

УДК 004.41

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА И АЛГОРИТМА БЕСПРОВОДНОГО, ДИСТАНЦИОННОГО СЪЕМА ЖИЗНЕННО ВАЖНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПАЦИЕНТА В УСЛОВИЯХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ COVID-19

¹Фейламазова С.А., ²Абдуразакова З.Ш., ²Муртазалиева А.А.

¹Дагестанский государственный технический университет, Махачкала,
e-mail: konspirator13@mail.ru;

²Дагестанский государственный университет, Махачкала,
e-mail: zemab55@mail.ru, murtuzalievaa@mail.ru

В период роста коронавирусной инфекции постоянное общение больного и врача является фактором риска. Разрабатываемое нами устройство позволит, удаленно проводить измерения жизненно важных показателей пациента, таких как сатурация, пульс и температура. Для передачи данных на расстояние используем радиоканал на частоте 2,4 ГГц. Измеряемые параметры будут отображаться на индикаторе, находящемся в палате пациента, и на мониторе персонального компьютера в кабинете врача. Пациенту достаточно приложить палец к датчику модели MAX30100, подключенному к аналоговым входам микроконтроллера платы Arduino Uno, чтобы получить значения сатурации, пульса и температуры на индикаторе. Модуль приемника в кабинете врача подключен к персональному компьютеру, на котором установлено пользовательское приложение, с помощью которого врач может добавлять, удалять пациентов, а также просматривать жизненно важные показатели. Разрабатываемое устройство может найти применение в лечебно-профилактических учреждениях, стационарах, а также для домашнего использования. Все данные записываются в два файла на компьютере. В одном файле находятся данные, записываемые непрерывно, в другом файле записываются данные, зафиксированные в определенное время, например три раза в день. Первый вариант записи можно использовать для тяжелобольных, второй для больных средней тяжести. Существующие аналоги не используют беспроводную передачу данных, и врач находится в непосредственной близости с пациентом при проведении измерения. Разрабатываемое устройство позволит сократить время пребывания врача в палате с больными коронавирусной инфекцией.

Ключевые слова: сатурация, пульс, температура, радиоканал, модуль приемника и передатчика

DEVELOPMENT OF A DEVICE AND ALGORITHM FOR WIRELESS, REMOTE RECORDING OF A PATIENT'S VITAL INDICATORS UNDER THE DISTRIBUTION OF CORONAVIRUS INFECTION COVID-19

Feylamazova S.A., Abdurazakova Z.Sh., Murtuzalievaa A.A.

Dagestan State Technical University, Makhachkala, e-mail: konspirator13@mail.ru;

Dagestan State University, Makhachkala, e-mail: zemab55@mail.ru, murtuzalievaa@mail.ru

During the period of growth of coronavirus infection, constant communication between the patient and the doctor is a risk factor. The device we are developing will allow you to remotely measure the patient's vital signs, such as saturation, pulse and temperature. To transmit data over a distance, we use a radio channel at a frequency of 2.4 GHz. The measured parameters will be displayed on the indicator located in the patient's room and on the PC monitor in the doctor's office. The patient just needs to put his finger on the MAX30100 sensor connected to the analog inputs of the microcontroller of the Arduino Uno board to get the values of saturation, pulse and temperature on the indicator. The receiver module in the doctor's office is connected to a personal computer that has a custom application that the doctor can use to add, remove patients, and view vital signs. The device under development can be used in medical institutions, hospitals, as well as for home use. All data is recorded in two files on the computer. One file contains data recorded continuously, the other file contains data recorded at a specific time, for example, three times a day. The first recording option can be used for seriously ill patients, the second for moderately severe patients. Existing analogues do not use wireless data transmission, and the doctor is in close proximity to the patient when taking the measurement. The device being developed will reduce the time of the doctor's stay in the ward with patients with coronavirus infection.

Keywords: saturation, pulse, temperature, radio channel, receiver and transmitter module

В условиях роста заболеваемости COVID-19 дистанционный мониторинг состояния больного приобретает все большее значение, так как частый контакт с больным весьма опасен. Разрабатываемое устройство позволит бесконтактно делать измерение жизненно важных показателей организма, таких как сатурация, пульс, температура. Постоянный, периодический

контроль пациента может позволить вовремя оказать ему необходимую медицинскую помощь.

Целью данного исследования является разработка устройства и алгоритма беспроводного, дистанционного съема жизненно важных показателей пациента в условиях распространения коронавирусной инфекции COVID-19.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: разработать алгоритм функционирования устройства, разработать структурную схему, разработать пользовательский интерфейс.

Материалы и методы исследования

Отличительной особенностью разрабатываемого устройства является то, что измеряемые параметры будут отображаться на мониторе персонального компьютера врача, находящегося в удаленном от больного месте. Полученные данные будут отражаться на мониторе компьютера в цифровой форме и в виде графиков. Данные сохраняются в файле и могут обновляться раз в сутки или реже.

В проекте предусмотрено два режима. В первом режиме измерения проводятся непрерывно, во втором режиме три раза в день. При необходимости количество измерений можно увеличить.

Количество подключаемых пациентов в беспроводной системе мониторинга решается технически, выбором микроконтроллера.

В данном проекте использована плата Arduino Uno, в состав которой входит микроконтроллер, к которому подключаем датчики для съема жизненно важных показателей пациента [1]. В качестве датчика, осуществляющего изменения сатурации, пульса и температуры, выбираем модуль MAX30100 [2].

Для приема и передачи данных использован радиомодуль приемопередатчика типа NRF24L01, дальность действия которого

составляет до 100 м, а в помещении 30 м. Этого вполне достаточно, чтобы передавать данные от пациента к врачу без личного контакта. Скорость передачи тоже достаточно высокая, 2 Мбит/с, чувствительность приемника 82 Дб [3]. Модуль работает на частоте 2,4 МГц, что не совсем хорошо с точки зрения помех. Так как данный модуль имеет до 128 каналов с шагом 1 МГц, это дает возможность выбрать канал подключения. Подключение модуля приемопередатчика к плате Arduino Uno можно обеспечить через интерфейс I2C [4]. Питание модуля осуществляется напряжением 3,3 В.

На компьютере будет установлена программа, имеющая дружественный интерфейс, позволяющая врачу наблюдать за жизненно важными показателями пациента. В этой программе врач может выбрать палату и фамилию наблюдаемого пациента.

На следующем шаге приведем структурную схему устройства, для этого необходимо определить, из каких блоков оно будет состоять.

Разрабатываемое устройство будет состоять из двух модулей, один из которых работает в режиме передачи данных, а другой – в режиме приема данных. Модуль передатчика устанавливается в палате пациента, модуль приемника – в кабинете врача. Модуль передатчика состоит из микроконтроллера, датчиков съема жизненно важных показателей пациента, часов реального времени, зуммера, индикатора и передатчика. Структурная схема передающего модуля представлена на рис. 1.

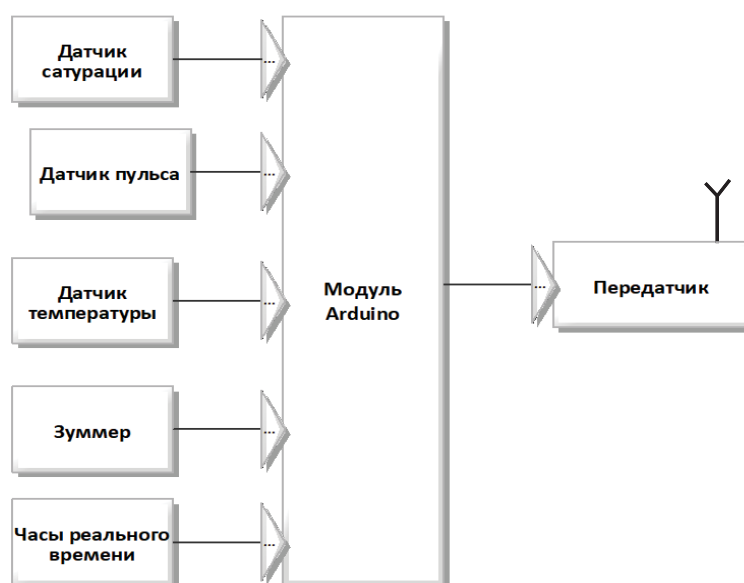


Рис. 1. Структурная схема передающего модуля



Рис. 2. Структурная схема принимающего модуля

Данные с датчиков поступают на аналоговые входы микроконтроллера [5]. С микроконтроллера данные поступают на микросхему передатчика, который передает данные по радиоканалу. На приемной стороне приемник получает данные и передает их в микроконтроллер приемной стороны, тот в свою очередь передает данные на персональный компьютер, на мониторе которого будет отображаться измеряемая информация в цифровом виде или в виде графиков.

Зуммер использован для звукового оповещения пациента о необходимости провести измерения жизненно важных показателей. Зуммер сработает по времени, установленному в программе работы микроконтроллера – в 8, в 14 и в 19 часов. Чтобы вести отчет текущего времени, предусмотрены часы. Дополнительно начинает мигать красный светодиод, сигнализирующий о необходимости произвести измерения. На индикаторе в палате пациента отображаются значения сатурации, пульса и температуры. Пациент держит палец на датчике до тех пор, пока не появятся соответствующие значения на индикаторе.

Модуль приемника состоит из микроконтроллера, приемника, устройства отображения и хранения информации – персонального компьютера. Структурная схема приемного модуля представлена на рис. 2.

Связь между модулями осуществляется по радиоканалу. Выбор беспроводного подключения по радиоканалу обоснован прежде всего отсутствием привязки к интернету.

Измеряемые данные записываются в два файла на персональном компьютере. В файл_1 записываются данные, которые фиксируются в определенные моменты времени: в 8.00, в 14.00, в 19.00. В файл_2 записываются данные, которые фиксируются непрерывно. Такой режим работы можно использовать для тяжелобольных. На стороне пациента время съема показателей можно определить по миганию красного светодиода и по отображению значений параметров на жидкокристаллическом мониторе. Блок-схема алгоритма передачи данных представлена на рис. 3.

Блок-схема алгоритма приема данных представлена на рис. 4.

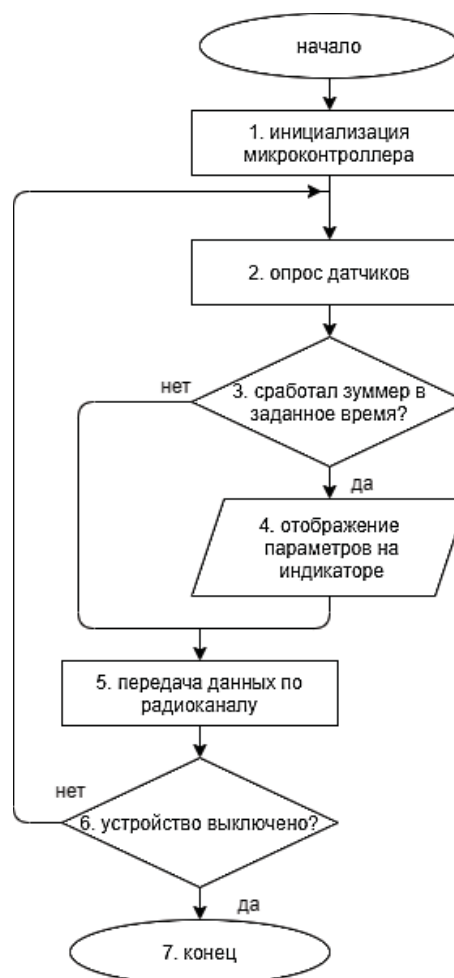


Рис. 3. Блок-схема алгоритма передачи данных

Результаты исследования и их обсуждение

В результате проделанной работы нами создан пользовательский интерфейс, который представляет собой программное обеспечение, с помощью которого врач может наблюдать за жизненно важными показателями пациента, а также вносить, удалять данные о пациенте.

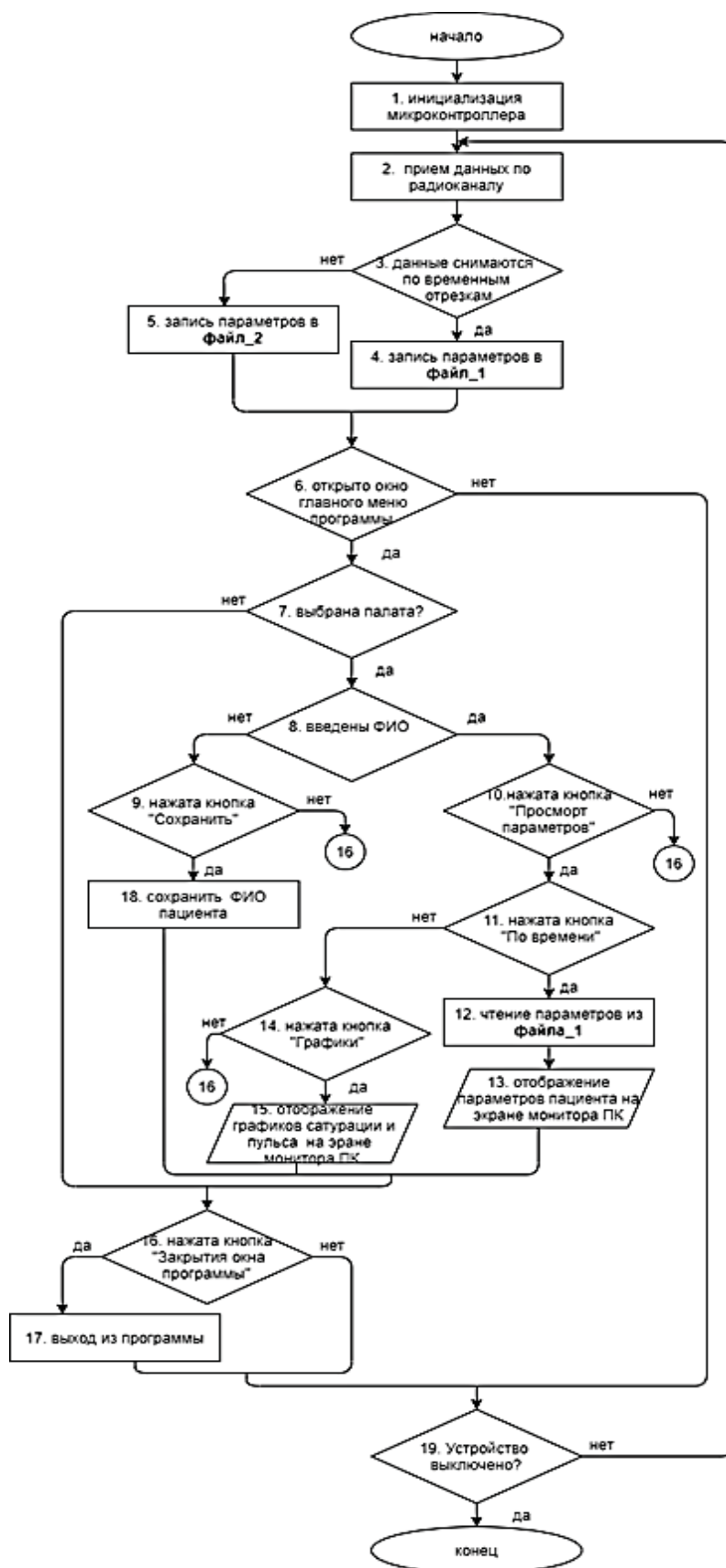


Рис. 4. Блок-схема алгоритма приема данных

Главное меню программы представлено на рис. 5. Здесь можно выбрать номер палаты.

При выборе палаты открывается окно, представленное на рис. 6. Каждый датчик устанавливается на определённом пациенте.

Окно ввода, удаления данных о пациенте и просмотра параметров пациента представлено на рис. 7.

При нажатии «Просмотр параметров» появляется окно, представленное на рис. 8, в котором мы можем наблюдать значения параметров сатурации, пульса и температуры.

Временные графики сатурации и пульса представлены в следующем окне программы (рис. 9).

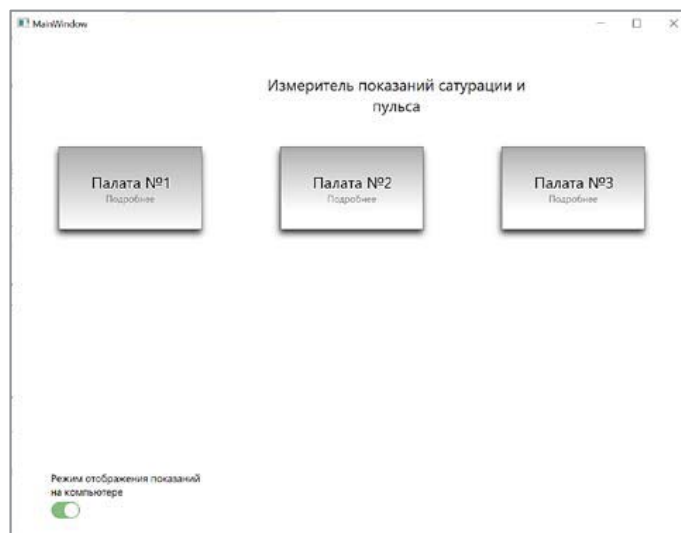


Рис. 5. Главное меню программы

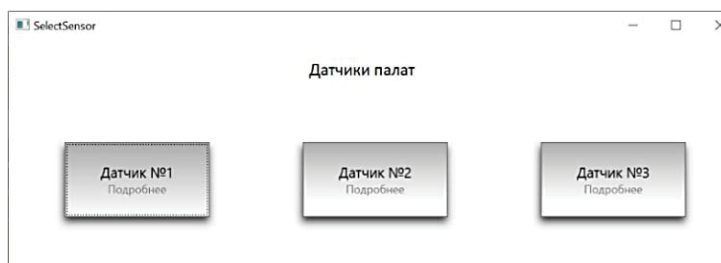


Рис. 6. Выбор датчиков

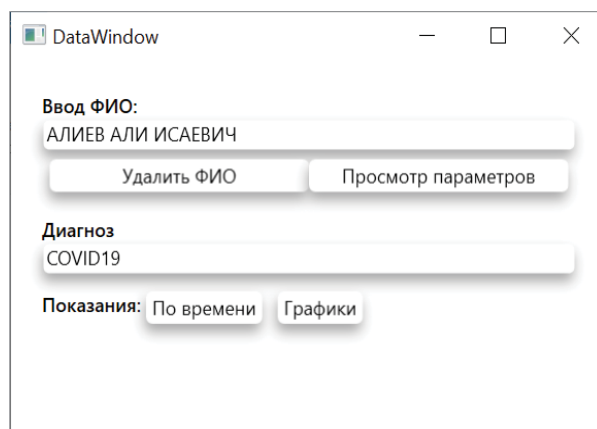


Рис. 7. Окно ввода данных о пациенте

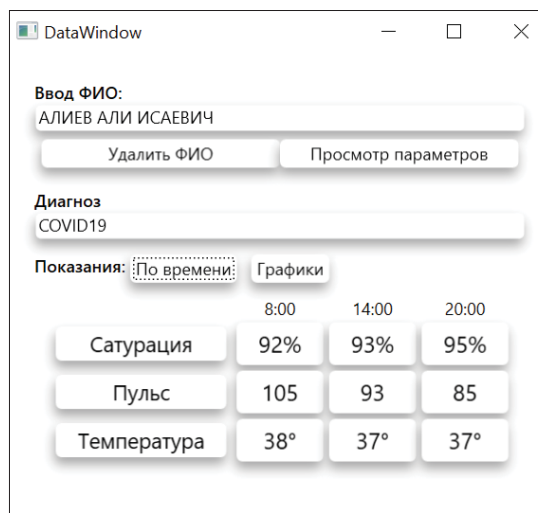


Рис. 8. Окно просмотра параметров

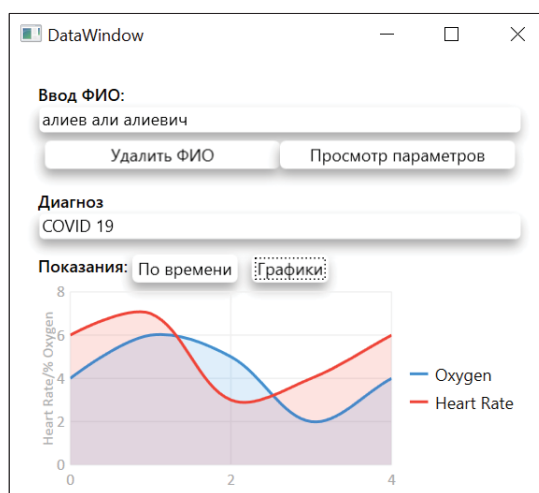


Рис. 9. Окно просмотра параметров

Заключение

В результате проделанной работы нами разработан алгоритм работы устройства съема жизненно важных показателей пациента с заболеванием COVID-19. В соответствии с алгоритмом разработана структурная схема устройства и пользовательское приложение для отображения значений сатурации, пульса и температуры пациента в форме, удобной для лечащего врача.

Разрабатываемый беспроводной комплекс может быть использован в лечебных учреждениях, а также для больных, переносящих заболевание дома и находящихся в изоляции.

Список литературы

1. Геддес М. 25 крутых проектов на Ардуино. М.: Эксмо, 2019. [Электронный ресурс]. URL: <https://drive.google.com/file/d/1SW84VfeBLGL-UIK-lulun7JMkwh94z8t/view> (дата обращения: 15.04.2021).
2. Пульсоксиметр своими руками на основе датчика пульсоксиметрии MAX30100 и Arduino. [Электронный ресурс]. URL: http://digitrode.ru/computing-devices/mcu_cpu/2412-pulsoksimetr-svoimi-rukami-na-osnove-datchika-pulsoksimetrii-max30100-i-arduino.html (дата обращения: 16.07.2021).
3. Радиомодуль NRF24L01. [Электронный ресурс]. URL: <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-moduli/radio-modul-nrf24l01/> (дата обращения: 16.06.2021).
4. Блум Д. Изучаем Arduino: инструменты и методы технического волшебства: Пер. с англ. СПб.: БХВ-Петербург, 2017. 336 с.
5. Соммер У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freeduino. СПб.: БХВ-Петербург, 2012. 256 с.