

*Воробьев Андрей Игоревич, кандидат технических наук*

*доцент кафедры информационных систем*

*Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет*

*«ЛЭТИ», г. Санкт-Петербург, Россия*

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА БИОМАРКЕРОВ ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ**

**Аннотация:** Проектируется программно-аппаратная система сбора статистики и программного реагирования в сфере мониторинга показателей состояния организма человека и окружающего среды. В частности, целью является создание системы, позволяющей автоматически производить сбор, анализ и хранение информации, связанной с сердцебиением, температурой тела и качеством окружающего человека воздуха. Для проектирования системы были рассмотрены основные технологии Интернета вещей, произведен обзор используемого инструментария и разработан прототип системы, которая позволяет анализировать состояние человека в режиме реального времени.

**Ключевые слова:** интернет вещей, умные вещи, мониторинг параметров человека, nodemcu, wittycloud.

**Abstract:** A software-hardware system for collecting statistics and software responses in the field of monitoring indicators of the state of the human body and the environment is being designed. In particular, the goal is to create a system that allows for the automatic collection, analysis and storage of information related to heartbeat, body temperature and the quality of the surrounding air. For the design of the system, the basic technologies of the Internet of Things were reviewed, a review of the tools used was made and a prototype of the system was developed, which allows analyzing the human condition in real time.

**Keywords:** Internet of things, smart things, monitoring of human parameters, nodemcu, wittycloud.

Каждый день своей жизни человек находясь в условиях мегаполиса, ежесекундно находится под влиянием огромного количества внешних источников, продолжительное воздействие которых, может быть опасно для человека, а в некоторых случаях - даже смертельно. Высокие коэффициенты пульсаций освещения, громкие звуки, низкочастотные вибрации, электромагнитные поля - лишь краткий список повседневных угроз здоровью человека. Подобные воздействия могут приводить как к мгновенным и кратковременным неприятным последствиям (головная боль, сонливость), так и к долговременным и трудноизлечимым (потеря слуха, тремор).

Одной из подобных угроз является высокая концентрация определенных веществ в воздухе. Углекислый газ, метан, водород - все эти вещества, если повысить их содержание в окружающем воздухе (в некоторых случаях даже незначительно), могут незаметно влиять на состояние человека, вызывать сонливость, головную боль, головокружение, учащенное сердцебиение и повышенное давление.

В современном мире все большее количество устройств нуждается в подключении к сети Интернет для нормального функционирования. Некоторые из этих устройств способны связываться между собой, предоставляя пользователю ранее недоступный функционал в самых разных сферах жизни. Такие системы, состоящие, казалось бы, из повседневных окружающих нас объектов, но наделенных способностью «общаться» образуют собой Интернет Вещей [1] (Internet of Things). Технологии Интернета вещей способны в режиме реального времени получать и обрабатывать данные с носимых пациентами медицинскими устройствами для мониторинга биологической активности человека во время различной деятельности: физических нагрузок, сна, а также других важнейших процессов. Эти данные позволяют устанавливать точные диагнозы и предоставлять планы лечения, повышают безопасность пациента и

ход его выздоровления. По прогнозам аналитиков, к 2021 году объем рынка Интернета вещей к 2021 году составит \$1,1 трлн. Количество задействованных устройств существенно вырастет с нынешних 8-11 млрд до 20-25 млрд единиц [2], а лидирующими направлениями рынка будут: умные города (26%), промышленный IoT (24%), здоровье (20%), умные дома (14%), автомобили (7%), умные утилиты (4%) и носимые устройства (3%) [3]. Большое количество технологий, используемых для передачи данных между умными устройствами, охватывает как беспроводные, так и проводные сети. Для беспроводной передачи данных особо важную роль в построении Интернета вещей играют такие качества, как эффективность в условиях низких скоростей, отказоустойчивость, адаптивность и возможность самоорганизации.

При разработке системы мониторинга использовалась технология Интернета вещей [4], которая позволила связать сбор информации, анализ и вывод статистики в удобном беспроводном формате. Основные элементы системы показаны в диаграмме объектов на рис.1.

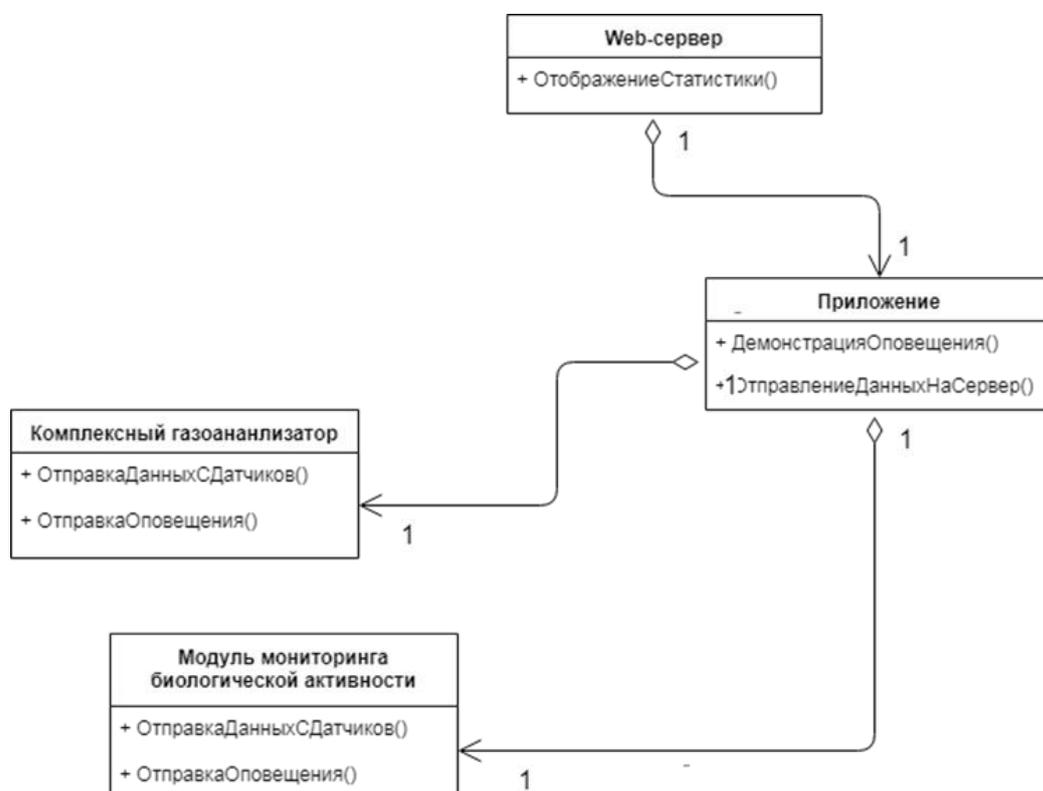


Рис. 1. Диаграмма объектов

Предлагается аппаратная часть, представляющая собой модуль мониторинга биологической активности, способный самостоятельно отслеживать температуру и пульс пользователя и принимать решение об уровне угрозы, которой пользователь себя подвергает, исходя из получаемых данных [5]. Эти данные обрабатываются и отсылаются на концентрирующее устройство. Если значение выше нормы, то отсылается оповещение. Концентрирующее устройство собирает полученную информацию и посылает ее на смартфон, где специальное приложение принимает данные, выводит оповещения, если таковые пришли, и отсылает данные по сети Интернет на Web-сервер для сбора статистики. В состав модуля мониторинга биологической активности входят следующие устройства: датчик температуры DS18B20, датчик сердцебиения XD-58C, аналитическое устройство и Bluetooth модуль HC-05. DS18B20 – это цифровой температурный датчик, обладающий множеством полезных функций. По сути, DS18B20 – это целый микроконтроллер, который может хранить значение измерений, сигнализировать о выходе температуры за установленные границы (сами границы мы можем устанавливать и менять), менять точность измерений, способ взаимодействия с контроллером. Датчик также доступен в водонепроницаемом исполнении. Датчик пульса XD-58C используется для измерения частоты сердечных сокращений. Широко применяется для студентов, художников, спортсменов, изобретателей, разработчиков игр или мобильных терминалов для разработки интерактивных работ, связанных с сердечным ритмом. Датчик можно носить на пальце или мочки уха. Он также имеет приложение с открытым исходным кодом, которое может отображать пульс в режиме реального времени в виде графика.

Для отслеживания изменений температуры человеческого тела и сердечных ритмов данных модуль крепится на тело под рукой пользователя в области подмышки. Подобное крепление позволяет более точно считывать температуру тела. При резком увеличении частоты сердечных сокращений, а

также при повышении температуры выше указанной нормы датчик посылает сигнал оповещения по Bluetooth каналу на концентрирующее устройство. Комплексный газоанализатор, оценивающий состав воздуха, определяющий утечки опасных веществ и также способный собирать статистику и информировать пользователя о высоком содержании вредных веществ в воздухе. Данное устройство состоит из датчиков широкого спектра газов MQ-2, датчика углекислого газа MQ-135, датчика угарного газа MQ-7, аналитического устройства и Bluetooth модуля HC-05. Датчик широкого спектра газов MQ-2 способен обнаруживать утечки пропана, бутана, метана и водорода. Также его можно использовать для определения концентрации алкоголя в выдыхаемом воздухе и контроля задымленности производственных помещений. Датчик построен на базе полупроводникового газоанализатора MQ-2. На логический выход датчик выдаёт аналоговый сигнал, пропорциональный содержанию газов в окружающей среде. Присутствует возможность программно включать и выключать нагреватель, что значительно продлевает время автономной работы устройства. Датчик MQ-135 позволяет проверить концентрацию углекислого газа в воздухе. Повышенное содержание углекислого газа в воздухе может вызывать недосып, усталость и сонливость. Даже небольшое повышение концентрации углекислого газа может вызвать повышенную утомляемость, головную боль и тошноту. На логический выход датчик выдаёт аналоговый сигнал, пропорциональный концентрации углекислого газа. Датчик MQ-7, угарный газ бесцветен, не обладает запахом и крайне токсичен. Данный датчик позволяет определить уровень угарного газа в воздухе, чтобы предупредить пользователя и избежать негативных последствий опасных доз угарного газа. Датчик построен на базе полупроводникового газоанализатора MQ-7. На логический выход датчик выдаёт аналоговый сигнал, пропорциональный концентрации угарного газа. На рис. 2. представлена организация взаимодействия элементов системы мониторинга.

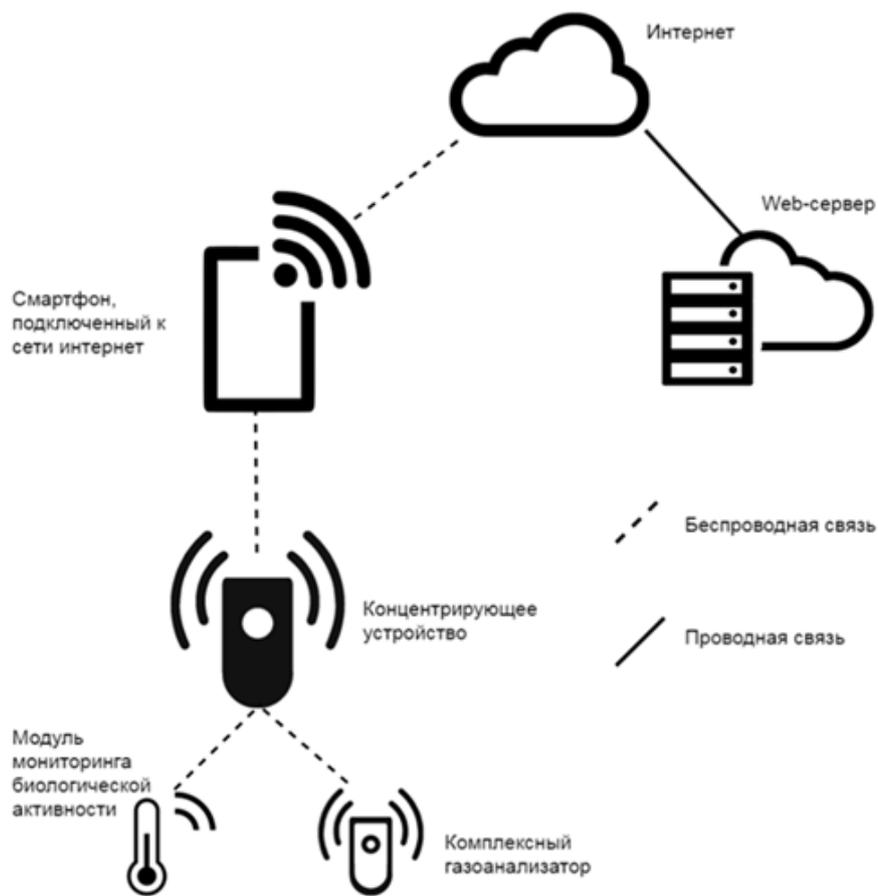


Рис. 2. Элементы системы мониторинга

Анализатор работает следующим образом: в стандартном режиме он собирает информацию о воздухе вокруг, объединяет полученную информацию в удобный для передачи формат и посылает ее на концентрирующему устройству. В случае, если по одному из измеряемых значений будет превышен допустимый уровень - анализатор пошлет сигнал прерывания на концентрирующее устройство с указанием уровня и наименованием газа, чей уровень был превышен. Основой концентрирующего устройства является плата Arduino Pro Mini. Данная плата соединена при помощи двух Bluetooth модулей HC-05 с комплексным газоанализатором и модулем мониторинга биологической активности. В нормальном режиме работы концентрирующее устройство собирает информацию о содержании веществ в воздухе, сердцебиении и температуре тела пользователя и отсылает их по Bluetooth модулю на смартфон, где информация представляется пользователю в

читаемом виде. В случае получения сигнала прерывания концентрирующее устройство посылает push-уведомление.

Программная часть представляет собой программное обеспечение Android приложения, пересылающее статистику на web-сервер и демонстрирующее пользователю оповещения. Web-сервер, написанный на языке программирования Python, собирающий статистику изменения уровней содержания веществ в воздухе, а также биологических параметров.

### **Библиографический список:**

1. Грингард, С. Интернет вещей. Будущее уже здесь / С. Грингард - Альпина Паблишер, 2017. – 188 с.
2. Блум, Д. Изучаем Arduino. Инструменты и методы технического волшебства / Д. Блум – BHV, 2015. – 336 с.
3. Артемьев, И.Е. Интернет вещей. Исследования и область применения / И.Е. Артемьев, Е.П. Зараменских – Инфра-М – 2017. – 188 с.
4. Воробьев А.И., Мышевский Е.Г. Разработка системы безопасности на основе технологии интернета вещей / Евразийское Научное Объединение. – 2018. Т. 1. № 10 (44). С. 53-55.
5. Воробьев А. И., Колбанёв А. М., Колбанёв М. О. Экологическая безопасность информационных технологий // Геополитика и безопасность. 2015. № 4 (32). С. 90–99.