

УДК 004.6: 004.7

© С. В. Кулешов

ЦИФРОВОЙ БИОМЕТРИЧЕСКИЙ БРАСЛЕТ КОНТРОЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОПЕРАТОРА

В статье предложен подход к формированию функционального профиля оператора. Показано техническое решение в виде устройства, обеспечивающего накопление и передачу данных от биометрических сенсоров, рассмотрены возможности его применения.

Кл. сл.: цифровые биометрические измерения, уникальный идентификатор, персональный профиль оператора, энергонезависимая память, радиомодуль с диапазоном ISM

ВВЕДЕНИЕ

В ряде сложных технических систем, аналогично тому как каждый самолет имеет "черный ящик" технического состояния, фиксирующий его историю полетов, так и каждый человек-оператор должен иметь свою собственную профессиональную историю, накапливаемую в течение всей профессиональной карьеры — персональный профиль оператора.

В предлагаемой концепции мобильного "черного ящика" функционального состояния оператора процедура формирования персонального профиля оператора (ППО) осуществляется на протяжении всей профессиональной карьеры. Это, в частности, означает цикличное выполнение действий:

- решение о допуске оператора к работе осуществляется на основании анализа его персонального профиля;
- во время работы происходит запись функциональных характеристик оператора; накопление информации осуществляется в автономном персональном устройстве — цифровом биометрическом браслете, суть которого будет раскрыта далее;
- после выполненной работы накопленная информация вносится в ППО; это предполагает наличие специальных административных механизмов и структур, обеспечивающих хранение и обработку ППО;
- наличие и обновление ППО должно являться обязательным требованием к оператору.

Помимо фиксации действий оператора ППО содержит набор биометрических характеристик. Применение биометрических метрик оператора предназначено для прямой оценки его психофизиологического состояния. Существует предположение, что совокупность биометрических метрик оператора, а также ряд физиологических характе-

ристиков, входящих в ППО, могут быть использованы для персональной идентификации оператора [1].

ЦИФРОВОЙ БИОМЕТРИЧЕСКИЙ БРАСЛЕТ

Под цифровым биометрическим браслетом (ЦББ) будем понимать автономное компактное устройство, размещаемое на теле оператора и обеспечивающее накопление и доступ к накопленным данным от биометрических сенсоров. Современные электронные технологии позволяют создавать сверхминиатюрные, обладающие низким энергопотреблением сенсоры, способные считывать целый комплекс биометрических характеристик человека, накапливать полученную информацию и участвовать в ее обмене посредством беспроводной коммуникации.

Приведем перечень основных контактных методов получения физиологических характеристик оператора, которые возможно использовать в концепции цифрового биометрического браслета: ЭКГ (ритм сердца, пульс), спирометрия (скорость потока воздуха, частота дыхания), КГР (кожно-гальваническая реакция), мышечный тремор, температура тела, голос.

Эффективность применения представленных характеристик для оценки психофизиологического состояния доказана практическим их использованием в детекторах лжи, а также многочисленными исследовательскими работами [2, 3].

В качестве базовых характеристик на первом этапе исследований выбран набор из трех физиологических характеристик, доступ к которым не затрудняет основных действий оператора: температура, кожно-гальваническая реакция (КГР), частота сердечных сокращений (ЧСС).

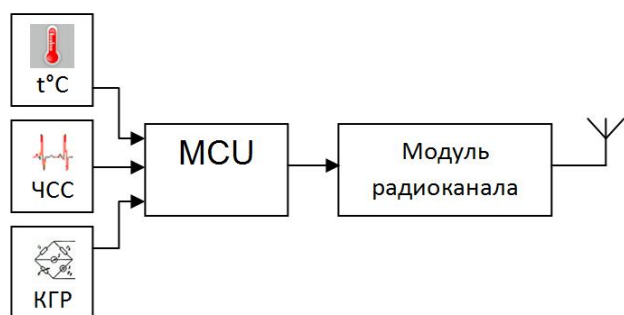


Рис. 1. Структурная схема модуля передатчика

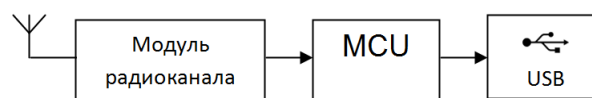


Рис. 2. Структурная схема модуля приемника

Технические характеристики ЦББ

Характеристика	Значение
Количество датчиков.....	3
Частота опроса датчиков, Гц.....	4
Разрешающая способность термометра, °С.....	0.03125
Разрешающая способность измерения КГР, В.....	0.0029
Разрешающая способность измерения ЧСС, bpm.....	0.05
Тип интерфейса приемного модуля.....	USB
Напряжение питания передающего модуля, В.....	3.0
Потребляемая мощность передающего модуля не более, мВт.....	15
Тип канала связи.....	Цифровой ISM, частота 868 МГц

Разработанный цифровой биометрический браслет представляет собой мобильный модуль (модуль передатчика, рис. 1), содержащий совокупность датчиков, получающих биометрические параметры от оператора, микроконтроллер (MCU) для предобработки параметров, энергозависимую память и радиомодуль диапазона ISM для передачи биометрии на стационарный модуль (модуль приемника, рис. 2). Для приема и записи биометрических сигналов используется устройство, состоящее из радиомодуля диапазона ISM и микроконтроллера с интерфейсом USB.

ЦББ обладает техническими характеристиками, приведенными в таблице. В качестве датчика температуры используется цифровой интегральный термометр AD7901 (разрешающая способность 0.03125 °С при разрядности АЦП 13 бит). Малая масса термометра (не более 20 мг) означает малую тепловую инерцию датчика и обеспечивает возможность измерений с достаточно высокой скоростью. Для измерения кожно-гальванической реакции используется схема измерения проводимости кожи и последующей оцифровки результатов

с использованием АЦП разрядностью 10 бит. Измерение частоты сердечных сокращений в прототипе реализовано с использованием специализированной схемы предобработки кардиосигнала, формирующей выходные импульсы, соответствующие R-R интервалу. В качестве управляющих микроконтроллеров (MCU) используются микросхемы серии PIC18F.

Возможен режим работы системы без использования радиоканала с записью биометрических данных в энергозависимую FLASH-память, размещенную в мобильном модуле. Такое исполнение может быть актуально в случае наличия особых требований к электромагнитной совместимости.

На рис. 3 показан результат записи биометрических параметров в течение 20 мин при размещении датчиков температуры и электродов КГР на запястье левой руки, электроды ЭКГ размещались на левой и правой руке. В процессе записи параметров испытуемый в течение первых 10 мин осуществлял профессиональную деятельность, в течение следующих 10 мин находился в состоянии покоя.

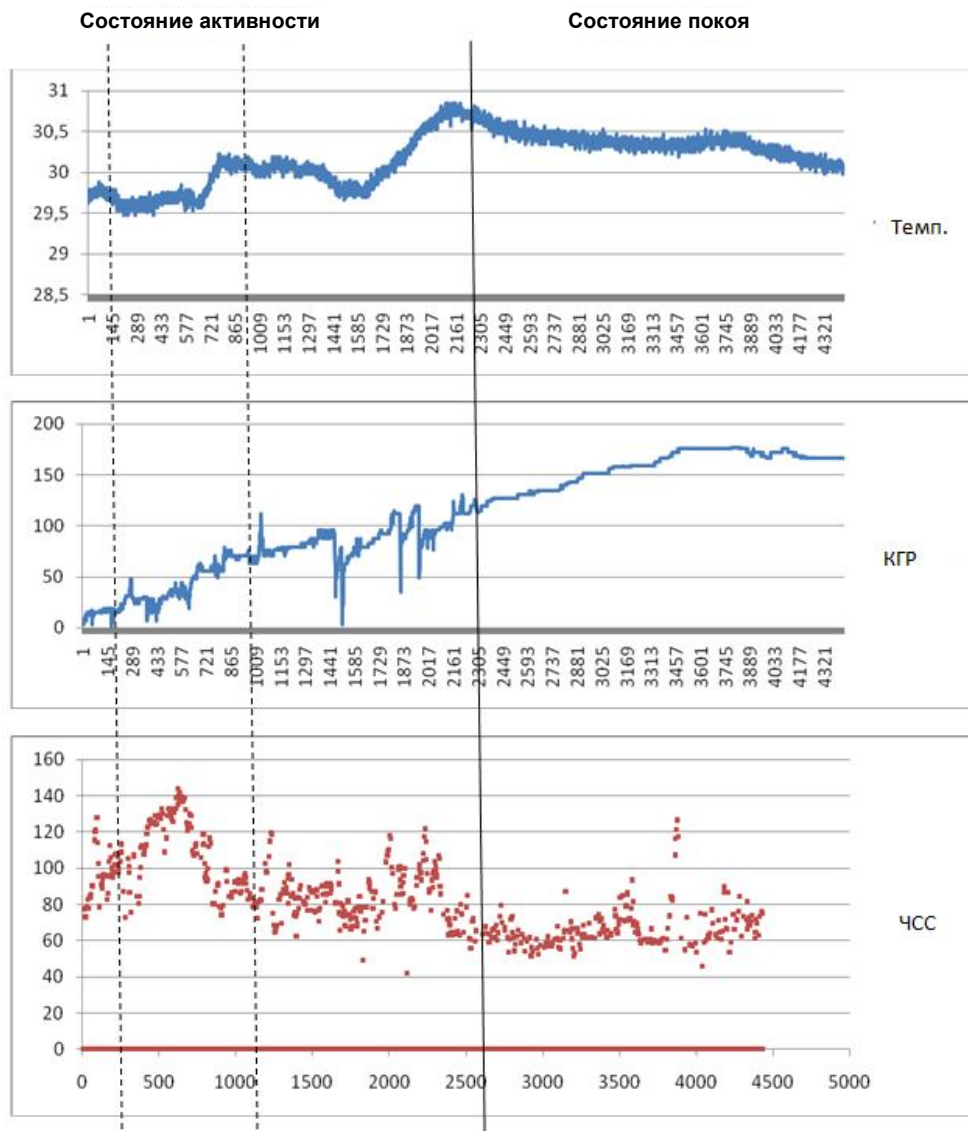


Рис. 3. Пример записи данных

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сбор и накопление биометрических характеристик психофизиологического состояния оператора происходит во время осуществления его профессиональной деятельности. ЦББ, используя беспроводную коммуникацию, осуществляет перенос данных из внутренней памяти ЦББ в хранилище персонального профиля оператора.

Помимо задачи формирования ППО контроль функционального состояния может использоваться для обеспечения безопасности путем мониторинга функционального состояния оператора во

время работы. При этом системы оценивают динамику изменения психофизиологического состояния оператора на основе данных ЦББ, позволяя спрогнозировать момент, когда оператор теряет дееспособность (резкое ухудшение состояния, потеря сознания и др.), и принять соответствующие меры (переход в автономный режим, передача управления другому оператору и пр.).

Как было отмечено выше, существует возможность идентифицировать оператора по набору его биометрических и психофизиологических признаков. В этом случае управление сложным техническим объектом возможно лишь уполномоченным

лицом. Все остальные попытки получить управление блокируются.

ООО Многопрофильное предприятие "Элсис" / Научный руководитель В.А. Минкин. Шифр: лот № 2005-БТ-13.2/003. 275 с.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александров В.В., Кулешов С.В. Компьютерный симулятор рече-визуального интерфейса управления и контроля летательным аппаратом // Материалы конференции "Человеческий фактор в авиации и космонавтике", М., 2007.
2. Петров Д. Электрокожное сопротивление как показатель состояния человека. URL: (<http://www.medlinks.ru/article.php?sid=8356>).
3. Создание системы дистанционного бесконтактного сканирования и идентификации психофизиологического состояния человека. Отчет по НИР:

Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН

Контакты: Кулешов Сергей Викторович,
kuleshov@iias.spb.su

Материал поступил в редакцию 3.05.2011.

DIGITAL BIOMETRIC BRACELET FOR OPERATOR FUNCTIONAL STATE MONITORING

S. V. Kuleshov

Saint-Petersburg Institute for Informatics and Automation of RAS

This paper considers an approach to operator functional profile creation. A technical solution is given as a device providing biometrical sensory data transmission and storage. The possible applications are considered.

Keywords: digital biometric measuring, unique identifier, personal operator profile, non-volatile memory, RF Module ISM