

Рыбченко Александр Алексеевич – e-mail: neurokib@mail.ru; лаборатория экологической нейрокибернетики; зав. лабораторией; д.т.н.; профессор.

Максимов Аркадий Леонидович – e-mail: arktika@online.magadan.su; 685000, г. Магадан, ул. Карла Маркса, 24; тел.: 84132628482; директор; д.м.н.; профессор; член-корреспондент РАН.

Короченцев Владимир Иванович – Дальневосточный федеральный университет; e-mail: vkoroch@mail.ru; 690091, г. Владивосток, ул. Суханова, 8; тел.: 84232450982; кафедра приборостроения; зав. кафедрой; д.ф.-м.н.; профессор.

Volkov Andrey Igorevich – Research center “Arctica” FEB RAS; e-mail: neurokib@mail.ru; 95, Kirova street, Vladivostok, 690022, Russia; phone: +74232313321; ecological neurocybernetic laboratory; postgraduate student.

Shabanov Gennadiy Anatolevich – e-mail: neurokib@mail.ru; ecological neurocybernetic laboratory; cand. of boil. sc.; senior scientist.

Lebedev Yuriy Albertovich – e-mail: neurokib@mail.ru; ecological neurocybernetic laboratory; principal mathematician.

Rybchenko Alexander Alekseevich – e-mail: neurokib@mail.ru; ecological neurocybernetic laboratory; director of laboratory; dr. of eng. sc.; professor.

Maksimov Arcadiy Leonidovich – e-mail: arktika@online.magadan.su; 24, K. Marks street, Magadan, 685000, Russia; phone: +74132628482; director; dr. of med. sc.; professor; corresponding member of the Russian Academy of Sciences.

Korochencev Vladimir Ivanovich – Far Eastern Federal University; e-mail: vkoroch@mail.ru; 8, Suhanova street, Vladivostok, 690091, Russia; phone: +74232450982; the department of instrumentation; director; dr. of phis.-math. sc.; professor.

УДК 615.471

С.А. Синютин, А.В. Леонова, Е.С. Семенистая

ДВУХКОМПОНЕНТНЫЙ ДАТЧИК ДЛЯ ОЦЕНКИ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СПАСАТЕЛЯ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ*

Разработка двухкомпонентного датчика, позволяющего одновременно регистрировать частоту сердечных сокращений (ЧСС) и частоту дыхания (ЧД) с дополнительной регистрацией двигательной активности (ДА). Регистрация ЧСС основана на анализе электрокардиограммы, ЧД на трансторакальной импедансометрии. Наличие ДА фиксируется бесконтактными инерциальными датчиками. Для исследования работы датчика использовалась тестовая плата ADAS1000SDZ с функцией детектирования импульсов кардиостимулятора и измерения дыхательной активности. Рассмотрена система эргономического крепления датчиков и электродов.

Психофизиологическое состояние; ЧСС; ЭКГ; частота дыхания; двигательная активность.

* Результаты исследований, изложенные в данной статье, получены при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках реализации ФНИР "Исследование отображения состояния человека в пространстве признаков и разработка методов обеспечения информационно-психологической устойчивости человека при неблагоприятных информационных воздействиях" по Постановлению Правительства № 4.6131.2011 от 25.11.2011 г.

S.A. Siniutin, A.V. Leonova, E.S. Semenistaya

COMPONENT SENSOR FOR ASSESSMENT OF PSYCHOPHYSIOLOGICAL LIFEGUARD ON DISASTER MANAGEMENT

Development of a two-component sensor, allowing to simultaneously record the heart rate and respiratory rate with supplementary physical activity. Check the heart rate is based on the analysis of the electrocardiogram, respiratory rate on transthoracic impedance. The presence of physical activity is fixed contactless inertial sensors. To examine the work of the sensor used test fee ADAS1000SDZ with the function of the pacemaker pulses detection and measurement of respiratory activity. Consider a system of ergonomic mounting of the sensors and electrodes.

Psycho-physiological condition; heart rate; ECG; respiratory; motor activity.

Психофизиологическое состояние спасателя крайне важно для успешного выполнения задач по ликвидации ЧС. Командир подразделения должен объективно оценить состояние своих сотрудников и своевременно принять (скорректировать) решение об их готовности осуществлять поставленные цели. Психофизиологическое состояние человека можно оценить по нескольким параметрам. Наиболее информативные и быстро меняющиеся (быстрый отклик на изменение состояния) из них связаны с сердечно-сосудистой деятельностью [1]. Другими важными параметрами являются частота дыхания (ЧД) и двигательная активность (ДА) спасателя. Весь этот набор параметров необходимо регистрировать с помощью эргономично закрепленного минимального количества электродов и датчиков.

Таким образом, необходимо разработать двухкомпонентный датчик, позволяющий одновременно регистрировать ЧСС и ЧД с эргономичным креплением электродов. В качестве дополнительного параметра система должна иметь возможность оценивать двигательную активность (ДА), причем как минимум двумя способами.

ЧСС наиболее точно регистрируется при анализе электрокардиограммы (ЭКГ). Использование датчиков и электродов для длительной регистрации ЭКГ может вызывать раздражение кожи, вплоть до язв. Кроме того, приклеенные датчики могут вызывать дискомфорт и стеснять движения спасателя. Малая площадь датчиков и наличие выступающего над поверхностью контакта с кнопкой приводит к появлению артефактов при наличии сил давления на кнопку, что при реальной деятельности всегда возможно.

Для решения этой проблемы было принято следующее решение: датчик должен быть элементом одежды спасателя. С целью минимизации количества датчиков можно снимать ЭКГ с одного отведения. При этом теоретически достаточно двух электродов. Однако поскольку заранее не известно положение электрической оси сердца у конкретного спасателя (ее положение может и изменяться в зависимости от позы и усилий), то желательно иметь возможность надежно регистрировать ЭКГ независимо от текущего положения электрической оси сердца. Для этого достаточно синхронно регистрировать три отведения ЭКГ во фронтальной плоскости. Система из четырех электродов, размещенных, как показано на рис. 1 (точками обозначены места крепления электродов), позволяет это осуществить. При этом требуется всего два усилителя ЭКГ.

На сегодняшний момент не существует эргономичной системы крепления электродов для мониторинга сердечно-сосудистой системы. «Умные» майки существуют на стадии разработок и реально их купить невозможно [2]. Готовые корсеты и корректирующее белье, предназначенные для ортопедических или косметических целей, не отвечают требованиям. Необходимо разработать конструкцию, которая обеспечивала бы надежный контакт и фиксацию электродов на теле, при этом была бы удобна в эксплуатации в экстремальных ситуациях.

Возможны два пути решения. Первый – это в готовую конструкцию корректирующего белья на места крепления электродов вшить электроды из токопроводящей резины по примеру «умных» маек. При этом необходимо учесть размерный ряд. Второй вариант – сшить из эластичных лент с креплением Velcro (липучка) конструкцию, напоминающую ортопедический бандаж, но без ребер жесткости и со сниженным натяжением. Схем таких корсетов может быть несколько (рис. 1).

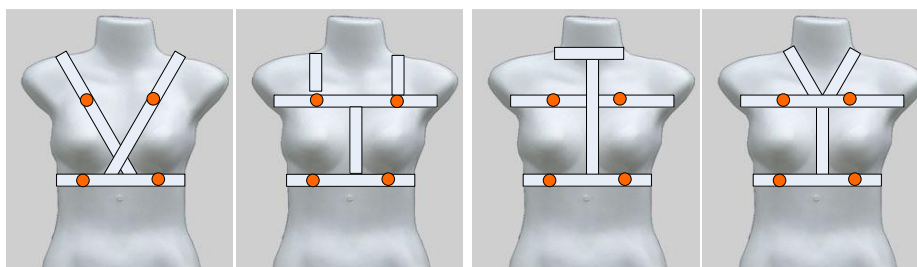


Рис. 1. Схема размещения и способы креплений электродов

Необходимо изготовить подобные конструкции и провести исследования на надежность, эргономичность и безопасность использования.

Дополнительным преимуществом предлагаемого датчика является повышение надежности алгоритмов выделения R зубца ЭКГ при наличии нескольких синхронных отведений [3]. При плохом контакте одного из датчиков имеется возможность заблокировать канал с помехой.

Регистрация ЧД решается применением трансторакальной импедансометрии. Через эти же электроды для съема ЭКГ (одну пару) инжектируется стабильный высокочастотный ток (несколько десятков килогерц) и измеряется падение напряжения на этой частоте. Это напряжение пропорционально комплексному сопротивлению объемного участка тела между электродами. Акт дыхания влияет на величину этого сопротивления, особенно, если между электродами находятся легкие. Таким образом, размещая соответствующим способом электроды на теле человека, можно наряду с ЭКГ измерять и ЧД. Поскольку измерение производится на переменном токе, то измеряются как активная, так и реактивная составляющая импеданса, т.е. его амплитуда и фаза. Изменения положения тела и относительного положения сегментов тела друг относительно друга также влияют на величину и фазу импеданса. Для ЧД это является артефактом, но для анализа психофизиологического состояния это тоже важная информация – наличие ДА. При анализе ЧД и ДА артефакты можно выделить фильтрацией, используя как диапазонную фильтрацию (сигнал ЧД лежит в области ниже 0.5 Гц), так и адаптивную. Наличие ДА дополнительно можно фиксировать бесконтактными инерциальными датчиками (акселерометрами и датчиками угловой скорости (ДУС)). Применив адаптивную фильтрацию сигнала импеданса с опорными каналами акселерометров и ДУС, можно очистить сигнал ЧД от двигательных артефактов.

Для решения поставленных задач необходимо выбрать эффективное аппаратное решение [3,4]. В последнее время сразу несколько фирм выпустили специализированные микросхемы для обработки ЭКГ сигналов. Для данного датчика была выбрана микросхема фирмы Analog devices ADAS1000-4 с функцией детектирования импульсов кардиостимулятора и измерения дыхательной активности и предназначена для применения в аппаратах ЭКГ с питанием от сети или аккумуляторов. ADAS1000 упрощает проектирование систем ЭКГ за счет значительного сокращения требуемого числа компонентов в сигнальном тракте (экономится до пятидесяти компонентов). ADAS1000-4 осуществляет измерение сигналов ЭКГ по трем каналам и детектирует подключение/отключение отведений, выдавая кадры

данных с программируемой частотой следования. Этот компонент обладает также возможностями измерения дыхательной активности и детектирования сигналов кардиостимулятора. Адаптируемая архитектура с масштабированием соотношения потребляемой мощности и шума позволяет сокращать уровень шума за счет повышения потребляемой мощности.

Для исследования работы четырехэлектродного датчика использовалась тестовая плата фирмы Analog devices ADAS1000SDZ. Работа датчиков при включении для трех стандартных отведений показана на рис. 2.

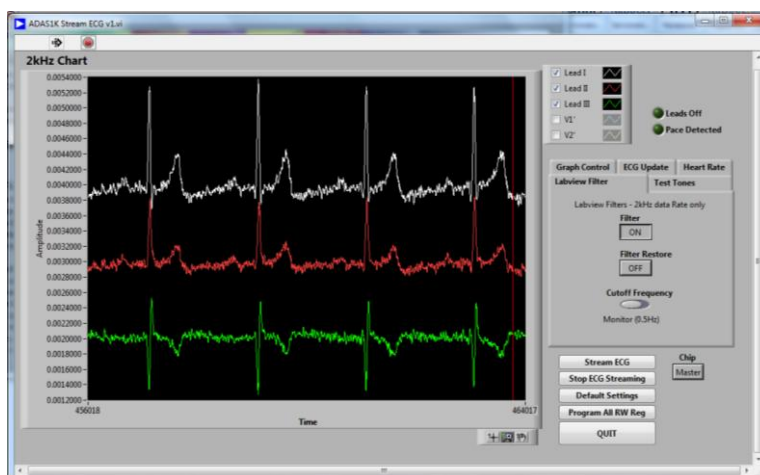


Рис. 2. Съём ЭКГ с датчиков, встроенных в одежду

При работе с датчиками использовался ФВЧ с частотой среза 0,5 Гц. На ЭКГ видны помехи от работы мышц, поскольку полоса сигнала достаточно широкая (150 Гц). Поскольку целью применения датчиков является исследование RR интервалов, полосу уменьшать нецелесообразно, так как это приведет к уплощению вершин R зубцов, и, как следствие – уменьшение точности их фиксации на временной оси. Применить ФНЧ здесь можно лишь в том случае, когда ширина шумовой дорожки достигнет 50 % размаха ЭКГ.

Для фиксации ЧД выбрана пара датчиков, соответствующая I отведению, при этом желательно правый верхний датчик располагать на спине. Результат работы датчика в этом режиме показан на рис. 3 и 4.

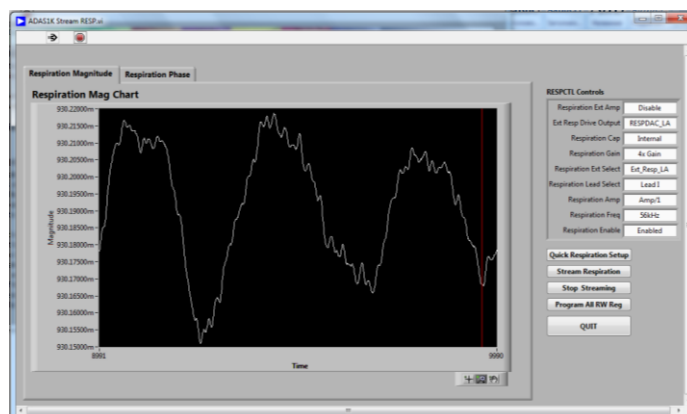


Рис. 3. Модуль импеданса тела человека при дыхании

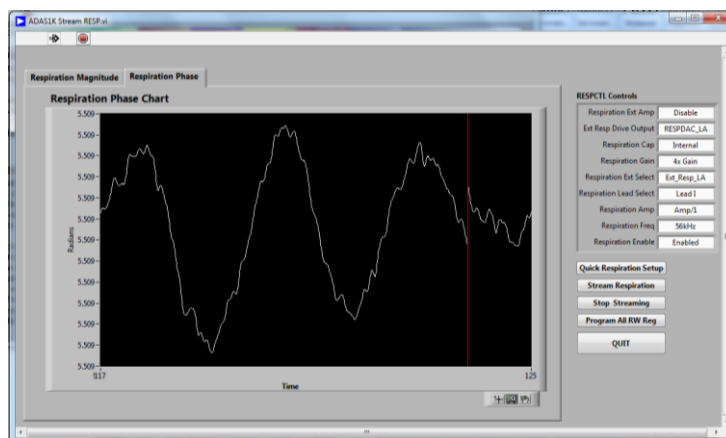


Рис. 4. Фаза импеданса тела человека при дыхании

В данном режиме датчик может регистрировать и ДА, что показано на рис. 5. Для регистрации ЧД сигналы от ДА являются помехой, которую можно уменьшить с помощью фильтров. Из сравнения сигналов на рис. 3 и 5 видно, что сигналы ЧД более медленные, чем сигналы ДА. Экспериментально установлено, что фильтр НЧ Баттерворта 2-го порядка с частотой среза 0,5 Гц уменьшает амплитуду помехи от ДА в 5–7 раз, соответственно такой же ФВЧ будет уменьшать амплитуду помехи от сигнала дыхания при регистрации ДА.

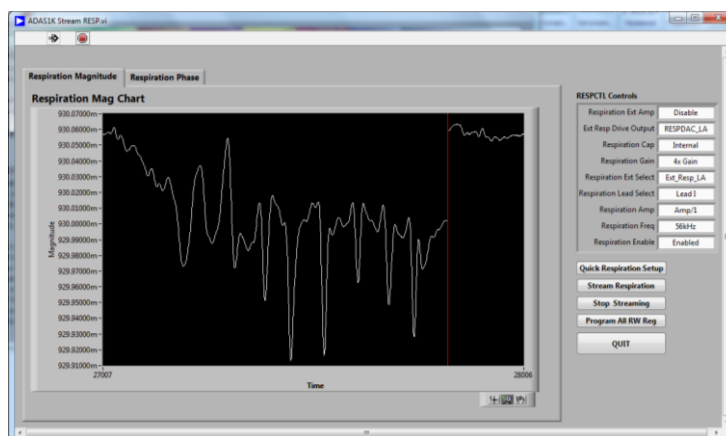


Рис. 5. Изменения модуля импеданса тела человека при движениях рук

Выводы. Для оценки психофизиологического состояния спасателя можно использовать датчики контактного типа (электроды), встроенные в специальную одежду (майку). Количество электродов должно быть не менее трех, в большинстве случаев достаточно четырех. Датчик позволяет регистрировать ЧСС, RR-интервалы, ЧД и двигательную активность.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. – М.: Наука, 1984. – 222 с.

2. *Ostrovsky G. VitalJacket: Heart Monitoring Shirt [Электронный ресурс] / http://www.medgadget.com/2008/04/vitaljacket_heart_monitoring_shirt.html.*
3. *Синютин С.А., Захаревич В.Г. Анализ стресса по данным вариационной пульсометрии с помощью Wavelet преобразования // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2012. – № 9 (134). – С. 61-67.*
4. *Синютин С.А. Оценка состояния сердечно-сосудистой системы на базе ЭКГ и оксигеометрии // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2010. – № 5 (106). – С. 80-84.*

Статью рекомендовал к опубликованию д.м.н. А.А. Лебеденко.

Синютин Сергей Алексеевич – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет»; e-mail: ssin@mail.ru; 347928, г. Таганрог, ул. Петровская, 81; тел.: 89885406274; кафедра микропроцессорных систем; к.т.н.; доцент.

Семенистая Елена Сергеевна – e-mail: suncat_75@mail.ru; тел.: 89044464725; кафедра микропроцессорных систем; ассистент.

Леонова Антонина Валерьевна – e-mail: antonina_tsure@mail.ru; 347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44; тел.: 89043467991; кафедра электрогидроакустической и медицинской техники; к.т.н.; доцент.

Siniutin Sergey Alekseevich – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”; e-mail: ssin@mail.ru; 81, Petrovskaya street, Taganrog, 347928, Russia; phone: +79885406274; the department of microprocessor systems; cand. of eng. sc.; associate professor.

Semenistaya Elena Sergeevna – e-mail: suncat_75@mail.ru; phone: +79044464725; the department microprocessor systems; assistant professor.

Leonova Antonina Valer'evna – e-mail: antonina_tsure@mail.ru; 44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia; phone: +79043467991; the department electrohydroacoustics and medical equipment; cand. of eng. sc.; associate professor.

УДК 504.75:304.2

Т.В. Тимошенко

ЭКОЛОГИЯ И ПОТРЕБНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Рассмотрены современные экологические проблемы через призму человеческих потребностей. Потребности рассмотрены как причина человеческой деятельности (активности). Рассматривается проблема псевдопотребностей в современном обществе. Раскрываются противоречия между потребностями людей и качеством их действительности. Проводится анализ потребностей человека с позиций экологии и возможности формирования экологического сознания у человека. Понимание потребностей человека и его мотиваций предоставляет возможность эффективно управлять человеческой деятельностью в сфере экологии.

Экология; потребности; псевдопотребности; экологическое сознание.

T.V. Timoshenko

THE ECOLOGY AND THE HUMAN NEEDS

The article is devoted to the modern ecological problems through the lenses of person's demands. The latter is considered as a cause of the human activity. Also there is the analysis of the problem of pseudoneeds in the modern society. Besides, some contradictions between people's needs and the quality of their reality are given in this article. Moreover, there is also the analysis