

УДК 004.681.518

Ларина Е.Ю., к.т.н.; Ларин В.Ю., д.т.н.;
Розорин Г.Н., д.т.н.; Чичикало Н.И., д.т.н.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ ПРОЦЕССОВ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Larina K.Yu., Larin V.Yu., Rozorinov H.N., Chichicalo N.I. Information technologies for protection of vital processes of human being. Information-measuring system for detection of temperature field (homeostasis) of human being, used for prophylaxis control of temperature distribution process on the surface of body and self-diagnostics, and also evaluation of effect of outside factors, for example, organism reaction on food products, medical drugs, medical procedures etc. is proposed. According to achieved results of system representation of information, the variants of information technologies for protection of vital processes of human being were developed. The usage of modern means of electronic and microprocessor technology, and special software enabled the development of high technology, easy to use and low cost device either for usage in common conditions, or for monitoring in medical centers. Self-diagnostics procedure held with the help of common devices protects the patient from wrong diagnosis. At the same time, this leads to escalation of responsibility of medical centers.

Keywords: information-measuring system visualization, homeostasis, self-diagnostics, temperature field of human being, accuracy, error protection.

Ларіна К.Ю., Ларін В.Ю., Розорінов Г.М., Чичикало Н.І. Інформаційні технології захисту процесів життєдіяльності людини. Запропонована інформаційно-вимірювальна система визначення температурного поля (гомеостазу) людини, вживана для профілактичного контролю процесу розподілу температури на поверхні тіла і самодіагностики, а також оцінки впливу дії зовнішніх чинників, наприклад, реакцію організму на харчові продукти, на лікарські препарати, на лікувальні процедури і ін. На підставі отриманих результатів представлення системної інформації розроблені варіанти інформаційних технологій, що захищають процеси життєдіяльності людини.

Ключові слова: інформаційно-вимірювальна система, візуалізація, гомеостаз, самодіагностика, температурне поле людини, точність, захист від помилок

Ларина Е.Ю., Ларин В.Ю., Розорин Г.Н., Чичикало Н.И. Информационные технологии защиты процессов жизнедеятельности человека. Предложена информационно-измерительная система определения температурного поля (гомеостаза) человека, применяемая для профилактического контроля процесса распределения температуры на поверхности тела и самодиагностики, а также оценки влияния воздействия внешних факторов, например, реакцию организма на пищевые продукты, на лекарственные препараты, на лечебные процедуры и др. На основании полученных результатов представления системной информации разработаны варианты информационных технологий, защищающих процессы жизнедеятельности человека.

Ключевые слова: информационно-измерительная система, визуализация, гомеостаз, самодиагностика, температурное поле человека, точность, защита от ошибок

1. Введение и постановка задачи

Как известно, лечение любого вида заболевания строго индивидуально. Существует много рекомендаций по исправлению тех или иных нарушений здоровья [1 - 5]. Использование их в домашних условиях не исключает своевременную медицинскую помощь. Особенно важно предупреждение заболеваний, их диагностика на ранних стадиях. При этом комплексная оценка физического здоровья базируется на основных показателях уровня здоровья, определяемых в лечебном учреждении. Вместе с тем немаловажным также является самодиагностика заболеваний. Основными признаками здоровья являются показатели температуры и пульса. Современная медицина широко использует достижения науки и техники, позволяющие проводить диагностические исследования человека [6-12]. Аппаратурная информация представляет ценность, если она достоверна и своевременна [6, 9, 10]. В настоящее время различные методики лечения и профилактики требуют создания новых информационных технологий, базирующихся на применении специальной аппаратуры, позволяющей оценивать состояние процесса жизнедеятельности человека в реальном времени [7-12].

Ведущую роль в формировании термической нагрузки, определяемой тепловым состоянием человека, играет комплекс факторов: температура, влажность, скорость движения воздуха, тепловое излучение и продолжительность их воздействия, одежда, физическая активность, условия труда [13-17]. Поэтому постановка задачи заключается в необходимости разработки системы контроля температурного поля человека, которая позволит производить измерения и визуализацию в реальном времени, при котором учитывается весь комплекс указанных факторов. Современные требования, предъявляемые к функциональности медицинского оборудования и его надежности, обуславливают необходимость в новом подходе при решении задач, связанных с проектированием структуры, как всего прибора, так и отдельных его функциональных блоков [2, 6]. Использование современной электронной элементной базы позволяет успешно решать задачи проектирования многофункциональных устройств термодиагностики, эффективно регистрировать, отображать и анализировать результаты измерений в удобном для восприятия виде [18].

2. Анализ известных решений

Получить информацию о состоянии человека можно и с использованием традиционных способов: измерение температуры тела, осмотр врача и др. (табл.1).

Известные методы определения температуры тела человека Табл. 1

№№ пп	Методы и средства	Достоинства метода	Недостатки результата	Функциональные особенности
1	Традиционный метод: термометр и осмотр врача	Достаточно эффективный	Требует значительных затрат времени для получения результата и консультации специалиста для установления диагноза, хранение результатов не предусмотрено	Устанавливает диагноз при участии специалиста только на каких-то конкретных этапах
2	Прикосновение рукой ко лбу	Метод позво- ляет только оп- ределить нахо- дится ли темпе- ратура в норме.	Точность зависит от многих факторов (температура руки, температура окружающей среды, влажность и т.д.)	Отсутствие точности для принятия незамедлительных решений
3	Медицинский термометр	Простота конструкции, низкая стои- мость, доступ- ность и точ- ность	Значительное время, необходимое на измерение. Измерения производятся только в одной точке. Не позволяет следить за динамикой изменения температуры	Отсутствие визуального наблюдения в реальном времени
4	Тепловизор	Дает возмож- ность визуаль- ного наблюде- ния за распре- делением тем- пературы внут- ренних органов живого орга- низма	Не позволяет судить о температурном гомеостазе человека для получения наглядной картины заболеваний и наблюдать реакцию организма на профилактические мероприятия. О состоянии здоровья органов судят по цветовой палитре, а отображение распределения температуры отсутствует	В зависимости от устройства отобра- жения (монитор компьютера, цветная распечатка) наблю- даются значительные расхождения в ото- бражении одного и того же цвета. Зрение каждого человека по-разному воспринимает цвета и их оттенки

Такие методы достаточно эффективны, но требуют или значительных затрат времени для получения результата или консультации специалиста для постановки диагноза, в то время как результат для принятия решений необходим незамедлительно. Современная техника находится на таком уровне, что может обеспечить не только измерение, анализ, но и выдавать обслуживающему персоналу диагноз в реальном времени, при этом участие специалиста может понадобиться только на каких-то конкретных этапах.

Стремительное развитие медицины требует столь же стремительного параллельного развития технических средств, необходимых не только для повсеместного использования, но и на этапах исследований. Получаемый объем информации при исследованиях настолько велик, что возникает потребность в хранении и обработке данных. Как правило, обработка информации выполняется с помощью определенных математических моделей, для чего требуется применение микро-ЭВМ или персональных компьютеров (ПК). Эффективность применения ПК связана с наличием программного обеспечения, с наличием пакетов прикладных программ, а также и со способностью пользователя адаптировать их к решению конкретных задач. Зачастую необходимо не только визуально наблюдать за изменением параметров исследуемого сигнала, но и оценивать полученные результаты.

Для непосредственного наблюдения за температурой используют различные измерительные средства. Так, использование аналоговых или цифровых приборов позволяет фиксировать эти изменения для дальнейшего анализа. Время, затрачиваемое при этом вручную на запись и обработку сигнала может в значительной степени превышать время протекания самого процесса. При таких условиях не может быть и речи об эффективности контроля. Также при очень быстром протекании процессов нет возможности зафиксировать изменение сигнала для дальнейшего анализа. Можно использовать самопишущие приборы, способные в реальном времени фиксировать изменение величины амплитуды, но анализ полученных результатов займёт много времени. ПК позволяют обрабатывать, большой объем данных за короткий промежуток времени. Благодаря этому возможно применение их для решения математических алгоритмов. Время, затрачиваемое на получение и обработку данных, составляет доли секунд и поэтому можно считать результаты, отображаемые на мониторе, как полученные в реальном времени [19].

Помимо отображения параметров исследуемого сигнала происходит их анализ и формирование *информационной технологии поддержки принятия решений*. Научные, работы многих ученых свидетельствуют о том, что состояние человека, физическое и эмоциональное, зависит от многих факторов. Одним из них является температура тела. Одно из основных условий, обеспечивающих нормальную жизнедеятельность высших животных и человека, является постоянство температуры тела. Однако в различных частях тела температура не одинакова.

Роль температурных и тепловых измерений настолько велика, что в настоящее время без них нельзя обойтись. Каждый из существующих способов измерения температуры имеет свои достоинства и недостатки, поэтому выбор того или иного метода зависит от целей и конкретных условий измерения.

Температура периферических поверхностей тканей, составляющих оболочку, более изменчива, чем в центральных частях тела, в так называемой "сердцевине". Например, при температуре воздуха 28°C температура кожи конечностей близка к 34°C, при 19°C – к 16°C. У обнаженного человека при температуре воздуха (22-23)°C разница в температуре между туловищем и конечностями превышает 9°C. В направлении от периферии, на глубине 2,5–3 см от поверхности тела, в зоне "сердцевины", температура более или менее устойчива.

Известно, что экзо- и эндогенная термическая нагрузка влияет не только на систему терморегуляции, но и на другие функциональные системы организма человека. Ответные реакции функциональных систем на эту нагрузку могут зависеть от степени напряжения и работоспособности.

Большая роль в формировании теплового состояния при работе в нагревающей среде может принадлежать одежде, теплофизические свойства которой в ряде случаев существенно влияют на процесс теплообмена человека с окружающей средой.

3. Характеристика влияния температуры тела человека на состояние организма

3.1. Характеристика температурного гомеостаза человека. Использование медицинского оборудования, в частности электронного, позволяет значительно повысить эффективность диагностики заболеваний, так как получаемая информация о процессах, происходящих в организме человека, характеризуется высокой полнотой и оперативностью. Многие виды современных медицинских исследований совершенно немыслимы без использования достижений в области электронного медицинского приборостроения. Современное медицинское приборостроение характеризуется широким внедрением электронной, микроэлектронной и микропроцессорной аппаратуры в медицинских приборах.

Важное место в диагностике различных заболеваний занимает температурная диагностика, устанавливающая связь между процессами, происходящими в организме и его температурой.

Температурный гомеостаз, как и температура тела – трудно определяемое понятие:

– температура тела – средняя температура внутренних органов;

– температура гомеостаза – состояние, при котором эта условная величина поддерживается в пределах физиологических границ.

Сохранение организмом температуры гомеостаза обеспечивается деятельностью сложных и совершенных гомеостатических систем (систем терморегуляции).

Терморегуляция – это совокупность взаимосвязанных процессов регулирования интенсивности теплообразования и теплоотдачи. Направление на сохранение температурного гомеостаза организма при действии холода или тепла, называется химическим терморегулированием, процессы теплопередачи – физической терморегуляцией.

3.2. Разработка метода анализа температуры гомеостаза организма человека. С целью самоконтроля текущего состояния, анализа температурного баланса всего организма и получения консультаций о применении нетрадиционных методик без лекарственных препаратов для его стабилизации, нами разработан анализатор температуры гомеостаза организма человека (АТГОЧ) – измерительное устройство, предназначенное для профилактического использования в бытовых условиях.

АТГОЧ – это самостоятельно используемая аппаратура. Она может применяться в различных областях медицины, как на этапах исследований, так и при контроле гомеостаза больного человека или отдельных участков его тела.

АТГОЧ состоит из интеллектуального микропроцессорного модуля, интерфейса и предусматривает как использование персонального компьютера, так и вывод информации на автономный дисплей анализатора (рис.1).

АТГОЧ снабжен специально разработанным программным обеспечением и использует когнитивную (удобную для восприятия) визуализацию. Введение в анализатор новых функций позволило устранить описанные выше недостатки известных методов определения температуры гомеостаза. К числу таких новых функций относятся:

- учет конкретных условий измерения;
- сокращение затрат времени для получения результата;
- возможность хранения результатов;
- отслеживание динамики изменения температуры;
- оценка реакции на внешние возмущающие факторы;
- установление диагноза в режиме профилактического эксперта;
- выдача рекомендаций для стабилизации температурного баланса;
- выдача результата для незамедлительного принятия решения;

– определение температурного баланса не по цветовой палитре (как например в тепловизоре);

– точность установления диагноза не зависит от устройства отображения (монитор компьютера, цветная распечатка), когда наблюдаются значительные расхождения в отображении одного и того же цвета и от зрения каждого человека по-разному воспринимать цвета и их оттенки.

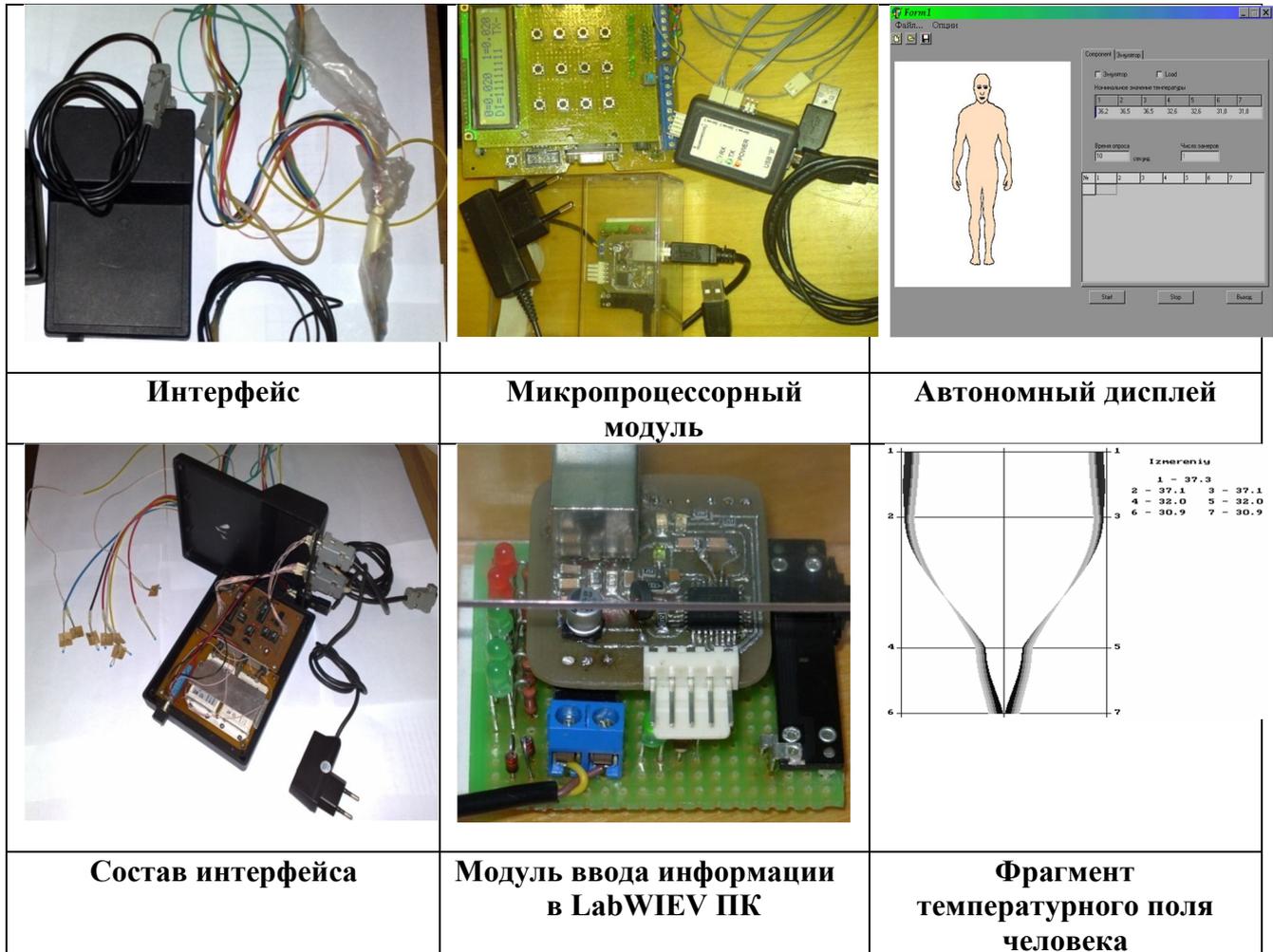


Рис. 1. Состав анализатора температуры гомеостаза

АТГОЧ характеризуется низкой стоимостью, доступностью и точностью в использовании и не исключает консультацию специалиста. Анализатор может эффективно применяться для сбора, первичной обработки, отображения и хранения результатов профилактической оценки состояния человека.

4. Информационно-измерительная система определения температурного поля человека

На рис. 2 показана структурная схема информационно-измерительной системы (ИИС), предназначенной для самоконтроля температуры тела человека, с целью определения болезней по их первым признакам, оказания первой доврачебной помощи и защиты от ошибочного диагноза. Связь между измерительным модулем температурного поля (ИМТ) человека и компьютером осуществляется по радиоканалу. Для сокращения числа радиоканалов для каждого анализируемого объекта в отдельности, ИМТ разбиты на три группы. Каждая группа имеет одинаковый состав, но разное число ИМТ.

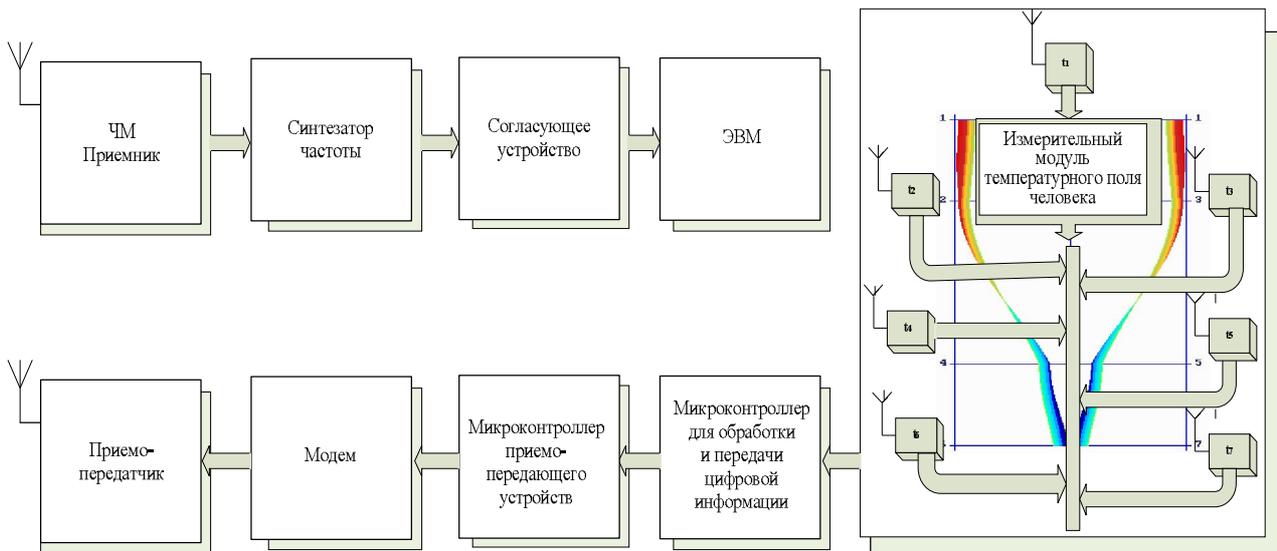


Рис. 2. Укрупненная структурная схема информационно-измерительной системы сбора и передачи информации о состоянии температурного гомеостаза человека

Основу передатчика составляет аналогово-цифровой преобразователь, на вход которого, с временными интервалами, заданными разрядностью дешифратора, счетчика и частотой тактового генератора поступают данные с ИМТ. Здесь они преобразуются в цифровую форму, затем складываются с тактовыми синхроимпульсами в заданных амплитудных соотношениях и поступают в амплитудный модулятор, который формирует колебания задающего генератора.

Канал связи может быть выполнен и в оптическом варианте. Однако, реализация оптического канала приводит к увеличению размеров системы, если учесть тот факт, что она разделена на три группы, каждая из которых имеет одинаковый передатчик. Это ведет не только к увеличению стоимости системы, но и к сложности наладки и эксплуатации. Достоинствами оптического канала связи является высокое качество связи и независимость от электромагнитной обстановки. В то же время в процессе движения объекта возможно перекрытие оптического канала посторонними предметами, что является недопустимым.

Радиоканал в условиях городских полей будет обладать меньшей помехоустойчивостью. Преимущество радиоканала заключается в простоте схемы и меньших габаритах.

Частотно-модулированный генератор работает в диапазоне УКВ волн. Частота генератора находится в пределах 115 – 120 МГц. Этот диапазон относится к первому каналу метрового телевидения, но так как мощность передатчика мала и не совпадает ни с одним из каналов телевидения, помехи будут минимальными.

На приемной стороне используется приёмник для усиления и преобразования ВЧ ЧМ сигнала от объектов в НЧ информационные сигналы. Основное требование к приёмнику – высокая чувствительность.

Низкочастотный сигнал с выхода приёмника подаётся на синтезатор частоты. Применение синтезатора обусловлено тем, что каждая группа ИМТ имеет свою несущую частоту. Такой подход позволяет определять номер группы по несущей частоте.

Синтезатор с цифровым управлением позволяет обеспечить стабильную настройку приёмника. Последовательно во времени необходимо производить перестройку синтезатора с определённым шагом и записывать данные о состоянии объекта в память. Запомненные данные в дальнейшем через устройство согласования передаются в компьютер.

5. Выводы

1. В результате анализа процесса жизнедеятельности человека установлено, что его температурное поле отображает его текущее тепловое состояние. Показатели температуры являются одними из основных признаков здоровья.

2. Определены факторы, играющие значительную роль в формировании теплового состояния, и с их учетом разработан прибор для контроля и анализа температурного баланса (гомеостаза) организма человека.

3. По количеству выполняемых функций и низкой стоимости анализатор эффективно может использоваться в бытовых условиях для самоконтроля.

4. Использование микропроцессорной техники в составе анализатора обеспечивает наращивание информационно-измерительной системы, например, пульсометром. По мере накопления данных в базе знаний возможна более глубокая диагностика.

5. Мероприятия по восстановлению температурного гомеостаза доступны только для опытного специалиста, поскольку подход к их использованию должен быть строго индивидуальным.

Литература

1. Ахмедов Р. Терморегуляция человека и животных в условиях повышенной температуры: научное издание / Р. Ахмедов. – Ташкент: Институт физиологии АН УзССР, 1977. – 120 с.

2. Рыжиков Г. В. Системный анализ механизмов терморегуляции организма / Г.В. Рыжиков, Г.К. Раков // Физиология человека. – 1981. – Т.7. – №2. – С. 251-258.

3. Суворов Г. А. Прогнозирование теплового состояния человека при воздействии комплекса факторов / Г.А. Суворов, Р.Ф. Афанасьева, А.Г. Антонов // Медицина труда и промышленная экология. – 2000. – №2. – С. 1-8.

4. Чусов Ю. Н. Исследование механизмов терморегуляции / Ю.Н. Чусов // Физиология человека. – 1979. – Т.5. – №5. – С.827-833.

5. Федоров Е.Е. Разработка метода биометрической идентификации человека / Е.Е. Федоров // Наукові праці ДонНТУ. – 2013. – № 2. – С. 270-278.

6. Ларин В.Ю. Метод минимизации составляющих погрешностей при идентификации сигналов аппаратными средствами / В.Ю. Ларин, Е.Ю. Ларина, Я.А. Савицкая // Technical Using of Measurement – 2015 : Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених у царині метрології, 2-6 лютого. – Славське, 2015. – С. 67-69.

7. Марпл-мл. С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения / С.Л. Марпл-мл. – Москва : Мир, 1990. – 584 с.

8. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов / А.Б. Сергиенко – Санкт-Петербург : Питер, 2003. – 604 с.

9. Беляев К.Р. Коррекция фазовых искажений и обработка биомедицинских сигналов / К.Р. Беляев, А.А. Морозов // Вестник МГТУ. Сер. Приборостроение. – 1993. – № 4. – С. 40-46.

10. Штепа А.А. Моделирование и оценка погрешностей восстановления биомедицинских сигналов / А.А. Штепа, Н.И. Чичикало, Ю.В. Мироненко // Вісник інженерної академії України. – Вип. 2. – Київ, 2008. – С. 245-249.

11. Шевченко А.И. Разработка естественно-языкового интерфейса интеллектуальной медицинской системы / А.И. Шевченко, Е.Е. Федоров // АРМ врача, 2002: Междунар. дистанционная науч.-практ. конф., 15 октября 2002 г.: тезисы докл. – Днепропетровск, 2002. – С. 327 – 330.

12. Ларин В.Ю. Сравнительный анализ способов аппроксимации с максимальным правдоподобием методом определения степени полинома / В.Ю. Ларин, Е.Ю. Ларина, Н.А. Киктев // "Technical Using of Measurement – 2015": Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених у царині метрології, 2-6 лютого. – Славське, 2015. – С. 112-114.
13. Benzinger T.H. Temperature part I: arts and concepts / T.H. Benzinger. – Stroudsburg PA: Dowden, Hutchinson & Ross, 1977. – P. 6-93.
14. Sessler D.I. Temperature monitoring. Anesthesia / D.I. Sessler.: Ed. by R.D. Miller. – 4th ed. – New York: Churchill Livingstone, 1994. – P. 1363-1382.
15. Brull S.J. Liquid crystal skin thermometry: an accurate reflection of core temperature / S.J. Brull, A.J. Canningham, N.R. Connely et al. // Can. J. Anesth. – 1993. – 40. – P. 375-380.
16. Iazzo P.A. Skin and central temperature during malignant hyperthermia in swine / P.A. Iazzo, R.S. Zink, C.H. Kehler et al. // Anesthesiology. – 1992. – 77. – A579.
17. Cork R.C. Precision and accuracy of intraoperative temperature monitoring / R.C. Cork, R.W. Vaughan, L.S. Humphrey // Anesth. Analg. – 1983. – 62. – P. 211-214.
18. Faries G. Temperature relationship to distance and flow rate of warmed i.v. fluids / G. Faries, C. Johnston, R.T. Pruitt // Ann. Emerg. Med. – 1991. – 20. – P. 1198-1200.
19. Чичикало Н.И. Методы повышения точности комплексной диагностики в области медицинских исследований / Н.И. Чичикало, А.А. Штепа // Екологічні проблеми індустріальних мегаполісів: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, Донецьк – Авдіївка, Т. 2. – Донецьк, ДонНТУ. – 2004. – 8 с.

Автори статті

Ларіна Катерина Юріївна – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри автоматизованих систем обробки інформації та управління, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", Київ. Тел.: +380 (66) 030 37 43. E-mail: k.kupzova@mail.ru.

Ларін Віталій Юрійович – доктор технічних наук, професор кафедри аеронавігаційних систем, Національний авіаційний університет, Київ. Тел.: +380 (50) 830 53 63. E-mail: vylarin@gmail.com.

Розорінов Георгій Миколайович – доктор технічних наук, завідувач кафедри систем захисту інформації, Державний університет телекомунікацій, Київ. Тел.: +380 (63) 248 95 27. E-mail: grozoryn@gmail.com.

Чичикало Ніна Іванівна – доктор технічних наук, професор кафедри систем захисту інформації, Державний університет телекомунікацій, Київ. Тел. +380 (50) 867 15 64. E-mail: chichikaio@rambler.ru.

Authors of the article

Larina Kateryna Yuriyivna – candidate of sciences (technical), senior teacher of automated control systems and information processing department, National technical university of Ukraine "Kiev polytechnic institute", Kyiv. Tel. +380 (66) 0303743. E-mail: k.kupzova@mail.ru.

Larin Vitaliy Yuriyovych – doctor of sciences (technical), professor of aeronautical systems department, National aviation university, Kyiv. Tel. +380(50) 8305363. E-mail: vylarin@gmail.com.

Rozorinov Heorhiy Mykolayovych – doctor of sciences (technical), professor, head of security information systems department, State university of telecommunications, Kyiv. Tel.: +380 (63) 248 95 27. E-mail: grozoryn@gmail.com.

Chichicalo Nina Ivanivna – doctor of sciences (technical), professor of security information systems department, State university of telecommunications, Kyiv. Tel.: +380 (50) 867 15 64. E-mail: chichikaio@rambler.ru.

Дата надходження в редакцію: 27.02.2016 р.

Рецензент: д.т.н., проф. О.О. Скопа