

Министерство образования Пензенской области

ГБОУ ПО «Академический лицей № 14»

Проект

для участия в VI открытый региональный конкурс
исследовательских и проектных работ школьников
«Высший пилотаж - Пенза» 2024
на тему:

«SG: хирургические очки»

Выполнили:
Вечканов Тимофей, Муромский Михаил

Научный руководитель:
Трофимов Юрий Александрович

Пенза, 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ЧАСТЬ 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ХИРУРГИЧЕСКИХ ОЧКОВ С ИНДИКАТОРАМИ СЕРДЦЕБИЕНИЯ «SURGICAL GLASSES: SG».....	4
1.1. Современные технологии в медицине.....	4
1.2. Медицинские гаджеты для врачей и пациентов.....	5
ЧАСТЬ 2. СОЗДАНИЕ ХИРУРГИЧЕСКИХ ОЧКОВ С ИНДИКАТОРОМ СЕРДЦЕБИЕНИЯ «SURGICAL GLASSES: SG»	7
2.1. Проектирование устройства	7
2.2. Ход работы	8
2.3. Тестирование устройства «SG».....	9
2.4. Функционал устройства	9
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	10
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	11
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	12
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	15

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире использование новых технологий стало неотъемлемой частью жизни каждого человека. Мы живем в цифровую эпоху повсеместно компьютеризации и модернизации, что не может не сказаться на каждой отрасли. Медицина не является исключением. Именно здесь за последние сто лет произошел невероятный прорыв, который в последние годы стремительно набирает обороты.

Мы живем во время стремительно появляющихся новых заболеваний. После появления COVID-19 планету захлестнули волны нескольких новых штаммов гриппа, что привело к критической эпидемиологической ситуации. Таким образом, сейчас медицина как никогда раньше нуждается в новом техническом и программном оснащении, которое поможет медикам эффективнее справляться со своими задачами и экономить драгоценное время.

Актуальность: представленная работа посвящена созданию нового технического аппарата для непрерывного получения данных о пульсе пациента, без необходимости сверяться с приборами. Подобный аппарат пока не используется в операционных, хотя мог бы значительно облегчить работу хирургов и не позволить им терять концентрацию в операционном процессе.

Цель: изучение платформы и языка программирования Arduino с последующим созданием на них прототипа будущих хирургических очков с индикаторами сердцебиения Surgical Glasses: SG.

Исходя из поставленной цели, были определены следующие **задачи:**

- проанализировать роль современных технологий в медицине;
- ознакомиться с уже существующими популярными медицинскими гаджетами;
- изучить принцип работы платформы и языка Arduino и написать с их использованием программное обеспечение для смарт-очков;
- смоделировать прототип хирургических очков с индикаторами сердцебиения «Surgical Glasses: SG»;
- опытным путем протестировать работу устройства и сделать выводы.

Методы исследования: анализ литературы, моделирование, статистико-математический, экспериментальный, наблюдение.

Практическая значимость проекта: разработанное устройство сможет облегчить повседневный тяжёлый труд хирургов, избавив их от надобности постоянно проверять показатели пациента во время операций. Данные очки могут применяться не только в области хирургии, но и в любых других областях, где имеется необходимость контроля пульса.

Целевая аудитория: устройство «SG» может использоваться в сфере хирургии.

В перспективе планируется создать полноценную модель устройства и провести испытания в реальной обстановке.

ЧАСТЬ 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ХИРУРГИЧЕСКИХ ОЧКОВ С ИНДИКАТОРАМИ СЕРДЦЕБИЕНИЯ «SURGICAL GLASSES: SG»

1.1. Современные технологии в медицине

Современный период развития общества характеризуется сильным влиянием на него компьютерных технологий, которые проникают во все сферы человеческой деятельности, обеспечивают распространение информационных потоков в обществе, образуя глобальное информационное пространство. Они очень быстро превратились в жизненно важный стимул развития не только мировой экономики, но и других сфер человеческой деятельности. Трудно найти сферу, в которой сейчас не используются информационные технологии. Лидирующие области по внедрению компьютерных технологий занимают архитектура, машиностроение, образование, банковская структура и, конечно же, медицина.

Сегодня каждая больница и поликлиника снабжена специальным оборудованием и программным обеспечением (ПО), как для диагностики, так и для лечения пациентов. Новые технологии позволяют в короткие сроки выявить проблему обратившегося и повлиять на нее. Именно благодаря точным техническим приборам сегодня спасаются миллионы жизней, проводятся сложнейшие операции и ставятся самые точные диагнозы. Кроме того, благодаря современным технологиям, процесс консультаций вышел на совершенно иной уровень: теперь даже не всегда обязательно присутствовать непосредственно в кабинете врача, чтобы получить помощь.

Говоря о программной составляющей, необходимо упомянуть специальное ПО, помогающее следить за лекарствами на складе и постоянно пополнять их, записываться на прием в режиме онлайн, что значительно сокращает очереди и время ожидания.

Компьютерный томограф – один из примеров использования новых технологий. Результаты, получаемые при облучении пациента, обрабатываются специальными программами, и создаются трёхмерные изображения исследуемых органов и тканей. По ним врач ставит точные диагнозы, оценивает развитие болезни и восстановление после операций. Ещё один пример – радиовизиографы в стоматологии. Они позволяют выводить снимки зубов на компьютер, а не на плёнку. Точность изображения гораздо выше, можно детально изучить проблему в разных ракурсах, увеличивая картинку, произвести точные замеры корневых каналов и т.д. При этом лучевая нагрузка на пациента кратно снижается.

С развитием технологий стало возможно проведение лапароскопических операций вместо открытых. С помощью специального оборудования с камерами врач проводит манипуляции через мельчайшие разрезы на теле. Такие операции гораздо легче переносятся, после них быстрее проходит процесс восстановления, у них меньше побочных эффектов, швы практически незаметны.

Обработка лабораторных анализов на современной аппаратуре стала более быстрой и точной, а это влияет на скорость постановки диагнозов, эффективность лечения, обработку больших объёмов биоматериалов.

Таким образом, новые технологии выводят современную медицину на совершенно иной уровень, облегчая жизнь не только врачам, но и самим пациентам.

1.2. Медицинские гаджеты для врачей и пациентов

Так как мы живем в непростое время борьбы с COVID-19, продажи разнообразных медицинских гаджетов имеют высокие обороты. Сегодня практически у каждого человека есть фитнес-браслет на руке, тонометр электронный градусник, глюкометры или даже небулайзеры дома. Это и неудивительно, ведь сложившаяся эпидемиологическая ситуация в мире заставила все население планеты пересмотреть свое отношение к здоровью. Однако, если вышеперечисленные гаджеты давно на слуху, что же нового предлагают технологии сегодня?

1. Диагностика атеросклероза от Aum Cardiovascular

Применение гаджета для проверки коронарных артерий позволяет избежать инвазивного вмешательства. Устройство прикладывается к груди пациента на 20 мин. Когда кровь проходит через артерии, возникает турбулентность, которая генерирует аудиосигнал. Гаджет улавливает и анализирует его. Полученные данные позволяют установить диагноз. Устройство, разработанное в 2016 году компанией Aum Cardiovascular (США), уже получило европейскую сертификацию.

2. Электронный стетоскоп для iPhone от Stethee

Беспроводный стетоскоп, встроенный в чехол для смартфона или iPhone, предназначается для терапевтов. Гаджет позволяет определить наличие шумов в сердце. Для прослушивания можно использовать обычные наушники, или Bluetooth-гарнитуру. Приложение создает аудиофайл в wav-формате, а также сохраняет результаты теста в виде изображения с достаточно высоким разрешением, что позволяет масштабировать его. Стетоскоп был разработан в 2014 году и получил одобрение от FDA.

3. Кардиофлешка ECG Dongle

Устройство позволяет уловить нарушения проводимости и ритма. Оно работает в связке с любыми мобильными устройствами под управлением Android 4.2 и выше. Инструкция: прикрепить к проводам электроды и разместить электроды на теле. 2 из них помещаются под ключицей, еще 2 – под нижней парой ребер. Вставить во флешку кабель, подключить ECG Dongle к мобильному устройству. Кривые, отображающие деятельность сердца, возникают на экране. Помимо кардиограммы, выводится информация о частоте пульса и об уровне стресса. Полученные данные требуется записать и сохранить в памяти мобильного устройства.

4. SAGIV – прибор для безболезненной постановки капельницы

Гаджет предназначается для правильного обнаружения вен. Устройство, оснащенное электрическим зондом и инфракрасным сканером, позволяет точно вводить катетер и извлекать его. Прибор, разработанный специалистами из Иерусалимского университета и клиники Хадасса, может быть использован не только опытными, но и начинающими врачами.

5. Монитор для дома Caretaker

Гаджет позволяет выписывать больных домой раньше. Устройство надевается на запястье пациента. Оно предназначается для проверки уровня кислорода в крови, частоты дыхания, пульса, давления и температуры. Данные передаются на мобильное устройство при помощи Bluetooth, а затем направляются приложением лечащему врачу. Точность измерений устройства была подтверждена сертификатами Еврокомиссии и FDA в 2018 году.

6. Мобильное УЗИ MobiUS SP1

Ультразвуковой мобильный сканер предназначен для применения врачами «скорой», акушерами-гинекологами и хирургами. Данные УЗИ передаются на мобильное устройство посредством USB-кабеля. Также допускается синхронизация с ПК.

И это лишь малая часть тех гаджетов, которые сегодня помогают врачам и пациентам в заботе о здоровье. Однако, проанализировав и другие приборы, направленные больше на облегчение работы врачей, мы не нашли того, что представлено в работе.

ЧАСТЬ 2. СОЗДАНИЕ ХИРУРГИЧЕСКИХ ОЧКОВ С ИНДИКАТОРОМ СЕРДЦЕБИЕНИЯ «SURGICAL GLASSES: SG»

2.1. Проектирование устройства

Идея создания проекта «SG» была вдохновлена футуристическими изобретениями, показанными в различных фильмах и играх, которые несут схожий с нашим проектом функционал – информировать пользователя путём вывода информации на прозрачный экран перед глазами. Это очень удобно и практично, особенно когда от значений каких-либо переменных зависит жизнь человека как в нашем случае.

Проект «SG» представляет собой систему аксессуаров для очков, которая позволяет носителю постоянно видеть показатели пульса пациента, благодаря экрану и встроенной оптической системе. В комплекте к аксессуару прилагается датчик пульса, который постоянно осуществляет измерения и передает информацию на аксессуар (рис. 1).

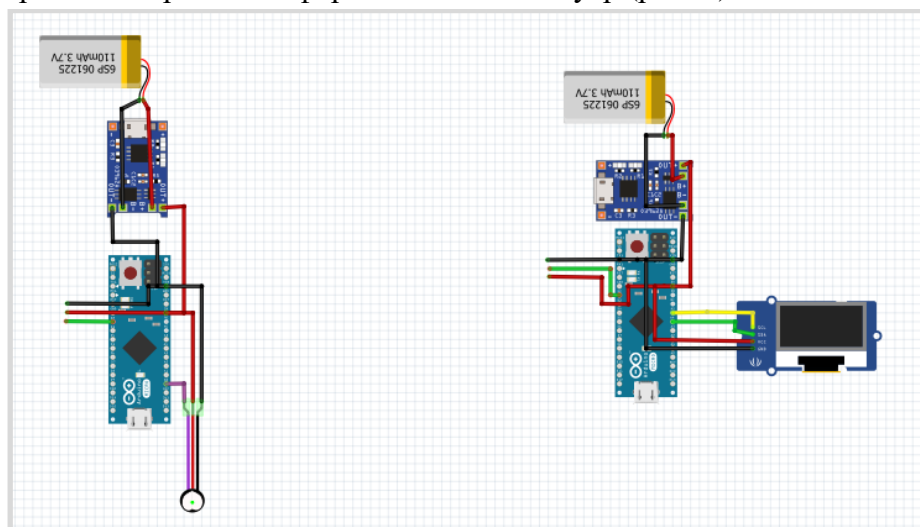


Рисунок 1. Схема устройства SG

Вышеупомянутый аксессуар состоит из пластикового корпуса и встроенной платы, которая оснащена радиомодулем, дисплеем, элементом питания, зеркалом и отражателем. Через радиомодуль плата получает значения пульса и выводит их на дисплей. Изображение с дисплея попадает на отражатель и становится доступным к обзору носителя.

Датчик пульса состоит из сенсора, платы и радиомодуля. Он крепится с помощью специальной лангетки на палец пациента и осуществляет передачу значений, полученных сенсором, на аксессуар.

Проект «SG» был выполнен на основе аппаратно-вычислительной платформы Arduino Nano и Pro Micro. [1]

Этапы создания макета «SG»:

1. Подготовительный этап. Подбор и анализ учебной литературы по теме и составление первых схем работы.
2. Технический этап. Подробное изучение методов взаимодействия и функций Arduino Nano и Pro Micro; сбор необходимых компонентов в виде датчиков и кабелей, анализ работы датчиков и вывод значений показателей в терминал компьютера при помощи USB-кабеля; стабилизация работы радио модулей.
3. Дизайн проекта. Создание 3D модели корпуса устройства «SG» с учётом расположения датчиков и кабелей, удобного фиксатора для пальца.

4. Тестирование устройства «SG». Сравнение показателей датчиков с реальными показателями, анализ рекомендаций. Определение положительных и отрицательных сторон проекта, определение перспектив и дальнейших исследований на тему.

2.2. Ход работы

После изучения соответствующей литературы по теме и сети Интернет был определен ход работы над макетом хирургических оков «SG».

На подготовительном этапе мы ознакомились с языком и платформой Arduino и принципами ее работы для дальнейшего создания программы. Arduino – аппаратная вычислительная платформа, состоящая из двух основных компонентов: плата ввода-вывода и среда разработки. [2] Платформа пользуется огромной популярностью во всем мире из-за простого языка программирования, открытой архитектуры и программного кода. Особенность данной платформы является то, что она программируется без использования программаторов через USB. Интегрированная среда разработки Arduino – это кроссплатформенное приложение на Java, включающая в себя редактор кода, компилятор и модуль передачи прошивки в плату. [3]

Далее на языке Arduino была разработана программа, позволяющая считывать пульс пациента, передавать эти данные и выводить их на дисплей. Для этого нами были выбраны соответствующие библиотеки на каждый конкретный датчик. В нашем проекте мы использовали 4 библиотеки:

1. iarduino_SensorPulse.h (позволяет взаимодействовать с датчиком pulse sensor);
2. iarduino_OLED.h (выводит на дисплей среднее значение пульса).
3. iarduino_RF433_Receiver.h (обеспечивает коммуникацию между радиомодулями);
4. iarduino_RF433_Transmitter.h (обеспечивает коммуникацию между радиомодулями) (Приложение 2).

После мы перешли к поиску и покупке деталей для создания макета. Нами было закуплено:

1. платы: Arduino Pro Micro и Arduino Nano;
2. датчик пульса;
3. радиомодули: RX и TX;
4. OLED-дисплей;
5. аккумуляторы на 4.7 вольт;
6. платы зарядки аккумуляторов;
7. кнопки.

Когда компоненты были получены, мы приступили к их тестировке. Во время тестирования были обнаружены неполадки в работе радиомодулей и датчика пульса, из-за чего пришлось менять библиотеки до тех пор, пока датчики не начали работать исправно.

Вторым этапом было изготовление стекла и отражателя нужной формы. Для изготовления стекла было принято решение сделать заказ на его изготовление у профессионала в этой области. Отражатель нами был изготовлен самостоятельно.

Далее мы приступили к непосредственной сборке макета. Сначала была собрана пробная версия модели, в которую впоследствии был загружен код устройства. В приложении Компас 3D были созданы модели корпусов (Приложение 1), которые затем были распечатаны на 3D-принтере. [5]

Когда все элементы были готовы, мы осуществили их финальную сборку и размещение по корпусам (рис. 1).

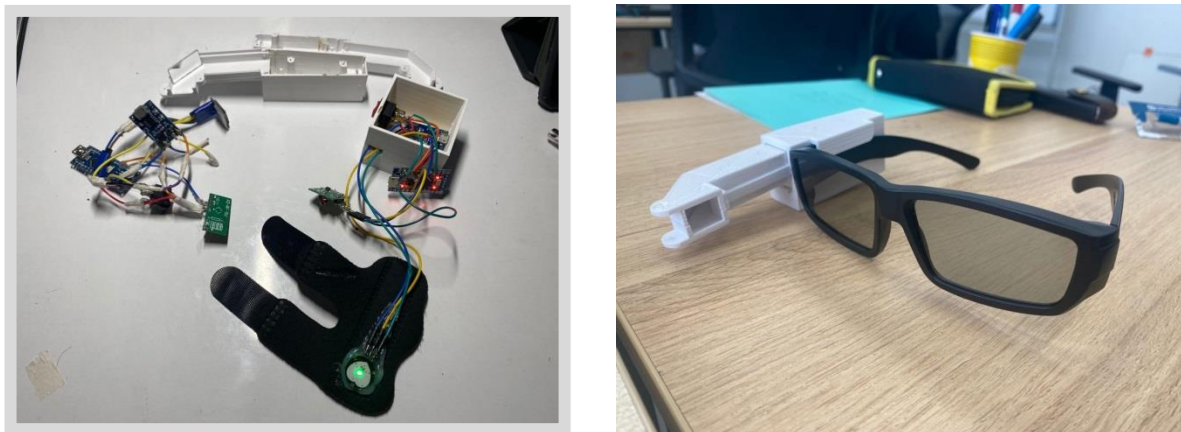


Рисунок 1. Сборка устройства SG

2.3. Тестирование устройства «SG»

Для тестирования устройства мы обратились к врачу – Ореховой Елене Ивановне (врач общей практики, ООО «Эскулап») – и предложили ей познакомиться с изготовленным аксессуаром и оценить его достоинства и недостатки.

Врач отметила практичность и удобство «SG», предположила, что данный прибор может заинтересовать ее коллег и облегчить им диагностику пациентов. Также, использование данного прибора кажется ей особенно удобным вне стен больницы, в условиях оказания экстренной помощи пациентам. Кроме того, данное устройство, по мнению Елены Ивановны, обладает потенциалом для расширения функционала, что является хорошей перспективой его дальнейшего развития.

Из недостатков врач отметила неточность показателей устройства в сравнении с другими приборами для измерения пульса, а также отсутствие дополнительных креплений на дужках очков, которые защитили бы очки от падения с головы носителя.

2.4. Функционал устройства

Созданный макет устройства «SG» способен воспроизвести основные функции перспективного полноценного устройства. В эти функции входят:

1. Считывание пульса пациента. Устройство имеет датчик пульса, который при помощи специального фиксатора крепится к пальцу пациента и постоянно сканирует пульс.
2. Передача данных на очки. Полученные датчиком данные с помощью радиомодуля передаются на плату в очках врача.
3. Вывод значения пульса. Значение, принятое платой, отображается на дисплее очков, изображение дисплея проходит через оптическую систему и демонстрируется на отражателе.

Таким образом, данные очки позволяют постоянно контролировать пульс пациента, что может быть чрезвычайно важно в процессе проведения сложных операций. Благодаря очкам «SG» нет необходимости отвлекаться на приборы, при этом удобный дизайн очков не уменьшает обзор врача.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

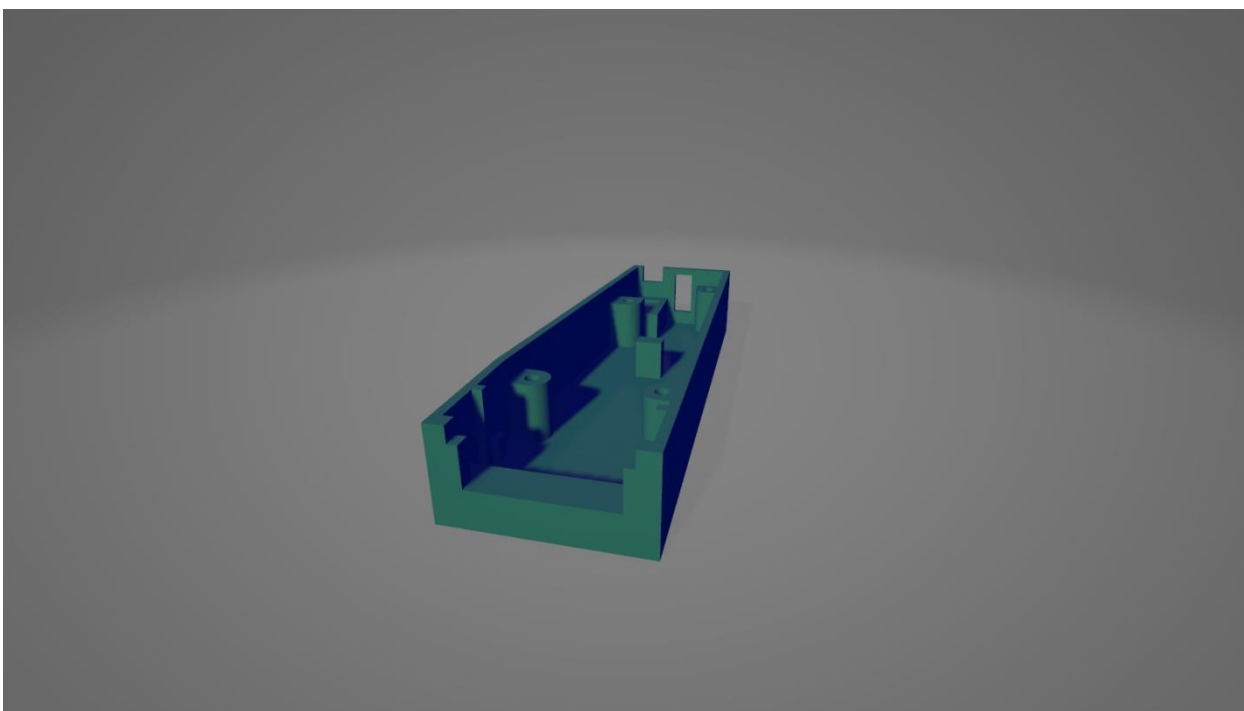
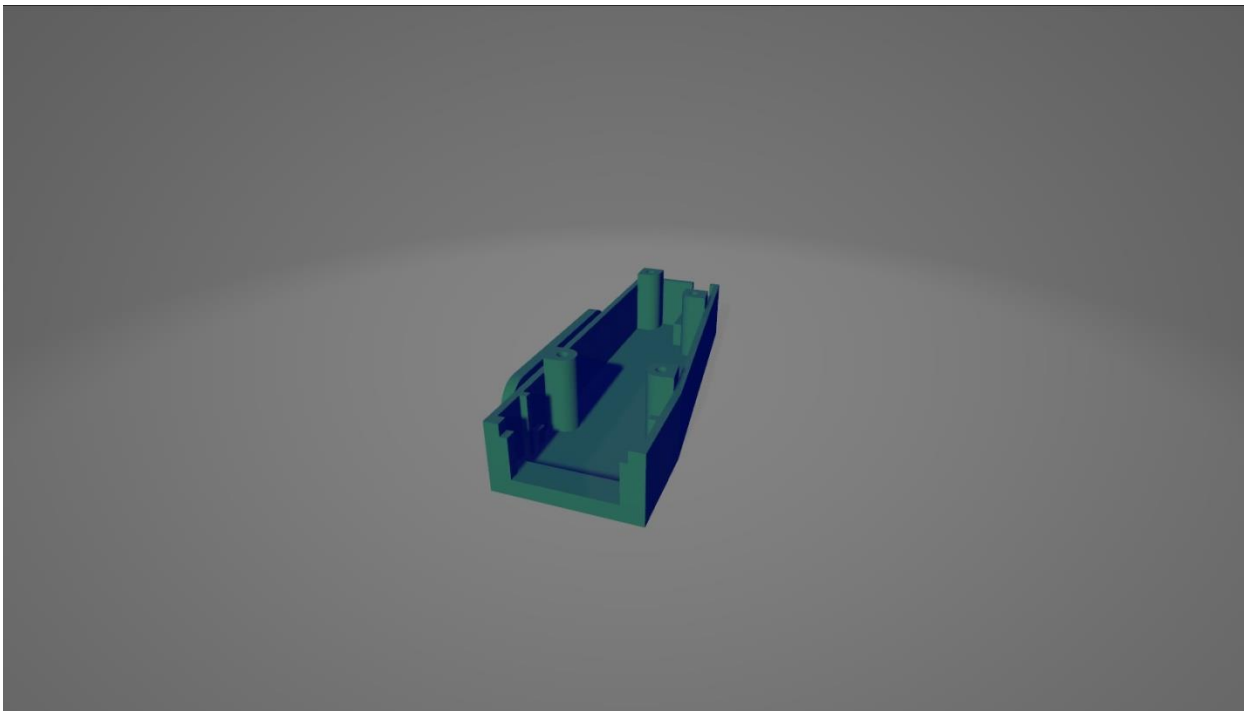
В современном мире проблема качественной медицинской помощи особенно актуальна. Нехватка кадров, удобного современного оборудования и времени, необходимого для принятия решений, негативно сказываются на качестве медицинских услуг. Вследствие этого видится необходимым создание устройств, которые позволят врачам быстро и качественно выполнять свою работу.

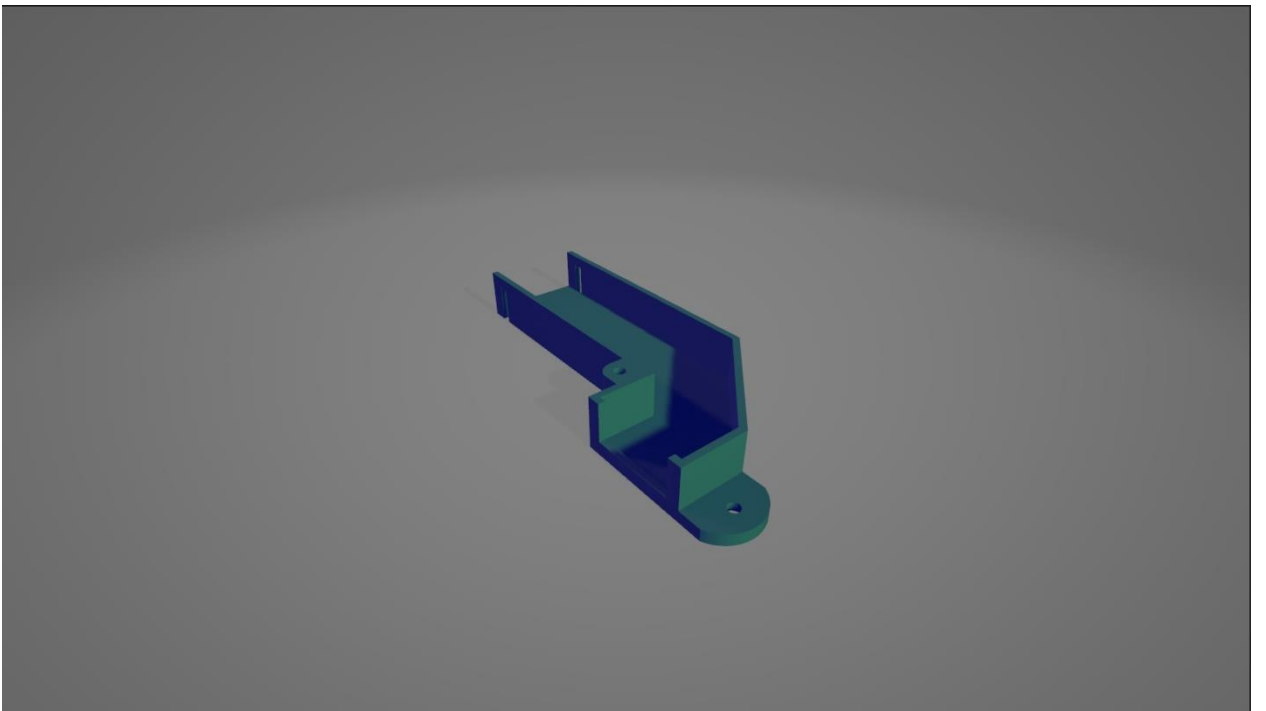
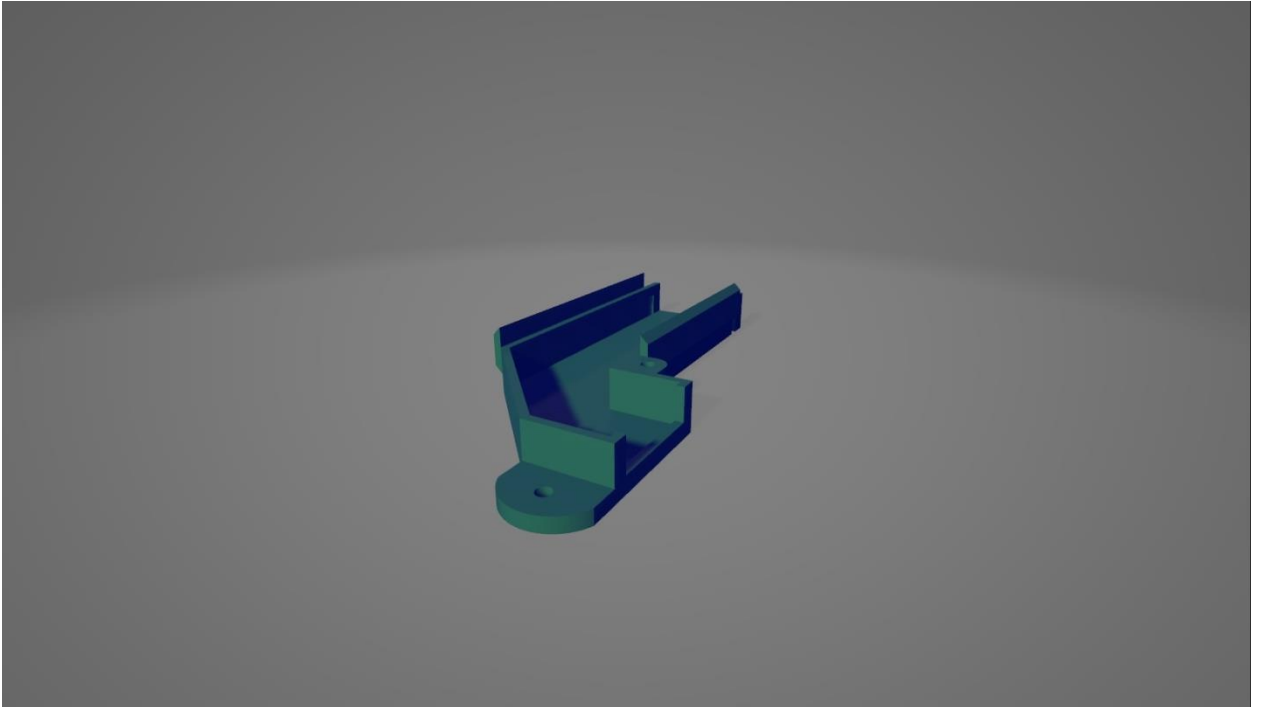
Наш проект «SG» преследует именно эту цель. Обладая рядом таких значительных преимуществ как доступность, легкость в использовании, высокая скорость передачи данных, он становится необходимым аксессуаром, как в условиях больничной практики, так и вне ее.

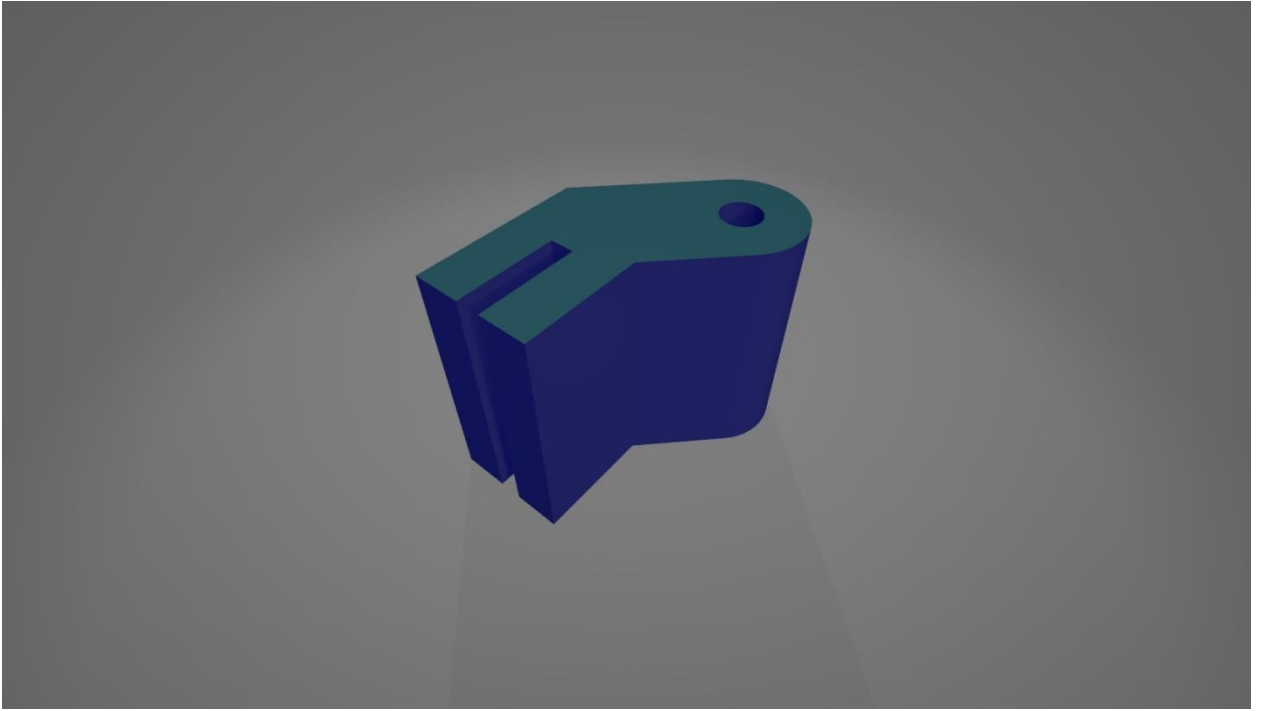
Кроме того, наше устройство не имеет аналогов на рынке, а сходные по функционалу устройства обладают высокой стоимостью. Например: электронный стетоскоп от Stethee (27990 руб.), Кардиофлешка ECG Dongle (3799 руб.), Тогда как планируемая стоимость нашего устройства значительно ниже при более обширном наборе функций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белов А. В. ARDUINO От азов программирования до создания практических устройств М.: Изд-во Наука и техника, 2018. 480 с.
2. Аливетри Паоло. Изучаем Arduino. Руководство для начинающих, 2021. 433 с.
3. Общие сведения и положения об аппаратно-вычислительной платформе Arduino: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.arduino.cc> (дата обращения: 02.12.2022)
4. Документация библиотеки pyserial: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://pyserial.readthedocs.io/en/latest/> (дата обращения: 02.12.2022)
5. Обучающие видео для работы с программой 3D моделирования КОМПАС 3D: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://kompas.ru/publications/video/> (дата обращения: 02.12.2022)

3D-модели корпусов





Листинг программного кода

Аксессуар

```
#include <iarduino_RF433_Receiver.h>
#include <iarduino_OLED.h>

iarduino_OLED myOLED(0x3C);
extern uint8_t SmallFontRus[];

iarduino_RF433_Receiver radio(2);

int data[3];

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  radio.begin();
  radio.setDataRate(i433_1KBPS);
  radio.openReadingPipe(5);
  radio.startListening();

  myOLED.begin();
  myOLED.setFont(SmallFontRus);
  myOLED.print(123, 50, 50);
}

int value;

void loop() {
  if(radio.available()){
    radio.read(&data, sizeof(data));
    value = data[0]*100 + data[1]*10 + data[2];

    Serial.println(value);

    myOLED.clrScr();
    myOLED.print(value, 50, 50);
  }
}
```

Датчик

```
#include <iarduino_RF433_Transmitter.h>
#include <iarduino_SensorPulse.h>

iarduino_RF433_Transmitter radio(2);
iarduino_SensorPulse sensor(A0,1);

void setup() {
  sensor.begin();
  radio.begin();
  radio.setDataRate(i433_1KBPS);
  radio.openWritingPipe(5);
  Serial.begin(9600);
}

int pulse = 0;
int data[3];

void loop() {
  pulse = sensor.check(ISP_PULSE);

  data[0] = (pulse / 100);
  data[1] = (pulse / 10 % 10);
  data[2] = (pulse % 10);

  radio.write(&data, sizeof(data));
  Serial.println(pulse);

  delay(1000);
}
```


**Рецензия научного руководителя
на исследовательскую работу
«SG: хирургические очки»
(авторы: Вечканов Тимофей Павлович, Муромский Михаил Александрович)**

**VI открытого регионального конкурса исследовательских и
проектных работ школьников «Высший пилотаж - Пенза» 2023**

Данная работа относится к области разработки прикладного программного обеспечения и конструирования.

«SG: хирургические очки» – это устройство, предназначенное для непрерывного получения данных о пульсе пациента без необходимости визуальной сверки с приборами в операционной и взаимодействия с ассистентами.

Тема работы является актуальной, т.к. сейчас медицина как никогда раньше нуждается в новом техническом и программном оснащении, которое поможет медикам эффективнее справляться со своими задачами и экономить драгоценное время. Устройство «SG: хирургические очки» позволит значительно облегчить работу хирургам и не терять концентрацию во время операционного процесса.

Среди особенностей данного проекта можно отметить:

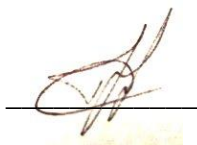
- уникальная конструкция собственного изготовления (использование как готовых элементов, так и смоделированных и напечатанных на 3d принтере);
- лаконичный и функциональный дизайн;
- небольшое количество комплектующих;
- низкая итоговая стоимость;
- удобная система управления и информирования;
- уникальное программное обеспечение.

Данная работа выполнена в полном объеме, все цели и задачи достигнуты.

Созданное устройство «SG: хирургические очки» позволяет постоянно контролировать пульс пациента, что может быть чрезвычайно важно в процессе проведения сложных операций. Благодаря очкам «SG» нет необходимости отвлекаться на приборы, при этом удобный дизайн очков не уменьшает обзор хирурга.

Сфера применения данного устройства рассчитана, прежде всего, на медицинские учреждения различного типа. Однако, дизайн и возможности устройства позволяют применять его в домашних и офисных целях (например, контроль состояния родственника). В перспективе возможно массовое производство и внедрение устройства.

Научный руководитель



Ю.А. Трофимов