

НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

**ОРГАНИЗАЦИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ
КАРДИОДИАГНОСТИКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ НОВЕЙШИХ ВИДОВ
ТЕЛЕЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИИ**

Для повышения эффективности лечения и снижения смертности крайне важно иметь возможность проследить за динамикой процессов, происходящих в некротическом очаге и прилегающих к нему областях, и корректировать их. В решении этих задач первостепенная роль принадлежит клинической электрокардиографии.

Существовавшие до недавнего времени методы электрокардиографии имели невысокую информативность и, следовательно, не обеспечивали необходимую точность диагностики. В создаваемых в последние годы дистанционных кардиологических консультативно-диагностических центрах применяются методы регистрации электрокардиограмм (ЭКГ) по телефону и телеэлектрокардиографии. Регистрация ЭКГ по телефону позволяет при сравнительно небольших затратах времени и средств произвести относительно быстрое электрокардиографическое обследование большого контингента больных.

При применении же телеэлектрокардиографии ЭКГ регистрируется на расстоянии посредством радиосвязи. Указанные выше методы регистрации ЭКГ имеют ряд существенных недостатков, основными из которых являются:

- полуавтоматический анализ отдельных элементов ЭКГ (в основном сегмента ST), нарушений ритма и частоты сердечных сокращений [3], что не дает возможности сопоставить полученные результаты с едиными критериями оценки изменения ЭКГ из-за отсутствия баз данных;

- отсутствие единого совместимого интерфейса (для обработки и дальнейшей передачи информации с помощью компьютеров);

- отсутствие предварительной обработки информации и регистрация только одного отведения ЭКГ [2], что существенно снижает точность диагностики заболевания;

- высокий уровень радиопомех, сопровождающий регистрацию ЭКГ.

Кроме того, низкий технологический уровень элементной базы в используемой аппаратуре приводит к увеличению ее габаритов и стоимости [5].

В настоящей статье предлагается универсальная система телеэлектрокардиографии на базе современных микропроцессорных систем кардиодиагностики с применением двух относительно новых видов теле-

электрокардиографий: внутренней (клинической) и внешней. В предлагаемой системе используется метод количественного анализа результатов прекардиального картирования, разработанный под руководством акад. Р.П.Стамболцяна [7], позволяющий обеспечить высокую информативность и точность диагностики.

Первый вид телеэлектрокардиографии используется в случаях, когда пациенты находятся в пределах базового телеэлектрокардиографического комплекса, т.е. в радиусе действия радиосигнала имеющихся у них портативных передатчиков. Преобразованные в радиосигналы биоэлектрические потенциалы сердца передаются в эфир миниатюрным радиопередатчиком. Эти волны воспринимаются приемным устройством, преобразующим радиосигналы в электрические импульсы, которые далее поступают на базовый телеэлектрокардиографический комплекс. Последний представляет собой микроконтролер для предварительной обработки ЭКГ. В микроконтролере, встроенном в слот базовой ЭВМ, ЭКГ проходит предварительную обработку (аналого-цифровое преобразование, фильтрацию и буферизацию) [6]. После этого ЭКГ поступает на базовую ЭВМ для окончательной обработки данных, регистрации и сравнения полученного результата с информацией, имеющейся в сервере сети (в базе данных), и постановки конечного диагноза.

Второй вид телеэлектрокардиографии используется в случаях нахождения пациентов вне пределов диагностического центра, клиники и т.д. Он позволяет осуществить предварительную диагностику, а при необходимости ее дальнейшей обработки и подтверждения — передачу данных на базовый телеэлектрокардиографический комплекс, в случае невозможности аутоотрадиации, т.е. передачи ЭКГ с помощью телефонной сети (в отдаленных селениях, деревнях и населенных пунктах, где нет телефонной связи). На рис.1а представлена схема базового телеэлектрокардиокомплекса.

Приемник — принимает кардиоинформацию от удаленных пациентов (при внешней телеэлектрокардиографии); передатчик (ретранслятор) — обеспечивает радиорелейную связь с удаленными пациентами, передачу конечной (обработанной) информации и диагноза (при внешней телеэлектрокардиографии).

На рис.1б представлена переносная телеэлектрокардиографическая система, в состав которой входят переносной диагностический комплекс на базе ноутбука типа Travel Mate 5000 (Texas Instruments), оснащенный принтером (11), и универсальный радиотелефонный модем (12).

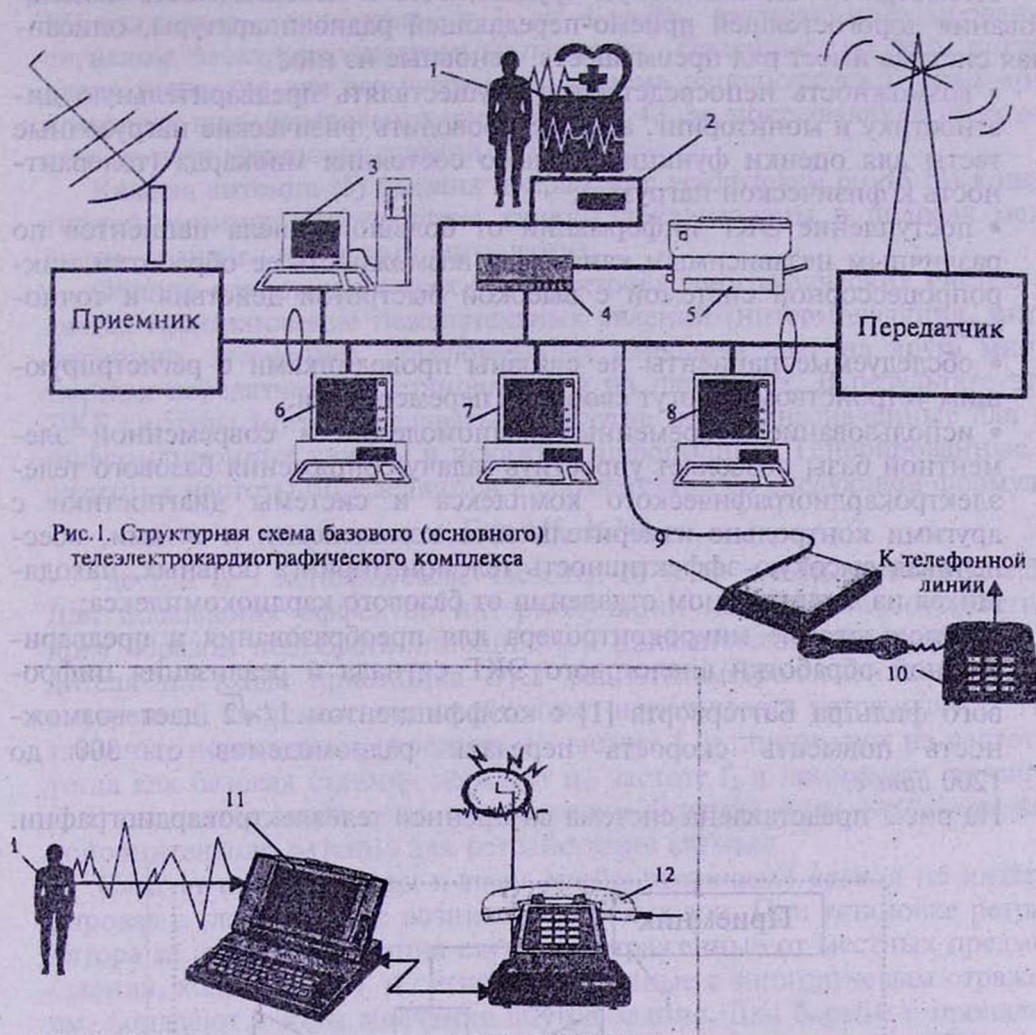


Рис. 1. Структурная схема базового (основного) телеэлектрокардиографического комплекса

Рис. 16. Переносная телеэлектрокардиографическая система для диагностики больных, находящихся на значительном удалении от базового телеэлектрокардиографического комплекса.

1 — пациенты с установленными на них электродами ; 2 — диагностическая кардиосистема мониторинга сердечно-сосудистых заболеваний с предварительной системой преобразования и обработки ЭКГ; 3 — сервер; 4 — администратор сети; 5 — принтер; 6–8 — дежурные компьютерные терминалы, устанавливаемые у дежурных врачей; 9 — модем; 10 — телефон

Несмотря на относительную трудоемкость и необходимость использования дорогостоящей приемо-передающей радиоаппаратуры, описанная система имеет ряд преимуществ, основные из них:

- возможность непосредственно осуществлять предварительную диагностику и мониторинг, а также проводить физические нагрузочные тесты для оценки функционального состояния миокарда (толерантность к физической нагрузке);
- поступление ЭКГ информации от большого числа пациентов по различным независимым каналам и возможность ее обработки микропроцессорной системой с высокой скоростью действия и точностью;
- обследуемые пациенты не связаны проводниками с регистрирующим устройством и могут свободно перемещаться;
- использование современных радиомодемов и современной элементной базы позволяет упростить задачу сопряжения базового телеэлектрокардиографического комплекса и системы диагностики с другими контрольно-измерительными комплексами и сетями, обеспечивая высокую эффективность телемониторинга больных, находящихся на значительном удалении от базового кардиокомплекса;
- использование микроконтролера для преобразования и предварительной обработки аналогового ЭКГ сигнала и реализация цифрового фильтра Баттерворта [1] с коэффициентом $1/\sqrt{2}$ дает возможность повысить скорость передачи радиомодемов от 300 до 1200 бит/с.

На рис.2 представлена система внутренней телеэлектрокардиографии.

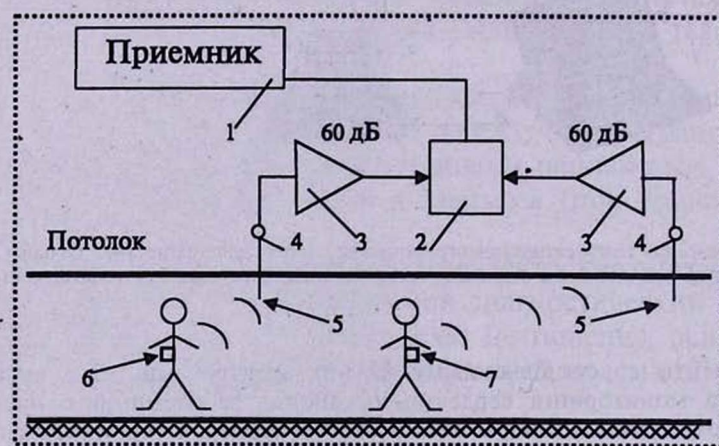


Рис.2 Структурная схема системы при организации внутренней (клинической) телеэлектрокардиографии:

1 — приемник; 2 — сумматор усиленных сигналов; 3 — усилитель; 4 — соединительно-согласовательный детектор; 5 — штыревые антенны; 6,7 — миниатюрные радиопередатчики (на пациентах).

Система работает следующим образом: передатчики (6,7) генерируют ВЧ-излучение мощностью от 1 до 4 мкВт, частотно-модулированное сигналом электрокардиограммы пациента. Поскольку уровень сигнала очень низок, то для его уверенного приема используются подвешенные к потолку пять штыревых антенн длиной 43 см, покрывающие пространство из двух коридоров длиной по 50 м.

Каждая антенна (5) связана напрямую с усилителем 60 дБ (3) коллективной антенны (передающие каналы локализованы в полосах между видео- и аудио- несущими сигналами).

Общим недостатком всех телеэлектрокардиографических систем является возникновение нежелательных явлений (интермодуляция, интерференция, затенение), обусловленных влиянием друг на друга миниатюрных передатчиков, установленных на пациентах. В результате этого ЭКГ сигналы могут передаваться в другие не предназначенные для них информационные каналы и искажать информацию. Генерированные паразитные частоты определяются в соответствии со следующей формулой:

$$F = Mf_1 \pm Nf_2,$$

где f_1 и f_2 — используемые частоты, M и N — целые числа (1,2,3...). Для подавления эффектов интермодуляции необходимо соответствующим образом подобрать линейность и динамический диапазон ВЧ усилителя на входе приемника ЭКГ радиотелеметрической системы. Во внутренней системе связи необходимо использовать ретранслятор. Портативные передатчики передают на частоте f_1 и принимают на частоте f_2 , тогда как базовая станция передает на частоте f_2 и принимает на частоте f_1 . В тех частях здания, где локализованы мертвые зоны, устанавливается дополнительная антенна для ретрансляции сигнала.

Следует принять меры к тому, чтобы вторичный сигнал не интерферировал с главным и не возникало мертвых зон. При установке ретранслятора за пределами здания сигналы, отраженные от местных предметов (здания, холмы и т.д.), и сигналы, связанные с многолучевым отражением, попадают в зоны молчания внутри здания. Для борьбы с проявлением вышеперечисленных эффектов необходимо настраивать ЭКГ-радиоприемную аппаратуру на другие имеющиеся в наличии свободные частотные диапазоны.

Необходимо отметить, что применение предлагаемых видов телеэлектрокардиографии позволяет по сравнению с существующими лучше оценить качественные и количественные параметры ЭКГ показателей, взаимосвязанных как с электрокардиографическими, так и гемодинамическими изменениями при нагрузочных пробах. В частности, таким показателем является отношение максимальной депрессии сегмента ST на ЭКГ к числу сокращений сердца. Эта величина может быть показателем существования и тяжести ишемии миокарда.

Использование современной микропроцессорной техники позволит повысить скорость действия и помехозащищенность системы соответст-

венно в 3 и 2 раза относительно применяемых телеэлектрокардиографических систем.

Предложенные в статье организация системы и виды телеэлектрокардиографии могут быть использованы не только при диагностике больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями в кардио-диагностических центрах, но и найти широкое применение в спортивной и космической медицине.

Поступила 15.02.98

ЛИТЕРАТУРА

1. Антоны А. Цифровые фильтры: анализ и проектирование. М., 1983.
2. Дошнин В.Л. Практическая электрокардиография. М., 1987, с.18-21.
3. Мазур Н.А. В кн.: Внезапная смерть больных ишемической болезнью сердца. М., 1986, с.95.
4. Мурашко В.В., Струтынский А.В. В кн.: Электрокардиография. М., 1991, с.218.
5. Николаева Л.Ф., Аронов Д.М. В кн.: Реабилитация больных ишемической болезнью сердца. М., 1988, с.19.
6. Овакимян А.С., Берберян В.Э. Предварительная обработка, буферизация и ввод аналоговых сигналов в информационно-измерительную систему на базе микропроцессорной техники. Ереван. ГИУА Деп. 28.11.97, №13-Ар98.
7. Стамболцян Р.П., Михаелянц Л.М. Способ определения поражения сердечной мышцы при инфаркте миокарда. АС №1572508.
8. Forbes C.D., Jackson W.F. A Colour Atlas and Text of Clinical medicine. U.S.A., 1993, Wolfe Publishing.
9. John T. Harrington. Consultation in internal medicine. Toronto, Philadelphia, 1990.

академик Р.П.Стамболцян
профессор кафедры терапии N 2 ЕРГМУ

В.Э.Берберян
аспирант кафедры медицинской кибер-
нетики ГИУА