

АМПЕРОМЕТРИЧЕСКИЙ ГЛЮКОМЕТР С МОБИЛЬНЫМ ПРИЛОЖЕНИЕМ

Немченкова А.Д.

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

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

Аннотация. Представлена разработка портативного глюкометра, основанного на амперометрическом методе измерения. Проведен анализ существующих аналогов и методов, на основе которого выбрана оптимальная архитектура устройства. Предложена структурная схема глюкометра, включающая модуль беспроводной передачи данных для взаимодействия с мобильным устройством. Приведена математическая модель для вычисления концентрации глюкозы на основе данных аналого-цифрового преобразователя.

Ключевые слова: глюкометр, амперометрический метод, микроконтроллер, мобильное приложение.

Введение. Сахарный диабет является одним из наиболее распространенных неинфекционных заболеваний в мире, и эффективный контроль гликемии требует регулярных измерений уровня глюкозы в крови [1]. Современные тенденции развития медицинской техники направлены на интеграцию портативных диагностических устройств с мобильными платформами, что позволяет автоматизировать сбор данных, вести историю наблюдений и своевременно корректировать терапию. Традиционные глюкометры, обладая встроенной памятью, не всегда предоставляют удобные инструменты для анализа долгосрочной динамики показателей [2].

Таким образом, актуальной задачей является разработка амперометрического глюкометра, оснащенного модулем беспроводной связи для синхронизации с мобильным приложением. Данный подход позволяет объединить точность амперометрического метода измерения с возможностями современных смартфонов по обработке и визуализации данных.

Основная часть. При разработке глюкометра с возможностью беспроводной передачи данных на мобильное устройство был использован амперометрический метод измерения глюкозы, основанный на накоплении электронов, возникающих при окислении ферроцианида калия, который предварительно восстановился в ходе ферментативной реакции глюкозы с глюкооксидазой на тест-полоске [3].

Для проектирования устройства необходимо:

- обеспечить точное преобразование слабого тока электрохимической реакции тест-полоски в цифровой сигнал;
- обеспечить надежную целостную передачу данных по беспроводному каналу связи с минимальным энергопотреблением;
- разработать интуитивно понятный пользовательский интерфейс в мобильном приложении для отображения результатов и статистики.

Для решения вышеперечисленных задач разработана структурная схема устройства, представленная на рисунке 1, которая отражает взаимодействие всех ключевых функциональных узлов [4]:

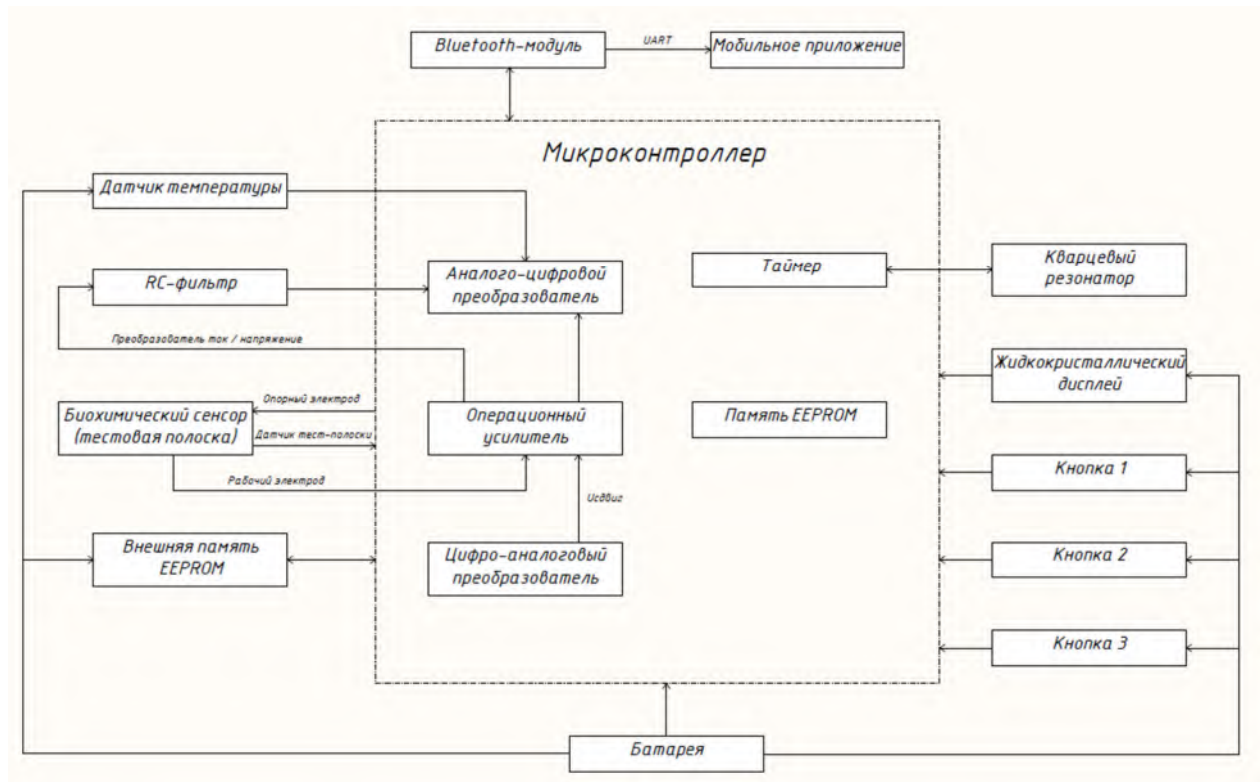


Рисунок 1 – Структурная схема амперометрического глюкометра

Центральным элементом устройства является микроконтроллер *PIC16LF178X*, выбранный благодаря своей энергоэффективности и наличию необходимой периферии: 12-битного АЦП и интерфейсов связи [5]. Тест-полоска подключается через разъем, а возникающий ток преобразуется в напряжение с помощью встроенного операционного усилителя. Датчик температуры обеспечивает коррекцию результатов в зависимости от температуры окружающей среды.

Ключевым отличием разрабатываемой системы является наличие модуля беспроводной связи на базе *Bluetooth Low Energy (BLE)*, который обеспечивает передачу результатов измерений в мобильное приложение, установленное на смартфоне пользователя. Передача данных происходит автоматически сразу после вывода результатов измерения на дисплей глюкометра, что исключает необходимость выполнения пользователем дополнительных действий для синхронизации, упрощает устройство и экономит заряд.

Для данного типа устройств важным является создание мобильного приложения для обеспечения пользователю доступа к данным о измерениях в любой момент времени. В разрабатываемом приложении результаты измерений отображаются в формате: «уровень глюкозы в крови, дата, время». Особое внимание уделено возможности просмотра результатов за выбранный промежуток времени, что позволяет пользователю отслеживать динамику изменений уровня глюкозы и выявлять закономерности, связанные с режимом питания, физической активностью или приемом лекарственных препаратов.

Для получения итогового значения концентрации глюкозы используется математическая обработка цифрового сигнала с АЦП. После усреднения выборок применяется следующая формула [6]:

$$Y = m \cdot X + C, \quad (1)$$

где Y – концентрация глюкозы в крови, ммоль/л;

m – крутизна;

X – среднее значение АЦП выходного напряжения операционного усилителя;
 C – константа.

В первую очередь результат измерения выводится на ЖК-дисплей глюкометра, что позволяет пользователю оперативно узнать уровень глюкозы независимо от наличия смартфона, параллельно с отображением на экране данные автоматически передаются в мобильное приложение для последующего хранения и анализа. Если под рукой нет телефона или синхронизация временно недоступна, глюкометр сохраняет последние измерения во встроенную память, что позволяет просмотреть до 500 последних записей непосредственно на устройстве. Это обеспечивает автономность использования прибора и гарантирует доступ к актуальным данным в любой ситуации

Заключение. Выполнено проектирование амперометрического глюкометра с интеграцией мобильного приложения. Предложена архитектура, объединяющая аппаратную часть устройства на базе микроконтроллера *PIC16LF178X* с программным обеспечением для смартфона, обеспечивающим автоматический сбор и анализ данных. Автономность использования прибора обеспечивается за счет первоочередного вывода результатов на встроенный ЖК-дисплей и сохранения более 500 последних записей во внутренней памяти микроконтроллера при отсутствии синхронизации со смартфоном. Предложено использование разработанной структурной схемы и математической модели вычисления концентрации глюкозы при создании современных средств самоконтроля для пациентов с сахарным диабетом.

Список литературы

1. International Diabetes Federation [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://idf.org/about-diabetes/diabetes-facts-figures/> – Дата доступа: 17.02.2026.
2. Как работает глюкометр [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://medoptica.by/articles/kak-rabotaet-glyukometr> – Дата доступа: 17.02.2026.
3. Амперометрия: обзор [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.jove.com/ru/science-education/v/14570/amprometry-overview> – Дата доступа: 17.02.2026.
4. Эмануэль В.Л., Карягина И.Ю., Эмануэль Ю.В. Портативные системы самоконтроля и лабораторный анализ концентрации глюкозы в крови // *Лабораторная медицина*. – 2003. – №6.
5. Microchip Technology [Электронный ресурс]: Documentation / Programming Specifications. – Режим доступа: 41457E.pdf.
6. Microchip Technology [Электронный ресурс]: Documentation / Application Notes. – Режим доступа: 00001560A.pdf.

УДК 616-71:612.122.1

AMPEROMETRIC GLUCOSE METER WITH A MOBILE APPLICATION

Nemchenkova A.D.

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

Lushakova M.C. – Senior Lecturer of the Department of ETT

Annotation. This article presents the development of a portable glucometer based on the amperometric measurement method. An analysis of existing materials and methods was conducted, which served as the basis for selecting the optimal device architecture. A flowchart of a glucometer is proposed, including a wireless data transmission module for interaction with a mobile device. A mathematical model for calculating glucose concentration based on analog-to-digital converter data is presented. The results can be used to develop modern glucose self-monitoring tools.

Keywords: glucose meter, amperometric method, microcontroller, mobile application.