

ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФ НА БАЗЕ МОДУЛЯ ADS1298ECG-FE

Протасеня И. А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Лушакова М. С. – ст. преподаватель кафедры ЭТТ

Аннотация. Разработан электрокардиограф на базе оценочного модуля ADS1298ECG-FE от Texas Instruments. Устройство предназначено для сбора и анализа электрокардиографических сигналов в реальном времени с возможностью конфигурации каналов для прекардиальных отведений. Модуль обеспечивает низкий уровень шума, высокое разрешение и портативность за счет батарейного питания. Предложена методика настройки для 6-канального режима, включая программное обеспечение для визуализации данных.

Ключевые слова: электрокардиограф, ADS1298, многоканальный АЦП, портативное устройство, ЭКГ-сигналы.

Введение. В современной медицине и биомедицинской инженерии портативные электрокардиографы играют ключевую роль в диагностике сердечно-сосудистых заболеваний. Они позволяют проводить мониторинг ЭКГ в амбулаторных условиях без необходимости в стационарном оборудовании. Актуальность разработки таких устройств обусловлена ростом числа пациентов с сердечными патологиями и необходимостью доступных инструментов для ранней диагностики [1]. Для такого типа устройств актуально наличие встроенного термопринтера, что позволяет на месте получить распечатку кардиограммы и передать врачу для дальнейшего наблюдения за пациентом. Термобумага не требует чернил и сам принтер обладает компактностью и низким энергопотреблением, четкой печатью и не нуждается в подключении дополнительных модулей.

Основная часть. Данный электрокардиограф основан на оценочном модуле ADS1298ECG-FE, который включает 6-канальный 24-битный аналого-цифровой преобразователь (АЦП) с интегрированными функциями для измерения биопотенциалов, в том числе ЭКГ-сигналов. Модуль предназначен для оценки характеристик АЦП ADS1298 в системах мониторинга пациентов портативного ЭКГ-устройства. Он обеспечивает низкий уровень шума (менее 5 мкВ пикового значения) и высокую точность, что критично для регистрации слабых биосигналов сердца.

Оценочный модуль ADS1298ECG-FE от Texas Instruments [1] является ядром устройства и представляет собой удобную платформу для создания различных прототипов, поддерживая до 8 каналов с высоким разрешением. В рамках разработки была выполнена адаптация модуля для 6-канального портативного электрокардиографа, что упрощает сборку и снижает энергопотребление. Модуль обеспечивает низкий уровень шума, высокое разрешение и портативность за счет батарейного питания. Модуль включает в себя четырехслойную печатную плату с АЦП, низковольтными регуляторами (LDO) для аналогового и цифрового питания, а также входные фильтры для подавления электромагнитных помех и антиалиасинговые фильтры. Питание может быть биполярным ($\pm 2,5$ В) или униполярным (3–5 В), с опцией батарейного источника для обеспечения портативности. Например, использование четырех элементов питания типа AA (1,5 В) обеспечивает автономность до нескольких часов работы в низкопотребляющем режиме (при короткозамкнутой перемычке JP5). Существуют разработки, также использующие данный модуль [2].

На блок-схеме (рисунок 1) показаны основные компоненты: входные электроды подключаются через разъем DB15, сигналы проходят через защитные элементы и поступают на АЦП, данные передаются по интерфейсу SPI на материнскую плату MMB0, а затем по USB на персональный компьютер. Для визуализации и обработки используется графический интерфейс пользователя (GUI), который отображает волновые формы ЭКГ, гистограммы распределения амплитуд и спектры сигналов (FFT). Программное обеспечение позволяет

применять цифровые фильтры: фильтр высоких частот (HPF) для удаления дрейфа базовой линии, фильтр низких частот (LPF) для подавления высокочастотных помех и notch-фильтр для устранения сетевой помехи 50/60 Гц.

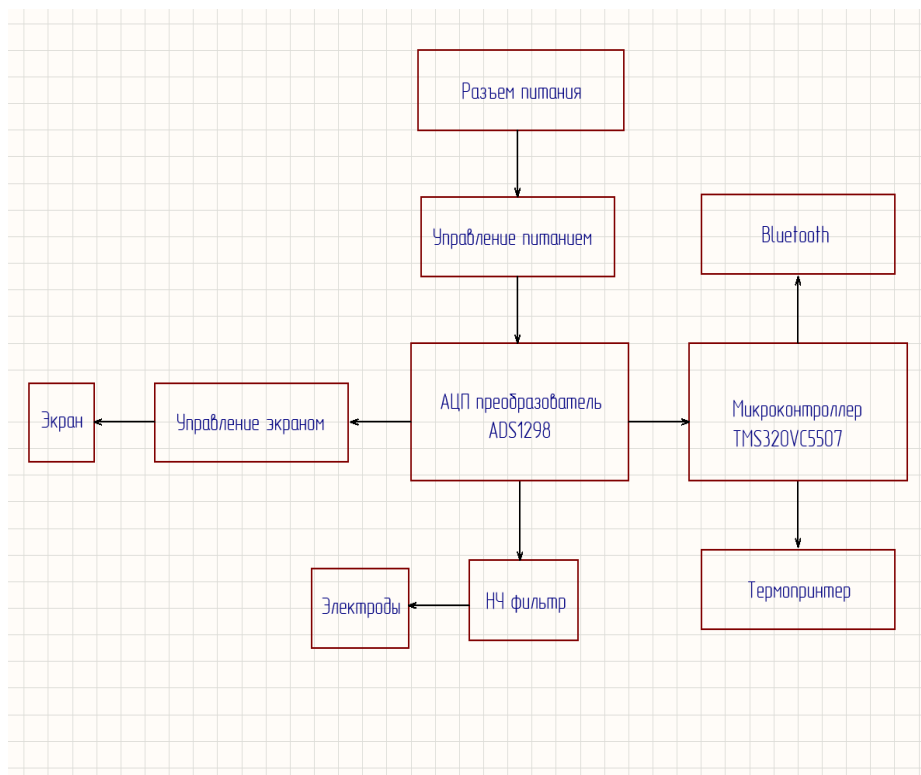


Рисунок 1 – Блок-схема прототипа электрокардиографа на базе ADS1298ECG-FE

Для конфигурации на 6 каналов используются переключики (джамперы) модуля, такие как JP26–JP33, которые позволяют подключать электроды к конкретным входам АЦП. Например, каналы настраиваются для стандартных отведений: I, II, III (биполярные) и V1–V3 (прекордиальные), с возможностью добавления усиленных отведений aVR, aVL, aVF при необходимости. Это достигается через встроенный мультиплексор (MUX) в программном обеспечении, где глобальные или индивидуальные настройки каналов выбирают режим нормального электрода или подключение к Wilson Central Terminal (WCT) для формирования центральной опорной точки. Дополнительно реализуется схема управления правой ногой (Right Leg Drive, RLD) для активного подавления помех от общего режима.

Таблица 1 – Последовательность настройки каналов для 6-канального режима

№ шага	Действие
1	Установка джамперов JP26–JP31 для подключения электродов V1–V6
2	Конфигурация мультиплексора в ПО для нормального режима электродов
3	Включение привода правой ноги и Wilson Central Terminal для снижения шумов
4	Запуск приобретения данных с частотой дискретизации 500 SPS
5	Анализ сигналов в графическом интерфейсе с сохранением результатов

В 6-канальном режиме устройство регистрирует сигналы с погрешностью менее чем 1 %, что позволяет отследить даже слабые биоритмы с высокой точностью и минимальными отклонениями. Для интеграции термопринтера (как дополнительная функция) необходимо добавить внешний модуль. В данном случае это Fujitsu FTP-628MCL103 [3]. Подключение осуществляется по интерфейсу UART к свободным выводам микроконтроллера, используемого в качестве управляющего контроллера. Данные ЭКГ-сигналов форматируются

в виде растрового изображения (битмап) и передаются на принтер с помощью библиотеки ESC/POS.

Заключение. Разработанный прототип 6-канального портативного электрокардиографа на базе ADS1298ECG-FE демонстрирует простоту адаптации оценочного модуля. Он обеспечивает сбор ЭКГ-сигналов с высоким разрешением и низким энергопотреблением, подходя для мониторинга в полевых условиях. Предложенная методика настройки каналов упрощает реализацию, а возможность батарейного питания повышает мобильность устройства. Устройство оснащено беспроводной передачей данных (Bluetooth) и встроенным термопринтером для полной функциональности. Это способствует развитию навыков в области биомедицинской электроники и может быть использовано в исследованиях сердечных заболеваний [4,5].

Список литературы

1. ADS1298, ADS1298R, ADS1198, ADS1198R Low-Power, 8-Channel, 24-Bit Analog Front-End for Biopotential Measurements [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/ads1298.pdf>. – Date of access: 06.03.2026.
2. ADS1298ECG-FE/ADS1198ECG-FE EVM User's Guide / Texas Instruments. – Dallas: TI, 2016. – 66 p. – Mode of access: <https://www.ti.com/lit/ug/sbau171d/sbau171d.pdf>. – Date of access: 06.03.2026.
3. Seiko Instruments. LTPZ245. Thermal Printer Mechanism. Datasheet. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://seiko-instruments.de/wp-content/uploads/2023/04/ltpz245_2.pdf. – Дата доступа: 08.03.2026.
4. Alexseev, V. Approaches to the optimization of the electronic module using the research of transformation of energy of mechanical exposure / Viktor F. Alexseev, Gennady A. Piskun, Dmitriy V. Likhachevsky // Slovak international scientific journal. – 2018. – Vol. 1, N 14. – Pp. 9–27.
5. Models for predicting the reliability of integral schemes taking into account the impact of electrostatic discharge / В.Ф. Алексеев [и др.] // Slovak international scientific journal. – 2018. – Vol. 1, N 24. – Pp. 47–62.

UDC 616.12-073.97:621.3.049.77

ELECTROCARDIOGRAPH BASED ON THE ADS1298ECG-FE MODULE

Protasenia I. A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Scientific supervisor: Lushakova M. S. – Senior Lecturer at the Department of Electronic Engineering and Technology

Annotation. An electrocardiograph based on the ADS1298ECG-FE evaluation module from Texas Instruments has been developed. The device is designed for collecting and analyzing electrocardiographic signals in real time with the ability to configure channels for precordial leads. The module provides a low noise level, high resolution, and portability due to battery power supply. A method for setting up a 6-channel mode is proposed, including software for data visualization.

Keywords: electrocardiograph, ADS1298, multichannel ADC, portable device, ECG signals.