

## ПОДКЛЮЧЕНИЕ ЭКГ-УСТРОЙСТВА AD8232 К ПЛАТЕ ARDUINO MEGA 2560

**Жабборов А. М.**

Наманганский инженерно-технологический институт  
Наманган, Республика Узбекистан;

В этой работе мы разрабатываем устройство ЭКГ, способное принимать 12-канальный сигнал ЭКГ. Устройство реализовано с использованием одноканального ЭКГ AD8232. Позволяет получать двенадцати отведения ЭКГ с помощью одноканального AD8232, что помогает в ранней диагностике различных заболеваний [1] [2] [3][4][5].

Таблица 1

Необходимые настройки для приема сигналов от модуля ЭКГ

контакты AD8232	Функции выводов	Ардуино ATmega2560	Функции выводов
GND	Земля (минус)	GND	Минусовая клемма
3.3v	источник напряжения	3,3 В	Источник напряжения
OUTPU T	Выходной сигнал	A0	Аналоговый контактный разъем
LO-	расширение выходного порта компаратора (-)	11	Имя контакта
LO+	расширение выходного порта компаратора (+)	10	Имя контакта
SDN	Чтобы заставить работать	-	

Сигнал ЭКГ от пациента сначала получают с помощью трех электродов для всех каналов, кроме расширенных, а для остальных каналов (каналы V1-V6) используем по одному дополнительному электроду. Снятие ЭКГ производится в следующей последовательности.

- Электрод изготовлен из гелевого электрода. Хотя гелевый электрод и одноразовый, он дешевле и удобнее в использовании. Другие типы электродов, например зажимные, более дорогие и требуют дополнительного геля для лучшей проводимости.

- В качестве микроконтроллера мы выбираем 10-битный ATmega на плате Arduino Mega 2560. Подключение к компьютеру осуществляется с помощью последовательного кабеля Arduino.

AD8232 предпочтительнее других устройств. HM301D — трехканальное устройство. ADS1191 не обеспечивает достаточно высокого качества вывода для получения хорошего разрешения. AD8232 имеет лучшее выходное сопротивление и качество вывода. Конструкции

фильтров верхних и нижних частот перечислены в техническом описании AD8232 [3]. В качестве фильтра верхних частот используется двухполосный фильтр верхних частот, а в качестве фильтра нижних частот — двухполосный фильтр нижних частот Саллена-Ки. AD8232 имеет плату ЭКГ 0,5–40 Гц. С помощью этой встроенной платы мы реализуем активные фильтры.

AD8232 выход 3,3 В с в Ардуино подключен (см. рисунок 1 ).

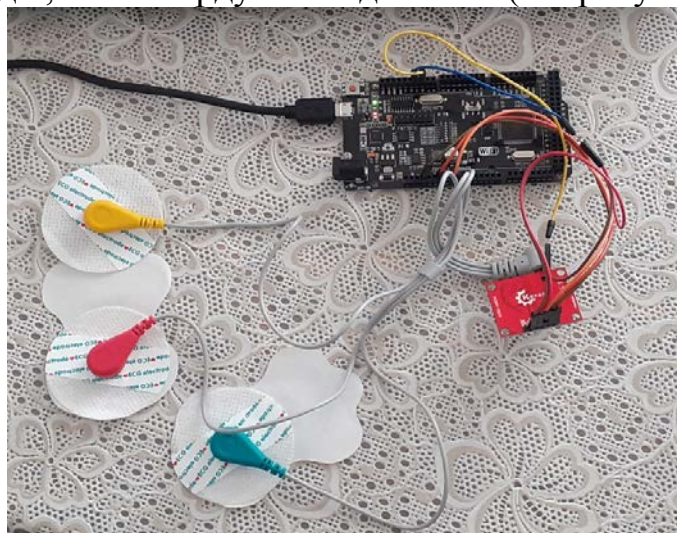


Рисунок 1. Устройство ЭКГ AD8232 и Ардуино Мега 2560

Arduino IDE используется для программирования микроконтроллера, поскольку язык программирования, написанный на нем, очень прост и удобен и может быть интегрирован с другими языками программирования через последовательный порт (в данном случае интегрирован с языком программирования C#). Программа в микроконтроллере используется для определения канала и отправки данных [6][7].

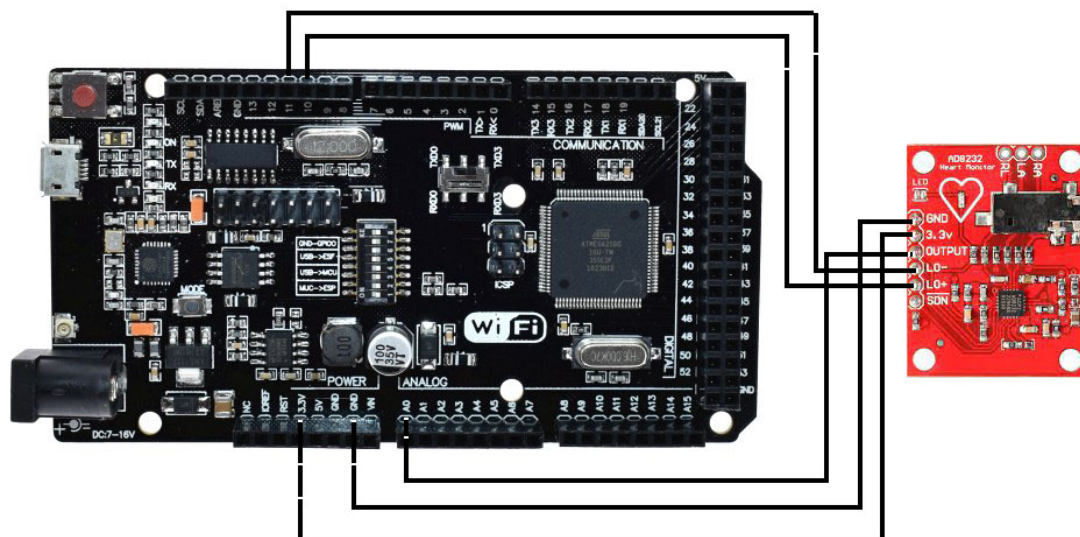


Рисунок 2. Устройство ЭКГ AD8232 и схема подключения Arduino Mega 2560.

На следующем этапе создается программное обеспечение на персональном компьютере. В этой программе выведете график входящих

данных через Arduino, запишите в файл \*.txt и отправьте данные на сервер в формате JSON [8].

Данные передача инфекции очень конечно сигнал дает (см. рисунок 3).

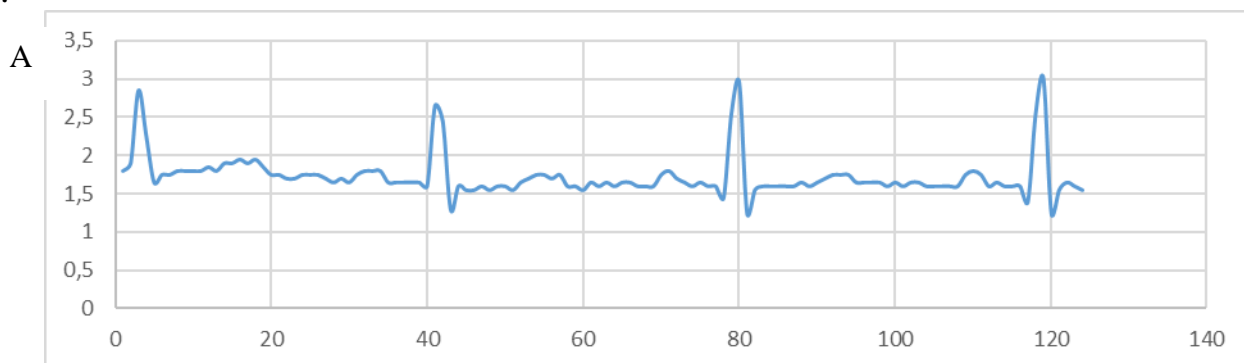


Рисунок 3. Результат устройства ЭКГ

Так, с помощью одноканальной ЭКГ была получена 12-канальная ЭКГ. Этот прототип был разработан и протестирован для стандартной клинической ЭКГ. ЭКГ, полученная с помощью этого устройства, имеет форму, аналогичную ЭКГ, полученной с помощью многоканальных устройств.

Сигнал ЭКГ, полученный устройством ЭКГ AD8232, сохраняется в виде файла \*.txt, соответствующего стандарту MIT-BIH. Сигнал обрабатывается приложением C# и отправляется на сервер в формате JSON. 12-канальная обработка ЭКГ позволяет на ранней стадии выявить различные нарушения работы сердца.

1. B. A. Bharadwaj, A. E. Sr, U. Kamath, C. Workforce, and C. S. Corp, "Accurate ECG Signal Processing," Design, no. February, pp. 1–7, 2011.
2. R. Mohan, "Fully Integrated Analog Front-end for a 2-electrode ECG Device. Thesis," pp. 1–75, 2011.
3. Analog Devices, "AD8232 Single-Lead ECG," Data Sheet, pp. 1–28, 2013, [Online]. Available: [www.analog.com/AD8232](http://www.analog.com/AD8232).
4. ADS1191, "Low-Power , 2-Channel , 16-Bit Analog Front-End for Biopotential Measurements ADS1191," no. September, 2012.
5. HM301D, "Diagnostic-quality acquisition system for bio-electric sensors and bio-impedance measurements," no. September, pp. 1–85, 2015.
6. A.Jabborov, "EKG signallarini AD8232 protsessorli modul yordamida qayd etish," 2020.
7. Jabborov A., "Recording Ecg Signals With Ad8232 Processor Module," Sci. Herit., vol. 1, no. 55, pp. 3–6, 2020.
8. A.M.Jabborov, "Architecture of database formation of ecg signals," NamDU ilmiy axborotnomasi – 2022-yil maxsus son, no. maxsus son, pp. 145–153, 2022