pNN50, так и pNN40 позволяет более точно оценивать вклад парасимпатической нервной системы в регуляцию работы сердца. Программа может быть использована не только в клинической практике, но и в спортивной медицине для оценки восстановления спортсмена, а также в физиологических экспериментах [3–6].

В результате работы создано функциональное программное обеспечение для микроконтроллерной платформы, позволяющее в автоматическом режиме проводить количественную оценку синусовой аритмии методом сфигморитмографии. Программа обеспечивает расчет ключевых показателей вариабельности сердечного ритма, включая ЧСС, процент аритмии, pNN, и отображает их на дисплее. Разработка ориентирована на применение в научных исследованиях, клинической диагностике и системах персонального мониторинга здоровья.

Литература

1. Аветисян, А. Р. Количественное определение характеристик вариабельности сердечного ритма человека : свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2025687482 / А. Р. Аветисян, А. В. Кузнецова, С. Г. Проскурин ; правообладатель ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет». – Заявка № 2025686555 ; заявл. 03.10.2025 ; опубл. 10.10.2025. – 1 с.
2. Количественное определение синусовой аритмии человека методом сфигморитмографии : свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2026614209 / Филиппов А. Д., Кузнецова А. В., Проскурин С. Г. ; правообладатель ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет». – Заявка № 2026612170 ; заявл. 02.02.2026 ; опубл. 13.02.2026. – 1 с.
3. Шевалдова, О. В. Механизмы нарушений вариабельности сердечного ритма у пациентов с врожденными пороками сердца / О. В. Шевалдова, А. В. Ковалева // Трансляционная медицина. – 2025. – Т. 12, № 4. – С. 310–329.
4. Использование функции распределения для анализа вариабельности сердечного ритма / О. В. Попова, В. Б. Русанов, А. М. Носовский, О. И. Орлов // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2025. – Т. 59, № 3. – С. 31–36.
5. Судаков, Д. Е. Определение критического состояния сердечно-сосудистой системы с врожденным пороком сердца на основании отношения кровотоков / Д. Е. Судаков // Радиоэлектроника. Проблемы и перспективы развития : сб. тр. X Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. «Дню радио и связи» и 80-летию победы в Великой Отечественной войне, Тамбов (7 мая 2025 г.). – Тамбов : Тамб. гос. техн. ун-т, 2025. – С. 275–276.
6. Фролов, С. В. Система поддержки принятия врачебных решений в кардиологии на основе цифрового двойника сердечно-сосудистой системы / С. В. Фролов, А. А. Коробов, А. Н. Ветров // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2023. – Т. 11, № 1 (40). – С. 3–4.

СИСТЕМА НЕПРЕРЫВНОГО МОНИТОРИНГА ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ, АКУСТИЧЕСКИХ ПРОЯВЛЕНИЙ И АНТРОПОМЕТРИИ ДЛЯ МЛАДЕНЦЕВ

М. А. Любавина, А. Д. Филиппов, Е. П. Евстигнеева

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет», Российская Федерация

Научный руководитель С. В. Фролов

Разработан комплекс, включающий систему мониторинга и анализа сна младенца, в целях оптимизации режима сна, а также автоматизацию процесса измерения, регистрации и анализа веса и роста детей. В основе приложения лежит комплексный подход, объединяющий ручной ввод данных о дневном сне с автоматизированным ночным

мониторингом, контроль физического развития ребенка производится путем сравнения полученных в ходе взвешивания данных с нормативными эталонными значениями (центильными таблицами), а также для ведения цифрового журнала измерений.

Ключевые слова: приложение, ребенок, сон, микроконтроллер, весы.

Современные цифровые технологии и сенсорика предоставляют широкие возможности для построения интеллектуальных программно-аппаратных комплексов, предназначенных для отслеживания состояния здоровья человека [1–4]. Подобные решения особенно востребованы при наблюдении за детьми младенческого возраста, где требуется непрерывный, но при этом щадящий и неинвазивный контроль ключевых физиологических показателей. В рамках данной работы представлен комплекс для мониторинга сна и физического развития ребенка, объединяющий фиксацию двигательной активности, акустический анализ и измерение антропометрических параметров.

Необходимость повышения уровня безопасности ребенка в период сна и потребность в инструментарии для раннего обнаружения отклонений физического развития определяют актуальность проекта. Сон играет важнейшую роль в гармоничном развитии детского организма. Параллельно с этим систематический контроль веса и роста позволяет вовремя заметить несоответствия возрастным нормативам и скорректировать режим питания или распорядок дня. Разработанная система объединяет перечисленные направления в рамках единого интеллектуального решения.

Аппаратная часть построена на базе модуля, который размещается в матрасе детской кроватки. В его конструкцию входят микрофон, улавливающий звуки и плач ребенка, а также датчик движения, отслеживающий общую подвижность.

В основе устройства лежит микроконтроллер NodeMCU с ядром ESP8266. Применение именно этого контроллера обусловлено наличием встроенного Wi-Fi, позволяющего организовать надежную беспроводную передачу информации без дополнительных коммуникационных компонентов. Вычислительных ресурсов достаточно для оперативной обработки данных с датчиков в реальном масштабе времени.

Ключевой элемент для контроля движений – модуль MPU6050, содержащий трехосевой акселерометр и гироскоп. В ходе разработки была выполнена тщательная калибровка чувствительности с учетом особенностей моторики младенца во сне.

За акустический контроль отвечает аналоговый микрофонный модуль KY-037, оснащенный регулируемым усилителем низкой частоты. Отличительной чертой системы является адаптивный порог срабатывания, который автоматически подстраивается под уровень фонового шума в помещении. Анализ сигнала включает частотную фильтрацию с выделением диапазона 200–600 Гц, типичного для детского плача. Структура аппаратной части показана на рис. 1.

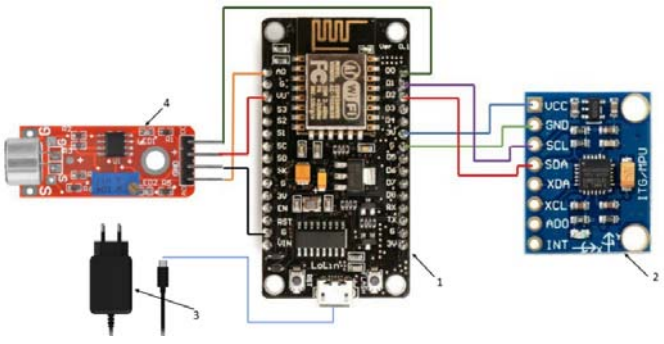


Рис. 1. Схема аппаратной составляющей:
1 – ESP8266; *2* – MPU6050; *3* – питание системы; *4* – KY-037

Алгоритмическое обеспечение для анализа сна определяет момент засыпания по запуску таймера в интерфейсе приложения. Пробуждение фиксируется при превышении заданных порогов активности или уровня звука. Система ведет учет общей продолжительности сна, числа и длительности ночных пробуждений, формирует суточную и недельную статистику, а также отображает графики распределения сна по часам.

В педиатрической практике для оценки физического развития детей широко используются центильные таблицы, позволяющие определить соответствие веса и роста ребенка его возрасту (табл. 1 и 2) [5]. Однако традиционный процесс сбора данных – ручная запись показателей с весов с последующим внесением в журналы или электронные таблицы - является трудоемким и сопряжен с риском ошибок, что может снижать достоверность анализа. Для решения этой проблемы был разработан программный комплекс, обеспечивающий автоматизированный сбор антропометрических данных с электронных весов и последующую оценку динамики физического развития ребенка с использованием центильных таблиц.

Таблица 1

Распределение длины тела, см, по возрасту

Возраст, месяц	Мальчики		Девочки	
	Центили			
	25	75	25	75
0 месяцев	50,6	53,9	51,0	55,0
1 месяц	54,0	56,1	53,6	56,0
2 месяца	55,4	58,5	54,6	58,0

Таблица 2

Распределение массы тела, кг, по возрасту

Возраст, месяц	Мальчики		Девочки	
	Центили			
	25	75	25	75
0 месяцев	3,2	4,0	2,9	3,5
1 месяц	4,0	4,8	3,8	4,6
2 месяца	4,5	5,3	4,2	4,9

Программный комплекс реализован в среде MATLAB и состоит из двух функциональных частей. Первая часть отвечает за сбор данных и взаимодействие с измерительным устройством через последовательный порт. При нажатии кнопки «Фикс» на весах формируется пакет данных, содержащий закодированные значения веса и роста. Программа принимает этот пакет, декодирует его, преобразуя сырые данные в килограммы и метры, и выполняет проверку на соответствие допустимым диапазонам для детей. Перед началом измерений пользователь вводит дату и фамилию пациента, на основе которых автоматически формируется имя выходного файла. Все успешные измерения сохраняются в текстовый файл в формате «вес рост».

Вторая часть комплекса предназначена для аналитической обработки накопленных данных. Программа запрашивает начальную дату наблюдения и автоматически формирует список ожидаемых файлов с шагом в семь дней, что соответствует традиционному недельному циклу мониторинга. Для каждой недели производится загрузка данных и их усреднение, после чего рассчитываются ключевые показатели динамики: абсолютные изменения веса и роста за весь период наблюдения, среднедельные приросты, а также динамика между последовательными измерениями. Особенностью разработанной системы является встроенная база центильных таблиц для детей от 0 до 12 месяцев, содержащая значения 25-го и 75-го перцентилей, принятые за границы нормы. Сравнение показателей последнего измерения, соответствующего четвертой неделе наблюдения, с эталонными значениями позволяет автоматически классифицировать состояние ребенка как соответствующее норме, либо как отклонение выше или ниже установленного диапазона.

Разработанное решение полностью автоматизирует процесс сбора антропометрических данных и данных о сне, исключает ошибки ручной записи, снижает временные затраты медицинского персонала и предоставляет объективную цифровую основу для оценки развития ребенка.

Литература

1. Коновалова, К. Н. Информационные технологии и медицинские роботизированные системы / К. Н. Коновалова, Т. А. Фролова // В. И. Вернадский: устойчивое развитие регионов : материалы Междунар. науч.-практ. конф.: в 5 т. Т. 1 / Междунар. науч.-практ. конф., 7–9 июня 2016 г., г. Тамбов. –Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2016. – С. 132–138.
2. Фролова, Т. А. / Проектирование биомедицинских информационных систем / Т. А. Фролова, А. Н. Ряшенцева // Энергосбережение и эффективность в технических системах : материалы VI Междунар. науч.-техн. конф. студентов, молодых ученых и специалистов. – Тамбов : Изд-во Першина Р. В., 2019. – С. 419–421.
3. Конструирование приложения для молодых матерей / Т. А. Фролова, Е. П. Евстигнеева, Е. В. Сеченева, Н. Р. Моргунов // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн : материалы X Междунар. науч.-практ. конф., Тамбов, 21–22 окт. 2024 г. – Тамбов : Тамб. гос. техн. ун-т, 2024. – С. 349–351.
4. Приложение для учета и мониторинга сна младенцев / М. А. Любавина, Н. Р. Журавлев, Е. П. Евстигнеева, Т. А. Фролова // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : материалы XXV Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых : в 2 ч. Ч. 2, Гомель, 24–25 апр. 2025 г. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2025. – С. 175–178.
5. Участковый педиатр : справ. рук. / М. Ф. Рзянкина, В. П. Молочный, В. Г. Дьяченко, Е. Н. Андрюшкина. – Ростов н/Д. : Феникс, 2005. – С. 313.

СПЕКТРАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКГ ПРИ ТРИГЕМИНИИ

А. В. Кузнецова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет», Российская Федерация

Научный руководитель С. Г. Проскурин

Представлены результаты исследования ЭКГ с аллоритмией типа тригеминия с использованием метода декомпозиции во временной области (DMTD) и последующего спектрального анализа. Применение цифровой фильтрации позволило снизить уровень шумов на 10–20 %. Для минимизации влияния высокочастотных зубцов QRS на спектр они были удалены, что дало возможность проанализировать плавно меняющуюся часть сигнала (Р и Т волны). В спектре регулярной части сигнала выявлены три характерных пика