-2017-20-4-162-173.

87. Феоктистова Т. Г. Безопасность жизнедеятельности. Производственная санитария и гигиена труда: учебное пособие / Т. Г. Феоктистова, О. Г. Феоктистова, Т. В. Наумова; Т. Г. Феоктистова, О. Г. Феоктистова, Т. В. Наумова; Федеральное агентство воздушного трансп., Федеральное гос. образовательное учреждение высш. проф. образования «Московский гос. технический ун-т гражданской авиации», Каф. безопасности полетов и жизнедеятельности. – Москва: Московский гос. технический ун-т ГА, 2007. – 21 с.

88. Цирулева И. Тихая гавань: в аэропортах хотят сократить число голосовых сообщений [Электронный ресурс]. - URL: <https://iz.ru/799943/irina-tcyruleva/tikhaia-gavan-v-aeroportakh-khotiat-sokratit-chislo-golosovykh-soobshchenii> (дата обращения 18.03.2024)

89. 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.

90. Шум и шумовая болезнь / Е. Ц. Андреева-Галанина, С. В. Алексеев, А. В. Кадыскин, Г. А. Суворов; Под ред. проф. Е. Ц. Андреевой-Галаниной. Ленинград: Медицина. Ленинградское отделение, 1972. 303 с.

91. Benyaminova P. I. Model of the process safety management system at an airline / P. I. Benyaminova, O. G. Feoktistova // Civil Aviation High Technologies. – 2024. – Vol. 27, No. 1. – P. 18-27. – DOI 10.26467/2079-0619-2024-27-1-18-27. – EDN RKIEGH.

92. European Commission. Information notices on occupational diseases: a guide to diagnosis. Luxembourg: Office for official publications of the European Communities 2009.

93. Glendon A.I., Clarke S.G., Mckenna E.F. Human safety and risk management. 2nd ed. Florida: CRC Press, 2006. 528 p. DOI: 10.1201/9781420004687

94. Kryter K.D. The effects of noise on man. – Orlando, San Diego, New York, London, Tokyo: Academic Press, 1985. – 688 p.

95. 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.
96. Occupational noise exposure. Standard 29 CFR, 1910.95. – Washington, DC: US Department of labor, 2008.
97. Recording criteria for cases involving occupational hearing loss. Standard 29 CFR, 1904.10. – Washington, DC: US Department of labor, 2004.
98. 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.
99. Silence, please. This is an airport [Электронный ресурс]. - URL: <https://edition.cnn.com/travel/article/silent-airports/index.html> (дата обращения 18.05.2024)
100. 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.
101. 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.
102. 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.
103. Zwicker E., Fasti H. *Psychoacoustics*. – Berlin: Springer-Verlag, 1990. 385 p.

Таблица А 1 Перечень объявлений по вылету рейсов

Наименование объявления	Регламент звучания	Ответственный за формирование объявления	Зоны вещания
Регистрация пассажиров			
Информирование о регистрации для всех авиакомпаний	1 раз/40 мин. круглосуточно	Диктор/АСЗИ	Общедоступная зона вылета
Информировании о регистрации для ПАО «Аэрофлот»	1 раз/40 мин. круглосуточно	Диктор/АСЗИ	Общедоступная зона вылета терминалов В, D Шереметьево (а также в других терминалах при необходимости)
Информирование о подходе к завершению регистрации	1 раз за 10 минут до окончания времени регистрации	АСЗИ	Общедоступная зона вылета
Приостановка регистрации	1 раз по запросу представителя авиакомпании	Диктор/АСЗИ	Общедоступная зона вылета
Задержка регистрации пассажиров на рейс	1 раз по запросу представителя авиакомпании	Диктор/АСЗИ	Общедоступная зона вылета
Посадка пассажиров			
Анонс начала посадки	1 раз перед началом посадки.	АСЗИ	Стерильная зона вылета
Начало посадки	1 раз	АСЗИ	Стерильная зона вылета
Посадка заканчивается	1 раз через 10 минут после начала посадки.	АСЗИ	Стерильная зона вылета
Дополнительное приглашение на посадку	1 раз /7 мин.	АСЗИ	Стерильная зона вылета
Задержка посадки	По запросу представителя авиакомпании/агента на гейте	Диктор/АСЗИ	Стерильная зона вылета

Таблица А1 (продолжение) Перечень объявлений по вылету рейсов

Наименование объявления	Регламент Звучания	Ответственный за формирование объявления	Зоны вещания
Приостановка посадки	По запросу представителя авиакомпании/ агента на гейте	Диктор/АСЗИ	Стерильная зона вылета
Изменение терминала посадки/номера выхода на посадку	От 1 до 3 раз в зависимости от времени изменения выхода на посадку: - в момент изменения терминала/номера выхода (но не ранее, чем за 1,5 часа до времени вылета), - за 50мин. до вылета. - за 30 мин. до вылета.	АСЗИ	Стерильная зона вылета
Изменение расписания			
Задержка вылета рейса	1 раз/30 мин.	АСЗИ	Стерильная зона вылета
	1 раз/60 мин.	АСЗИ	Общедоступная зона вылета
Отмена рейса по вылету	По запросу представителя авиакомпании	Диктор/АСЗИ	Общедоступная зона вылета
Перевод вылета в другой терминал	В момент изменения терминала (но не ранее, чем за 4 часа до времени окончания регистрации); каждый час до момента окончания регистрации	АСЗИ	Общедоступная зона вылета терм D,E,F

Таблица А2 Перечень объявлений по прилету рейсов

Наименование объявления	Регламент звучания	Ответственный за формирование объявления	Зоны вещания
Выдача багажа			
Начало выдачи багажа	В момент начала выдачи багажа и через 5 мин.	АСЗИ	Зона выдачи багажа
Задержка выдачи багажа	через 15 мин. после расчетного времени начала выдачи багажа, если выдача багажа не началась и далее 1 раз/15 мин.	АСЗИ	Зона выдачи багажа
Изменение номера багажного транспортера	1 раз/15 мин.	АСЗИ	Зона выдачи багажа
Посадка воздушного судна (далее – ВС)			
Информирование о посадке ВС	В момент приземления.	АСЗИ	Общедоступная зона прилета
Изменение номера багажного транспортера	1 раз/15 мин.	АСЗИ	Зона выдачи багажа
Изменение расписания			
Отмена рейса по прилету	По запросу представителя авиакомпании	Диктор/АСЗИ	Общедоступная зона прилета

Таблица А3 Перечень специальных объявлений

Наименование объявления	Регламент звучания	Ответственный за озвучивание объявления	Зоны вещания
Безопасность на входах в терминал	1 раз/3 часа	Диктор/АСЗИ	Общедоступная зона вылета и прилета, улица+входной контроль
Общие правила провоза жидкостей в салонах воздушных судов	1 раз/3 часа	Диктор/АСЗИ	Общедоступная зона вылета
Общие правила провоза опасных и колющих режущих предметов	1 раз/3 часа	Диктор/АСЗИ	Общедоступная зона вылета
Не оставляйте вещи без присмотра, забытые вещи	1 раз/3 часа	Диктор/АСЗИ	Общедоступная зона вылета
Таможенные правила для вылетающих пассажиров	1 раз/3 часа	Диктор/АСЗИ	Общедоступная зона вылета
Таможенные правила для прилетающих пассажиров	1 раз/3 часа	Диктор/АСЗИ	Зона выдачи багажа

Таблица А4 Перечень дополнительных объявлений

Наименование объявления	Регламент звучания	Ответственный за озвучивание объявления	Зоны вещания
Приглашение людей к разным объектам в терминалах	По запросу работников, пассажиров/клиентов. Не более 1 раза.	Диктор/АСЗИ	По запросу.
Забытые (оставленные вещи)	По запросу работников, пассажиров/клиентов. Не более 1 раза.	Диктор/АСЗИ	По запросу.
Неполученный багаж	По запросу работников розыска багажа. Не более 1 раза.	Диктор/АСЗИ	По запросу.
Приглашение пассажиров для получения ваучеров/переоформления и т.д.	По запросу представителя авиакомпании/агента.	Диктор/АСЗИ	По запросу.
Вызов полиции	По запросу. Не более 1 раза.	Диктор/АСЗИ	По запросу.

Таблица А4 (продолжение) Перечень дополнительных объявлений

Наименование объявления	Регламент звучания	Ответственный за озвучивание объявления	Зоны вещания
Работают Кинологи	По запросу работников авиабезопасности.	Диктор/АСЗИ	По запросу.
Потерянные дети/родители	По запросу работников, пассажиров/клиентов. Не более 1 раза.	Диктор/АСЗИ	По запросу.
Приглашение водителей к своим автомобилям	По запросу работников паркинга, безопасности Полиции. Не более 1 раза.	Диктор/АСЗИ	Общедоступная зона по вылету и прилету. Улица+входной контроль.
Приглашение представителей авиакомпаний	По запросу пассажиров. Не более 1 раза.	Диктор/АСЗИ	По запросу.
Вызов пассажиров в комнату ручного досмотра	По запросу работников КРД. Не более 1 раза на 1 пассажира.	Диктор/АСЗИ	Общедоступная зона по вылету и прилету. Стерильная зона. Зоны предполетного досмотра.
Общественный транспорт до города Москвы	1 раз/3 часа	Диктор/АСЗИ	Общедоступная зона прилета
Ночной автобус Н1	1 раз/3 часа	Диктор/АСЗИ	Общедоступная зона прилета

Таблица А5 Перечень оперативных объявлений

Наименование объявления	Регламент звучания	Ответственный за озвучивание объявления	Зоны вещания
Замедленная регистрация (более 2 минут)	По согласованию с СНА ДЦУААО «МАШ»	Диктор/АСЗИ	Общедоступная зона вылета
Неработающие киоски самостоятельной регистрации	По согласованию с СНА ДЦУААО «МАШ»	Диктор/АСЗИ	Общедоступная зона вылета
Задержка выдачи багажа при грозе	По согласованию с СНА ДЦУААО «МАШ»	Диктор/АСЗИ	Зоны выдачи багажа
Мониторы и табло в терминале временно не работают	По согласованию с СНА ДЦУААО «МАШ»	Диктор/АСЗИ	Общедоступные и стерильные зоны
Пожарно-тактические учения	По согласованию с СНА ДЦУААО «МАШ»	Диктор/АСЗИ	Все зоны
Учения (сигнал), аварийное оповещение	По согласованию с СНА ДЦУААО «МАШ»	Диктор/АСЗИ	Все зоны
Грозовая деятельность	По согласованию с СНА ДЦУААО «МАШ»	Диктор/АСЗИ	Общедоступные и стерильные зоны
Отключение электроэнергии	По согласованию с СНА ДЦУААО «МАШ»	Диктор/АСЗИ	Все зоны
Боковой ветер	По согласованию с СНА ДЦУААО «МАШ»	Диктор/АСЗИ	Общедоступные и стерильные зоны
Снегопад	По согласованию с СНА ДЦУААО «МАШ»	Диктор/АСЗИ	Общедоступные и стерильные зоны
Ледяной дождь	По согласованию с СНА ДЦУА	Диктор/АСЗИ	Общедоступные и стерильные зоны
Туман	По согласованию с СНА ДЦУААО «МАШ»	Диктор/АСЗИ	Общедоступные и стерильные зоны
Критические температуры	По согласованию с СНА ДЦУААО «МАШ»	Диктор/АСЗИ	Общедоступные и стерильные зоны
Задержка выдачи багажа при снегопаде	По согласованию с СНА ДЦУА АО «МАШ»	Диктор/АСЗИ	Зоны выдачи багажа
Задержка выдачи багажа при тумане	По согласованию с СНА ДЦУААО «МАШ»	Диктор/АСЗИ	Зоны выдачи багажа
Задержка выдачи багажа при ледяном дожде	По согласованию с СНА ДЦУААО «МАШ»	Диктор/АСЗИ	Зоны выдачи багажа