

АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ СЕНСОРНЫХ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ СПЯЩЕГО РЕБЕНКА

Крепкий и здоровый сон младенца – один из важнейших факторов его гармоничного развития и спокойствия всей семьи. Однако постоянный контроль за спящим ребенком, особенно в ночное время, становится для родителей источником стресса и хронического недосыпа. Современные технологии предлагают решение этой проблемы в виде специализированных трекеров сна, но существующие коммерческие аналоги часто имеют ряд недостатков: высокую стоимость, необходимость контакта с кожей ребенка или недостаточную точность измерений. Ответом на этот вызов стала разработка программно-аппаратного комплекса для бесконтактного мониторинга сна, который будет сочетать в себе доступность, эффективность и удобство использования.

Основой разработанного прототипа стал микроконтроллер NodeMCU. Для отслеживания состояния ребенка используются три ключевых датчика: инерционный датчик MPU6050, фиксирующий движения тела, звуковой модуль KY-037, реагирующий на плач и модуль ESP8266, обеспечивающий Wi-Fi-подключение мобильного и аппаратного устройств. Важным преимуществом системы является ее бесконтактность – датчики располагаются под матрасиком кровати ребенка, не причиняя малышу никакого дискомфорта. Для взаимодействия с пользователем был создан Telegram-бот, через который производится как первоначальная настройка Wi-Fi-подключения, так и получение всех уведомлений. Схема аппаратной составляющей представлена на рис. 1.

Особое внимание было уделено интеллектуальной обработке данных. Простые алгоритмы, основанные на фиксации превышения пороговых значений, часто приводят к ложным срабатываниям – например, на случайное вздрагивание ребенка во сне или посторонний шум за окном. Чтобы минимизировать эту проблему, в прототипе реализована система фильтрации с использованием временных окон. Так, сигнал от акселерометра анализируется с задержкой в 200 мс, что отсекает кратковременные помехи. Аналогичным образом обрабатывается и звуковая информация, где установлен порог в 500 условных единиц и временное окно в 100 мс.

* Работа выполнена под руководством кандидата технических наук, доцента кафедры «Биомедицинская техника» «ПГТУ» Т. А. Фроловой.

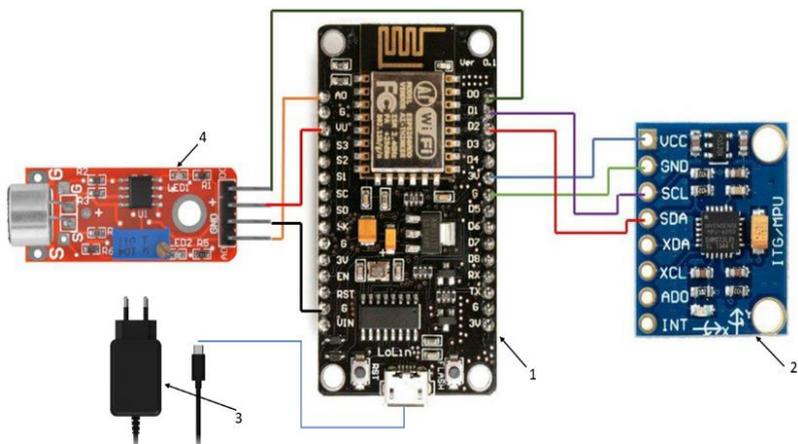


Рис 1. Схема аппаратной составляющей

Прототип мобильного приложения был разработан на языке Kotlin в среде Android Studio. Архитектура данной части построена по модульному принципу, в котором каждый компонент отвечает за свою направленность и задачу. Центральным элементом выступает модуль MainActivity, управляющий навигацией между окнами приложения, а также координирует работу секундомера и таймера. Основной функционал распределен среди трех фрагментов: TimerFragment, несет в себе функции таймера, StopwatchFragment управляет секундомером, StatsFragment формирует статистические графики. Для работы с данными была создана специализированная система управления SleepDataManager, выполняющая функцию структурированного хранения информации с автоматической группировкой по датам. Общая схема работы программной части изображена на рис. 2.

Перспективы развития проекта связаны с внедрением более сложных методов анализа данных. Использование алгоритмов машинного обучения позволит перейти от простой фиксации событий к их смысловой интерпретации. Нейронная сеть, обученная на размеченных данных, сможет отличать фазы глубокого и поверхностного сна, идентифицировать специфические паттерны движений, предвещающие пробуждение, и в конечном итоге – прогнозировать состояние ребенка. Это превратит систему из реактивной в проактивную, способную не только сообщать о событиях, но и предупреждать о возможных нарушениях сна. Дополнение комплекса датчиками микроклимата и интеграция с другими устройствами «умного дома» откроет возможности для создания максимально комфортной и безопасной среды для детского сна.

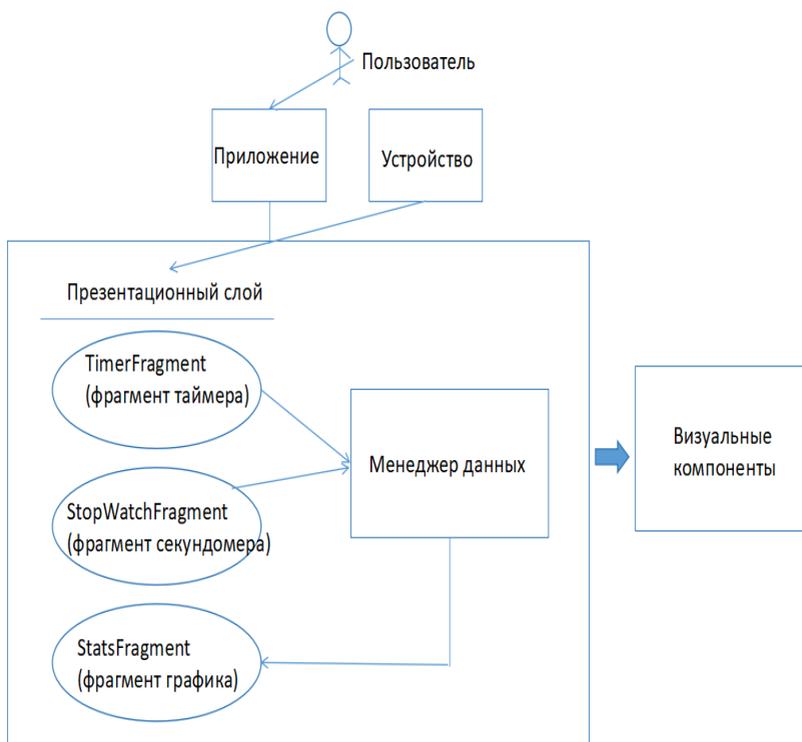


Рис. 2. Общая схема работы программной части

Особое внимание в проекте уделено эргономике и простоте использования. В отличие от сложных медицинских приборов, требующих специальной подготовки, данный комплекс интуитивно понятен в эксплуатации. Оптимальной систему делают минимизация ручных настроек, автоматический запуск мониторинга и наглядность уведомлений.

Таким образом, разработанный комплекс представляет собой работоспособное решение, готовое к практическому применению. Его ключевые преимущества – доступность, бесконтактность и продуманный пользовательский интерфейс – делают его востребованным для современных родителей. Дальнейшее развитие проекта в направлении интеллектуального анализа данных и персонализации позволит создать новое поколение устройств для заботы о здоровье ребенка, основанных на передовых достижениях биомедицинской инженерии и искусственного интеллекта.

Список литературы

1. Фролова, Т. А. Information models of a medical device for its evaluation / Т. А. Фролова, М. С. Фролова, И. А. Толстухин // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2015. – Т. 21, № 4. – С. 587 – 591.
2. Фролова, М. С. Оптимальный выбор изделия медицинской техники с использованием информационных систем в здравоохранении / М. С. Фролова, С. В. Фролов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2013. – Т. 19, № 3. – С. 553 – 561.
3. Современные тенденции развития рынка медицинских информационных систем / С. В. Фролов, С. Н. Маковеев, С. В. Семенова, С. Г. Фареев // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2010. – Т. 16, № 2. – С. 266 – 272.

Кафедра «Биомедицинская техника» ФГБОУ ВО «ТГТУ»