

Г.С. МАНОЕНКО, студент гр. ЭМт-221 (КузГТУ)
Научный руководитель Ю.В. СТРУКОВА, преподаватель (КузГТУ)
г. Кемерово

РАЗРАБОТКА ПРОТЕЗА КОНЕЧНОСТИ НА БАЗЕ ARDUINO

Нечастные случаи на производстве, аварии, чрезвычайные ситуации, участие в боевых действиях - все это может привести к потере тех или иных конечностей. Потому в современном мире, как-никогда, остра проблема протезирования. Современные технологии достигли высокого уровня в данной сфере – существуют бионические протезы и сложные механические системы, обеспечивающие естественную подвижность. Однако высокая стоимость и ограниченная доступность делает такие решения недоступными для многих людей, нуждающихся в протезировании.

Цель: разработка доступного и адаптируемого протеза конечности на базе Arduino и EMG датчиков.

Задачи:

- изучение теоретического материала на тему;
- составление принципиальной и функциональных схема устройства;
- выбор компонентов;
- написание ПО;
- создание прототипа;
- тестирование;
- разработка корпуса устройства;
- создание полноценного образца.

Проект направлен не только на техническую реализацию, но и на социально значимую цель – повышение внимания к проблеме протезирования.

Современные бионические протезы контролируются с помощью электромиографических (ЭМГ) сигналов, регистрируемых с помощью поверхностных электродов, определяющих электрическую активность, связанную с мышцами руки пациента. Они позволяют интерпретировать произвольные импульсы, действующие на руку, путем соответствующего сокращения мышц.[1]

В качестве платформы для разработки прототипа был выбран микроконтроллер Arduino UNO ввиду доступности, простоты и большого количества справочной информации.

Эта платформа позволяет создать бюджетный, но эффективный аналог коммерческих протезов с возможностью дальнейшей модернизации. Использование открытых технологий, 3D-печати и микроконтроллеров дает возможность персонализировать конструкцию под конкретного пользователя, а также упрощает ремонт и замену компонентов.

Для реализации ПО были задействованы фрагменты из другого нашего проекта. Разработка велась в программной среде Arduino IDE, схемы разрабатывались и тестировались в программах «Tinkercad» и «Fritzing».

Датчик ЭМГ – электромиографический датчик, обнаруживает и измеряет электрическую активность, вырабатываемую при мышечных сокращениях. Широко используется во многих областях, в том числе в протезировании.

Выбор компонентов – одна из самых важных частей в разработке прототипа.

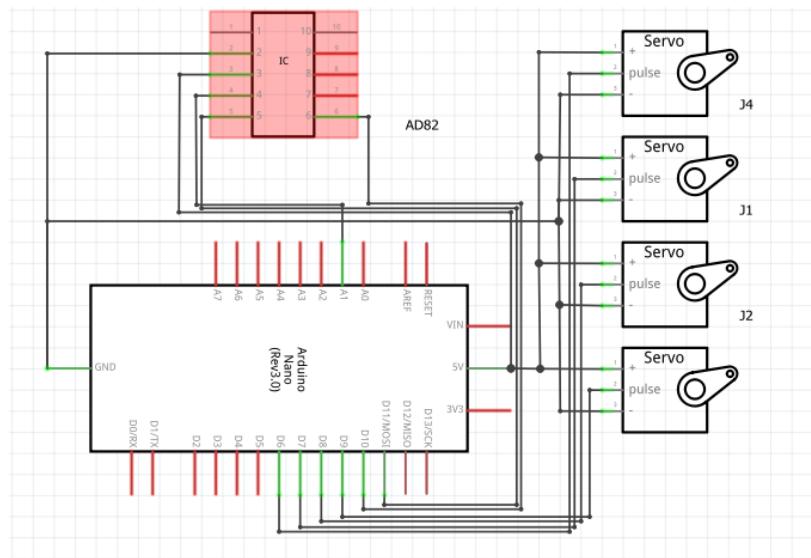


Рис. 1. Принципиальная схема

Для снятия сигнала с мышц были выбраны датчики сердечного ритма с платой преобразования AD8232. Далее вероятна замена на более дорогой и практичный датчик EMDSXGO или аналог.

Микроконтроллер был выбран, как обычно, Arduino Uno.

Сервоприводы MG90S – первичный вариант для создания прототипа, в дальнейшем планируется поиск аналога меньших размеров.

ПО или же «Скетч» для Arduino был написан в сфере разработки Arduino IDE.

Код представляет собой простое сравнение показаний датчика на аналоговом входе контролера и порогового значения, при «пересечении» этого значения срабатывает сервопривод, который и приводит в «конечность» в

движение. Так же после тестирования понадобились небольшие доработки кода, для сглаживания показаний датчика и более точного срабатывания.

```
1 #include <Servo.h>
2 int servoPin = 9;
3 int threshold = 400;
4 Servo servol;
5
6 void setup()
7 {
8     Serial.begin(9600);
9     Serial.begin(9600);
10    servol.attach(servoPin);
11    servol.write(0);
12 }
13
14
15 void loop()
16 {
17     float sensorValue = analogRead(A1);
18     float millivolt = (sensorValue/1023)*5;
19
20     Serial.print("Sensor Value: ");
21     Serial.println(sensorValue);
22
23     Serial.print("Voltage:");
24     Serial.print(millivolt*1000);
25     Serial.println("");
26     Serial.println("");
27     delay(1000);
28
29     if(sensorValue < threshold)//запускем
30     {
31         Serial.println("AAAAAAA!");
32         for(int pos = 0; pos <=90; pos++ )
33     }
34 }
```

Рис. 2. Фрагмент кода

Фрагмент кода в дальнейшем может неоднократно меняться и дорабатываться.

После всех подготовительных этапов была произведена сборка опытного образца, для тестирования функционала.

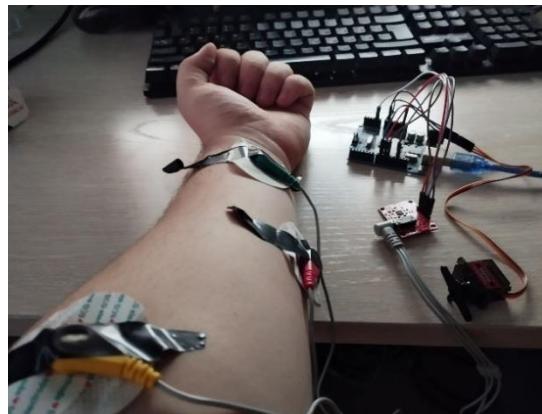


Рис. 3. Пробная сборка схемы

В ходе тестов были выявлены некоторые недостатки, вроде хаотичных скачков значений с датчиков. Так же было подобрано оптимальное расположение датчика.

жение электродов на мышцах для более точной фиксации сигналов. Тестирование проводилось следующим образом: была собрана небольшая схема, с одним сервоприводом и выбранными датчиками. Произведены пробные запуски. А также зафиксированы значения датчиков при помощи СОМ порта микроконтроллера.

3D модель разрабатывалась в «Autodesk Fusion».

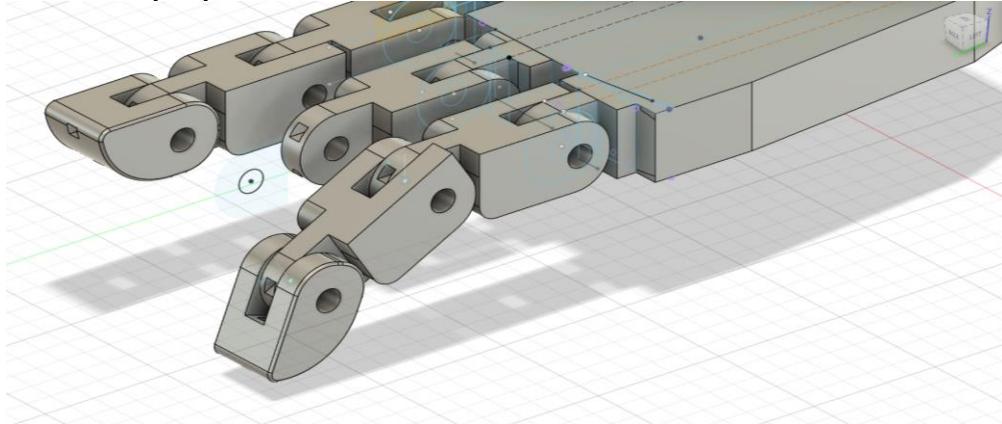


Рис. 4. Предварительная 3Д-модель

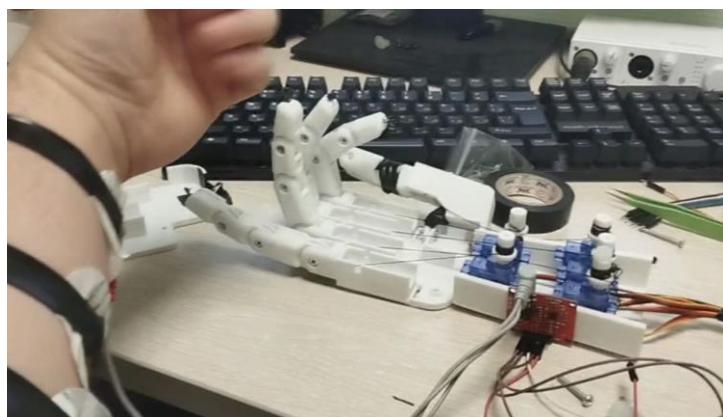


Рис. 5. Собранный прототип протеза

Пройдя все подготовительные этапы и тестирование схемы, можно прийти к выводу, что концепция имеет право на существование, хоть и с небольшими доработками.

В планах остается сборка прототипа в корпусе и полноценное тестирование в качестве протеза.

Для этого мы налаживаем сотрудничество с филиалом государственного фонда поддержки участников специальной военной операции «Зашитники Отечества» в Кемерове, что позволит выполнить тестирование и оптимизацию устройства среди целевой группы, проведение испытаний прототипа, выявление недостатков и внесение необходимых изменений.

Список литературы:

1. Разрабатываем бионический протез руки с нуля // habr.com. – URL: <https://habr.com/ru/articles/572146/> (дата обращения: 02.11.2025).

Информация об авторах:

Маноенко Геннадий Сергеевич, студент гр. ЭМт-221, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, trubaa266@gmail.com

Струкова Юлия Викторовна, преподаватель высшей квалификационной категории кафедры ТиМПО, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, strukovauv@kuzstu.ru