

УДК 004.681.518

Е. Ю. ЛАРИНА, канд. техн. наук,

Национальный технический университет Украины «КПИ», Киев;

В. Ю. ЛАРИН, доктор техн. наук, профессор,

Национальный авиационный университет, Киев;

Г. Н. РОЗОРИНОВ, доктор техн. наук, профессор,

Государственный университет телекоммуникаций, Киев;

Н. И. ЧИЧИКАЛО, доктор техн. наук, профессор,

Государственный университет телекоммуникаций, Киев

Методология построения системы, реализующей поддержку принятия решений для восстановления процесса жизнедеятельности

Рассмотрены критериальные основы оценки состояния здоровья человека. Показано, что при помощи аппаратурного представления характера температурного поля человека обеспечивается возможность диагностирования вида заболевания и определения уровня его соответствия критериям: «норма», «незначительное отклонение от нормы», «критическое». Информационно-измерительная система определения температурного поля (гомеостаза) человека, реализованная в виде бытовой профилактической аппаратуры, может эффективно использоваться для самоконтроля состояния здоровья в бытовых условиях и одновременно для предотвращения ошибочного диагноза. Приведены фрагменты процесса отображения текущего состояния человека.

Ключевые слова: химическая терморегуляция; физическая терморегуляция; механизм терморегуляции организма; интенсивность термообразования; терморегуляторный центр головного мозга; температурный гомеостаз.

Введение и постановка задачи

Температура человека — важнейший параметр, свидетельствующий о текущем состоянии здоровья. Так, в работе Ф. Е. Бильца «Новое естественное лечение», изданной еще в 1902 г. в виде учебной и справочной книги о естественном способе лечения и о предохранении от болезней, приведены многочисленные примеры излечения болезней благодаря нормализации процесса распределения температуры по телу человека.

Например, нарушения работы головного мозга объясняются приливом крови или ее застою в мозгу, что приводит в большинстве случаев к нарушениям памяти. Сопровождается это тем, что ноги такого больного от ступни до половины икры холодны. После выполнения соответствующих процедур и мероприятий состояние его нормализуется. Поэтому создание прибора, который в реальном времени позволяет отобразить температурное поле человека, является актуальной задачей.

Процессы, влияющие на изменения температуры тела человека

О механизмах терморегуляции организмов к настоящему времени накоплено много данных [1–5]. Поддержание относительного постоянства температуры тела осуществляется за счет *химической* и *физической* терморегуляции.

В основе *химической терморегуляции* лежит теплообразование или уменьшение отдачи теплоты организмом во внешнюю среду за счет соответствующего изменения кровоснабжения поверхностных тканей и кожи, а также посредством дыхания.

Основной обмен отражает суммарное количество теплоты, освобождаемой химическим превращением в организме и в условиях покоя. При этом 20–25% основного обмена приходится на скелетную мускулатуру, 20–32% — на печень, 18% — на мозг, 9% — на сердце, 7% — на почки, 7% — на желудок и незначительная доля — на остальные органы и ткани.

При длительном пребывании организма в условиях пониженной температуры адаптация обмена возрастает, а в условиях повышенной температуры — снижается, в результате чего соответственно изменяется уровень общего обмена веществ.

Показано, что переход к низким температурам среды сопровождается изменением *интенсивности термообразования*. Эта зона химического терморегулирования для млекопитающих средних широт колеблется от 0 до –25 °С. При очень низких температурах (от –15 до –20 °С) среды вначале, несмотря на снижение температуры тела, наблюдается высокий уровень обмена веществ, который то или иное время поддерживается, а затем начинает падать. Эту зону температурного влияния на организм можно назвать *зоной охлаждения*.

Наиболее стабильные низкие значения теплопродукции наблюдаются при нейтральной температуре среды.

Первая химическая терморегуляция наблюдается при высокой температуре окружающей среды — «второй химической температуре», и отсутствует при «первой химической температуре» — низкой температуре окружающей среды. Дальнейшее повышение указанной температуры приводит к существенному росту температуры тела и способствует усилению термопродукции.

Повышение температуры тела в условиях высокой температуры окружающей среды не сопровождается повышением метаболических процессов в организме. Более того, уровень обмена при этом заметно снижается. Следовательно, некоторый прирост температуры тела в процессе облучения не свидетельствует о нарушении механизмов терморегуляции.

Вторая химическая терморегуляция имеет непосредственное отношение к пребыванию организма в условиях тропического климата. Включение этого механизма на фоне действующей физической терморегуляции при высоких температурах окружающей среды препятствует перегреванию организма.

Пребывание человека при температурах выше критической (35 °С) сопровождается усилением метаболических процессов, что связано, вероятно, с активным включением механизмов **физической терморегуляции**. Дальнейшее повышение температуры среды до 40 °С не вызывает усиления интенсивности окислительных процессов. Уровень обмена снижается или остается без изменения. В данном случае интенсивность метаболических процессов в организме падает настолько, что компенсирует дополнительную энергию, связанную с действием физической терморегуляции.

Высокий уровень общего обмена веществ и теплопродукции организма в зимний период поддерживается за счет усиления метаболической активности тканей печени, сердца, почек, мозга и скелетной мускулатуры. Следовательно, поддержание гомеостаза в этих условиях обеспечивается изменением деятельности большинства внутренних органов и скелетной мускулатуры.

Имеются и **центральные механизмы** регуляции теплового гомеостаза. К ним относится **терморегуляторный центр** головного мозга. Воздействием на него температуры крови и импульсов от терморесепторов различной локализации обуславливается включение периферических механизмов.

Отображение процессов изменения температуры при помощи анализатора гомеостаза человека

Известно, что характер формирования функциональной системы и включение в нее конкретных механизмов определяются тем результатом, на достижение которого нацелена данная функциональная система [6].

В силу этого результат как конкретный адаптационный эффект, требуемый организму в каждом случае взаимодействия с окружающей средой, является систематизирующим фактором [7; 8].

Таким образом, при изучении возможностей приспособления организма к различным условиям среды необходимо рассматривать вместе с его функциональным состоянием и динамику системообразующего фактора [9]. Некоторые результаты отображения температурного гомеостаза человека приведены в табл. 1.

По мнению Г. Х. Шахбазяна (1947), наиболее благоприятное тепловое состояние организма человека наблюдается при средней температуре поверхности тела, близкой к 33 °С. При 29 °С и ниже человек ощущает холод, при 34...35 °С — чрезмерную теплоту.

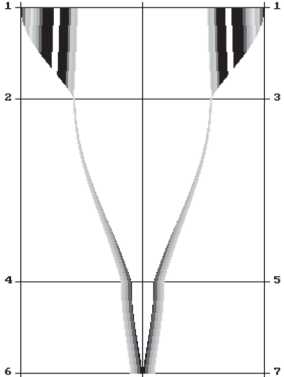
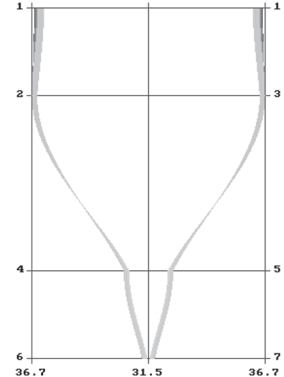
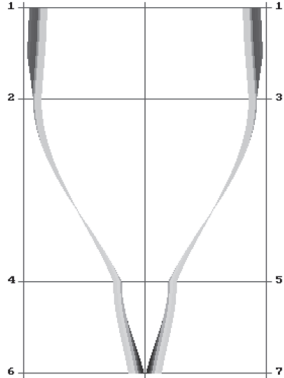
Исследование, проведенное летом при относительном покое человека, показало, что температура тела в течение дня существенно изменяется. Наиболее низкая температура наблюдается в утренние часы, причем ее среднее значение не превышает (32,22 ± 0,01) °С.

Таблица 1

Анализ процессов, влияющих на изменения температуры тела человека

Мнения специалистов и рекомендации	Отображение температурного поля								
<p>Согласно представлениям П. К. Анохина, в достижении полезного приспособительного результата задействован весь организм как единое целое. Однако имеется ряд частных функциональных систем, обеспечивающих достижение соответствующих результатов.</p> <p>Одна из них — функциональная система, поддерживающая температуру тела.</p> <p>Приспособительным результатом ее функционирования является поддержание такого уровня температуры в организме, который обеспечивает нормальное течение обменных процессов</p>	<p>Izmereniy</p> <table border="1"> <tr> <td>1 - 36.2</td> <td>3 - 36.6</td> </tr> <tr> <td>2 - 36.6</td> <td>4 - 32.5</td> </tr> <tr> <td>4 - 32.5</td> <td>5 - 32.5</td> </tr> <tr> <td>6 - 31.7</td> <td>7 - 31.7</td> </tr> </table> <p>Нормальное течение обменных процессов — «норма»</p>	1 - 36.2	3 - 36.6	2 - 36.6	4 - 32.5	4 - 32.5	5 - 32.5	6 - 31.7	7 - 31.7
1 - 36.2	3 - 36.6								
2 - 36.6	4 - 32.5								
4 - 32.5	5 - 32.5								
6 - 31.7	7 - 31.7								

Окончание табл. 1

Мнения специалистов и рекомендации	Отображение температурного поля																					
<p>Изменение функционального состояния центральной нервной системы можно объяснить тем, что с увеличением интенсивности охлаждения организма повышается холодовая афферентация, непосредственно влияющая на уровень возбуждения и работоспособность, вследствие чего характер изменения гемодинамики кажется необычным.</p> <p>Известно, что утомление при работе в нормальных условиях сопровождается нарушением точности и координированности движений, снижением КПД мышечного напряжения, повышением энергетических затрат и т. д. В результате повышается интенсивность обменных процессов, что сопровождается выведением все большего количества теплоты</p>	 <p>Izmereniy</p> <table border="1" data-bbox="1171 294 1330 382"> <tr><td>1</td><td>-</td><td>40.8</td></tr> <tr><td>2</td><td>-</td><td>36.4</td></tr> <tr><td>3</td><td>-</td><td>36.4</td></tr> <tr><td>4</td><td>-</td><td>31.8</td></tr> <tr><td>5</td><td>-</td><td>31.8</td></tr> <tr><td>6</td><td>-</td><td>30.9</td></tr> <tr><td>7</td><td>-</td><td>30.9</td></tr> </table> <p>Повышение температуры головы и понижение температуры ног вследствие утомления при длительной работе за компьютером — «критическое»</p>	1	-	40.8	2	-	36.4	3	-	36.4	4	-	31.8	5	-	31.8	6	-	30.9	7	-	30.9
1	-	40.8																				
2	-	36.4																				
3	-	36.4																				
4	-	31.8																				
5	-	31.8																				
6	-	30.9																				
7	-	30.9																				
<p>При работе человека в зимних условиях, если он и ощущает утомление, в его организме происходят все те явления, что и в нормальных условиях. Однако изменения гемодинамики имеют иной характер. Системный анализ позволяет установить закономерную связь гемодинамики с изменением теплового состояния организма и определить ее роль в терморегуляции.</p> <p>Основным приспособительным эффектом для организма человека является поддержание температуры тела на оптимальном уровне. При этом с увеличением интенсивности охлаждения тепловое состояние организма ухудшается, что сопровождается снижением уровня гемодинамики</p>	 <p>Izmereniy</p> <table border="1" data-bbox="1171 768 1330 856"> <tr><td>1</td><td>-</td><td>36.6</td></tr> <tr><td>2</td><td>-</td><td>36.7</td></tr> <tr><td>3</td><td>-</td><td>36.7</td></tr> <tr><td>4</td><td>-</td><td>32.4</td></tr> <tr><td>5</td><td>-</td><td>32.4</td></tr> <tr><td>6</td><td>-</td><td>31.6</td></tr> <tr><td>7</td><td>-</td><td>31.6</td></tr> </table> <p>Температурное поле человека без резких изменений с понижением температуры в зимних условиях — «незначительное отклонение от нормы»</p>	1	-	36.6	2	-	36.7	3	-	36.7	4	-	32.4	5	-	32.4	6	-	31.6	7	-	31.6
1	-	36.6																				
2	-	36.7																				
3	-	36.7																				
4	-	32.4																				
5	-	32.4																				
6	-	31.6																				
7	-	31.6																				
<p>Если при слабой степени охлаждения (до -25°C) после трудовой нагрузки сердечный ритм держится на уровне не ниже 79 уд/мин, то при дальнейшем понижении температуры (до -45°C) он снижается до 65 уд/мин. Аналогично изменяются и другие показатели. Очевидно, что чем больше охлаждение организма, тем менее напряженно работает сердце при равной интенсивности труда и тем ниже скорость кровотока. Некоторое увеличение теплоты благодаря устранению кислородного голодания позволяет компенсировать дефицит теплоты в поверхностных тканях тела, чем исключается необходимость в поддержании усиленного кровотока. Это дает основание говорить о терморегуляторной составляющей гемодинамики [10]. Следовало, казалось бы, ожидать более низких значений показателей гемодинамики при дальнейшем понижении температуры (ниже -45°C). Однако на самом деле этого не происходит</p>	 <p>Izmereniy</p> <table border="1" data-bbox="1171 1242 1330 1330"> <tr><td>1</td><td>-</td><td>37.4</td></tr> <tr><td>2</td><td>-</td><td>36.9</td></tr> <tr><td>3</td><td>-</td><td>36.9</td></tr> <tr><td>4</td><td>-</td><td>32.2</td></tr> <tr><td>5</td><td>-</td><td>32.2</td></tr> <tr><td>6</td><td>-</td><td>31.0</td></tr> <tr><td>7</td><td>-</td><td>31.0</td></tr> </table> <p>Снижение общего уровня терморегуляторной составляющей гемодинамики (повышение температуры головы и понижение температуры ног) — «отклонение от нормы».</p> <p>Предполагается, что резкое увеличение теплоотдачи организма при физической активности в экстремальных погодных условиях вызывает включение механизмов химической терморегуляции посредством воздействия охлажденной крови на соответствующие центры мозга</p>	1	-	37.4	2	-	36.9	3	-	36.9	4	-	32.2	5	-	32.2	6	-	31.0	7	-	31.0
1	-	37.4																				
2	-	36.9																				
3	-	36.9																				
4	-	32.2																				
5	-	32.2																				
6	-	31.0																				
7	-	31.0																				

Итак, при повышении интенсивности охлаждения создается опасность обморожения открытых участков тела, во избежание которого усиливается их обогрев за счет обильного кровоснабжения тканей. Кроме того, повышается интенсивность метаболических процессов из-за включения химической терморегуляции. В результате увеличивается потребность тканей в кислороде, питательных веществах и выводе продуктов обмена. При этом терморегуляторная составляющая гемодинамики, получив противоположный знак, способствует повышению общего уровня последней, чем и объясняется положи-

тельная роль холодных компрессов по методу Кнейпа для выравнивания температурного поля. Однако применять их нужно строго индивидуально, консультируясь со специалистом. При рассмотрении установленных и известных факторов с системных позиций видим, что при относительно небольшой интенсивности охлаждающего воздействия на организм человека функциональная система терморегуляции имеет целью обеспечение теплового гомеостаза «ядра» тела. При физической работе и сравнительно невысокой интенсивности охлаждения достаточно снижения тонуса периферических сосудов для более обильного кровоснабжения поверхностных тканей и выведения избытка теплоты в окружающую среду. Увеличение интенсивности охлаждающего воздействия внешней среды приводит к резкому усилению пассивной теплоотдачи организма и возникновению потребности в активном задержании теплоты для сохранения постоянства температуры жизненно важных центров. Эта потребность удовлетворяется за счет усиленной работы механизмов теплоотдачи. Очевидно, повышенная пассивная теплоотдача, создавая дефицит теплоты в организме, способствует снижению теплопроводящей функции крови и уменьшению потребности организма в высоком кровотоке. Деятельность сердца поддерживает гемодинамику, достаточную для обеспечения метаболических процессов. При этом происходит более значительное снижение температуры кожи не только на открытых, но и на закрытых участках тела. Увеличение активирующего влияния холодовой афферентации приводит к повышению возбудимости центральной нервной системы.

В условиях очень низких температур механизмы снижения теплоотдачи функционируют с еще большим напряжением. Холодовая афферентация с охлаждаемых участков возрастает и сигнализирует об опасности их обморожения. В процессе афферентного синтеза выявляется потребность организма в сохранении целостности охлаждаемых поверхностей. При этом система терморегуляции обеспечивает не только поддержание нормальной температуры ядра тела, но и сохранение предельно допустимой температуры оболочки как условия нормального метаболизма ее тканей. Для этого организм вынужден осуществлять обогрев периферийных участков. В таких условиях терморегуляторная функция крови заключается не в выводе избытка теплоты из организма, а в переносе ее на периферию в пользу охлаждаемых тканей и в ущерб ядру тела. Это явление целесообразно называть *изменением знака терморегуляторной составляющей гемодинамики*. Для поддержания постоянства температуры ядра в этих условиях необходимо увеличивать теплопродукцию, поскольку интенсивный вывод теплоты из организма вызывает снижение температуры глубоко лежащих тканей. Охлажденная на периферии кровь, отнимая у тканей теплоту, уже не нагревается до нормы, и это ведет к нарушению теплового гомеостаза ядра. Однако повышение интенсивности метаболических процессов, а значит, и повышение трофической функции крови также вызывает увеличение кровотока. Изменением знака терморегуляторной составляющей гемодинамики обуславливается увеличение ее транспортной составляющей.

Таким образом, в качестве основного результата, на достижение которого направлена деятельность системы терморегуляции в нормальных условиях, следует рассматривать именно температуру ядра тела. При экстремальных погодных условиях не менее важным результатом становится и температура тканей оболочки. В то же время кровь благодаря своему свойству приобретает температуру омываемых тканей играет огромную роль в процессах терморегуляции. Гемодинамика, принимая участие как в теплоотдаче, так и в теплопродукции, является одним из центральных механизмов функциональной системы терморегуляции. Как известно, в теплопродукции организма человека при физической его работе большую роль играют мышечные сокращения, частным случаем которых является дрожь при охлаждении в состоянии относительного покоя. Этот механизм можно обозначить как мышечную активность. Уровень мышечной дрожи, по расчетам К. П. Иванова, почти в 2,5 раза выше уровня мышечной работы. Интенсивная мышечная работа вызывает, в свою очередь, расширение сосудов и усиление периферического кровотока. При этом значительно ослабевают теплоизоляционные свойства тканей. Теплоотдача увеличивается в 2-3 раза. Расчеты показали, что только 20% теплоты при мышечной работе депонируется в организме. Таким образом, четкая реакция обмена на действие низкой и высокой температуры окружающей среды свидетельствует о ярко выраженной химической терморегуляции у человека. Изменение химической терморегуляции в этих условиях поддерживает сохранение температурного гомеостаза. Обращает на себя внимание особенность распределения температуры кожи на различных участках тела: высокая — на туловище и относительно низкая — на дистальных и проксимальных участках тела (табл. 2).

В дневные и вечерние часы суток при температуре воздуха в помещении 28,0...30,6 °С средняя температура кожи превышала комфортные параметры (33,66...34,00 °С). Характерно, что разность в уровнях температуры кожи туловища и конечностей при этом сглаживается. Повышается также температура тела, с (36,0 ± 0,02) °С утром до (36,6 ± 0,02) °С вечером. Известно, что при температуре внешних областей (в аорте), равной 37,0...37,5 °С, разность в температуре между ядром тела и периферией его

Температура поверхності шкіри, °С, в течение дня

Контролируемые участки поверхности кожи	Утро (6-7 ⁰⁰)	День (12-13 ⁰⁰)	Вечер (17-18 ⁰⁰)
Лоб	33,1 ± 0,06	34,6 ± 0,05	34,9 ± 0,06
Щеки	31,9 ± 0,09	34,7 ± 0,01	34,7 ± 0,02
Шея	33,4 ± 0,07	34,7 ± 0,01	34,9 ± 0,02
Живот	32,6 ± 0,07	33,7 ± 0,02	34,1 ± 0,02
Кисть	30,2 ± 0,1	33,6 ± 0,02	33,8 ± 0,02
Стопа	31,9 ± 0,26	33,5 ± 0,05	33,9 ± 0,05

составляет 4,5 °С (Веселкин, 1963). Следовательно, температура кожи должна составлять 32...33 °С. В наших наблюдениях температура кожи летом в дневное время при температуре воздуха 28...30,6 °С выходила за указанные пределы, что уменьшало разность температур между ядром и периферийными участками тела. Колебания температуры кожи в сторону повышения до комфортных значений, а также учащение пульса и повышение кровяного давления в течение дня в связи с повышением температуры воздуха свидетельствует о заметном напряжении терморегулирующих механизмов организма. Таким образом, повышенное требование к работе сердца летом сочетается с изменением деятельности периферических капилляров и расширением мелких сосудов в связи с усилением функции терморегуляции под влиянием тепловой нагрузки.

Вывод

На основании анализа процессов и приведенных примеров отображения температуры тела человека очевидна возможность оценки общего уровня терморегуляторной составляющей гемодинамики, а значит, и постановка диагноза для принятия решений.

Литература

1. Суворов, Г. А. Прогнозирование теплового состояния человека при воздействии комплекса факторов / Г. А. Суворов, Р. Ф. Афанасьева, А. Г. Антонов // Мед. труда и пром. экол.— 2000.— №2.— С. 1–8.
2. Павлов, И. П. Физиология терморегуляции – полное собрание сочинений / И. П. Павлов.— Т. 5.— М., Л.— 1952.— 415 с.
3. Вагнер, Г. Тайные коды кристаллов соли / Г. Вагнер.— М.: Астрель – АСТ.— 2008.— 126 с.
4. Методические рекомендации Министерства здравоохранения СССР.— № 5168–90.
5. Питание и биоэнергетика человека [Электронный ресурс].— Режим доступа: <http://ipchepurnoy.narod.ru/Energia.html>.
6. Чичикало, Н. И. Вычислительные аспекты восстановления сигналов в медицинских автоматизированных системах диагностики / Н. И. Чичикало, О. А. Штепа // Автоматика 2002.— Т. 1.— Донецьк, 2002.— 5 с.
7. Чичикало, Н. И. Методы повышения точности восстановления реографического сигнала / Н. И. Чичикало, О. А. Штепа: наук. праці ДонНТУ.— Донецьк, 2003.— Вип. 50.— 7 с.— (Серія «Обчислювальна техніка та автоматизація»).
8. Чичикало, Н. И. Методика оценки скоростной эффективности поблочной цифровой фильтрации цифрового сигнала / Н. И. Чичикало, О. А. Штепа: наук. праці ДонНТУ.— Донецьк, 2003.— Вип. 58.— 7 с.— (Серія «Обчислювальна техніка та автоматизація»).
9. Чичикало, Н. И. Структура универсальной мультисигнальной медикодиагностической ИИС / Н. И. Чичикало, О. А. Штепа: наук. праці ДонНТУ.— Донецьк, 2004.— Вип. 56.— 7 с.— (Серія «Обчислювальна техніка та автоматизація»).
10. Чичикало, Н. И. Повышение эффективности цифровой обработки низкоамплитудных измерительных сигналов / Н. И. Чичикало, О. А. Штепа // Східноєвропейський журн. передових технологій.— 2004.— № 5 (11).

Рецензент: доктор техн. наук, профессор **В. В. Вишнеvский**, Государственный университет телекоммуникаций, Киев.

К. Ю. Ларіна, В. Ю. Ларін, Г. М. Розорінов, Н. І. Чичикало МЕТОДОЛОГІЯ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ, ЩО РЕАЛІЗУЄ ПІДТРИМКУ УХВАЛЕННЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

Розглянуто критерійні основи оцінювання стану здоров'я людини. Показано, що за допомогою апаратного подання характеру температурного поля людини забезпечується можливість діагностування виду захворювання і визначення рівня його відповідності критеріям: «норма», «незначне відхилення від норми», «критичне». Інформаційно-вимірювальна система визначення температурного поля (гомеостазу) людини, реалізована у вигляді побутової профілактичної апаратури, може ефективно використовуватися для самоконтролю стану здоров'я в побутових умовах і одночасно для захисту від помилкового діагнозу. Наведено фрагменти процесу відображення поточного стану людини.

Ключові слова: хімічна терморегуляція; фізична терморегуляція; механізм терморегуляції організму; інтенсивність термоутворення; терморегуляторний центр головного мозку; температурний гомеостаз.

E. Yu. Larina, V. Yu. Larin, H. N. Rozorinov, N. I. Chichikalo

METHODOLOGY OF THE SYSTEM CONSTRUCTION REALIZING SUPPORT OF DECISION-MAKING FOR RENEWAL OF VITAL FUNCTIONS PROCESS

Criterion bases of estimation of the man health state are considered. It is retined that by apparatus presentation of character of the man temperature field the diagnosticating possibility of disease type and determination of level of his accordance criteria is provided: «norm», «insignificant deviation from a norm», «critical». The informatively-measuring system of determination of the temperature field (homoeostasis) of man, realized as a domestic prophylactic apparatus, can be effectively utilized for self-control of the state of health in domestic terms and simultaneously for protecting from a misdiagnosis. The fragments of process of reflection of man current status are resulted.

Keywords: chemical thermoregulation; physical thermoregulation; mechanism of organism thermoregulation; intensity of termoformation; thermoregulatory center of cerebrum; temperature homoeostasis.

УДК 004.056.8

С. В. КОЗЕЛКОВ, доктор техн. наук, професор, заслужений изобретатель України, лауреат Государственной премии України в области науки и техники;

А. П. БОНДАРЧУК, канд. техн. наук, доцент;

Н. Н. БРАЙЛОВСКИЙ, канд. техн. наук, доцент,
Государственный университет телекоммуникаций, Киев

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

Описана задача исследования специальных систем передачи данных. Рассмотрена математическая модель вычисления вероятности появления сообщения C , предыдущее состояние которого было S .

Ключевые слова: дискретный источник без памяти; дискретный источник с памятью; дискретные марковские источники.

Введение

Сегодня системы специального назначения находят все большее применение [1]. Это в первую очередь продукция военного и двойного назначения [2], используемая в целях:

- радиоэлектронной разведки и противодействия;
- измерения параметров различного специального оборудования;
- защиты информации (комплексы для проведения исследований на защищенность);
- тестирования оборудования (средства связи, локация, навигация) на устойчивость к преднамеренным помехам;
- имитации помеховой обстановки;
- имитации сигналов спутников GPS;
- записи и воспроизведения радиосигнала;
- адаптивной системы глушения ВЧ сигналов;
- определения направления прихода луча с использованием нескольких фазокогерентных каналов;
- мониторинга радиозфира в реальном времени до 14 ГГц;
- имитация сигналов различных систем связи: GSM, UMTS, cdma 2000, LTE, WiMax, Wi-Fi и др.

Основная часть

Исследование сложных систем специального назначения, в которых происходит передача информации, требует математической формализации задачи. Такая формализация заключается в разработке математического описания сообщений и процессов их преобразований в различных элементах исследуемой системы (математической модели), а также в выборе адекватного математического аппарата анализа и синтеза системы.

Применительно к задачам передачи информации общепринятым стал вероятностный подход [3]. Сообщение при таком подходе представляется в виде случайного процесса, который определяется как семейство случайных величин $\{C(t), t \in T\}$, где t — дискретный или непрерывный параметр; T — область его изменения.