

Исмаилов Д.Н.

ЦИФРОВОЙ СТЕТОСКОП С ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ ДЛЯ ФОНОКАРДИОГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА СЕРДЕЧНЫХ И ЛЁГОЧНЫХ ЗВУКОВ

Научный руководитель: ст. преп. Абаимова М.О.

Кафедра нормальной физиологии

Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

Актуальность. Аускультация является одним из основных методов первичной диагностики заболеваний сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Однако интерпретация сердечных и лёгочных тонов требует высокой квалификации и значительного клинического опыта, что ограничивает доступность качественной диагностики в условиях первичного звена здравоохранения и сельской медицины. Разработка цифрового стетоскопа с модулем искусственного интеллекта (ИИ) позволит автоматизировать анализ фонокардиограммы (ФКГ), детектировать патологию и повысить доступность ранней диагностики сердечно-лёгочной патологии.

Цель: разработать прототип цифрового стетоскопа на базе микроконтроллера с поддержкой беспроводной передачи данных и высокочувствительным акустическим датчиком, с программным обеспечением для визуализации ФКГ в реальном времени, расчёта частоты сердечных сокращений (ЧСС), частоты дыхательных движений (ЧДД) и последующего ИИ-анализа записанных сигналов.

Материалы и методы. Аппаратная часть устройства включает 32-битный микроконтроллер с модулями Wi-Fi и Bluetooth 5.0, высокочувствительный акустический датчик с цифровым интерфейсом передачи данных, интегральную схему управления зарядкой с функцией одновременной работы от сети и аккумулятора, стабилизатор напряжения, инерциальный измерительный модуль для компенсации артефактов движения, а также разъём USB Type-C для зарядки и передачи данных. Корпус устройства выполнен из латуни, обеспечивающей экранирование электромагнитных помех и оптимальное акустическое импедансное согласование. Принципиальная электрическая схема спроектирована в среде автоматизированного проектирования. Программная часть разработана на языке Python с использованием библиотек для построения графического интерфейса и цифровой обработки сигналов. Обработка сигнала включает полосовой фильтр 4-го порядка (20–500 Гц для сердца, 100–1500 Гц для лёгких). Расчёт ЧСС выполняется методом автокорреляции, ЧДД – по огибающей сигнала дыхания.

Результаты и их обсуждение. Разработана принципиальная электрическая схема устройства, включающая цепи питания, зарядки, передачи данных и преобразования акустического сигнала. Предложена архитектура программного обеспечения, разделённая на модули транспортного уровня, цифровой обработки сигналов, базы данных и интерфейса пользователя. Разработана система ведения медицинской документации с внесением анамнеза *vitalis* и *morbi* пациента, данных аускультации по стандартным точкам и заключения врача. Предложена концепция накопления размеченных клиницистом данных ФКГ для последующего обучения нейронной сети с сохранением временных меток клинически значимых и артефактных фрагментов. Модульная конструкция корпуса обеспечивает совместимость со стандартными стетофонендоскопами различных производителей.

Выводы. Разработан прототип цифрового стетоскопа, обеспечивающий регистрацию, визуализацию и сохранение ФКГ в реальном времени с расчётом ЧСС и ЧДД. Предложенная архитектура системы создаёт основу для внедрения модуля ИИ-анализа сердечных и лёгочных звуков с учётом клинического контекста пациента, что перспективно для применения в первичном звене здравоохранения и телемедицины.