

Информационная система поддержки принятия решений при мониторинге акустической безопасности профессиональной деятельности авиационных специалистов

А. В. Богомолов¹, С. П. Драган², В. Н. Зинкин³
Государственный научный центр РФ – Федеральный
медицинский биофизический центр им. А.И.Бурназяна
¹a.v.bogomolov@gmail.com, ²s.p.dragan@mail.ru,
³zinkin-vn@yandex.ru

С. А. Загребина¹, Г. А. Свиридюк²
Южно-Уральский государственный университет
¹ridyu@mail.ru, ²zagrebina_sophiya@mail.ru

Е. В. Ларкин
Тульский государственный университет
elarkin@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты разработки информационной системы поддержки принятия решений при мониторинге акустической безопасности профессиональной деятельности авиационных специалистов. Информационная система реализована по принципу территориально-распределенной системы, компоненты которой объединены в единое целое общим информационным полем. Результаты мониторинга акустической безопасности профессиональной деятельности авиационных специалистов, сопоставленные с изменениями показателей их здоровья, позволяют решать задачи планирования и реализации мероприятий по обеспечению акустической безопасности профессиональной деятельности авиационных специалистов, а также мониторинга, анализа, оценивания и прогнозирования функциональной надежности их профессиональной деятельности.

Ключевые слова: авиационная антропозкология; акустическая безопасность; мониторинг условий труда авиационных специалистов; надежность деятельности авиационных специалистов

Научно-технический прогресс обуславливает повышению мощности промышленного оборудования, сопровождающемуся увеличением неблагоприятных факторов условий деятельности персонала. Ведущее место среди таких факторов занимает шум: около 25% рабочих мест персонала промышленности не соответствуют нормативам по шуму [1–3].

В большинстве случаев обеспечить акустическую безопасность персонала снижением уровня шума в источнике образования невозможно, так как снижение мощности оборудования снижает его производительность. Поэтому для обеспечения акустической безопасности применяют технологии, обеспечивающие индивидуальную и коллективную защиту персонала от шума [1, 4–7].

Наиболее остро проблема обеспечения акустической безопасности персонала стоит в авиационной промышленности, прогресс которой приводит к росту интенсивности и времени экспозиции авиационного шума, имеющего характерные особенности [8–11]:

- широкополосный спектр с наличием нескольких максимумов спектральной плотности мощности в низко-, средне- и высокочастотных звуковых диапазонах с выраженной инфразвуковой составляющей;
- уровни звукового давления практически во всех октавных частотах превышают 100 дБ, что позволяет классифицировать шум как высокоинтенсивный;
- шумовое воздействие носит циклический характер – периоды активной нагрузки длятся от нескольких десятков минут до нескольких часов и чередуются с паузами, длительность которых изменяется в тех же пределах.

Из сорока пяти основных профессий авиационной промышленности условия труда представителей девятнадцати из них относят к вредным [1]. Профессиональные и профессионально обусловленные заболевания выявлены у 91% персонала авиационной промышленности, причем у большинства из них установлена сочетанная патология двух и более систем организма [1–3, 8–11].

Проблема защиты от авиационного шума усугубляется отсутствием табельных средств индивидуальной (ИСЗ) и коллективной (СКЗ) защиты, обеспечивающих эффективную защиту персонала. Применяемые персоналом СИЗ и СКЗ, как правило, неэффективны с

точки зрения шумозащиты, что повышает риски здоровью и работоспособности [2, 5, 7, 9, 12].

Принятие решений по планированию, реализации и мониторингу качества мероприятий по обеспечению акустической безопасности профессиональной деятельности авиационных специалистов требует хранения, поиска и обработки информации, а также соответствующих организационных ресурсов, которые обеспечивают получение и распространяют эту информацию. Изложенное обуславливает актуальность разработки специальных информационных систем поддержки принятия решений при мониторинге акустической безопасности профессиональной деятельности авиационных специалистов.

I. ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МОНИТОРИНГА АКУСТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Мониторинг акустической безопасности предполагает оценивание шума окружающей среды, включающего специфичный (связанный с исследуемыми источниками шума) и остаточный (шум окружающей среды без наличия специфичного шума) компонент [13, 14]. Обязательной частью любой программы обеспечения акустической безопасности является проведение объективных акустических измерений. Правила и стандарты определяют показатели, которые подлежат измерению, и, в большинстве случаев, устанавливают рекомендации по настройке измерительного оборудования в зависимости от различных факторов (метеорологических, климатических).

Типовыми являются акустические измерения, которые выполняют на большом расстоянии от фасадов зданий и препятствий, с подветренной стороны, в сухую погоду при скорости ветра менее 5 м/с, с размещением микрофона на высоте 1,2–1,5 м над уровнем земли.

В качестве показателя промышленного шума Международным стандартом ISO 1996-2 определена величина шумового воздействия, откорректированная с учётом ряда факторов, увеличивающих степень раздражения (импульсный характер шума, время суток и др.) и установлено, что граничные оценки следует определять в зависимости от интервалов времени, связанных с характеристиками источника/источников и приёмника/приёмников шума. Расчёт уровней шума из-за большого объема данных, характерных для акустических измерений в реальном масштабе времени, выполняют автоматизировано.

При акустическом мониторинге применяют компьютерные модели окружающей среды с указанием идентифицированных шумовых источников, топографических параметров и особенностей местности, влияющих на распространение шума до исследуемых точек (приёмника).

Современные средства для акустических измерений могут функционировать в полевых условиях при отсутствии обслуживающего персонала, регистрировать уровни шума окружающей среды, отправляя отчёты по беспроводному протоколу. Участие оператора в процедуре

акустических измерений необходимо при мониторинге акустической безопасности в сложных условиях: ограничено время, затруднён доступ к измерительной площадке, невозможно подключить оборудование к сети или сетевое питание подается в импульсном режиме, имеет место неожиданное событие или измерение прервано и оператор не сможет выполнить повторные измерения.

В большинстве случаев мониторинга акустической безопасности персонала рациональным является сочетание измерений при участии оператора с измерениями в автоматическом режиме. В этом случае присутствие оператора при проведении измерений в рамках экспериментальных исследований и при мгновенных проверках на измерительной площадке обязательно, а режим автоматизированных измерений применяют при долгосрочном или непрерывном мониторинге акустической безопасности.

Однако в соответствии с современными представлениями мониторинг акустической безопасности авиационных специалистов должен базироваться на технологиях территориально-распределенных информационных систем, обеспечивающих как мониторинг в реальном времени, так и поддержку принятия решений по разработке и реализации мероприятий, направленных на обеспечение акустической безопасности по результатам длительного мониторинга акустической безопасности.

II. АРХИТЕКТУРА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ МОНИТОРИНГЕ АКУСТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АВИАЦИОННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ

Информационная система поддержки принятия решений при мониторинге акустической безопасности профессиональной деятельности авиационных специалистов реализована по принципу территориально-распределенной системы, компоненты которой объединены в единое целое общим информационным полем. Реализация системы основана на санитарно-гигиенической паспортизации объектов – источников потенциально опасных физических факторов условий профессиональной деятельности и радиочастотной идентификации траектории работника при выполнении задач профессиональной деятельности. Под санитарно-гигиенической паспортизацией объектов понимается система мероприятий по выявлению и учету организаций и их структурных подразделений, а также технологических процессов, где работники могут подвергаться воздействию потенциально опасных физических факторов [15].

В интересах мониторинга акустической безопасности профессиональной деятельности авиационных специалистов на объекте (аэродроме, предприятии авиационной промышленности, авиаремонтном заводе и т.п.):

- должно быть создано специальное рабочее место администратора;
- на обмундировании (снаряжении) каждого работника (авиационного специалиста) перед

началом выполнения профессиональной деятельности должен закрепляться транспондер (RFID-метка);

- каждый объект – источник потенциально опасных физических факторов условий профессиональной деятельности (промышленное оборудование, авиационная техника и т.п.) должен быть оборудован специальным параметрическим регистратором.

Рабочее место администратора должно быть оборудовано компьютером, обеспечивающим ведение гигиенического регистра, содержащего информацию о дозах шума и других физических факторов, получаемых каждым работником в процессе профессиональной деятельности.

Транспондер (RFID-метка), закрепляемая на обмундировании (снаряжении) каждого работника перед началом выполнения профессиональной деятельности. Тип применяемых транспондеров (по рабочей частоте, по источнику питания, по типу памяти, по исполнению) выбирают в зависимости от специфики организаций (структурных подразделений) и от специфики профессиональной деятельности работника. В частности, за работником может быть закреплен уникальный идентификатор (для использования работником изготавливается один или несколько транспондеров с уникальным идентификатором) или же транспондер может выдаваться работнику перед началом деятельности (в этом случае идентификатор транспондера каждый раз связывается с конкретным работником).

Параметрический регистратор, устанавливаемый на каждом объекте – источнике шума, должен обеспечивать:

- фиксацию в реальном времени перемещения нескольких маркированных объектов (работников, имеющих транспондер) либо идентифицировать их положение в пространстве;
- расчет в реальном времени интенсивности шума, образующегося при функционировании оборудования (в зависимости от режима функционирования) в точке нахождения каждого фиксируемого объекта;
- передачу комбинации «идентификатор объекта – интенсивность шума» на рабочее место администратора по радиоканалу.

Таким образом, при включении оборудования активируется параметрический регистратор, радиус считывания транспондеров (радиус идентификации) которого должен превышать расстояние, на котором вероятность превышения предельно допустимых уровней максимально возможной интенсивностью шумов, сопровождающих функционирование оборудования, отлична от нуля.

При идентификации работника (попадании транспондера в зону идентификации) параметрический регистратор обеспечивает расчет в реальном времени интенсивности шума в точке его нахождения. Расчет

может осуществляться как на основании верифицированных математических моделей физических полей, так и на результатах интерполяции прямых измерений полей физических факторов, полученных при санитарно-гигиенической паспортизации объектов. Частота (дискретность) расчетов определяется для каждого объекта (или для каждого физического фактора, если объект является источником нескольких потенциально опасных физических факторов) в зависимости от специфики решаемых задач [16–18].

Результаты «идентификатор объекта – интенсивность шума» передаются на рабочее место администратора по радиоканалу в реальном времени или в конце рабочих смен (в зависимости от специфики решаемой задачи). На рабочем месте администратора осуществляется ведение гигиенического регистра с определением доз физических факторов, накопленных за любой интересующий период. При одновременном воздействии на работника нескольких потенциально опасных физических факторов по известным методикам могут быть оценены эффекты их комбинированного воздействия.

Результаты мониторинга акустической безопасности профессиональной деятельности авиационных специалистов, сопоставленные с изменениями показателей здоровья работников, позволят решать задачи наблюдения, анализа, оценивания и прогнозирования функциональной надежности профессиональной деятельности авиационных специалистов с определением причинно-следственных связей между состоянием здоровья и воздействием факторов условий профессиональной деятельности для своевременного принятия мер по устранению (минимизации) потенциально опасного воздействия.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Реализация изложенного подхода к мониторингу акустической безопасности профессиональной деятельности авиационных специалистов на основе предлагаемой информационной системы поддержки принятия решений позволит обеспечить его объективность и персонализацию с минимальными затратами на сбор информации о дозах шума, получаемых работниками при выполнении задач профессиональной деятельности, что имеет существенное значение для обеспечения надежной деятельности и сохранения здоровья авиационных специалистов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Солдатов С.К., Зинкин В.Н., Богомолов А.В., Кукушкин Ю.А. Человек и авиационный шум // Безопасность жизнедеятельности. 2012. № 9 (приложение). 24 с.
- [2] Харитонов В.В., Кленков Р.Р., Пенчученко В.В., Абашев В.Ю., Шешегов П.М., Зинкин В.Н. Авиационный шум и риск снижения надежности действий летного состава // Безопасность жизнедеятельности. 2018. № 1 (205). С. 32-38.
- [3] Ленёва А.В. Снижение вредного воздействия шума на авиационный персонал // Безопасность жизнедеятельности. 2017. № 8 (200). С. 9-15.
- [4] Богомолов А.В., Драган С.П. Метод акустической квалитетрии средств коллективной защиты от шума // Гигиена и санитария. 2017. Т. 96. № 8. С. 755-759.
- [5] Зинкин В.Н., Солдатов С.К., Драган С.П., Кукушкин Ю.А., Сомов М.В., Пенчученко В.В., Харитонов В.В., Шешегов П.М.

- Акустическая безопасность летного и инженерно-технического состава государственной авиации // Национальная безопасность. 2017. № 4. С. 19-35.
- [6] Драган С.П., Солдатов С.К., Богомолов А.В., Дроздов С.В., Поляков Н.М. Оценка акустической эффективности средств индивидуальной защиты от экстрааурального воздействия авиационного шума // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2013. Т. 47. № 5. С. 21-26.
- [7] Zhdanko I.M., Zinkin V.N., Soldatov S.K., Bogomolov A.V., Sheshegov P.M. Fundamental and applied aspects of preventing the adverse effects of aviation noise // Human Physiology. 2016. Т. 42. № 7. С. 705-714.
- [8] Богомолов А.В., Зинкин В.Н., Драган С.П., Солдатов С.К. Антропоэкологические аспекты безопасной эксплуатации аэродромов, аэропортов и авиационных предприятий // Национальная безопасность. 2016. № 1. С. 56-62.
- [9] Dragan S.P., Drozdov S.V., Zinkin V.N., Bogomolov A.V., Soldatov S.K. Efficiency of acoustic noise protection // Biomedical Engineering. 2013. Т. 47. № 3. С. 150-152.
- [10] Вильк М.Ф., Глуховский В.Д., Курьеров Н.Н., Панкова В.Б., Прокопенко Л.В. Современный методический подход к оценке акустической нагрузки на членов летных экипажей воздушных судов гражданской авиации // Медицина труда и промышленная экология. 2017. № 3. С. 27-32.
- [11] Пономаренко В.А., Солдатов С.К., Филатов В.Н., Богомолов А.В. Обеспечение персонифицированной акустической защиты авиационных специалистов (практические аспекты) // Военно-медицинский журнал. 2017. Т. 338. № 4. С. 44-50.
- [12] Плахов Н.Н., Глазников Л.А., Сорокина Л.А., Буйнов Л.Г. Авиационный шум как ведущий неблагоприятный фактор профессиональной деятельности инженерно-технического состава палубной авиации // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2017. Т. 51. № 4. С. 34-38.
- [13] Картышев О.А., Николайкин Н.И. Критерии оценки авиационного шума для зонирования приаэродромной территории аэропортов и обоснования защитных мероприятий // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2017. Т. 20. № 3. С. 30-40.
- [14] Богомолов А.В., Драган С.П. Автоматизированный мониторинг и технологии обеспечения акустической безопасности персонала // Автоматизация. Современные технологии. 2015. № 4. С. 25-30.
- [15] Ушаков И.Б., Богомолов А.В., Драган С.П., Солдатов С.К. Методологические основы персонифицированного гигиенического мониторинга // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2017. Т. 51. № 6. С. 53-56.
- [16] Dragan S.P., Bogomolov A.V., Kotlyar-Shapiro A.D., Kondrat'eva E.A. A method for investigation of the acoustic reflex on the basis of impedance measurements // Biomedical Engineering. 2017. Т. 51. № 1. С. 72-76.
- [17] Свиридюк Г.А., Загребина С.А. Неклассические модели математической физики // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математическое моделирование и программирование. 2012. № 40 (299). С. 7-18.
- [18] Шестаков А.Л., Свиридюк Г.А. Об измерении "белого шума" // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математическое моделирование и программирование. 2012. № 27. С. 99-108.