

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН



Институт промышленной автоматизации и цифровизации им. А. Буркитбаева

Кафедра «Робототехники и технических средств автоматики»

Әділ Абылай Бердібекұлы

Разработка медицинского робота для удаленного контроля состояния пациента

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
к дипломному проекту

Специальность 5В071600 – Приборостроение

Алматы 2021

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН



SATBAYEV  
UNIVERSITY

Институт промышленной автоматизации и цифровизации им. А. Буркитбаева

Кафедра «Робототехники и технических средств автоматики»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой РТиТСА  
кандидат техн. наук

К. А. Ожикенов  
«07» июня 2021 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
к дипломному проекту

На тему: «Разработка медицинского робота для удаленного контроля состояния  
пациента»

по специальности 5В071600 – Приборостроение

Выполнил

Әділ Абылай

Научный руководитель  
Магистр технических наук

Н.А. Баянбай

Алматы 2021



Институт промышленной автоматизации и цифровизации им. А. Буркитбаева

Кафедра «Робототехники и технических средств автоматики»

5B071600 – Приборостроение

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой РТиТСА  
кандидат техн. наук

 К. А. Ожикенов  
«07» июня 2021 г.

### ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Обучающемуся Әділ Абылай Бердібекұлы

Тема: Разработка медицинского робота для удаленного контроля состояния пациента

Утверждена приказом Ректора Университета №2131-б от «24» ноября 2020 г.

Срок сдачи законченной работы «15» мая 2021 г.

Исходные данные к дипломному проекту: Arduino IDE, Wi-Fi модуль ESP8266.

Перечень подлежащих разработке вопросов в дипломном проекте:

- а) Собрат схему системы данного устройства;
- б) Создат каналы для хранения и передачи данных по технологиям Интернета вещей;
- в) Собрат схему подключения данного устройства в программном обеспечении Fritzing.

*Представлены слайдов презентации работы 15*

Рекомендуемая основная литература: 17 из 17 наименований

**ГРАФИК**  
подготовки дипломного проекта

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Обзор литературы	22.01-15.02.2021 г.	Выполнено
Аналитическая часть	25.02-05.03.2021 г.	Выполнено
Практическая часть	05.03-25.04.2021 г.	Выполнено
Заключительная часть	25.04-15.05.2021 г.	Выполнено

Подписи  
консультантов и нормоконтролера на законченный проект с указанием относящихся к ним разделов проекта

Наименования разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Нормоконтролер	Н.А.Баянбай, магистр технических наук, лектор	9.06.2021г.	

Научный руководитель



Баянбай Н.А

Задание принял к исполнению обучающийся



Әділ А.Б

Дата

«9» июня 2021 г.

## АНДАТПА

Дипломдық жоба науқастың жағдайын қашықтықтан бақылауға арналған медициналық роботтың жасауына негізделген. Бұл технология науқастардың денсаулығын үйде немесе қаладан алыс жерлерде бақылауға мүмкіндік береді. Осының бәрі адамның физиологиялық көрсеткіштерін бақылай алатын әртүрлі сенсорлардың арқасында мүмкін болды.

Даму барысында науқастардың жағдайын қашықтықтан бақылаудың технологиялық мәселелері мен әдістері зерттелді.

Құрылғы сенсорды пайдаланып пульсті бақылай алады, сонымен қатар температура сенсоры мен дабыл түймесімен жабдықталған. Құрылғы арқылы алынған барлық деректер интернет заттары технологиясы бойынша Wi-Fi модулі арқылы беріледі.

## АННОТАЦИЯ

Данная дипломная работа посвящена, разработке медицинского робота для удаленного контроля состояния пациента. Это технология позволит контролировать состояния здоровья пациентов на расстоянии, дома или отдаленных местах от города. Все это стало возможно благодаря различным датчикам, которые могут отслеживать физиологические показатели человека.

В ходе разработки были исследованы технологические проблемы и методы удаленного контроля состояния пациентов.

Устройство предназначено для отслеживания пульса с помощью датчика, а также дополнительно оснащен датчиком температуры и тревожной кнопкой. Все данные полученные с помощью устройства, передаются через Wi-Fi модуль по технологиям Интернета вещей.

## ANNOTATION

This thesis is devoted to the development of a medical robot for remote monitoring of the patient's condition. This technology allows you to monitor the health status of patients at a distance, for example, at home or in remote places from the city. All this has become possible thanks to various sensors that can track a person's physiological indicators.

During the development, technological problems and methods of remote monitoring of the patient's condition were investigated.

The device is designed to track the heart rate using a sensor, and is additionally equipped with a temperature sensor and an alarm button. All data received using the device is transmitted via a Wi-Fi module using Internet of Things technologies.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	9
1 Исследование технологических проблем	10
1.1 Обзор существующих методов удаленного контроля здоровья	12
1.2 Интернет вещей в здравоохранении	14
2 Системы удаленного контроля состояния сердца у пациентов	17
2.1 Контактные методы	17
2.3 Бесконтактные методы	18
3 Программное обеспечение	20
3.1 Разработка алгоритма работы	20
3.2 Алгоритм программного обеспечения	23
3.3 Схема подключения	24
3.4 Описание используемых компонентов	25
Заключение	28
Список использованной литературы	29
Приложение А	30

## ВВЕДЕНИЕ

В мире робототехника развивается с небывалой скоростью и охватывает все больше сфер общественной жизни и становится разнообразней. В том числе и в медицине.

Робототехника внедряется в медицину, чтобы улучшить качества оказания медицинской помощи. В первую очередь это качество обслуживания, улучшение эффективности лечения и уменьшение нанесения ущерба здоровью человека.

Недавнее развитие в этой области – удаленный контроль состояния пациентов, который имеет много преимуществ в условиях быстро стареющего населения мира с возрастающими осложнениями со здоровьем.

Удаленный контроль состояния пациентов – это новая область исследований, где основная задача, быстрое обнаружение заболеваний в реальном времени на расстоянии. Сегодня доступны датчики для контроля основных жизненно важных функций, таких как показания частоты сердечных сокращений, частота дыхания, артериальное давление, температура, уровень глюкозы в крови и активность нервной системы.

В данной работе будут исследованы технологические проблемы и методы удаленного контроля.

Методы удаленного контроля, такие как контактные и бесконтактные методы.

С развитием технологий датчики могут быть не только медицинскими датчиками, это могут быть фотоаппараты или смартфоны. Это связано с тем, что в недавних исследованиях изучаются бесконтактные методы, при которых устройства не касаются тела пациента.

В данной работе будет использован контактный метод, но процесс отслеживание пульса и температуры будет через кончик пальца. Пациенту не потребуется носить на теле устройство, это дает множество плюсов.

Дополнительно устройство будет оснащен тревожной кнопкой, когда пациент вдруг почувствует себя плохо, он может нажать на кнопку и тогда поступить сигнал тревоги.

Все полученные данные будут отправляться врачу через Wi-Fi модуль с использованием технологии Интернета вещей.

Целью данного исследования является разработка удаленного контроля состояния пациента с минимальными затратами и с удобным методом анализа физиологических показателей.

## 1 Исследование технологических проблем

В здравоохранении одним из главных аспектов является уход и наблюдение за пациентами до и после лечения. Непрерывный мониторинг состояния пациента может привести к улучшению здоровья данного пациента. С развитием информационных технологий метод оказания медицинской помощи стал намного шире. Один из часто используемых методов стал удаленный мониторинг состояния пациента.

Удаленный мониторинг пациента тип домашней телемедицины, который позволяет контролировать пациента, а также передавать данные о его здоровье поставщику медицинских услуг, на рисунке 1.1 изображены схемы структуры и уровни системы удаленного мониторинга.

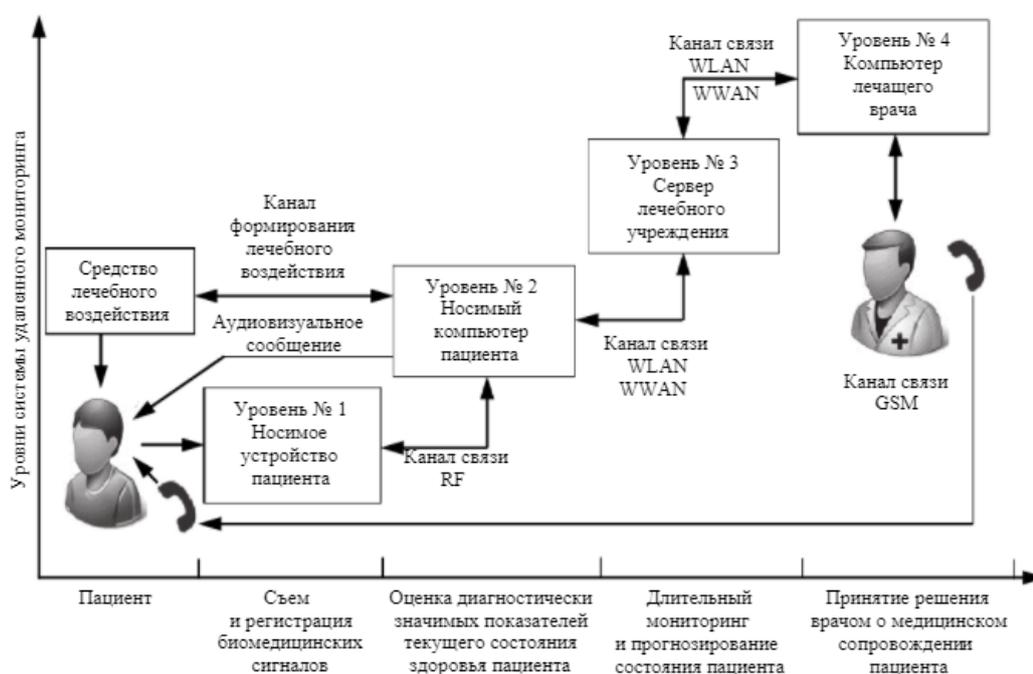


Рисунок 1.1 – Схема структуры и уровни системы удаленного мониторинга

Этот метод стал доступным с помощью различных приборов, которые могут без присутствия врача собирать данные при помощи датчиков в реальном времени.

Некоторые технологии также позволяют осуществлять видеосвязь между пациентом и медицинским работником в режиме реального времени. Эти системы могут предлагать пользователям вводить ответы на целевые вопросы, а затем использовать эту информацию для интерпретации данных, предоставления учебных материалов, а также инструкций, таких как планирование визита в офис или посещение ближайшего отделения неотложной помощи.

Точно так же эти системы могут передавать данные, введенные пользователем, хранить данные в защищенных системах регистрации, доступных для кли-

ницистов, отмечать отклонения в показаниях или ответах и предупреждать врачей об отклонениях по электронной почте или текстовыми сообщениями. В ответ на эти предупреждения врачи могут войти в систему, просмотреть данные, связаться с пациентами или предпринять другие соответствующие действия. С помощью этого метода можно упростить множества задач для врачей.

Традиционные системы собирают данные с помощью датчиков, прикрепленных к телу. Но эти системы создают трудности с точки зрения мобильности пациента и его повседневной деятельности. Поскольку такие устройства влияют на комфорт пациента, это влияет на конфиденциальные физиологические данные. Таким образом, показания могут не отражать фактическое заболевание пациента, а скорее дискомфорт, который пациент, особенно пожилой пациент, испытывает во время снятия физиологических показаний.

Разрабатываемое устройство не схож с носимыми устройствами. Данный тип устройство будет отслеживать физиологические показатели с помощью кончика пальца.

А также обсуждаются вопросы безопасности в беспроводных телевизионных сетях и некоторые существующие решения. Он описывает системы электронного здравоохранения. Они представляют архитектуру систем электронного здравоохранения многоуровневой функциональностью.

В научных исследованиях подчеркивается важность различных аспектов безопасности, таких как информация о пациенте, записи физиологических данных и об окружающей среде пациента.

В системе удаленного мониторинга эти данные будут получены датчиками, и система датчиков вместе с другими компонентами системы должна иметь расширенные функции безопасности и защиты конфиденциальности, чтобы противостоять любым злонамеренным атакам.

Любая вредоносная атака может нанести вред как программному обеспечению, так и функциональности оборудования, что будет представлять большую опасность для пациента.

Также особое внимание уделяется обеспечению безопасной связи между устройствами и дальнейшей передачи данных. Были предложены некоторые важные средства решения этих проблем, такие как управление доступом на основе ролей, использование данных на основе отчетности и возможность отзыва в случае злонамеренной атаки. Для обеспечения безопасности на уровне связи и сети представлены протоколы безопасной маршрутизации, алгоритмы на основе шифров и использование цифровой подписи.

Проблемы с использованием уникальные для каждой системе. Общие процедуры получения физиологических данных могут быть общими для многих систем. Очень важна адаптивность системы к человеку. Например, системы обнаружения падений страдают от проблем, связанных с адаптацией к каждому пациенту, потому что каждый человек имеет уникальные значения походки, что затрудняет проектирование систем с использованием общего набора конструктивных параметров. Поэтому этот вопрос должен быть решен при проектировании систем обнаружения падения.

Другая проблема при использовании – комфорт пациента. Комфорт пациента может в определенной степени прямо или косвенно влиять на физиологические показатели. Поэтому выбор датчиков является обязательным. Некоторые системы не очень удобны для пациента.

### 1.1 Обзор существующих методов удаленного контроля здоровья

Существует два метода для удаленного контроля состояния пациента; контактные и бесконтактные.

Первоначально концепция удаленного мониторинга пациентов была основана на контактных методах. Эти системы используют различные датчики, технологии обработки, технологии связи, действия постобработки, базы данных и приемники. Они также нацелены на различные заболевания.

В некоторых работах обсуждаются разработки в области мобильного здравоохранения и мобильных приложений здравоохранения на рынке. В этих работах рассматриваются статьи по таким приложениям, как монитор сердечного ритма плода с использованием мобильного телефона, система медицинских записей для педиатрического вируса иммунодефицита человека, измеритель гемоглобина, передача изображений с мобильного телефона для диагностики, а также типичные приложения, такие как пульсометр, на рисунке 1.2 изображен пульсометр.



Рисунок 1.2 – Пульсометр

Все эти разработки тесно связаны с мобильными устройствами. Так как человек все время носит собой телефон постоянно.

Также были даны обзоры двух исследований, в которых используются серьезные игровые подходы для обучения навыкам установки иглы при УЗИ и совместных игровых приложений для эпидемии детского ожирения с использованием одно ранговых архитектур.

Радиочастотная идентификация, системы биоплатч и система на кристалле, когнитивная стимуляция с помощью цифрового телевидения.

Все это будет доступна с помощью мобильных приложений.

Сейчас во многих странах сравниваются некоторые существующие системы. Сравниваются последние работы, основанные на системах на основе носимых сенсоров, имплантируемых сенсорных системах, а также портативных и имплантируемых систем на основе биосенсоров.

Бесконтактные методы удаленного мониторинга здоровья можно разделить в основном на два раздела. Методы на основе изображений и методы на основе радаров.

Системы на основе изображений анализирует изображения пациентов в качестве их данных и обнаруживают болезни или падения. Методы на основе радаров использует радиочастоты для получения входных данных для своих систем, а также иногда имеют возможность определения местоположения пациента.

Эти системы сравнительно новые, поэтому есть много областей для улучшения. Хотя это так, некоторые исследовательские работы дали хорошие результаты.

Сейчас рассматривают методы фотоплетизмографической визуализации для бесконтактного удаленного мониторинга здоровья (рисунок 1.3). В этом методе используются цветные сигналы камеры, которые обрабатываются для восстановления импульсного сигнала объема крови, из которых могут быть получены физиологические данные, такие как частоты пульса, вариабельность частоты пульса, частота дыхания и уровни кислорода в крови, на рисунке 1.3 изображен метод фотоплетизмографической визуализации.

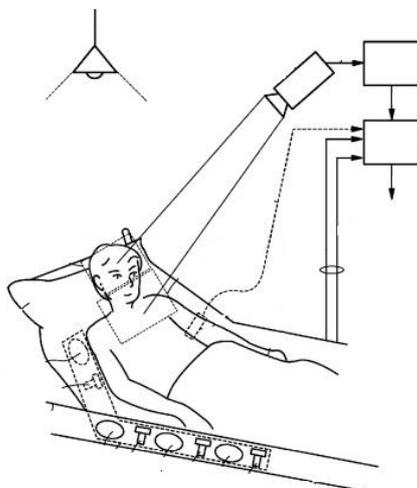


Рисунок 1.3 – Метод фотоплетизмографической визуализации

А также сравнивают несколько интеллектуальных систем мониторинга здоровья и обсуждают проблемы и проблемы в существующих системах. В этих работах анализируются достижения систем мониторинга здоровья по двум категориям; умные системы и традиционные системы. Интеллектуальные системы включают в себя системы удаленного мониторинга здоровья, мобильные системы мониторинга здоровья и носимые системы мониторинга здоровья, в то время как традиционная категория относится к проводным системам мониторинга здоровья.

## 1.2 Интернет вещей в здравоохранении

Интернет вещей это все что связано с интернетом, с помощью его можно собирать и отправлять данные туда где есть интернет. Он может включать множество устройств и датчиков. Это технология широко используется в здравоохранении, что показана в таблице 1.

Таблица 1 – Область охвата Интернета вещей в здравоохранение

Здравоохранение и наука о жизни	Здравоохранение	In-vivo, домашние системы	Исследования
	Больницы	Импланты	Разработка лекарств
	Реанимации	Домашние системы мониторинга	Диагностика
	Мобильные станции		Лаборатории
	Клиники		
	Лаборатории		
Кабинеты врачей			

С точки зрения здравоохранения Интернет вещей можно рассматривать как любое устройство, которое может собирать данные о здоровье от людей, включая компьютерные устройства, мобильные телефоны, смарт – браслеты и носимые устройства, цифровые лекарства, имплантируемые хирургические устройства, которые могут измерять данные о состоянии здоровья и подключаться к интернету, на рисунке 1.4 изображена обобщенная схема сети Интернета вещей.

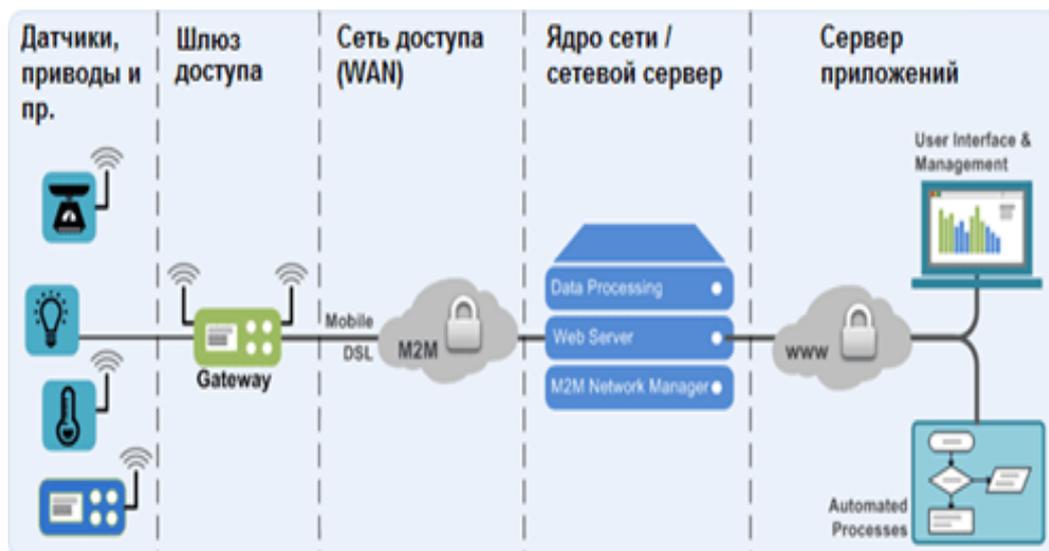


Рисунок 1.4 – Обобщенная схема сети Интернета вещей

Архитектура Интернета вещей в сфере оказания медицинской помощи состоит из трех основных уровней: уровень восприятия, сетевой уровень и прикладной уровень.

Технологии восприятия и идентификации – основа Интернета вещей. Датчики – это устройства, которые могут воспринимать изменения в окружающей среде и могут включать, например, радиочастотную идентификацию, инфракрасные датчики, камеры, GPS, медицинские датчики и датчики интеллектуальных устройств. Эти датчики обеспечивают всестороннее восприятие посредством распознавания объектов, определения местоположения и географического распознавания и могут преобразовать эту информацию в цифровые сигналы, что более удобно для передачи по сети. Сенсорные технологии позволяют контролировать лечение в режиме реального времени и облегчают полученные множества физиологических параметров пациента, чтобы можно было быстро поставить диагноз и качественное лечение.

Сетевой уровень технологий Интернета вещей включает проводные и беспроводные сети, которые обмениваются данными и хранят обработанную информацию либо локально, либо в централизованном месте. Связь между вещами может происходить на низких, средних и высоких частотах, причем последние являются основным направлением Интернета вещей. К ним относятся технологии связи малого радиуса действия, такие как RFID, беспроводные сенсорные сети, Bluetooth, маломощный Wi-Fi и глобальная система мобильных связи.

Прикладной уровень интерпретирует и применяет данные и отвечает за предоставление пользователю специфичных для приложения сервисов. Некоторые из наиболее многообещающих медицинских приложений, которые предоставляет Интернет вещей, создаются с помощью искусственного интеллекта. Распространяются научные приложения ИИ, включая анализ изображений, распознавание текста с обработкой естественного языка, определение активности лекарств и прогнозирование экспрессий генных мутаций.

Технологии Интернета вещей стремительно развиваются, поскольку появление более доступного и компактного оборудования расширяет возможности, связанные с этой сферой. Наиболее ценными компонентами Интернета вещей являются данные, программное обеспечение, оборудование и безопасность. Еще один ценный фактор – возможность подключения систем телемедицины.

Программное обеспечение для автономного отслеживания пациентов не имеет особой ценности на современном рынке Интернета вещей. Наиболее важные устройства подключены к больничным системам ЭМК, которые хранят все важные данные о здоровье пациентов и позволяют поставщикам медицинских услуг просматривать их в любое время.

## **2 Системы удаленного контроля состояния сердца пациентов**

Система мониторинга, связанные с сердцем, являются наиболее распространенным типом систем мониторинга. Причина этого может сводиться в том, что жизненно важные признаки, связанные с сердцем, могут относиться ко многим заболеваниям, одновременно выявляя множество скрытых болезней. Сердечная аритмия, хроническая сердечная недостаточность, инсульты, тромбы и высокое кровяное давление – одни из наиболее распространенных заболеваний в этой подкатегории. Для получения этих данных используются различные технологии, также как настоящие мониторы ЭКГ или носимые системы на текстильной основе. Хотя эти важные данные можно собрать, есть много возможностей для повышения точности этих систем.

Этот тип систем мониторинга является наиболее распространенными, поскольку сердечные заболевания являются основной причиной смертности в мире. Кроме того, система мониторинга жизненно важных функций обычно дает общие результаты вместе с измерениями, связанными с сердцем и дыханием.

Одна из основных задач в этой области – получить чистый сигнал от тела пациента. В контактных методах обычно используются традиционные методы, такие как ЭКГ, а в фотоплетизмографических методах используется свет, падающий на мелкие вены, расположенные ближе к поверхности кожи, и они оказались продуктивными. Обнаружение аномалий дыхания и проблем с дыхательной системой является сложной задачей для систем мониторинга, поскольку эти системы включают в себя в основном обнаружение звука дыхания. Поскольку верхняя часть тела издает много звуков, различить их сложно.

### **2.1 Контактные методы**

Традиционно для удаленного контроля сердца использует контактные методы. Это в основном разные датчики, которые прикреплены ближе к сердцу.

Системы удаленного контроля использует аппаратные и программные устройства для мониторинга различных сердечных заболеваний. А их программные приложения работают на платформе Android. Метод определения ЭКГ и variability сердечного ритма работают на основе автономных нервных систем, на рисунке 2.1 изображена схема двухконтурной модели регуляции сердечного ритма на основе данного метода.



Рисунок 2.1 – Схема двухконтурной модели регуляции сердечного ритма.

В основном для мониторинга сердечно – сосудистых заболеваний используются стандартные наборы датчиков.

Система мониторинга ЭКГ и артериального давления имеет алгоритм, основанный на пяти состояниях, где мобильное устройство может находиться в разных состояниях в зависимости от уровня заряда. Таким образом, у него есть функция оптимизации энергопотребления, при которой даже хранение данных будет выполняться при экономии энергии.

Другая система измеряет частоту сердечных сокращений человека, ЭКГ, пульс и температуру с помощью ряда датчиков.

### 2.3 Бесконтактные методы

Бесконтактный метод разрабатывается на основе камер. А также системы мониторинга артериального давления без манжеты.

Системы для дистанционной оценки частоты сердечных сокращений путем обработки цвета кожи. Он использует анализ главных компонент и разложение по эмпирическим модам. Точность пульса, измеренного с помощью камеры, была подтверждена обычными показаниями ЭКГ. Частоты дыхания была также определена с помощью камеры. Камера Kinect 2 также оказалась точной, что было подтверждено исследованием по измерению дыхания у пациента, на рисунке 2.2 изображена камера Kinect 2.



Рисунок 2.2 – Камера Kinect 2.

Камера Kinect 2 применялась для измерения частоты сердечных сокращений и частоты дыхания. Бесконтактный метод на основе видео используется для получения показателей жизнедеятельности и частоты сердечных сокращений пациентов.

### 3 Программное обеспечение

#### 3.1 Разработка алгоритма работы

Цель данного разрабатываемого устройства заключается в том, чтобы врачи могли на расстоянии обеспечивать постоянный контроль состояния здоровья пациента, это система удаленного контроля состояния пациента, на рисунке 3.1 изображена схема системы данного устройства. А также достичь этого с наименьшими затратами.

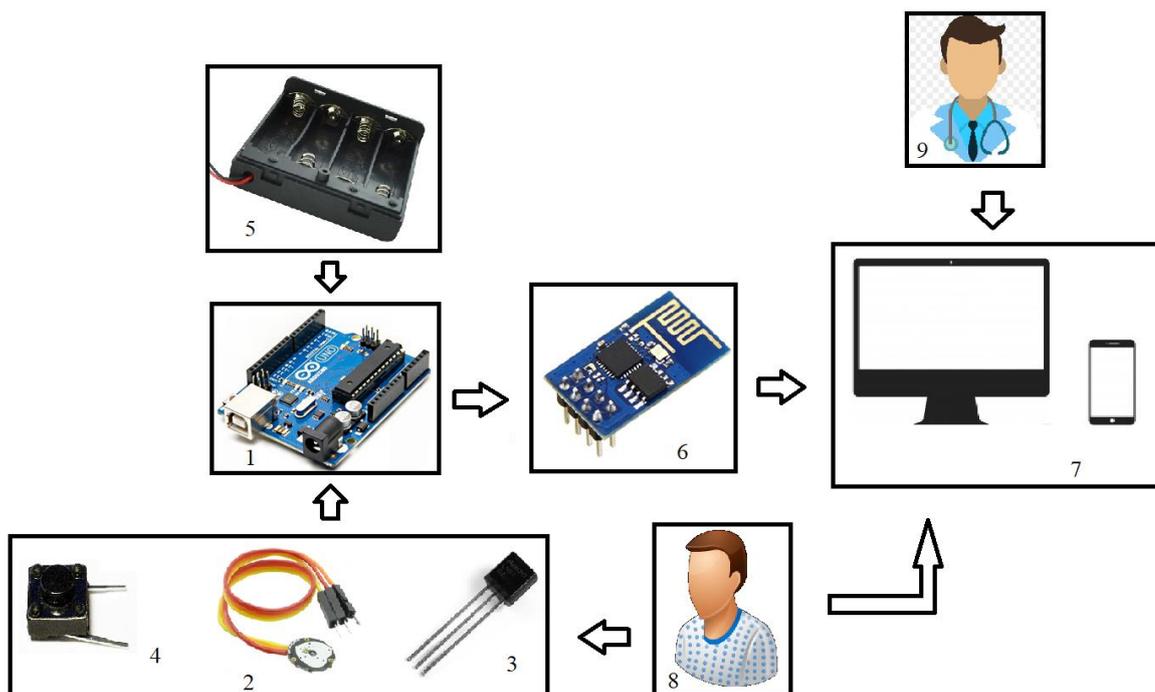


Рисунок 3.1 – Схема системы данного устройства.

- 1 – микроконтроллер
- 2 – датчик пульса
- 3 – датчик температуры
- 4 – тревожная кнопка
- 5 – питания
- 6 – отправка данных через интернет вещей
- 7 – смартфон
- 8 – пациент
- 9 – врач

Основная задача устройства отслеживание пульса и температуры. Это два из основных показателей жизненно важных функций, которые регулярно контролируются врачами.

Стабильный пульс у здоровых людей меняется от 60 до 100 ударов в минуту. Частота пульса может колебаться и увеличиваться в зависимости от нагрузки на тела, травм и эмоций.

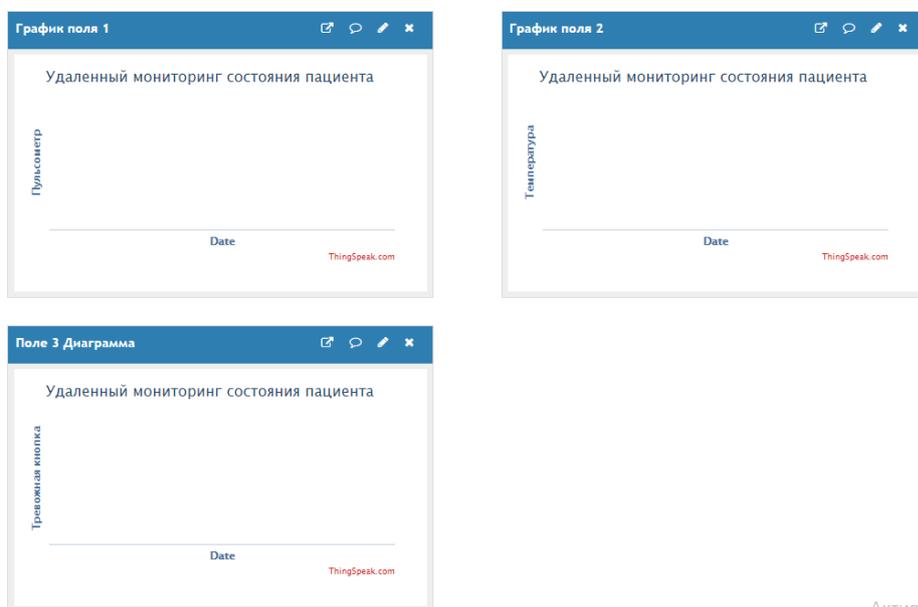
Температура тела человека меняется в зависимости от пола, активностей и потребления пищи. Стабильная температура тела может меняться от 36,5 градусов Цельсию до 37,2 градусов по Цельсию для здорового человека.

Когда значения параметров будут достигать критической отметки, устройства отправить уведомления врачу на почту.

Полученные данные будут отправляться с Wi-Fi модуля с помощью технологии Интернета вещей. В роле Интернета вещей был выбран сайт, где были созданы каналы для данного устройства, на рисунке 3.2 изображен канал для удаленного мониторинга состояния пациента. Исходя с этого врач может получить все необходимые данные с любой точки, где есть интернет, на рисунке 3.3 изображены папки с данными о пациентах.

Имя	Созданный	Обновлено
 Удаленный мониторинг состояния пациента Частный    Общественные    Настройки    Совместное использование Ключи API    Импорт / Экспорт данных	2021-04-21	2021-04-21 20:04

Рисунок 3.2 – Канал для удаленного мониторинга состояния пациента.



Активна

Рисунок 3.3 – Папки с данными о пациентах.

Дополнительно устройство оснащен тревожной кнопкой. Когда пациент почувствует себя плохо, он может нажать на кнопку, и врач получить сигнал тревоги, на рисунке 3.4 изображен сигнал тревоги.

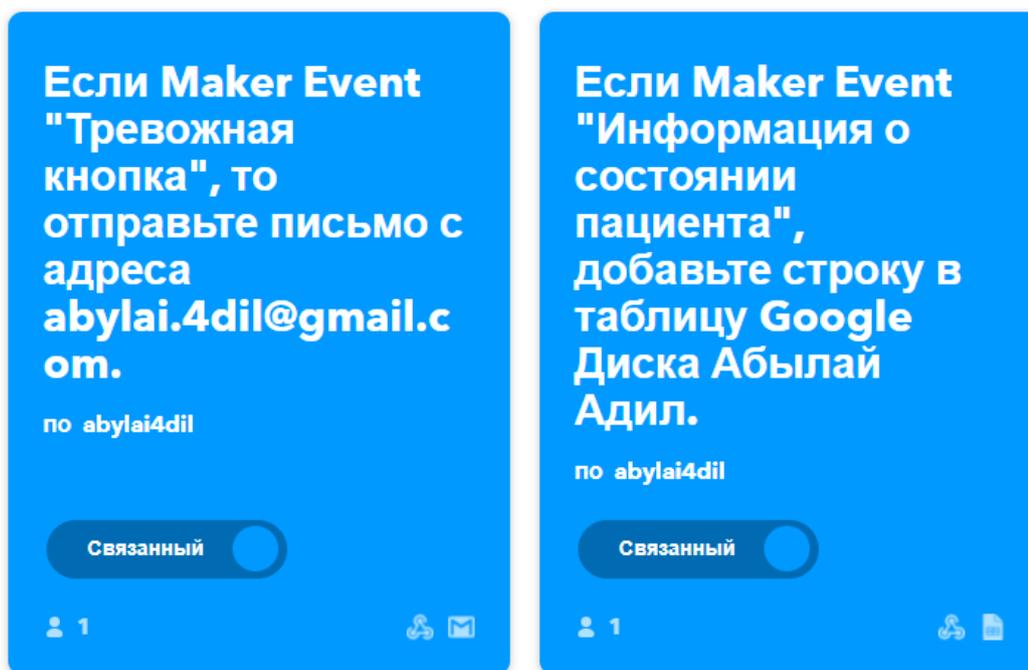


Рисунок 3.4 – Сигнал тревоги

Еще одним плюсом данного устройство является компактность, то есть его можно брать собой куда угодно.

В ходе разработки был использован контактный метод, но пациент не обязан носить устройство на теле, а лишь должен приложить кончик пальца. Этот метод дает множества плюсов, во-первых, можно измерить значения параметров моментально и еще это экономить время, а также добавить удобства.

### 3.2 Алгоритм программного обеспечения

Блок-схема представляет собой логику данного устройства, на рисунке 3.5 изображена блок-схема разработанного устройства. В блок-схеме показаны условия работы трех компонентов, таких как датчик пульса, датчик температуры и тревожной кнопки. В начале идет микроконтроллер, потом три датчика и модуль Wi-Fi. В конце блок канала для удаленного мониторинга.

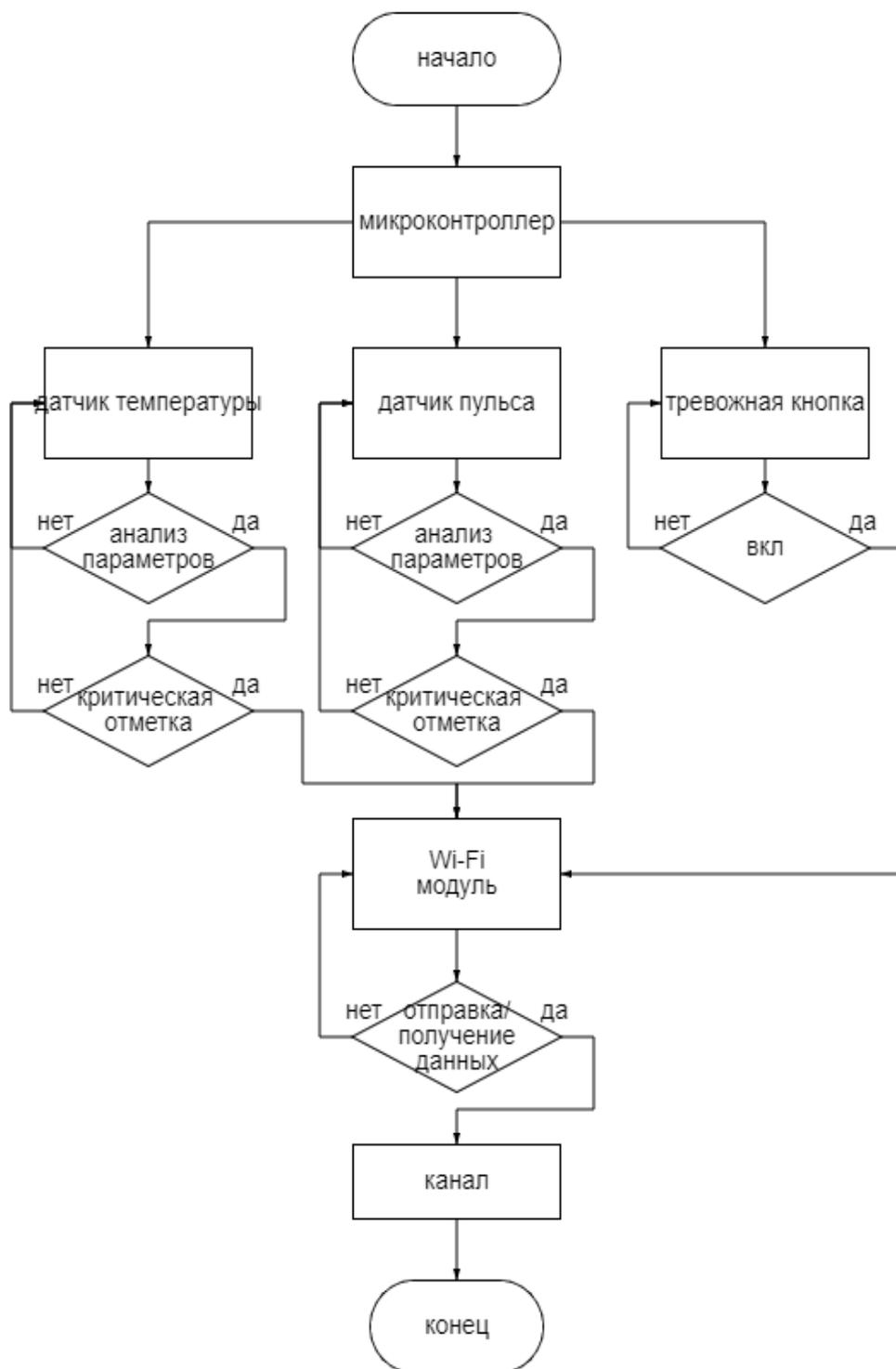


Рисунок 3.5 – Блок-схема разработанного устройства

### 3.3 Схема подключения

В схеме подключения показаны все детали устройства и как они должны подключаться, на рисунке 3.6 изображена схема подключения устройства.

Микроконтроллер Arduino будет мозгом устройства, который будет управлять всеми остальными компонентами. Источником питания был выбран обычные батарейки, это решения связана с тем что их не трудно заменить.

1) Arduino Uno R3 в котором используется микроконтроллер Atmel AT mega328P, с помощью микроконтроллера все детали были соединены между собой. Микроконтроллер может питаться от компьютера через кабель, либо от внешнего источника, а роль внешнего источника питания играют батарейки. Микроконтроллер работает от внешнего источника питания между 7-12 В.

2) Wi-Fi модуль ESP8266, загруженной прошивкой на основе Lua с открытым кодом, он идеально подходит для приложений Интернета вещей.

Этот деталь имеет много общего с Arduino в устройстве, эти обе макетные платы, оснащены микроконтроллерами. Где можно программировать с Arduino.

В работе использован AT mega команды для передачи данных от платы Arduino текущему модулю.

Устройство особенно полезно для приложений Интернета вещей благодаря своей встроенной поддержке Wi-Fi.

3) Датчик пульса непосредственно подключен к микроконтроллеру. Датчик включает в себя для контроля пульса пациента, а также имеет исходной код, где строится график отслеживаемого пульса в режиме реального времени.

Датчик имеет две стороны, первой стороне прижимается кончик пальца. Там имеется светодиод, который испускает свет на кончик пальца.

На второй стороне датчика есть все его остальные элементы. Это три контакта для соединения.

4) LM35 это аналоговый датчик температуры, подключенный к плате.

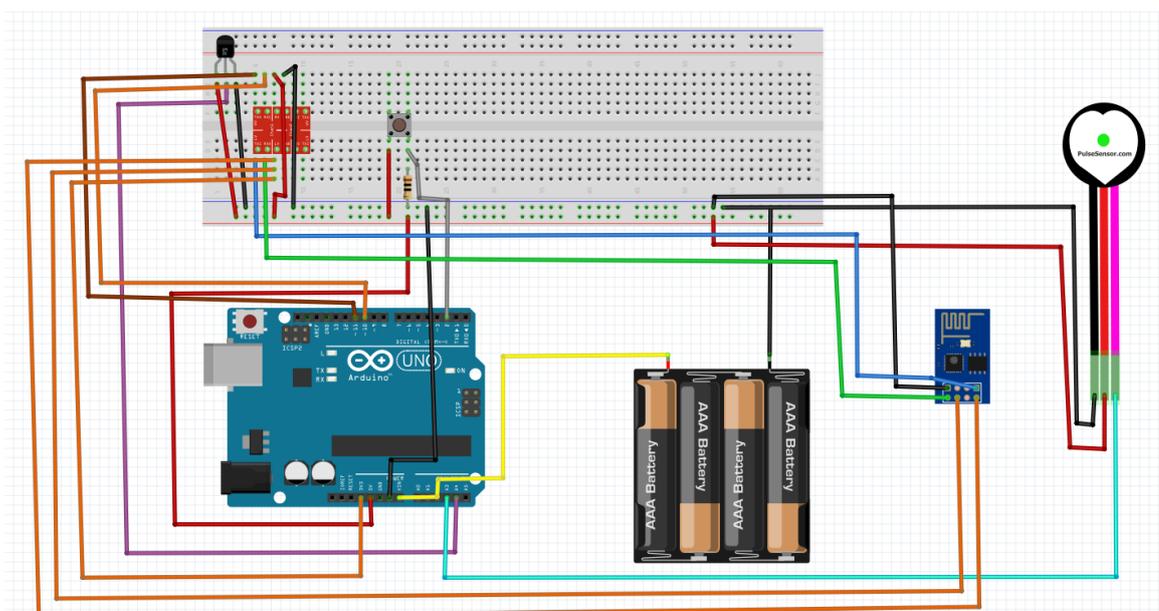


Рисунок 3.6 – Схема подключения устройства

### 3.4 Описание используемых компонентов

Данная система удаленного контроля состояния пациента был разработан на основе платформы Arduino. Были выбраны компоненты такие как Arduino Uno R3, пульсометр и датчик температуры.

Arduino Uno R3 – это плата микроконтроллера, основанная на съёмном микроконтроллере AVR At mega328 с двойным встроенным корпусом, на рисунке 3.7 изображен плата Arduino Uno R3. Он имеет 20 цифровых входов и выходов. На него можно загружать программы с применением Arduino.

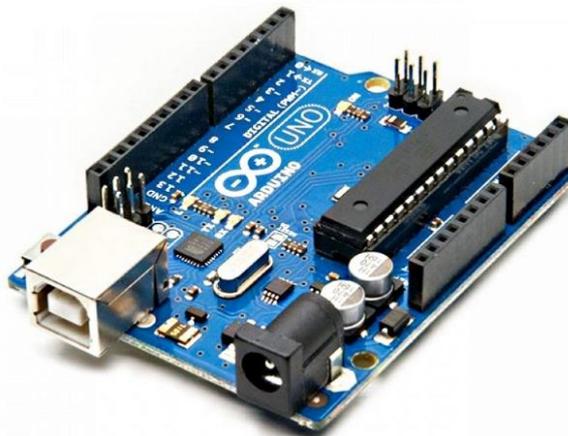


Рисунок 3.7 – плата Arduino Uno R3

Технические характеристики платы:

- Напряжение: 5 В;
- Напряжение питания: 7-12 В;
- Цифровые входы и выходы: 14;
- Аналоговые входы: 6;
- Ток одного вывода: 40 мА;
- Выходной ток: 50 мА;
- Память: 32 КБ;
- Тактовая частота: 16 МГц.

Второй компонент это ESP8266-01 Wi-Fi модуль, на рисунке 3.8 изображен модуль Wi-Fi ESP8266-01. Он позволяет микроконтроллером доступ у сети Wi-Fi.

Таким образом, мы можем предоставить микроконтроллеру доступ в интернет, как защита Wi-Fi для Arduino, или можем просто запрограммировать его, чтобы он не только имел доступ к сети, но и работал как микроконтроллер. Это делает его очень универсальным в разработке.

У него есть два способа работы. В данной разработке был использован AT команды.

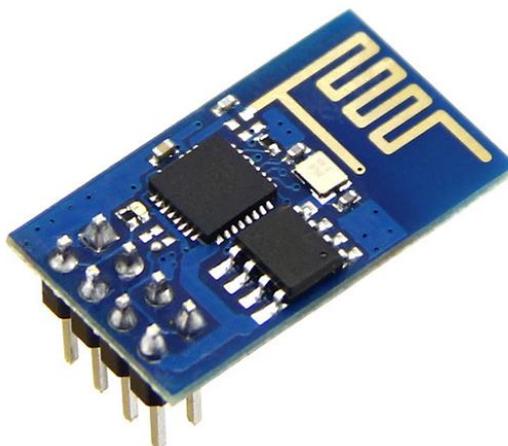


Рисунок 3.8 – модуль Wi-Fi ESP8266-01

Технические характеристики модуль Wi-Fi ESP8266:

- Напряжение питания: 3-3.6 В;
- Рабочий ток: 220 мА;
- Рабочая частота: 2.4 ГГц;
- Память: 1024 КБ;
- Габариты: 24.8мм x 14.3мм x 8мм.

Следующий компонент который был выбран это датчик пульса, на рисунке 3.9 изображен датчик пульса. Датчик пульса имеет две стороны, на одной стороне размещен светодиод вместе датчиком внешней освещенности, а на другой стороне у датчика есть некоторые схемы. Это схема отвечает за усиление и шумоподавление.



Рисунок 3.9 – Датчик пульса

Технические характеристики датчика пульса:



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Главная задача дипломного проекта, разработка медицинского робота для удаленного мониторинга пациента. Где основной задачей было мониторинг пульса и температуры тела. Для реализации устройства были взяты датчики для отслеживания показателей, а также микроконтроллер Arduino и Wi-Fi модуль.

В данном устройстве присутствует два датчика, это датчик пульса и датчик температуры. Причина выбора этих датчиков заключается в том, что физиологические показатели, которые отслеживают эти датчики являются одними из важных для организма человека.

Дополнительно устройство был улучшен при помощи добавление тревожной кнопкой. Исходя с этого устройство может использоваться и для других медицинских услуг. Например, для пожилых людей чтобы они могли моментально вызвать помощь.

Основными элементами системы удаленного мониторинга являются система сбора данных, система обработки данных и сеть связи. Хранение и отправка данных осуществился благодаря технологии Интернета вещей. Для хранения и отправки данных были созданы каналы на основе этих технологии.

В результате разработки данного устройства были решены такие задачи:

1. Исследованы технологические проблемы по этой теме;
2. Изучены методы удаленного контроля состояния здоровья пациента;
3. Изучены технологии Интернета вещей и были сделаны каналы на основе этих технологии;
4. Приведена схема подключения датчиков к микроконтроллеру.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Telehealth and Remote patient monitoring for LongTerm and PostAcute Care. A Primer and Provider Selection Guide 2015, Washington.
2. Lakmini P, Naeem R, Keshav D. (2019). Remote patient monitoring a comprehensive study Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing.
3. Savand A, Jahel S, Zhang Z, Nait-Abdesselam F. (2015). Towards an energy-efficient and reliable e-health monitoring system.
4. Ferreira F. (2015). Vital signs monitoring system using radio frequency communication: a medical care terminal for bedridden people support.
5. Silva B. (2015). Mobile Health: an overview of the current.
6. Tsakalakis M, Bourbakis N. (2014). Health sensor-based systems for monitoring and diagnostic applications in health care facilities: a brief overview.
7. McDuff D, Estep JR, Piasecki A, Blackford E. (2015). Review of remote optical photoplethysmographic imaging techniques.
8. Baig M, Gholamhosseini H. (2013). Intelligent Health monitoring systems: a design and modeling review.
9. Dang L, Piran M, Han D, Min K. (2019). Overview of the Internet of Things and cloud computing for healthcare.
10. Sethi P, Sarangi S. (2017). Internet of Things: Architectures, Protocols, and Applications.
11. Miller D. D, Brown E. V. (2018). Artificial intelligence in medical practice: a question to answer?
12. Szydlo T, Koneiczny M. (2015). Mobile devices in an open and universal system for remote patient monitoring.
13. Область охвата Интернета вещей в здравоохранение [Электронный ресурс]. URL: <http://internetinside.ru/internet-veshhey-setevaya-arkhitektura-i/>
14. Канал для удаленного мониторинга пациента [Электронный ресурс]. URL: [https://thingspeak.com/channels/1366418/private\\_show](https://thingspeak.com/channels/1366418/private_show)
15. Сигнал тревоги [Электронный ресурс]. URL: <https://ifttt.com/home>
16. Микроконтроллер Arduino Uno R3, [Электронный ресурс]. URL: <https://arduinoplus.ru/plata-arduino-uno/>
17. Модуль Wi-Fi ESP8266-01, технические характеристики [Электронный ресурс]. URL: <https://csshead.ru/esp-01-proshivka-modul-wifi-na-baze-chipa-esp8266-podklyuchenie-cherez-usb-uart/>

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

```
#include "Arduino.h"
#include "ESP8266.h"
#include "pulse-sensor-arduino.h"
#include "LM35.h"
#include "Button.h"
#define WIFI_PIN_TX 11
#define WIFI_PIN_RX 10
#define HEARTPULSE_PIN_SIG A3
#define LM35_PIN_VOUT A4
#define PUSHBUTTON_PIN_2 2
const char *SSID = "WIFI-SSID";
const char *PASSWORD = "PASSWORD" ;
#define IP "IP"
char* const host = "";
int hostPort = 80;
ESP8266 wifi(WIFI_PIN_RX,WIFI_PIN_TX);
PulseSensor heartpulse;
LM35 lm35(LM35_PIN_VOUT);
Button pushButton(PUSHBUTTON_PIN_2);
const int timeout = 10000;
char menuOption = 0;
long time0;
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  while (!Serial) ;
  Serial.println("start");
  wifi.init(SSID, PASSWORD);
  heartpulse.begin(HEARTPULSE_PIN_SIG);
  pushButton.init();
  menuOption = menu();
}
void loop()
{
  if(menuOption == '1') {
    wifi.httpGet(host, hostPort);
    char* wifiBuf = wifi.getBuffer();
    char *wifiDateIdx = strstr (wifiBuf, "Date");
    for (int i = 0; wifiDateIdx[i] != '\n' ; i++)
      Serial.print(wifiDateIdx[i]);
  }
}
```

```

else if(menuOption == '2') {
int heartpulseBPM = heartpulse.BPM;
Serial.println(heartpulseBPM);
if (heartpulse.QS == true) {
Serial.println("PULSE");
heartpulse.QS = false;
}
}
else if(menuOption == '3') {
float lm35TempC = lm35.getTempC();
Serial.print(F("Temp: ")); Serial.print(lm35TempC); Serial.println(F("[?C]"));
}
else if(menuOption == '4') {
bool pushButtonVal = pushButton.read();
Serial.print(F("Val: ")); Serial.println(pushButtonVal);
}
if (millis() - time0 > timeout)
{
menuOption = menu();
}
}
char menu()
{
Serial.println(F("\nWhich component would you like to test?"));
Serial.println(F("(1) ESP8266-01 - Wifi Module"));
Serial.println(F("(2) Heart Rate Pulse Sensor"));
Serial.println(F("(3) LM35DZ - Temperature Sensor"));
Serial.println(F("(4) Mini Pushbutton Switch"));
Serial.println(F("(menu) send anything else or press on board reset button\n"));
while (!Serial.available());
while (Serial.available())
{
char c = Serial.read();
if (isAlphaNumeric(c))
{
if(c == '1')
Serial.println(F("Now Testing ESP8266-01 - Wifi Module"));
else if(c == '2')
Serial.println(F("Now Testing Heart Rate Pulse Sensor"));
else if(c == '3')
Serial.println(F("Now Testing LM35DZ - Temperature Sensor"));

else if(c == '4')
Serial.println(F("Now Testing Mini Pushbutton Switch"));
}
}
}

```

```
else
{
Serial.println(F("illegal input!"));
return 0;
}
time0 = millis();
return c;
}
}
}
```