

Д.А. Тимошенко, А.А. Бедов

ТЕРМОПУЛЬСАТОР С КАНАЛОМ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕАНСА ТЕРМОПУЛЬСАЦИИ

Аннотация

Описан термopульсатор на основе однокристального микроконтроллера с каналом оценки эффективности сеанса термopульсации по дыхательной аритмии. Последняя отражает состояние вегетативной нервной системы человека, следовательно, может служить оценкой эффективности сеанса термopульсации в реальном масштабе времени.

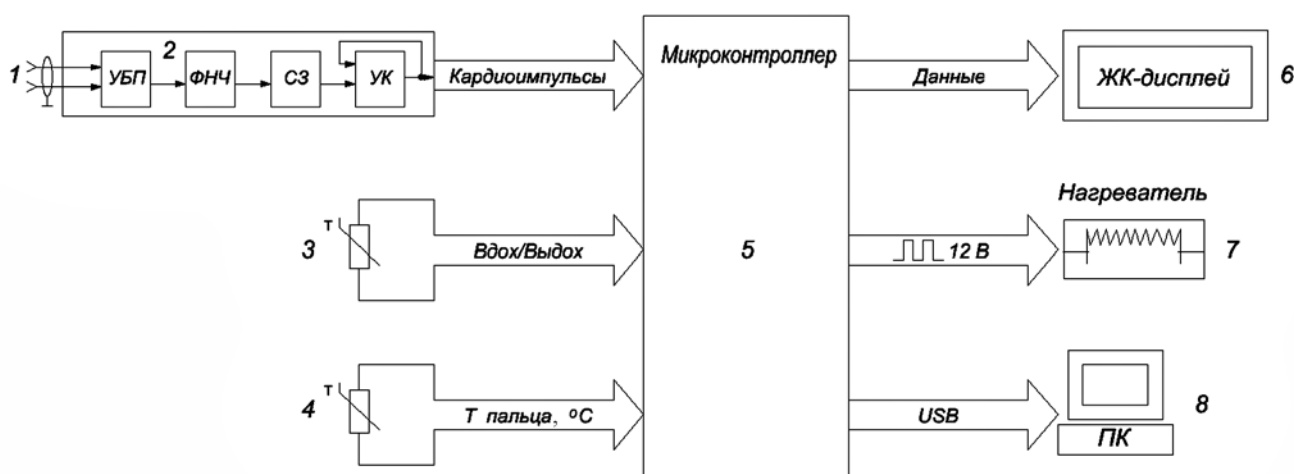
В практике лечения неврозов и неврозоподобных состояний различной природы (после соматических заболеваний, общих инфекций, травм и пр.) нашла применение методика теплового воздействия (термopульсации) на рефлексогенную зону лица человека. При этом обнаружены положительные результаты при лечении больных с клиническими проявлениями атеросклероза или тройного нерва, бронхиальной астмы и др. [1]. Важной рефлексогенной зоной в методике термopульсации является область кожных покровов лица, окружающих входы в полость носа, и особенно участок верхней губы (назолабиальная зона).

Техническая реализация методики термopульсации осуществляется термopульсаторами, позволяющими воздействовать на назолабиальную зону импульсами тепла в ритме дыхания, синхронными с фазами вдоха [2]. Однако в существующей практике использования методики термopульсации отсутствуют обоснованные параметры теплового импульса (подводимая мощность к термоду, длительность импульса, задержка импульса или отсутствие ее на фазе вдоха). Кроме того, параметры теплового импульса остаются неизменными на протяжении сеанса термopульсации.

Эффективность сеанса термopульсации оценивается, как правило, по отдельным клиническим проявлениям [3]. Очевидно, эффективность сеанса была бы более значимой, если бы на первых минутах процедуры теплового воздействия были определены оптимальные параметры теплового импульса.

Высокая информативность методики вариационной пульсометрии (ВПМ) в оценке адаптационно-приспособительной деятельности целостного организма, базирующейся на статистическом анализе структуры сердечного ритма, обусловила ее широкое применение в различных отраслях клинической медицины, при определении адаптационных возможностей организма человека в спорте и космической медицине, в учебном процессе, при оценке эффективности физиопроцедур, иглорефлексотерапии и т. д. При этом адаптационно-приспособительная деятельность целостного организма оценивается по степени активации симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы (ВНС) [4].

Однако в условиях проведения сеанса термopульсации продолжительностью 20...30 мин не представляется возможным использовать ВПМ при



Функциональная схема термopульсатора (пояснения в тексте)

оценке ВНС в реальном времени, поскольку методика применима к стационарным случайным процессам.

В качестве параметра, отражающего успешность сеанса термопульсации, выбрана дыхательная аритмия (ДА) сердечного ритма, состоящая в укорочении нескольких кардиоинтервалов при вдохе и последующем восстановлении их исходного значения во время выдоха. Основной причиной укорочения кардиоинтервалов при вдохе является ослабление или полное прекращение активности парасимпатических нервных волокон, имеющих окончания в пейсмекере сердца. Во время фазы «вдох» активен симпатический отдел ВНС, в фазе «выдох» – парасимпатический отдел ВНС. Именно на оценке различного вклада парасимпатического и симпатического отделов ВНС в регулировании сердечного ритма построены методики ВПМ оценки уровня здоровья [4].

Ослабление влияния симпатического отдела ВНС во время процедуры термопульсации приводит к развитию процессов центрального торможения [5], что отражает положительный результат применения термопульсации. Следовательно, о центральном торможении можно судить по соотношению, например, активности парасимпатического и симпатического отделов ВНС. В качестве критерия успешности сеанса термопульсации нами предложен индекс ДА, представляющий собой отношение максимальной и минимальной длительностей кардиоинтервалов в дыхательном цикле. Очевидно, что с развитием процесса центрального торможения при эффективности сеанса термопульсации индекс ДА нарастает, достигая некоторого экстремального значения.

На рисунке приведена функциональная схема термопульсатора с каналом оценки сеанса термопульсации, включающая в себя канал обработки электрокардиосигнала 2 и канал пневмограммы R_T-R .

Электрокардиосигнал снимается при помощи электродов-прищепок 1 с запястий рук и поступает на усилитель биопотенциалов (УБП) с коэффициентом подавления синфазной помехи не менее 80 дБ. С целью дальнейшего уменьшения влияния сетевой помехи сигнал с выхода УБП пропускается через фильтр низких частот (ФНЧ). С выхода селектора зубца R (СЗ) продифференцированный сигнал с одинаковыми значениями отрицательной и положительной амплитуд подается на управляющий компаратор (УК). Порог срабатывания УК устанавливается автоматически, в зависимости от текущего значения амплитуды сигнала с выхода селектора СЗ, в результате чего на выходе компаратора формируется прямоугольный импульс, передний фронт которого совпадает с вершиной зубца R.

Дыхание испытуемого фиксируется датчиком R_T , в качестве которого используется термистор с постоянной времени менее 0,4 с. Термистор размещается с помощью клипсы на крыле носа таким образом, чтобы чувствительный элемент датчика

находился в потоке движения воздуха через носовую полость.

Термод (ТМ) через транзисторный ключ K_d подключен к источнику питания + 12 В.

Измерительная информация о результатах сеанса термопульсации выводится на 3-разрядный цифровой индикатор 4, подключенный к порту однокристалльного микроконтроллера 3, работающего по следующим алгоритмам:

- фазы пневмограммы «вдох», «выдох» выделяются по изменению температуры, измеряемой термистором R_T : начало фазы «вдох» соответствует уменьшению сигнала с делителя R_T-R , начало фазы «выдох» соответствует увеличению сигнала с делителя R_T-R ;
- в фазе «вдох» из нескольких кардиоинтервалов находится кардиоинтервал с минимальной длительностью T_{min} , в фазе «выдох» – T_{max} ;
- рассчитывается отношение: $ДА = T_{max} / T_{min}$ для каждого i -го дыхательного цикла;
- отображается динамика показателя $ДА(i)$;
- с началом фазы «вдох» сигнал с выхода микроконтроллера открывает ключ K_d – на термод ТМ формируется тепловой импульс на рефлексогенную (назолабиальную) зону (или, параллельно, на другие зоны);
- в конце сеанса термопульсации на индикатор выводятся показатели вариационной пульсометрии: индекс напряжения регуляторных систем, индекс вегетативного равновесия и др., а на дисплей ПК – графическое отображение гистограммы распределения кардиоимпульсов.

Список литературы:

1. Лихтенштейн В.А. // Журн. невропатол. и психиатр. 1972. № 1. С. 665-670.
2. Лихтенштейн В.А. // Журн. невропатол. и психиатр. 1990. № 3. С. 149-151.
3. Мугутдинов Т.А. // Журн. невропатол. и психиатр. 1982. № 5. С. 232-234.
4. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. – М., 1984.
5. Шульман Е.И., Сохадзе Э.М. // Биоуправление – 2. Теория и практика. – Новосибирск, 1992. С. 81-86.

Дмитрий Аникеевич Тимошенко,
канд. техн. наук, доцент,
кафедра «Техническая кибернетика
и автоматика»,
Антон Александрович Бедов,
студент,
Ивановский государственный
химико-технологический университет,
г. Иваново,
e-mail: timosh@email.ru