

возврата, состоящую из генератора пилообразного напряжения (транзистор V3) и диодно-регенеративного компаратора (транзистор V4 и диод V8). Время задержки плавно регулируется переменным резистором R19 [1]. Этот синхронизатор применяется в комплексе приборов для полуавтоматического измерения амплитудных и временных параметров реограмм.

Синхронизация происходит от зубца R электрокардиограммы, регистрируемой синхронно с реограммой. Импульс, сформированный от зубца R запускает пересчетный прибор ПП-9-1 (работающий, как хронометр), который начинает отсчет временного интервала. Импульс с выхода схемы задержки, совмещаемый исследователем с одной из характерных точек реографической кривой, останавливает пересчетный прибор и одновременно запускает цифровой вольтметр В7-16, который измеряет амплитуду реограммы в этой точке. В этот же момент может производиться также автоматическая калибровка реограммы с помощью дополнительного устройства. Таким образом, производится последовательное, точка за точкой, измерение амплитудных и временных параметров реографической кривой.

Описанные синхронизаторы, с применением интегральных микросхем, имеют простое устройство и высокие эксплуатационные характеристики, такие, как высокая чувствительность и помехозащищенность, высокое входное сопротивление, стабильность порога срабатывания и широкие пределы его регулировки, экономичность.

Широкие конструктивные возможности описанных устройств обеспечивают их применение для синхронизации от различных видов биологических сигналов в работе с широким кругом физиологической и измерительной аппаратуры при построении специализированных и универсальных комплексов, предназначенных для разнообразных медико-биологических исследований.

Л и т е р а т у р а

1. Важенина З. П., Волкова Н. Н., Чадович И. И. Методы и схемы временной задержки импульсных сигналов. М.: Советское радио, 1971, с. 128—131.
2. Кузнецов Г. П., Селезнев Е. И., Абрамов Г. В., Морозов А. С. Спектральный анализ тонов и шумов сердца.—В кн.: Техническое творчество и проблемы кардиологии. Куйбышев, 1975, с. 45—47.
3. Тукушаитов Р. Х., Новошинов Г. П. Об одновременной автоматической калибровке электрокардиограмм и реограмм.—Казанский мед. журн., 1974, № 1, с. 91—92.
4. Тютюнник И. Ф., Гуревич Р. А., Шполянский В. Л. Устройство для автоматической калибровки реограммы.—Кардиология, 1975, 15, № 7, с. 132—133.
5. Яруллин Х. Х., Утямышев Р. И., Тукушаитов Р. Х., Харибин Н. К. Об автоматической калибровке реограмм.—Бюл. эксперим. биол. и мед., 1971, 77, № 7, с. 120—122.

Киевский институт ортопедии

Поступила в редакцию
12.IX 1977 г.

УДК 612.014.422:53.08

А. Н. Лебедь, В. П. Диденко, А. В. Шумаков

П Р И Б О Р Д Л Я Р Е Г И С Т Р А Ц И И Э Л Е К Т Р И Ч Е С К О Г О С О П Р О Т И В Л Е Н И Я К О Ж И

Метод регистрации кожно-гальванической реакции является одним из объективных методов исследования состояния вегетативной нервной системы. Существует две разновидности этого метода: регистрация электрических потенциалов кожи (по Тарханову) и регистрация электрического сопротивления кожи (по Ферре). Оба метода дают тождественные результаты. Однако аппаратура для регистрации электрических потенциалов кожи значительно сложнее и поэтому метод исследования электрического сопротивления кожи получил большее распространение [3].

Кожно-гальваническая реакция определена деятельностью потовых желез, проницаемостью биологических мембран, гидрофильностью кожи, кровоснабжением. При этом электрическое сопротивление кожи в местах наибольшего количества активных и крупных потовых желез (на ладонях рук или подошвах ног) изменяется от нескольких сотен до 100 000 Ом. Поэтому результаты исследования электрического сопротивления кожи позволяют судить о реакции вегетативной нервной системы организма на воздействие различных раздражителей (болевых ощущений, нервно-психического напряжения, света, звука и т. д.).

Для записи электрического сопротивления кожи используется аппаратура, имеющая в своей схеме мост постоянного тока [3], недостаток которой состоит в трудности балансировки моста, поскольку в одно из его плеч включено исследуемое сопротивление, колеблющееся в широких пределах. Разработанный нами прибор лишен этого недостатка.

Прибор для регистрации электрического сопротивления кожи, принципиальная схема которого представлена на рис. 1, позволяет регистрировать медленные изменения кожного сопротивления на 50 и быстрые — на 5%. Регистрация может производиться на осциллографическую фотобумагу или на бытовой магнитофон с последующей перезаписью на бумагу. Разработанный прибор представляет собой устройство, которое со-

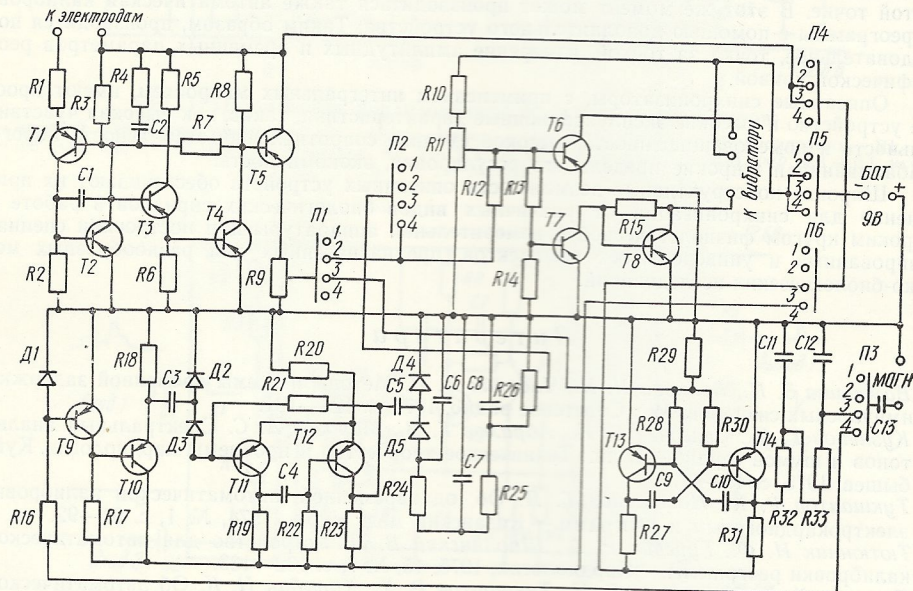


Рис. 1. Принципиальная схема прибора для регистрации электрического сопротивления кожи.

$R1 - 500 \text{ Ом}$; $R2, R6 - 3 \text{ кОм}$; $R3 - 20 \text{ кОм}$; $R4, R8, R28, R30, R32, R33 - 8,2 \text{ кОм}$; $R5 - 520 \text{ Ом}$; $R7 - 1,0 \text{ МОм}$; $R9, R29 - 6,8 \text{ кОм}$; $R10 - 150 \text{ кОм}$; $R11, R14 - 15 \text{ кОм}$; $R12 - 36 \text{ кОм}$; $R13 - 2,4 \text{ кОм}$; $R15 - 47 \text{ кОм}$; $R16, R17 - 100 \text{ кОм}$; $R18 - 10 \text{ кОм}$; $R19 - 2 \text{ кОм}$; $R20 - 180 \text{ Ом}$; $R21 - 6,2 \text{ кОм}$; $R22 - 27 \text{ кОм}$; $R23 - 2,2 \text{ кОм}$; $R24, R25 - 1,8 \text{ кОм}$; $R26 - 1 \text{ кОм}$; $R27, R31 - 3,6 \text{ кОм}$; $C1 - 6800 \text{ пФ}$; $C2 - 25,0 \text{ мкФ}$; $C3 - 0,1 \text{ мкФ}$; $C4 - 2200 \text{ пФ}$; $C5, C13 - 5,0 \text{ мкФ}$; $C6, C7, C8 - 2,0 \text{ мкФ}$; $C9, C10 - 0,015 \text{ мкФ}$; $C11, C12 - 4700 \text{ пФ}$; $T1 - П103$; $T2 - T5 - МП41$; $T6 - T8 - МП40$; $T9 - Т12 - МП42$; $T13, T14 - П16$; $D1 - D3 - Д101$; $D4, D5 - Д226$.

тоит из преобразователя междуэлектродного сопротивления в эквивалентное напряжение, усилителя постоянного тока, управляющего мультивибратора и дешифратора. Питание прибора осуществляется от двух батарей типа КБСЛ-05.

При разработке преобразователя междуэлектродного сопротивления в эквивалентное напряжение нами использована схема [1], в которой нет моста, но чувствительность сохраняется постоянной при изменении сопротивления от нескольких сот Ом до 100 и более кОм. В этой схеме измеряемое сопротивление (межэлектродное) включено в цепь эмиттера транзистора Т1, который выполняет функцию автоподстроечного каскада (часть выходного напряжения подается на базу транзистора, изменяя его сопротивление). Поскольку в цепи обратной связи включена большая величина блокирующей емкости С2, стабилизация режима совершается медленно, и поэтому прибор обеспечивает постоянную времени не менее 10 с.

Реализованный в схеме принцип автоматической подстройки режима обеспечивает не только подстройку чувствительности, но и сохранение ее работоспособности при воздействии различных дестабилизирующих факторов (изменение температуры, медленное снижение напряжения источника питания и т. п.).

Напряжение, эквивалентное межэлектродному сопротивлению, с преобразователя поступает на вход усилителя постоянного тока, который выполнен на транзисторах Т6 ÷ Т8. Коллекторной нагрузкой усилителя является электромагнитный дифференциальный вибратор типа 063-30, которым укомплектованы многие регистрирующие устройства медицинских аппаратов. Регулировка амплитуды записи выходного сигнала осуществляется резистором R9, а установка изолинии — резистором R11.

Преключатель
заводителя
который
полностью
частота
Мод
нитофон
тивления
реводит

а — в начал
противле

торный
поступает
этом осу
что при
нейная х
В ка
ные из ме
ния элект
Подэлект
или мыль
Разр
пользова
для иссле
ственной
ражает х
Запи

электрич
симпатич
жи умень
кого — у
утомлен
ной нерв
Испы
получени
мания, а
к помехам

1. Акули
2. Лебедь
3. Утями

процесс

Кафедра

ратура, имею-
и в трудности
противление,
и этого не-

шальная схе-
е изменения
производятся
шей переса-
которое сос-

и это в
и в фот
и в фот

и в фот
и в фот

и в фот
и в фот

и в фот
и в фот

и в фот
и в фот

и в фот
и в фот

и в фот
и в фот

и в фот
и в фот

и в фот
и в фот

и в фот
и в фот

и в фот
и в фот

и в фот
и в фот

и в фот
и в фот

и в фот
и в фот

и в фот
и в фот

и в фот
и в фот

и в фот
и в фот

и в фот
и в фот

и в фот
и в фот

и в фот
и в фот

и в фот
и в фот

и в фот
и в фот

и в фот
и в фот

и в фот
и в фот

и в фот
и в фот

При необходимости записи результатов исследования на бытовой магнитофон переключатель рода работы П переводится в положение 3, при этом напряжение с преобразователя поступает на генератор напряжения звуковой частоты с частотной модуляцией, который представляет собой полупроводниковый симметричный мультивибратор, выполненный на триодах Т13 и Т14. При изменении напряжения с преобразователя на 1 В частота генерируемого напряжения линейно изменяется от 1000 до 3000 Гц.

Модулированное напряжение генератора звуковой частоты записывается на магнитофон. Затем, при необходимости, записанная информация о межэлектродном сопротивлении вводится в прибор и дешифруется, для чего переключатель рода работы П переводится в положение 4. При этом сигнал от магнитофона подается на мультивибра-

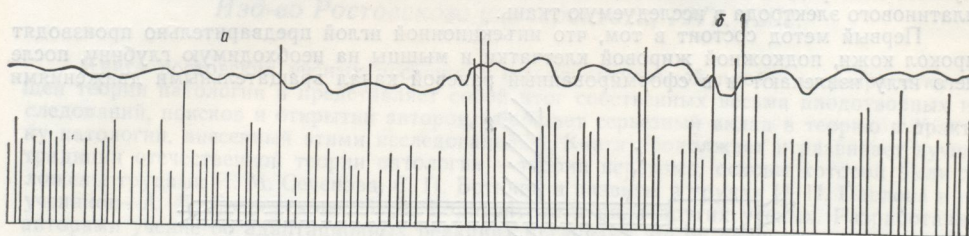


Рис. 2. Образец записи:

а — в начале (1—2 мин), б — в конце исследования (14—15 мин). Кривая линия — электрическое сопротивление кожи, вертикальные линии — рефлексинтервалограмма — запись времени ответных реакций на раздражитель.

торный частотомер, выполненный на транзисторах Т9 ÷ Т12, а напряжение с выхода его поступает на вход усилителя постоянного тока. Регулирование амплитуды записи при этом осуществляется резистором R26. Применение такого частотомера обусловлено тем, что при записи не требуется стабильности управляемого мультивибратора, а лишь линейная характеристика в широкой области частот.

В качестве датчика используются накладные посеребренные электроды, выполненные из медной фольги толщиной 0,5 мм в виде дисков диаметром 10 мм. Места наложения электродов обрабатываются смесью Никифорова (спирт и эфир в соотношении 1:1). Подэлектродные прокладки (из одного слоя марли) пропитываются электродной пастой или мыльным кремом для бритья с добавлением пенициллина.

Разработанный прибор для регистрации электрического сопротивления кожи использовался совместно с рефлексинтервалографом, разработанным нами ранее [2], для исследования быстроты ответных реакций при длительной экспериментальной умственной нагрузке, поэтому на представленном рис. 2 образце записи кривая линия отражает характер изменения сопротивления кожи в процессе исследования.

Запись показывает, что в развитии умственного утомления амплитуда колебаний электрического сопротивления кожи возрастает. Учитывая, что при преобладании тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы электрическое сопротивление кожи уменьшается (вследствии усиления деятельности потовых желез), а парасимпатического — увеличивается, можно сделать вывод о том, что в процессе развития умственного утомления регуляция тонуса симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы становится менее устойчивой, т. е. ухудшается.

Испытания прибора, проведенные на практически здоровых людях, показали, что полученные записи отличаются определенными закономерностями и заслуживают внимания, а прибор крайне прост в обслуживании, надежен в работе и мало чувствителен к помехам.

Литература

1. Акулиничев И. Т., Баевский Р. М., Зазыкин К. П., Фрейдель В. Р. Радиотехника в космической медицине. — М. — Л., 1964. — 46 с.
2. Лебедь О. Н., Диденко В. П. Электронный прилад для дослідження швидкісних реакцій. — Фізіол. журн., 1977, 23, № 1, с. 130—133.
3. Утямишев Р. И. Радиотехническая аппаратура для исследования физиологических процессов. — М., 1969. — 348 с.

Кафедра физики Ворошиловградского
медицинского института

Поступила в редакцию
23.VI 1977 г.