

УДК 621.317

В.П. КУЦЕНКО^{a,b,c}, Ю.А. СКРИПНИК^d, Н.Ф. ТРЕГУБОВ^a, К.Л. ШЕВЧЕНКО^d

НОВЫЙ ПОДХОД К ЭЛЕКТРОПУНКТУРНОЙ ДИАГНОСТИКЕ

^aКазенное научно-производственное предприятие „Кварсит”,
ул. Шмидта, 1, Константиновка-85104, Донецкая обл., Украина

^bГосударственный университет информатики и искусственного интеллекта,
пр. Б. Хмельницкого, 84, Донецк-83050, Украина

^cКП „Клиника квантовой медицины”,
ул. Калинина, 48, Константиновка-85100, Донецкая обл., Украина,
Тел.: +38 (062) 3342550; e-mail: donetsk50@mail.ru

^dКиевский национальный университет технологий и дизайна
ул. Немировича-Данченко, 2, г. Киев, Украина,
Тел.: +38 (044) 2562130; e-mail: autot@i.com.ua

Анотація. У роботі пропонується трьохелектродна система з логарифмічним перетворювачем, що дозволяє за рахунок використання теплових електричних шумів епідермиса оцінювати декремент електрошкіряного опору людини як його діагностичний показник. Розглянуто функціональну схему пристрою, принцип і алгоритм обробки сигналу. Показано, що даний спосіб дозволяє підвищити точність і забезпечити повну безпеку електропунктурної діагностики стану здоров'я людини.

Аннотация. В работе предлагается трехэлектродная система с логарифмическим преобразователем, позволяющая за счет использования тепловых электрических шумов эпидермиса оценивать декремент электрокожного сопротивления человека как его диагностический показатель. Рассмотрена функциональная схема устройства, принцип и алгоритм обработки сигнала. Показано, что данный способ позволяет повысить точность и обеспечить полную безопасность электропунктурной диагностики состояния здоровья человека.

Abstract. The three-electrode system with a logarithmic transformer, allowing due to the use of thermal electric noises of epidermis to estimate dekrement of an electro-skin resistance of man as his diagnostic index, is in-process offered. The functional diagram of device, principle and algorithm of the signal processing, is considered. It is rotined that this method allows to promote exactness and provide perfect security of electro-point diagnostics of the state of health of man.

Ключові слова: діагностика, електрошкіряний опір, вимірювання, акупунктура.

Ключевые слова: диагностика, электрокожное сопротивление, измерение, акупунктура.

Keywords: diagnostics, electro-skin resistance, measuring, acupuncture.

РАССМОТРЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЭЛЕКТРОПУНКТУРНОЙ ДИАГНОСТИКИ

В основе любой электропунктурной диагностики лежит исследование электрокожного сопротивления (ЭКС) человека. Для проведения диагностики создается электрическая цепь, в которую включается пациент и диагностическое устройство. Результат измерения определяется за счет пропускания электрического тока через акупунктурные точки на теле человека. При этом нужно иметь ввиду, что электрический рельеф кожи живых организмов довольно неравномерный, электрокожное сопротивление минимально в точках акупунктуры (ТА) и меняется в широких границах в зависимости от температуры, влажности и индивидуальных особенностей организма.

На результаты измерений очень влияют значения электрического тока, который протекает через ТА от внешнего источника электрического напряжения через нелинейные свойства эпидермиса. Поэтому оценка состояния организма по абсолютным значениям ЭКС в ТА при внешнем зондировании электрическим током не всегда объективна. Кроме того проводя таким образом даже однократный замер в единственной акупунктурной точке, уже осуществляется воздействие на энергетический меридиан и соответствующий ему орган, а неправильно выбранный токовый режим тестирования может привести к изменениям в тканях внутренних органов и биохимических реакций в организме [1].

Более информативный подход в диагностике основывается на измерении декремента (перепад сопротивлений на поверхности кожи человека между высоким сопротивлением эпидермиса на большей его части и малым сопротивлением в его аномальных зонах) ЭКС в ТА, который характеризуется крутизной уменьшения сопротивления в ТА относительно окружающих тканей и поэтому получаемое отношение будет однозначно определяться уровнем здоровья. Так, в мертвом организме отсутствует неравномерный резистивный рельеф кожи, т.е. декремент ЭКС, как логарифм отношения сопротивлений равняется нулю. Однако, из-за высокого сопротивления кожи вне ТА чувствительность существующих средств измерения ЭКС недостаточная, а повышение внешнего электрического напряжения опасно для организма человека. Поэтому следует вести поиск более безопасных, но в то же время информативных тестов, которые базируются на измерении относительных параметров эпидермиса без приложения внешнего электрического напряжения. [2].

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

В этом плане для получения информации о ЭКС перспективным направлением является использование тепловых электрических шумов эпидермиса, дисперсия напряжения которых будет пропорциональна сопротивлению участка, с которого снимается этот шум. Учитывая, что предыдущие попытки решить эту задачу для электропунктурной диагностики [3,4] не обеспечили высокую точность измерения из-за нестабильности параметров преобразователя шумового тока в напряжение и неидентичности характеристик преобразователей тока и напряжения, зависимости результата измерения от температуры ТА, а также измерения только лишь абсолютных значений ЭКС, а не декремента ЭКС возле границ точек акупунктуры, поэтому актуальность этой задачи остается.

В основу предлагаемого способа положена задача создать такое устройство, в котором обеспечивалось бы прямое измерение декремента ЭКС возле границ точек акупунктуры с повышенной точностью, что позволит с большей достоверностью оценивать состояние здоровья человека без вредного влияния электрического тока на организм.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Поставленная задача решается с помощью разработанного устройства [5], функциональная электрическая схема которого представлена на рис. 1.

Снятие информации о тепловых шумах в предлагаемой схеме осуществляется с помощью двух измерительных электродов с малой площадью контакта 1,2 и опорного электрода с большой площадью контакта 3, соединенных с общей заземленной шиной 4. Такое решение, а также наличие в устройстве двух автоматических переключателей 5, 13, управляемых от мультивибратора 18, избирательных высокочастотных усилителей 6 и 7, перемножителя 8, фильтра 9 нижних частот, усилителя видеоимпульсов 10, логарифмического преобразователя 11, сглаживающего резистора 12, двух накопительных конденсаторов 14, 15 и дифференциального вольтметра 16, включенных указанным образом, позволяет поочередно снимать информацию об уровне тепловых шумов как в самой точке акупунктуры, так и вне ее. При этом одновременное усиление напряжения тепловых шумов в заданной полосе пропускания двумя одинаковыми усилителями с последующим ее перемножением обеспечивает формирование постоянной составляющей напряжения, пропорциональной электрокожному сопротивлению в каждой из сравниваемых точек на кожном покрове человека независимо от уровня собственных шумов усилителей. Дальнейшее усиление выходного сигнала перемножителя в форме прямоугольных видеоимпульсов и их логарифмирование позволяет выделить информацию об отношении сравниваемых сопротивлений в логарифмической форме. Для этого напряжения видеоимпульсов раздельно запоминают с помощью двух накопительных конденсаторов, которые коммутируются вторым автоматическим управляемым переключателем, а разность запомненных напряжений измеряют с помощью дифференциального вольтметра. Результат измерения показывает декремент ЭКС возле границ точек акупунктуры, выраженный в логарифмических единицах, и независимый от температуры тела человека и изменения параметров измерительной схемы сравнения, и

позволяет с высокой достоверностью оценивать состояние здоровья человека без вредного влияния электрического тока на его организм.

Устройство для измерения декремента ЭКС работает таким образом. На каждом покрове 20 обследуемого человека в избранную точку акупунктуры 19 помещают измерительный электрод 1 с малой площадью контакта. Вне зоны ТА, но близ нее, размещают второй измерительный электрод 2 с малой площадью контакта. Опорный электрод 3 с большой площадью контакта размещают на руке или ноге обследуемого, в зависимости от расположения избранной ТА.

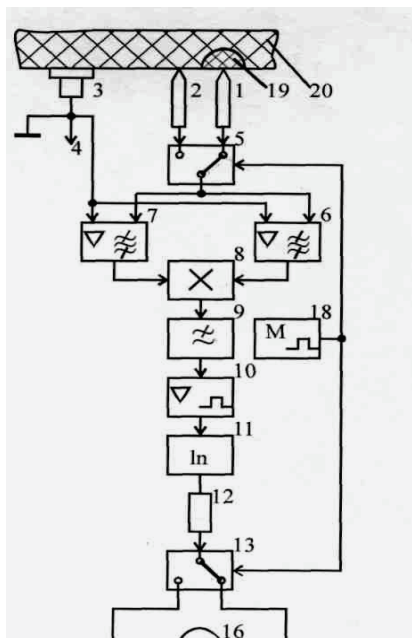


Рис.1. Устройство для измерения декремента ЭКС

Между измерительным электродом 1 и опорным электродом 3 действует электрическое шумовое напряжение от тепловых флюктуаций элементарных носителей тока (электронов, ионов, диполей). Наибольший вклад в шумовое напряжение вносит высокоомный участок электрического круга, которым является эпидермис. Если пренебречь сопротивлением подкожных тканей и сопротивлением кожи в области контакта с опорным электродом, то средний квадрат напряжения (дисперсия) теплового шума

$$\bar{U}_1^2 = 4kT_1\Delta fR_1, \quad (1)$$

где k - постоянная Больцмана; T_1 - термодинамическая температура; Δf - полоса частот, в которой измеряется тепловой шум; R_1 - ЭКС ТА.

Аналогичное шумовое напряжение действует между измерительным электродом 2 и опорным электродом 3, дисперсия которой

$$\bar{U}_2^2 = 4kT_2\Delta fR_2, \quad (2)$$

где T_2 и R_2 - температура и ЭКС возле ТА.

Шумовые напряжения с дисперсиями (1) и (2) через автоматический управляемый переключатель 5 поочередно воздействуют на потенциальные входы избирательных высокочастотных усилителей 6 и 7 относительно общей заземленной шины 4. Полоса пропускания Δf усилителей 6 и 7 выбирается в области высокочастотных тепловых флюктуаций (0,5...1 МГц), что исключает влияние низкочастотного фликер-шума ТА и промышленных помех.

Усиленные шумовые напряжения перемножаются в перемножителе 8, а полученное напряжение усредняется фильтром 9 нижних частот. В результате перемножения и усреднения шумовых напряжений образовывается постоянная составляющая напряжения, значение которой пропорционально среднему квадрату измеренного шумового напряжения, т.е. ее дисперсии. При одном положении автоматического управляемого переключателя 5 на выходе фильтра 9 нижних частот формируется постоянное напряжение

$$U_3 = K_1^2 S_1 K_2 \bar{U}_1^2, \quad (3)$$

а при другом положении автоматического переключателя 5 - напряжение

$$U_4 = K_1^2 S_1 K_2 \bar{U}_2^2, \quad (4)$$

где K_1 - коэффициент усиления высокочастотных усилителей 6 и 7; S_1 - крутизна преобразования перемножителя 8; K_2 - коэффициент передачи фильтра 9 нижних частот.

Собственные шумы двух независимых усилителей 6 и 7 между собой некоррелированы, поэтому в выражениях (3) и (4) отсутствуют их составляющие. Последнее обусловлено тем, что произведение напряжений некоррелированных шумов при довольно большом усреднении стремится к нулю.

При периодических переключениях автоматического управляемого переключателя 5, что управляется прямоугольными импульсами мультивибратора 18, выходное напряжение фильтра 9 нижних частот скачкообразно изменяется от значения (3) к значению (4) и наоборот. Поэтому выходное напряжение фильтра 9 нижних частот представляет собой последовательность прямоугольных видеоимпульсов с амплитудами (3) и (4). Эта последовательность импульсов усиливается усилителем видеоимпульсов 10 и подвергается логарифмическому преобразованию в логарифматоре 11. В

результате логарифмического преобразования амплитуды видеоимпульсов принимают значение:

$$U_5 = S_2 \ln K_3 U_3, \quad (5)$$

$$U_6 = S_2 \ln K_3 U_4, \quad (6)$$

где K_3 - коэффициент усиления усилителя видеоимпульсов 10; S_2 - крутизна логарифмического преобразования логарифматора 11.

Дальше импульсы с амплитудами (5) и (6) через сглаживающий резистор 12 поступают на вход второго автоматического управляемого переключателя 13, что работает синхронно с автоматическим управляемым переключателем 5, так как управляется тем же мультивибратором 18. В результате импульсы с амплитудой (5) поступают на накопительный конденсатор 14 и заряжают его. Соответственно импульсы с амплитудой (6) поступают на накопительный конденсатор 15 и тоже заряжают его. Раздельное накопление зарядов конденсаторами 14 и 15 обеспечивается тем, что средняя точка их последовательного соединения 17 заземлена и тем самым соединена с общей шиной 4. Сглаживающий резистор 12 образует с накопительными конденсаторами 14 и 15 интегрирующие цепи, которые из импульсных последовательностей (5) и (6) выделяют постоянные составляющие напряжений:

$$U_7 = K_4 U_5 = K_4 S_2 \ln K_3 U_3, \quad (7)$$

$$U_8 = K_4 U_6 = K_4 S_2 \ln K_3 U_4, \quad (8)$$

где K_4 - коэффициент передачи интегрирующих цепочек.

Разность постоянных составляющих напряжений (6) и (7) измеряется дифференциальным вольтметром 16

$$U_9 = U_8 - U_7 = K_4 S_2 (\ln K_3 U_4 - \ln K_3 U_3). \quad (9)$$

Учитывая то, что разность логарифмов равняется логарифму отношения:

$$U_9 = K_4 S_2 \ln \frac{U_4}{U_3}. \quad (10)$$

Подставив в выражение (10) значение напряжений U_4 и U_3 из (4) и (3), а так же значения дисперсий (2) и (1), окончательно получим

$$U_{10} = K_4 S_2 \ln \frac{T_2 R_2}{T_1 R_1}. \quad (11)$$

Температура в зоне ТА и температура близ этой зоны практически одинаковы, поэтому можно считать $T_2 = T_1$. В этом случае измеренное напряжение

$$U_{10} = K_4 S_2 \ln \frac{R_2}{R_1}. \quad (12)$$

Из выражения (12) следует, что измеренное напряжение пропорционально логарифму отношения сопротивлений вне зоны ТА и в самой зоне ТА и может быть выражено в логарифмических единицах (децибелах или неперах). При этом результат измерения не зависит не только от температур, но и от изменения коэффициентов усиления активных элементов схемы (K_1 , K_3) и коэффициентов преобразования пассивных элементов (K_2 , S_1).

ВЫВОДЫ

Таким образом, использование предложенного устройства для измерения декремента ЭКС в диагностической технике позволяет:

- оценивать перепад (декремент) сопротивлений на поверхности кожи человека между высоким сопротивлением эпидермиса на большей его части и малым сопротивлением в его аномальных зонах,

которые связаны с акупунктурными воздействиями;

- использовать для получения информации о значении декремента ЭКС вместо внешнего электрического напряжения внутренние флуктуации электрических зарядов, интенсивность которых пропорциональна сопротивлению и температуре и обеспечивающих полную безопасность диагностических и лечебных процедур;

- повысить точность измерения декремента ЭКС путем поочередного периодического преобразования двух шумовых напряжений одноканальной схемой сравнения с логарифматором, благодаря чему исключается влияние нестабильности параметров элементов схемы сравнения и ее собственных шумов;

- обеспечить отсчет декремента ЭКС в логарифмических единицах при больших неравномерностях сопротивлений в точках акупунктуры и вне их, что существенным образом расширяет динамический диапазон сравниваемых сопротивлений и обеспечивает наглядность и сравнимость результатов диагностики на всем кожном покрове.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Загрядский В.А. Метрология и электробезопасность при пунктурной электродиагностике/ В.А. Загрядский, В.П. Злоказов. – Известия Таганрогского радиотехнического университета. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 1998. – с. 68-71.
2. Готовский Ю.В. Электропунктурная диагностика и терапия с применением вегетативного резонансного теста / Ю.В. Готовский, Л.Б. Косарева. – «ИМЕДИС-ТЕСТ+»: Методические рекомендации. – М: ИМЕДИСБ, 2002. – 112 с.
3. Патент України № 53107А, МПК А61Н39/00, 2003 р.
4. Патент України № 6650, МПК А61В5/05, 2005 р.
5. Патент України № 33011. Пристрій для вимірювання декремента електрошкіряного опору / МПК А61 ВО/05; А61Н39/00 / Ю.О. Скрипник, К.Л. Шевченко, В.П. Куценко, М.Ф. Трегубов, О.Ю. Азархов.– Опубл. 10.06.2008; Бюл. №11.

Надійшла до редакції 14.05.2010р.

КУЦЕНКО В.П. – к.т.н., с.н.с., начальник научного отдела Казенного научно-производственного предприятия «Кварсит», доцент кафедры системного анализа и моделирования Державного університету інформатики і штучного інтелекту, руководитель Клиники квантовой медицины, г. Донецк, Украина.

СКРИПНИК Ю.А. – д.т.н., проф., профессор кафедры автоматизации и компьютерных систем Киевского национального университета технологий и дизайна, г. Киев, Украина.

ТРЕГУБОВ Н.Ф. – д.э.н., проф., директор Казенного научно-производственного предприятия «Кварсит», г. Константиновка, Украина.

ШЕВЧЕНКО К.Л. – к.т.н., доц., заведующий кафедрой автоматизации и компьютерных систем Киевского национального университета технологий и дизайна, г. Киев, Украина.