

**КАРМАННЫЙ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОЙ  
ДИАГНОСТИКИ СЕРДЕЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ**

Старчак А.С., Порхунов А.А., Уваров А.А.

Научный руководитель: Лежнина И.А., к.т.н., доцент

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр.Ленина 30

E-mail: [Ambeba@gmail.com](mailto:Ambeba@gmail.com)

Сердечно-сосудистые заболевания, безусловно, являются распространенными и социально значимыми заболеваниями во всем мире. В структуре летальности внезапная сердечная смерть занимает первое место и составляет более 50 % от общего числа летальных исходов [1]. При этом распространенность кардиологических заболеваний, вызывающих фатальные нарушения ритма, но часто протекающих бессимптомно, колеблется от 1:500 до 1:2500 человек; многие из них имеют наследственный характер[2]. Все эти факты свидетельствуют о необходимости применения надежных и удобных систем для наблюдения за состоянием пациента. Эту проблему решает электрокардиография, наиболее эффективный и совершенный метод исследования сердечно-сосудистых заболеваний.

Не смотря на это, ЭКГ имеет и свои слабые стороны. Основным недостатком электрокардиографии является её низкая доступность, так как приходится регулярно посещать поликлинику, что является проблематичным учитывая количество больных.

Исходя из этого, необходимо создать прибор для индивидуальной диагностики, который должен соответствовать следующим требованиям:

- удобство (процедура регистрации ЭКГ должна быть простой, проводиться без снятия одежды и не требовать других подготовительных мероприятий);
- надежность (пользователю должна быть предоставлена только интегральная, но достоверная информация о его текущем функциональном состоянии, которая может быть получена при упрощенной регистрации сигнала и не требует дополнительного визуального анализа ЭКГ);
- информативность (возможность выявления скрытых признаков нарушений в работе сердца под влиянием физических и эмоциональных нагрузок, которые недооцениваются при традиционной ЭКГ-диагностике);
- оперативность (результат должен быть получен не более чем за 30 секунд.)
- наглядность (форма представления результатов должна быть понятна человеку, не имеющему специальной медицинской подготовки).

В настоящее время существует целый ряд подобных устройств, так называемых карманных электрокардиографов. Для обеспечения

вышеприведенных требований в них реализована упрощенная процедура регистрации ЭКГ первого стандартного отведения с пальцев и последующей обработкой сигнала в приборе и на ПК.



Рисунок 1. Расположение электродов в корпусе.

Для регистрации ЭКГ достаточно прикоснуться пальцами правой и левой рук к электродам, расположенным на передней панели и верхней части прибора (рисунок 1). Это позволяет производить оперативную оценку функционального состояния сердечно-сосудистой системы человека и выявления начальных признаков изменений в работе сердца под действием физических и эмоциональных нагрузок.

На данный момент коллективом кафедры ИИТ реализуется проект по созданию карманного электрокардиографа с автономным питанием, *OLED* экраном и управляющим элементом в виде 3-х кнопочной клавиатуры (рисунок 2).



Рисунок 2. Карманный электрокардиограф.

Прибор обеспечивает:

- регистрацию ЭКГ с пальцев рук;
- отображение ЭКГ в реальном времени на экране;
- сохранение информации на *SD* карте;
- считывание результатов и автоматическая обработка с *SD* карты на ПК;

- определение значений диагностических показателей;
- накопление данных для последующих консультаций с врачом.

Остальные технические характеристики приведены в таблице 1.

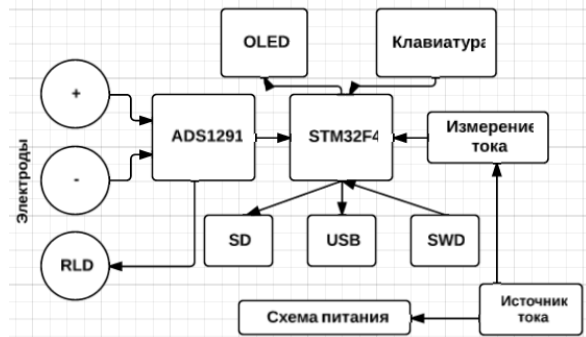


Рисунок 3. Структурная схема.

Обобщенная структурная схема прибора показана на рисунке 3.

Одной из особенностей прибора является применение интегральной схемы ADS1291, она позволила сократить количество компонентов и упростить проект. Схема имеет множество встроенных функций и содержит все элементы требующиеся для создания устройства. В качестве микроконтроллера применяется STM32F405RG, высокопроизводительный 32-х разрядный микроконтроллер на базе ядра Cortex-M4F. Прибор снабжен дисплеем Wisechip UG5664, это монохромный самосветящийся OLED дисплей, с низким начальным напряжением питания и энергосберегающими технологиями.

Таблица 1. Технические характеристики

Количество каналов:	1
Электроды:	4
Диапазон частот:	0,5 Гц-40 Гц
Входное сопротивление	1 ГОм
Частота дискретизации	500 Гц
Диапазон напряжений	3 мкВ – 2.4 В
Встроенная память:	SD Карта 2Гб
Синхронизация с ПК:	USB 2.0
Питание	AAA, 2 шт.

Электродами в приборе служат пластинки из фольгированного стеклотекстолита FR-4 с лужением ПОС-63, что обеспечивает приемлемый контакт и чувствительность. В дальнейшем планируется проведение исследований по сравнению материалов покрытия электродов, которые позволят судить, какое из покрытий наилучшим образом подходит для снятия ЭКГ с пальцев и обеспечивает наилучшее качество сигнала.

На рисунке 4 показан пример записи, полученной с помощью разработанного прибора.

Полученных данных, достаточно для простейшего анализа сердечных отклонений в нарушении ритма.

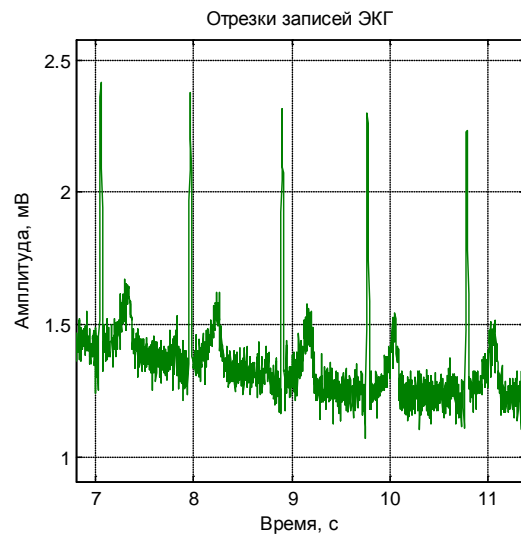


Рисунок 4. Запись ЭКГ, сделанная прибором

Упрощенный метод регистрации ЭКГ только от одного отведения, не может служить основой стандартного ЭКГ-вывода, но в то же время даже такая ограниченная информация позволяет судить о функциональном состоянии сердечной деятельности и с определенной степенью достоверности определять начальные признаки нарушений в работе сердца.

Такой подход к диагностике, когда пациент сам накапливает информацию, а затем врач её интерпретирует, позволяет сделать более обоснованные выводы о состоянии сердечно-сосудистой системы, чем эпизодический контакт пациента с врачом. К тому же это существенно уменьшает время необходимых обследований пациента в стационарных условиях и имеет положительные экономические последствия, как для пациента, так и для системы здравоохранения.

*Проект поддержан грантом Президента РФ для государственной поддержки молодых ученых (конкурс МК-2014) «Разработка и исследования емкостных электродов для бесконтактной диагностики и методики их применения для электрокардиографии».*

#### Литература:

1. Estes N.A. 3rd. Predicting and preventing sudden cardiac death // Circulation. – 2011. – Vol. 124, № 5. – P. 651–656.
2. Beckmann B.-M., Pfeufer A., Käbb S. Inherited Cardiac Arrhythmias. Diagnosis, Treatment, and Prevention // DtschArztebl Int. – 2011. – Vol. 108, № 37. – P. 623–634.
3. Мурашко В.В. Струтынский А.В. «Электрокардиография»