

*В.А. Андронов, д.т.н., профессор, НУГЗУ,
В.И. Галица, к.т.н., НТУ «ХПИ»,
А.А. Деревянко, к.т.н., доцент, НУГЗУ,
А.Н. Литвяк, к.т.н., доцент, НУГЗУ*

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СПАСАТЕЛЯ

Разработана структурная схема автоматизированной системы контроля функционального состояния спасателя для повышения уровня его безопасной деятельности и эффективности работы подразделений государственной службы чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: автоматизированная система контроля, функциональное состояние, спасатель, опасные и вредные факторы.

Постановка проблемы. В процессе профессиональной деятельности спасатель подвергается таким вредным и опасным факторам, как:

- высокая температура;
- загазованность и задымленность атмосферы;
- воздействие обрушающихся конструкций;
- влияние психологических факторов.

В результате их негативного воздействия спасатель может частично или полностью утратить физиологические возможности выполнять свои функциональные обязанности. Своевременная помощь спасателю поможет не только сохранить его жизнь, но и выполнить поставленные задачи. Для повышения уровня безопасности деятельности подразделений государственной службы чрезвычайных ситуаций необходимо контролировать функциональное состояние спасателей, участвующих в ликвидации чрезвычайных ситуаций, и параметры среды, в которой они работают.

Таким образом, существует проблема, которая заключается в необходимости контроля функционального состояния спасателей при выполнении ими задач в зоне повышенного риска.

Анализ последних исследований и публикаций. Диагностика функционального состояния человека рассматривается в различных разделах современной медицины. Такое диагностирование проводится в специальных лабораториях, требует специального оборудования и квалифицированного персонала. Наиболее близкими к задачам диагностики функционального состояния спасателя являются задачи диагностики функционального состояния спортсмена [1].

В [2] рассматривается возможность создания диагностической системы на базе динамических моделей по результатам 3-х мерных измерений ускорений тела спортсмена, выполняющего типовые упражнения. В [3] рассматривается анализ варибельности сердечного ритма (ВСР). Этот неинвазивный метод позволяет в реальном масштабе времени оценивать состояние регуляторных систем человека. Однако системы экспресс диагностики физического состояния спасателя с определением пограничных значений параметров его функционального состояния не рассматриваются.

Постановка задачи и ее решение. Задачей является разработка структуры автоматизированной системы контроля функционального состояния спасателя (АСКФС) (рис.1), которая включает:

- датчики состояния спасателя (ДС);
- беспроводной прибор передачи данных (БПД);
- удаленный компьютер начальника штаба с установленным программным обеспечением (ПО АСКФС);
- удаленные мониторы оперативного контроля.

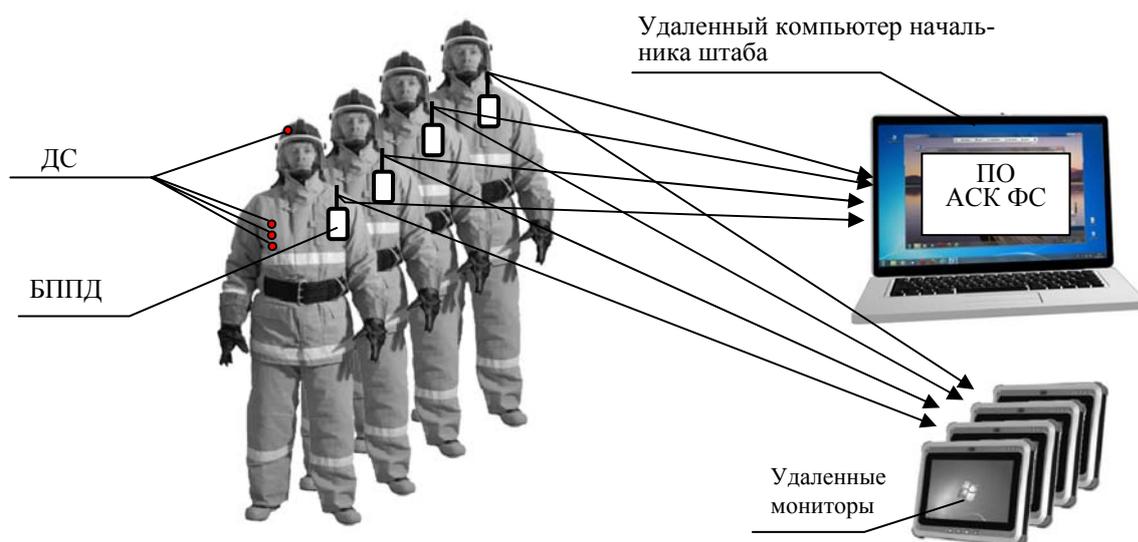


Рис. 1. Структурная схема АСКФС

Датчики состояния и беспроводной прибор передачи данных АСКФС могут быть рассредоточены и размещены в костюме спасателя (рис. 1) или сгруппированы и размещены в индивидуальном поясе (рис. 2).



Рис. 2. Индивидуальный пояс мониторинга состояния

Параметрами функціонального стану спасателя, підлягаючому контролю, можуть бути:

- частота серцевих скорочень;
- варіативний розмах (варіабельність) серцевого ритму (ВСР);
- положення тіла в просторі;
- прискорення зв'язок тіла (УЗТ);
- склад вдиханого повітря.

Частота серцевих скорочень (ЧСС) – це фізіологічний показник серцевого ритму, який широко використовується в медичній практиці і професійних заняттях спортом. ЧСС залежить від багатьох факторів, може значно змінюватися в силу різних причин. Але важливо, щоб показники не виходили за певні межі.

Варіабельність серцевого ритму (ВСР) – це коливання діяльності міокарда, виражені показниками частоти і тривалості серцевих скорочень. Крім того для кожного функціонального стану організму середня величина відхилення від нормального ритму буде своєю.

Параметри (показник) варіабельності серцевого ритму є високоінформативними при визначенні функціонального стану організму людини. На рис. 2 [3] показано фрагмент вимірювання кардіопотенціалу при порушенні серцевого ритму.



Рис. 3. Порушення серцевого ритму у вигляді дублету

Положення тіла (зв'язок тіла) в просторі (ПТТ) – є показником функціонування людини в положенні лежачи, сидячи або стоячи. Цей фактор може враховуватися при переході з одного положення в інше або при затримці на тривале час в одному положенні. Такі вимірювання проводяться з використанням 3-х координатних акселерометрів. Положення тіла визначається за співвідношенням ступеня впливу гравітації Землі між осями акселерометра.

Ускорення звеньев тела (УЗТ) – данный фактор может учитываться при расчете энергии внешнего воздействия на тело человека и вероятностной оценке полученных повреждений. На рис. 4 показаны результаты измерений ускорений акселерометром, установленного на шлем спасателя (рис.5) при имитации удара прямо (ось X), сбоку (ось Y) и сверху (ось Z). Измерения проводились 3-х координатным акселерометром H3LIS331DL.

Основные технические данные H3LIS331DL:

- диапазон измерения ускорения: $\pm 100g$;
- основная погрешность измерения $\pm 2\%$;
- частота передачи данных: до 1 кГц;
- цифровой интерфейс: I²C/SPI;
- потребляемый ток: 10 мкА;
- диапазон рабочих температур: от -40 до $+85^{\circ}\text{C}$.

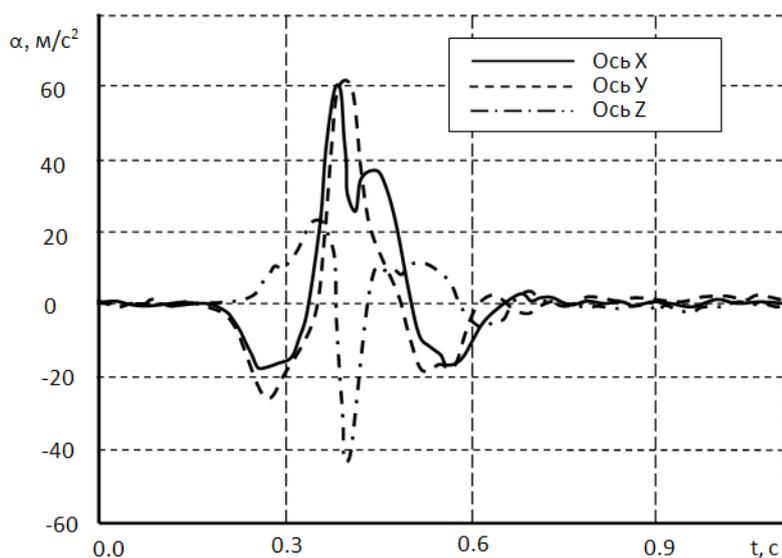


Рис. 4. Ускорения при имитации удара



Рис. 5. Расположение акселерометра на шлеме спасателя

Состав вдыхаемого воздуха – важный показатель жизнедеятельности спасателя, находящегося в задымленной (загазованной) атмосфере. Наиболее опасным в задымленной среде является оксид углерода СО – газ без цвета и запаха. Определение предельно допустимой концентрации (ПДК) содержания оксида углерода во вдыхаемом воздухе является важным фактором обеспечения безопасной жизнедеятельности спасателя. В качестве датчика, определяющего уровень концентрации угарного газа во вдыхаемом воздухе, может быть использован аналоговый датчик со встроенным компаратором уровня граничной концентрации MQ-7.

Основные технические данные MQ-7:

- диапазон измеряемых концентраций СО: 20-2000 ppm;
- напряжение питания: 5В;
- потребляемый ток: 150 мА;
- основная погрешность измерения – н/д.

Выводы. Разработана структурная схема автоматизированной системы контроля функционального состояния спасателя. Рассмотрены датчики для контроля функционального состояния спасателя. Получены результаты измерения ускорений при воздействии на шлем спасателя.

Разрабатываемая АСКФС позволит повысить уровень безопасности деятельности спасателей и эффективность функционирования подразделений государственной службы чрезвычайных ситуаций, а именно:

1. Оперативно оценить физиологическое состояние спасателей в ходе выполнения спасательных работ;
2. Сигнализировать в интерактивном режиме, как спасателю, так и начальнику штаба ликвидации чрезвычайных ситуаций:
 - об отклонениях физиологического состояния организма и положении тела в пространстве каждого спасателя;
 - о превышении ПДК опасных примесей во вдыхаемом воздухе.
3. Подавать звуковой сигнал – маяк для оперативного обнаружения спасателя, не способного к самостоятельному движению в задымленной среде.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баевский Р.М. Концепции физиологической нормы и критерии здоровья [Текст] / Р.М. Баевский – Рос. физиол. журн. им. И.М. Сесенова. – 2003. – Т.89, №4. – С.473-487.
2. Галица В.И. Динамические модели биокинематических параметров движений атлетов. / В.И. Галица, П.А. Качанов. // Вісник НТУ «ХПІ» – 2014. №36(1079). С106-111.
3. Галица В.И. Инструментальные средства и методы для диагностики уровня функциональной реакции спортсмена на нормированную

физическую нагрузку. / В.И. Галица, П.А. Качанов, А.И. Любиев. // Scientific Journal «ScienseRise». – 2015. №6/2(11). – С117-121.

Получено редколлегией 19.09.2017

В.А. Андронов, В.І. Галиця, О.А. Дерев'янку, О.М. Литвяк

Автоматизована система контролю функціонального стану рятувальника

Розроблено структурна схема автоматизованої системи контролю функціонального стану рятувальника для підвищення рівня його безпечної діяльності та ефективності роботи підрозділів державної служби надзвичайних ситуацій.

Ключові слова: автоматизована система контролю, функціональний стан, рятувальник, небезпечні та шкідливі фактори.

V.A. Andronov, V.I. Galitsa, O.A. Derev'yanko, A.N. Litvyak

Automated system for monitoring the functional state of the rescuer

A structural diagram of the automated system for monitoring the functional state of the rescuer has been developed to improve the level of its safe operation and the efficiency of the work of the civil service departments of emergency situations.

Keywords: automated control system, functional state, rescuer, hazardous and harmful factors.