

ВЫБОР И ОЦЕНКА ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИКИ «ДИСПЕТЧЕР ЗДОРОВЬЯ»

Гордиевич А.В.¹, Скрипка А.Д.²

¹Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

²Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Камлач П.В. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ЭТТ

Аннотация. Рассмотрен процесс выбора и оценки элементной базы для создания автоматизированной системы медицинской диагностики. В результате получены рекомендации по выбору элементной базы для создания автоматизированной системы медицинской диагностики «Диспетчер здоровья», которая может быть использована в практике медицинского учреждения.

Ключевые слова: Автоматизированная система для контроля за состоянием здоровья, элементная база, датчик, микроконтроллер.

Введение. В современном мире мы не можем представить медицинскую диагностику без использования современных технологий, в первую очередь – автоматизированных систем. Одной из таких систем является «Диспетчер здоровья» – комплекс, созданный для более точного и быстрого определения диагноза пациента, выполненный из совокупности микропроцессорных устройств и специализированных программных средств. Однако, успешность работы этой системы напрямую зависит от качественной и надежной элементной базы. В данной работе рассматриваются вопросы выбора и оценки элементной базы для автоматизированной системы медицинской диагностики «Диспетчер здоровья».

Основная часть. Автоматизированная система медицинской диагностики «Диспетчер здоровья» предусматривает возможность подключения широкого перечня датчиков, а также использование различных средств обработки данных и доступных пользователю коммуникационных средств. В состав средств связи предполагается включать средства для непосредственной и удаленной связи между отдельными частями системы (датчиками, установленными на теле пациента, средствами обработки, отображения), средства для обмена данными об измеренных датчиками параметрах пациента с находящимися в шаговой оперативной доступности и удаленными приборами их обработки, средства доведения результатов удаленной обработки к устройствам контроля за состоянием здоровья и оказания помощи.

Для использования системы с целью диагностики сердечно-сосудистой деятельности пациента в ее составе предполагается подключение к пациенту следующие типов датчиков:

- датчик данных для съема электроэнцефалограммы (ЭЭГ);
- датчик видеоинформации о внешнем виде пациента;
- датчик речевых данных;
- датчик данных электрокардиограммы (ЭКГ);
- датчик контроля уровня алкоголя;
- датчик контроля за сокращениями мышц (датчик электромиографии);
- датчик уровня насыщения крови кислородом,
- датчик температуры тела;
- датчик кровяного давления (тонометрия);
- датчик частоты сердечных сокращений (пульсометр).

В состав средств передачи данных предлагается включить:

- модуль Bluetooth;

- модуль Wi-Fi;
- модуль GPRS (General Packet Radio Service).

Для организации связи между компьютерами может использовать глобальная сеть Internet или средства локальной вычислительной сети типа Ethernet.

Для подключения средств связи к датчикам в составе портативного устройства предлагается использовать аппаратно-программное (микропроцессорное) устройство для сбора, хранения и передачи данных.

На рисунке 1 схематически показано подключение датчиков к пациенту.

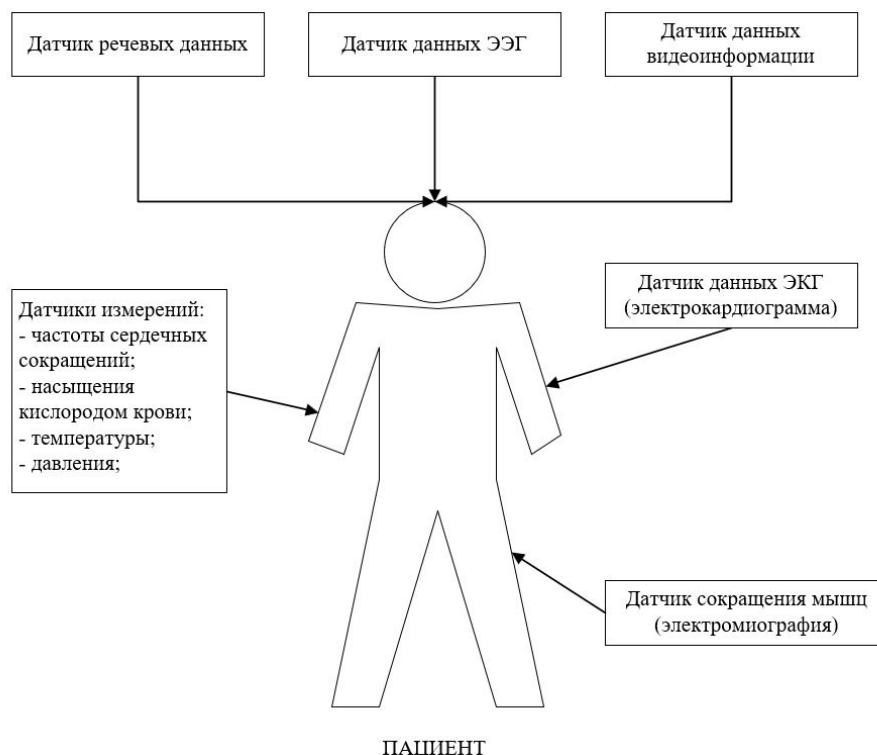
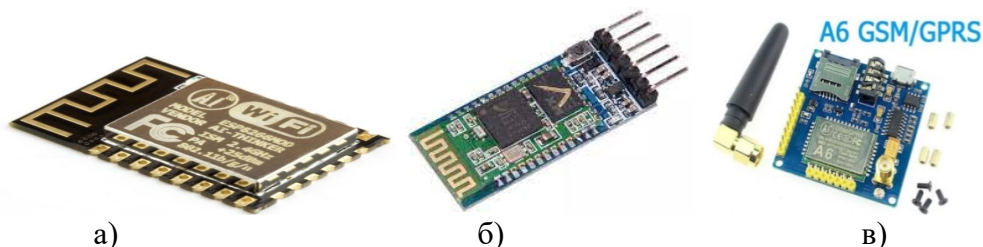


Рисунок 1 – Схема подключения датчиков к пациенту

Рассмотрим элементную базу для выполнения модулей связи.

Для организации беспроводной связи WiFi [1]. Одним из самых популярных инструментов является микроконтроллер ESP8266. С помощью этого микроконтроллера можно организовывать связь по интерфейсу WiFi обеспечивая устройствам выход в интернет и возможность дистанционного управления и сбора данных. Внешний вид микроконтроллера приведен на рисунке 2а.



а) микроконтроллер ESP8266, б) Bluetooth-модуль HC-05, в) модуль GPRS

Рисунок 2 – Внешний вид модулей связи ESP8266

Микроконтроллер ESP8266 имеет возможность исполнять программы из флеш-памяти. Устройство было выпущено в 2014 году китайской фирмой Espressif и практически сразу же

стало популярным. Микроконтроллер недорогой, обладает небольшим количеством внешних элементов.

Важной особенностью микроконтроллера является отсутствие пользовательской энергонезависимой памяти на кристалле.

Bluetooth-модуль HC-05 – данный модуль является одним из лучших решений для организации двусторонней связи по Bluetooth [2]. Он может работать как в режиме ведущего *master* (осуществлять поиск Bluetooth-устройств и инициировать установку связи), так и ведомого устройства *slave* (ведомое устройство). Внешний вид модуля Bluetooth-модуль HC-05 приведен на рисунке 2б.

Для обмена СМС-сообщениями и данными по GPRS может быть использован модуль А6 фирмы AI-THINKER [3]. Устройство разработано в 2016 году. Устройство отличается низким потреблением энергии и малыми размерами. Внешний вид устройства приведен на рисунке 2в.

В качестве средств отображения могут быть рекомендованы к использованию стандартные мониторы персональных компьютеров, которыми должны оснащаться рабочие места медиков-специалистов.

Рассмотрим подробнее варианты для исполнения предложенных ранее датчиков.

Пульсоксиметр МН-ЕТ МАХ30102 [4]. Внешний вид датчика представлен на рисунке 3.

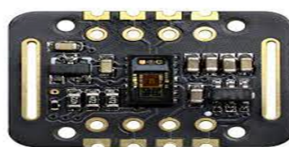


Рисунок 3 – Внешний вид пульсоксиметра МН-ЕТ МАХ30102

В корпусе МАХ30102 реализована полнофункциональная схема сенсорного модуля для создания портативных систем пульсоксиметрии с высокими требованиями к точности измерений. Устройство имеет миниатюрные размеры, добиться которых удалось без ущерба для оптических или электрических характеристик. Для интеграции в полнофункциональную носимую измерительную систему потребуется минимум дополнительных внешних компонентов.

Процентное содержание кислорода в крови в данном случае определяется неинвазивным методом через кожу (о чем свидетельствует обозначение «Sp»), как процентное отношение насыщенного кислородом гемоглобина (HbO₂) к общему содержанию гемоглобина (HbO₂ + RHb), определяемых с помощью фотодетектора, ИК и красного светодиода МАХ30102.

Подсистема измерения SpO₂ включает схему компенсации внешней засветки (КВЗ), сигма-дельта-АЦП и патентованный цифровой фильтр. КВЗ имеет внутреннюю схему блокировки сигнала для устранения внешней засветки и расширения эффективного динамического диапазона. АЦП программируется во всем диапазоне измерений 2...16 мкА. КВЗ позволяет блокировать сигнал внешней засветки величиной до 200 мкА.

В МАХ30102 имеется встроенный датчик температуры для калибровки температурной зависимости подсистемы измерения SpO₂. Датчик температуры имеет разрешение 0,0625°С.

Выходные данные МАХ30102 сравнительно нечувствительны к длине волны ИК-светодиода, тогда как длина волны красного светодиода имеет решающее значение для правильной интерпретации результатов измерений. Используемый МАХ30102 алгоритм для измерения SpO₂ позволяет компенсировать ошибки, возникающие с изменением температуры окружающей среды.

Модуль измерения ЭКГ на базе AD8232. Внешний вид датчика представлен на рисунке 4.



Рисунок 4 – Внешний вид модуля измерения ЭКГ на базе AD8232

Датчик ЭКГ AD8232 разработан компанией Analog Devices, он на 50% компактнее и использует на 20 процентов меньше энергии, чем аналогичные устройства других производителей. Он состоит из платы AD8232, набора электродов и кабеля для их подключения к плате AD8232 [5].

Преимуществом данного датчика является то, что он предназначен для получения, усиления и фильтрации слабых биопотенциальных сигналов в условиях сильных помех. AD8232 включает в себя двухполюсный фильтр высоких частот и операционный усилитель, который позволяет использовать технологию многополюсной низкочастотной фильтрации для удаления шума линии и других помех. Благодаря этому датчик можно напрямую подключать к осциллографу через контакт OUTPUT. Данный датчик снимает показания ЭКГ по методу двухполюсных отведений, при котором фиксируется разность потенциалов между двумя точками электрического поля. Эти данные можно использовать для мониторинга работы кардиосистемы пациента.

Датчик MyoWare измерения параметров сокращения мышц. Внешний вид датчика представлен на рисунке 5.



Рисунок 5 – Внешний вид датчика MyoWare

Плата MyoWare, входящая в состав датчика, действует путем измерения выпрямленной и фильтрованной электрической активности мышцы. Выходное напряжение изменяется от 0 до напряжения питания в зависимости от активности в выбранной мышце [6].

Датчик уровня алкоголя MQ-3. Внешний вид датчика представлен на рисунке 6.



Рисунок 6 – Внешний вид датчика MQ-3

Датчик MQ-3 обеспечивает обнаружение паров спирта в выдыхаемом пациентом воздухе. близости от дыхания. Датчик аналоговый, поэтому его точность напрямую зависит от калибровки [7].

Принцип работы модуля основан на нагревании чувствительного элемента до определенной температуры: датчик оставляют на 24 часа, не прекращая подачу питания, внутри нагревательного элемента происходит химическая реакция, после чего вещество в датчике становится чувствительным к парам спирта, так как вступает с ними в реакцию. На выходе модуля появляется напряжение, которое меняется в зависимости от концентрации вещества.

Миниатюрная IP видеочамера с микрофоном Ambertek для видеонаблюдения [8].

Максимально эффективными для проведения видеонаблюдения за пациентом являются устройства, которые являются незаметными и при этом способны фиксировать не только видео, но и звук. Этим требованиям лучше всего соответствуют миниатюрные IP камеры с микрофоном, представленные в линейке Wi-Fi видеокamer компании Ambertek.

Микрофон даёт возможность получения видео со звуком. Благодаря этому создается полная картина событий, происходящих в месте установки. Кроме того, аудиозапись в некоторых случаях позволяет фиксировать то, что остается вне зоны видимости видеокamеры. Некоторые модели с микрофоном оснащаются датчиком звука. Это позволяет им автоматически начинать съемку при распознавании требуемого сигнала. Миниатюрные IP камеры оснащаются встроенным микрофоном.

Заключение. В данной работе рассмотрены предложения по выбору элементной базы для автоматической системы медицинской диагностики «Диспетчер здоровья». Выбор и оценка элементной базы для автоматической системы медицинской диагностики является важным этапом в разработке и создании системы. Она должна быть надежной, точной и адаптируемой к различным клиническим и эпидемиологическим ситуациям. При правильном выборе и оценке элементной базы можно достичь более точной диагностики и улучшить качество медицинской помощи. Однако следует понимать, что это только один из компонентов системы, и эффективность такой системы будет в значительной.

Список литературы

1. Flickenger R. *The Wi-Fi Experience: Everyone's Guide to 802.11b Wireless Networking* / R. Flickenger. – Que Pub, 2018. – 169 p.
2. Bluetooth-модуль HC-05 [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-moduli/bluetooth-modul-hc-05/>. – Дата доступа: 10.03.2023.
3. GPRS/GSM модуль A6 на базе SIM900A [Электронный ресурс] – Режим доступа : https://amperkot.by/products/gprs_gsm_modul_a6_na_baze_sim900a/24260128.html. – Дата доступа: 10.03.2023.
4. Пульсоксиметр MH-ET MAX30102 [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://compactool.ru/pulsoksimetr-mh-et-max30102>. – Дата доступа: 10.03.2023.
5. Модуль для ЭКГ на базе AD8232 [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://radio-market.by/arduino/41883-modul-dlya-ekg-na-baze-ad8232.html>. – Дата доступа: 10.03.2023.
6. Датчики биометрических параметров для Arduino [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://digitrode.ru/articles/1523-biometricheskie-datchiki-sovmestimye-s-arduino.html>. – Дата доступа: 10.03.2023.
7. Модуль датчика паров алкоголя MQ-3 [Электронный ресурс] – Режим доступа : https://tixer.ru/catalog/modules/sensor-modules/modul_datchika_parov_alkogolya_mq_3/. – Дата доступа: 10.03.2023.
8. Миниатюрные IP камеры Ambertek с микрофоном для видеонаблюдения [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://sagent.ru/informaciya-o-tovarah/skrytyh-videokamer/448-luchshie-mini-wi-fi-videokamery-nablyudeniya-s-mikrofonom>. – Дата доступа: 10.03.2023.

UDC 616.075-7:004.896.63

ELEMENTAL BASE CHOISE (SELECTION) AND EVALUATION FOR AUTOMATED MEDICAL DIAGNOSTIC SYSTEM «HEALTH SUPERVISOR (DISPATCHER)»

Hardziyevich A.V.¹, Skrypka N.D.²

¹*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus*

²*Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus*

Kamlach P.V. – PhD, associate professor, associate professor of the Department of ETT

Annotation. Process of elemental base choice (selection) and assess for create of automated medical diagnostic system was reviewed. As a result, recommendations for choice of elemental base to create the automated medical diagnostic system “Health Supervisor (Dispatcher)”, which can be used in medical establishment practice, were realized

Key words: Automated health state control system, elemental base, sensor, microcontroller.