

Простой самодельный кардиограф с записью на SD карту

Новые улучшенные схемы аппаратной части

Варианты кардиографа	Схема и описание, прошивка	Примечания
Одноканальный кардиограф: частота дискретизации 976.5625 Гц, внутренний АЦП МК 10-12 бит, запись на SD карту, доп. датчики, подключение к телефону для отображения кардиограммы		
1.0 (pic16873a)	Опубликованы в журнале Ралкохсбби 2012_№4 и на сайте "Цивилизация"	Простая и надежная схема. Низковольтное разрешение кардиосигнала по "вертикали" (хотя для надежной фиксации R-зубцов его вполне хватает)
2.0 (pic16873a)	Схема и описание здесь	Значительно улучшено качество записи кардиосигнала, причем без использования дорогих деталей: добавлен только дополнительный ОУ.
2.1 (pic1826k42)	Схема и описание здесь	Ещё улучшено качество кардиосигнала за счет МК с 12-битным АЦП и большего времени накопления. Реализовано выделение R-зубцов на микроконтроллере и индикация их светодиодом
Двухканальный кардиограф: два канала ЭКГ, частота дискретизации 976.5625 Гц, внутренний АЦП МК 12 бит, запись на SD карту, доп. датчики, подключение к телефону для отображения кардиограмм		
2.1 duo (pic1826k42)	Схема и описание здесь	То же, что и одноканальная версия 2.1, но одновременно оцифровывается 2 канала. Частота дискретизации кардиосигнала не изменилась, но поток информации увеличился вдвое

Отображения кардиограммы на смартфоне

Создана программа для отображения кардиограмм на телефоне или планшете с ОС андроид. Достаточно подключить переходник usb-com к usb host (otg) Вашего устройства. Поддерживаются переходники usb-com на популярных микросхемах CP210x, PL2303, CH340G.

Ссылка на арк:
[FKG_SD_2020_04_1Sapk](#), исходники [тут](#).

Обновленная программа для взаимодействия с кардиографом и обработки записей ЭКГ

Последняя обновленная версия программы для компьютера:
[FKG_SD_2017_v2_10](#) от 24.08.2017.

Версия для двухканального кардиографа:
[FKG_SD_2020_v2_11duo](#) от 05.07.2020.

Программа совместима со всеми аппаратными реализациями кардиграфа. Список изменений:

- Для выделения R-зубцов применен новый, классический **алгоритм** на основе взвешенного накопления квадратов производной кардиосигнала, по книге "Рангайян Р.М. Анализ биомедицинских сигналов. Практический подход. 2007" (в [файл_здесь](#)о). В результате выделение R-зубцов более надежное, другие зубцы эффективно подавляются (в том числе высокой S-зубец).
- Добавлена функция визуализации **R-R интервалов**. В результате на длительной записи ЭКГ легко искать аритмии, экстрасистолы и другие безобразия. Также обнаружение R-R интервалов это первый шаг на пути к анализу вариаций сердечного ритма.
- Поддерживается сканивание записей с SD-карты через **карт-ридер** в компьютере. Скорость при этом непревышенная, но карту придется вынуть из кардиографа и вставить в комп. Устройство при этом должно быть подключено для получения номера первого свободного сектора (либо это номер можно ввести вручную).
- В списке **СОМ**-портов отображаются только реально присутствующие в системе с "дружественными" именами.
- При визуализации ЭКГ в реальном времени в процессе записи устройством можно задать **интервал** отображения в секундах. При этом отображается статистическая информация о сигнале: среднее, СКО, размах. Может быть полезно для исследования шумовых характеристик усилителей.
- Записи ЭКГ можно хранить в паг-архивах, (один *.tag файл на один *.экт - файл). Программа распаковывает архивы "на лету" (необходима шгф.dll рядом с программой или установленный WinRar).
- Двухканальная версия обрабатывает первый канал, а визуализирует оба канала.

Обновленная справка и документация на программу пока в разработке. Пока вы можете скачать руководство оператора от предыдущей версии программы [FKG_SD_2010 - рук_пользователя.doc](#).

Совершенствование схемотехники самодельного кардиографа

Схема и описание первого варианта самодельного кардиографа с функцией записи на SD карту опубликована в журнале [Ралкохсбби 2012_№4](#) и [на сайте "Попалухи"](#). Судя по полученным [отзывам](#), в целом схема кардиографа оказалась удачной: повторение конструкции не вызвало сложностей, собранный кардиограф не требовал настройки и работал сразу после включения.

Тем не менее, и схема и [программное обеспечение](#) кардиографа могут быть усовершенствованы (см. версии [2.0](#), [2.1](#) и другие).

Во-первых, программу для анализа кардиограмм можно улучшить бесконечно в плане визуализации и анализа кардиосигнала, автоматического выявления сердечных импульсов (R-зубцов), поиска проблем с ритмом. Тут опубликованы [обновления программы](#) и некоторые примеры работы с программой по выявлению аномалий в функционировании сердца.

Во-вторых, аппаратная часть кардиографы может быть улучшена в нескольких направлениях:

- повышение **качества** записи кардиограммы, уменьшение помех и ошибок дискретизации (версия [2.0](#));
- использование более мощного микроконтроллера для повышения **функционала** кардиографа (версия [2.1](#));
- переход с "медленного" интерфейса COM (RS-232) на более современный интерфейс **USB**;
- использование современных **литиевых** аккумуляторов с зарядкой от USB;
- применение АЦП большей разрядности, в идеале специализированного биомедицинского АЦП;
- увеличение числа каналов (отведений) у кардиограммы (версия [2.1 duo](#));
- поддержка дополнительных **датчиков**, часов реального времени и средств инерциальной/глобальной навигации.
- визуализация электрокардиограммы на **планшете** или телефоне

Поскольку более мощные микроконтроллеры (а тем более высококачественные АЦП) стоят дороже и зачастую менее доступны, предлагается гибкое изменения аппаратной части. Простая [доработка исходной схемы](#) уже позволяет добиться максимального качества записей кардиосигнала (без дополнительного АЦП), а это без сомнения самое главное. Независимо можно рассмотреть вариант установки более мощного микроконтроллера с 12-битным встроенным АЦП (версия [2.1](#)). Самый "крутой" вариант кардиографа - многоканальный внешний специализированный АЦП + USB микроконтролер.

Версия кардиографа 2.0: простые доработки аналоговой части кардиографа для улучшения качества кардиосигнала

Принципиальная схема самодельного кардиографа с усовершенствованной аналоговой частью приведена на [рисунке](#) ниже, файлы с прошивками в [таблице](#).

