

УДК 616-7

**ШЕСТИКАНАЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФ**

ГОРДИЕВИЧ А.В., КАМЛЯЧ П.В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники (Минск, Беларусь)*

**Аннотация.** Разработан шестиканальный электрокардиограф, который предназначен для усиления и регистрации биоэлектрических потенциалов одновременно в 12-ти стандартных отведениях.

**Ключевые слова:** электрокардиограф, ЭКГ, электрокардиограмма.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**SIX-CHANNEL ELECTROCARDIOGRAPH**

GARDZIEVICH A.V, KAMLACH P.V.

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics (Minsk, Belarus)*

**Abstract.** A six-channel electrocardiograph has been developed, which is designed to amplify and record bioelectric potentials simultaneously in 12 standard leads.

**Keywords:** electrocardiograph, ECG, electrocardiogram.

**Conflict of interests.** The authors declare no conflict of interests.

Современная функциональная диагностика располагает самыми различными инструментальными методами исследования. Некоторые из них доступны только узкому кругу специалистов. Самым распространенным и доступным методом исследования является электрокардиография, используемая в основном в кардиологии. Однако она с успехом применяется и при исследовании больных с заболеваниями легких, почек, печени, эндокринных желез, системы крови, а также в педиатрии, гериатрии, онкологии, спортивной медицине.

Одним из важных моментов этапа сбора данных о состоянии здоровья пациента является снятие и анализ электрокардиограммы (ЭКГ). Существует большая гамма приборов для снятия, а в ряде приборов и анализа, ЭКГ. Следует отметить, что особенно эффективное использование медицинской аппаратуры на современном этапе стало возможно благодаря появлению микрокомпьютеров, поскольку приборы на основе микро-ЭВМ способны производить сложную математическую обработку данных. Кроме того, такие приборы позволяют представить большой объем информации различной степени сложности в ясной и доступной для медицинского персонала форме, что является непременным условием для быстрого принятия необходимых решений.

Электрокардиография — электрофизиологическая методика регистрации и исследования электрических полей, образующихся при работе сердца. Электрокардиография представляет собой относительно недорогой, но ценный метод электрофизиологической инструментальной диагностики в кардиологии. Сегодня ЭКГ является одним из самых популярных методов исследования в медицине, накопивших громадный опыт.

Основная проблема электрографического метода диагностики заболеваний заключается в том, что традиционные методы анализа электрокардиограмм не всегда позволяют диагностировать сердечные заболевания с высокой достоверностью. Зачастую достаточно серьезные сердечные заболевания отражаются на ЭКГ лишь незначительным изменением амплитуды и формы пиков. Во многих случаях точность диагноза зависит от опыта и уровня классификации врача. Чтобы исключить «человеческий фактор», нужно автоматизировать анализ ЭКГ, и найти такой метод, который был бы способен распознавать наиболее характерные изменения ЭКГ при тех или иных заболеваниях, с учетом того, что даже при одном и том же заболевании ЭКГ могут отличаться друг от друга.

Разработан шестиканальный электрокардиограф, который предназначен для усиления и регистрации биоэлектрических потенциалов одновременно в 12-ти стандартных отведениях (рисунок 1):

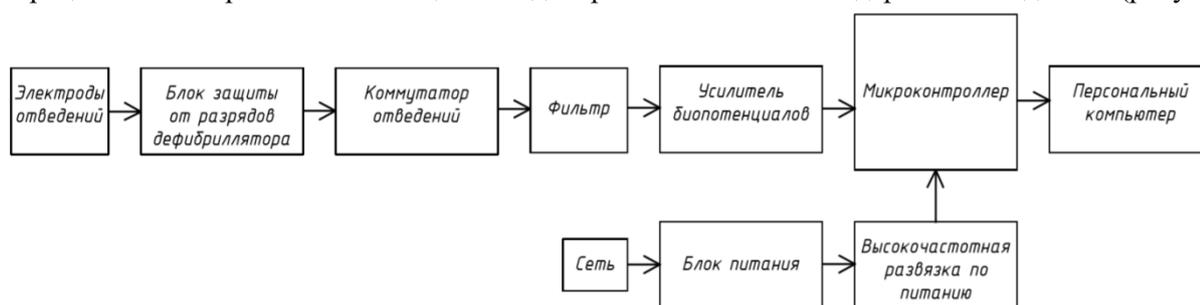


Рисунок 1 – Электрическая структурная схема электрокардиографа

Электроды снимают с кожи человека биопотенциалы сердечной мышцы. Электрический сигнал от электродов через блок защиты от разрядов дефибриллятора поступает на коммутатор отведений. Коммутатор передает сигналы с датчиков в соответствии с выбранным отведением. Фильтр дрейфа изолиний обеспечивает устранение синфазной помехи, присутствующей на теле пациента. Полосовой фильтр убирает сетевую помеху 50 Гц. Усилитель осуществляет масштабирующее преобразование сигнала с датчиков до необходимого уровня. Аналогово-цифровой преобразователь (АЦП) преобразует исследуемый сигнал в цифровую форму. Микроконтроллер осуществляет управление АЦП, а также передает полученную электрокардиограмму на ПК. Блок питания формирует из сетевого напряжения 230 В необходимые напряжения питания для работы других блоков. Высокочастотная развязка по питанию шунтирует питание микросхемы и действует как местный источник питания.

Защита от разрядов дефибриллятора является стандартной функцией электрокардиографов и медицинских мониторов. Достаточно большие амплитуды импульсов дефибриллятора (до 5 кВ) способны вывести от строя микросхемы усилительных каскадов.

Данный блок ограничивает величины токов, протекающих через тело человека. Это осуществляется за счет установки на вход электрокардиографа резисторов, уменьшающих импульс тока во входной цепи в 50-100 раз. Уменьшение тока пропорционально снижает напряжение поляризации.

Блок коммутатора отведений (рисунок 2) осуществляет выбор из сигналов, приходящих с датчиков, сигналы, соответствующие одному из трех стандартных биполярных отведений, и передает их на усилитель, через определенные фильтры.

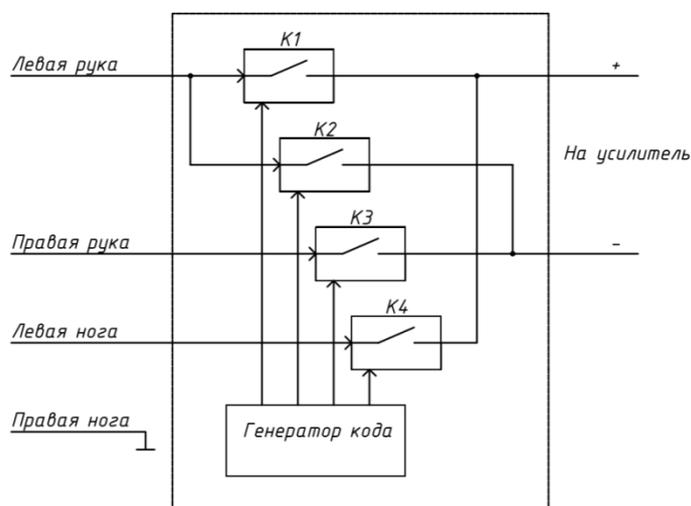


Рисунок 2 – Структурная схема блока коммутатора отведений

Блок фильтра (рисунок 3) состоит из фильтра дрейфа изолиний, фильтра низких частот и полосового фильтра. Фильтр дрейфа изолиний устраняет дрейф изоэлектрической линии электрокардиосигнала (ЭКС).

На ЭКС в каждом цикле сердечных сокращений выделяют на ТР-сегменте (электрическая активность сердца отсутствует) отсчеты ЭКС. Амплитуда каждого выделенного на ТР-сегменте отсчета ЭКС запоминается до начала следующего отсчета, далее полученный сигнал подается на вход фильтра нижних частот, сигнал с выхода фильтра нижних частот вычитается из исходного сигнала смеси ЭКС с аддитивной помехой, который предварительно задерживается на время запаздывания фильтра нижних частот. Полосовой фильтр убирает сетевые наводки от оборудования – шум 50 (60) Гц.

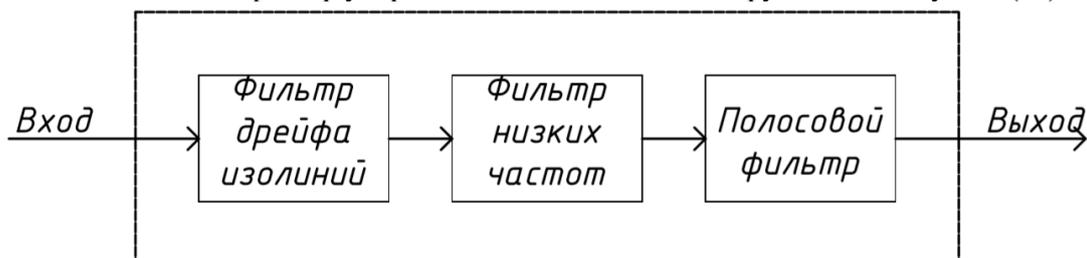


Рисунок 3 – Структурная схема блока фильтра

Блок высокочастотной развязки по питанию осуществляет защиту от высоких напряжений. Высокочастотная развязка также используется для повышения помехоустойчивости систем. Одним из основных источников помех в радиоэлектронной аппаратуре является так называемый общий провод, часто это корпус устройства. При передаче информации без гальванической развязки общий провод обеспечивает необходимый для передачи информационного сигнала общий потенциал передатчика и приемника. Поскольку обычно общий провод служит одним из полюсов питания, подключение к нему разных электронных устройств, в особенности силовых, приводит к возникновению кратковременных импульсных помех. Они исключаются при замене «электрического соединения» на соединение через изоляционный барьер.

Разработанное устройство обладает функцией передачи полученной ЭКГ по Bluetooth-интерфейсу, что является преимуществом, перед существующими аппаратами. Данная функция позволит оптимизировать медицину, сделает возможным ведение электронной карты, без использования бумажных носителей. Следует заметить, что электрокардиограф можно усовершенствовать, установив дисплей с показаниями электрокардиограммы в режиме реального времени, либо добавив в него функцию контроля артериального давления.

#### Список литературы

- [1] Руководство по электрокардиографии / Орлов В.Н. – М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2017 — 560 с. : ил.
- [2] Электрокардиография высокого разрешения / Иванов Г.Г. – М.: Триада-Х, 2003. – 304 с.
- [3] Биотехнические системы медицинского назначения: учебник / Корневский Н. А., Попечителей Е. П. — Старый Оскол: ТНТ, 2017. — 688 с.