



УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

# Основы работы с Цифровой лабораторией в области нейротехнологий ViTronics Lab

Екатерина Машина

[Mashina.katherina@gmail.com](mailto:Mashina.katherina@gmail.com)

# Цифровая лаборатория в области нейротехнологий

- 6 сенсоров биосигналов человека;
- Методические пособия для проведения 11 лабораторных работ;
- Программное обеспечения для визуализации и анализа сигналов BiTronics Studio.

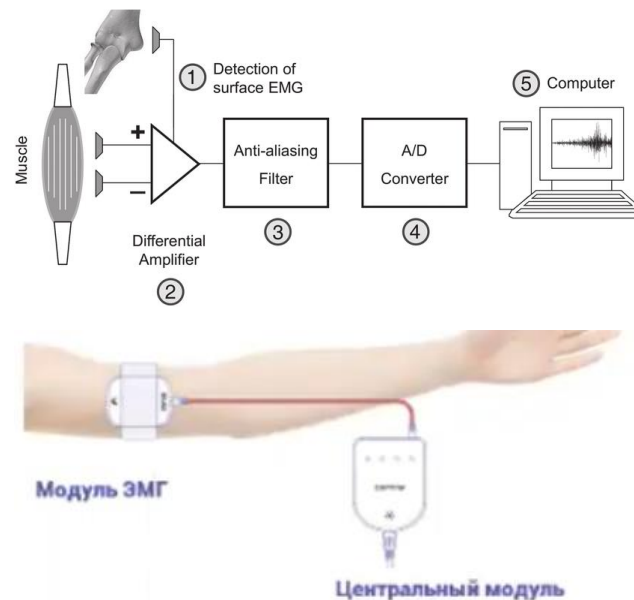
# Перечень сенсоров

- ✓ Электромиограммы (ЭМГ);
- ✓ Кожно-гальванической реакции (КГР);
- ✓ Оптической фотоплетизмограммы (пульс);
- ✓ Электрокардиограммы (ЭКГ);
- ✓ Электроэнцефалограммы (ЭЭГ)

# Модуль электромиограммы (ЭМГ)

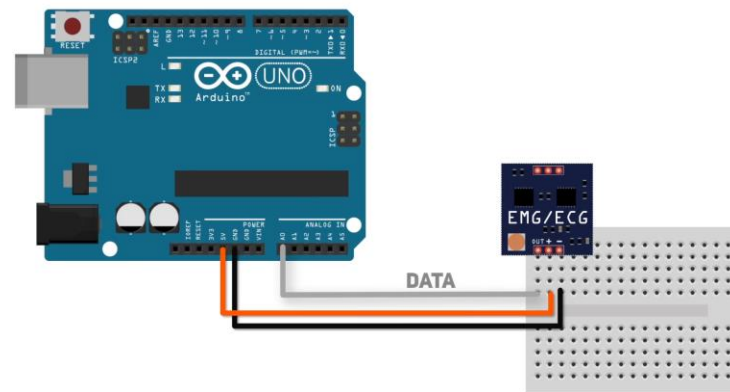
✓ **EMG Detector** - это мост, соединяющий тело человека и электронику, датчик собирает маленький сигнал мышц, затем обрабатывается с 2-м усилением и фильтром, выходной сигнал может быть распознан Arduino. Вы можете добавить этот сигнал в свою систему управления. Датчик не может использоваться в медицинских целях.

В режиме ожидания выходное напряжение составляет 1.5 В. При обнаружении мышечной активности выходной сигнал повышается, максимальное напряжение составляет 3.3 В.



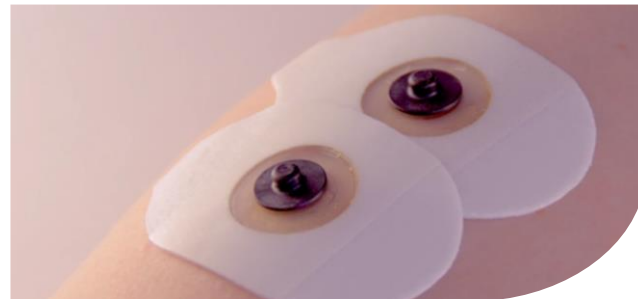
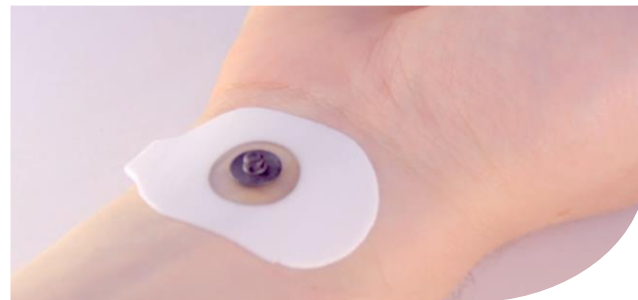
# Личный опыт работы с модулями ЭМГ

- ✓ Для начала необходимо собрать схему следующим образом:
  - На оранжевый провод будет подаваться напряжение в 5V;
  - Чёрный провод подключен к земле;
  - Вставим в макетную плату модуль ЭМГ таким образом, чтобы черный провод был соединен с минусом на модуле, а оранжевый со знаком плюс;
  - Белый провод подключим к выходу “out” и к аналоговому порту на плате “A0”.



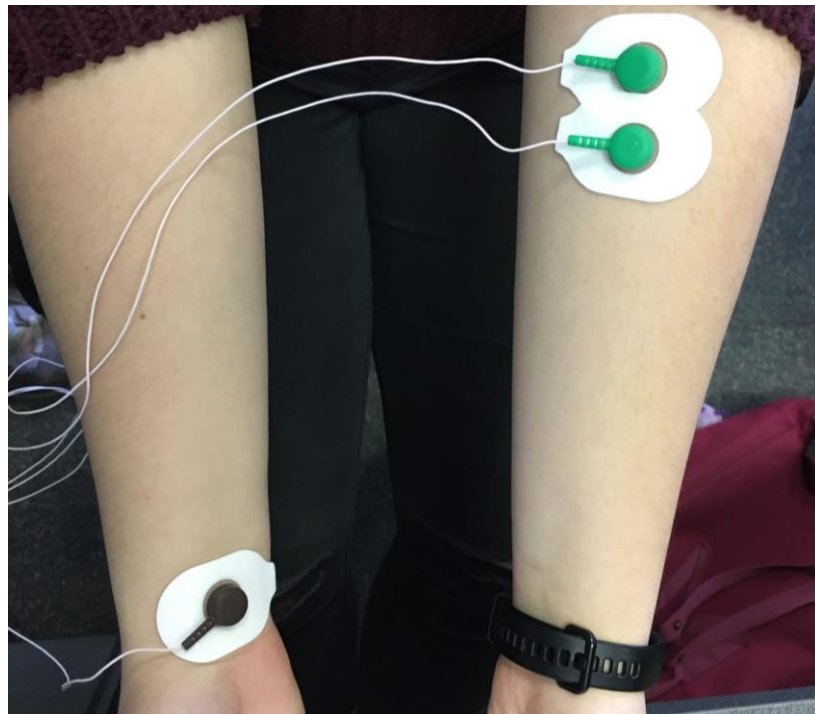
# Личный опыт работы с модулями ЭМГ

- ✓ Далее необходимо наклеить электроды для электрокардиограммы следующим образом:
- Один на участок руки, где нет мышц (например запястье)
  - Два других расположим над мышцей на другой руке как показано на картинке.



# Личный опыт работы с модулями ЭМГ

- ✓ Подключим две кнопки одинакового цвета к электродам на мышце, а третью к референсному электроду



# Личный опыт работы с модулями ЭМГ

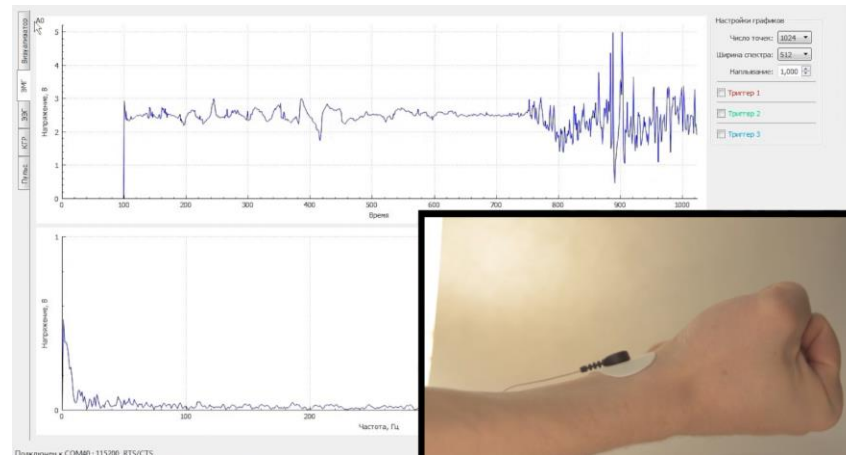
- ✓ Далее напишем и загрузим на Arduino-плату скетч для визуализации сигнала

```
1 void setup() {  
2 }  
3  
4 void loop() {  
5   Serial.write("A0");  
6   Serial.write(map(analogRead(A0), 0, 1023, 0, 255));  
7   delay(3);  
8 }
```



# Личный опыт работы с модулями ЭМГ

- ✓ Запустим визуализацию сигнала при помощи BiTronics Studio



# Модуль кожно-гальванической реакции (КГР)

- ✓ **Датчик КГР** - используется для считывания величины и амплитуды кожно-гальванической реакции человека. Измеряет электрическое сопротивление кожи, имеет фазическую и тоническую составляющую. Один из наиболее чувствительных и информативных датчиков. Четко фиксирует реакции опознания и активации ментальных репрезентаций. Амплитуда и величина реакции фиксируется в реальном времени и зависит от функционального состояния организма человека. Способ измерения - по Ферре. Тип датчика – электроды, имеющие специальное покрытие для исключения эффекта поляризации покрова. Ток в цепи измерения - 2 мкА. Рабочий диапазон 1 - 2048 кОм.



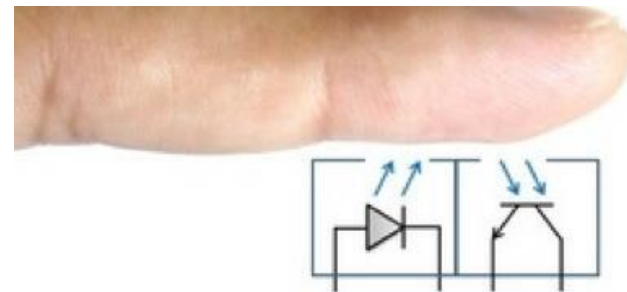
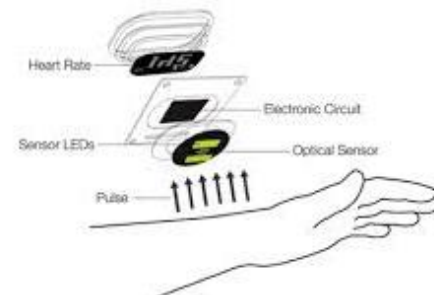
# Модуль кожно-гальванической реакции (КГР)

✓ Листинг кода для  
визуализации сигнала

```
1 #include <TimerOne.h>
2
3 void sendData() {
4     Serial.write("A0");
5     Serial.write(map(analogRead(A0), 0, 1023, 0, 255));
6 }
7
8 void setup() {
9     Timer1.initialize(3000);
10    Timer1.attachInterrupt(sendData);
11
12    Serial.begin(115200)
13 }
14
15 void loop() {
16
17 }
```

# Модуль оптической фотоплетизмограммы (пульс)

- ✓ **Датчик фотоплетизмограммы (ФПГ)** - считывает показатели сердечно-сосудистой деятельности человека. Тип датчика – оптопара. Коэффициент усиления – 1500. Автоматическая и ручная коррекция усиления в диапазоне 1 - 64. Съём информации с пальца кисти руки (отражение сигнала). В состоянии сильного эмоционального напряжения при предъявлении вербальных стимулов у человека значительно изменяется количество крови в сосудах конечностей. При каждом сердечном сокращении изменяется величина просветов и эластичность кровеносных сосудов и ряд других показателей. Этот датчик даёт возможность выявить целый комплекс изменений в организме, вызванных эмоциональным напряжением, и может служить надёжным индикатором их величины при проведении полиграфных проверок.



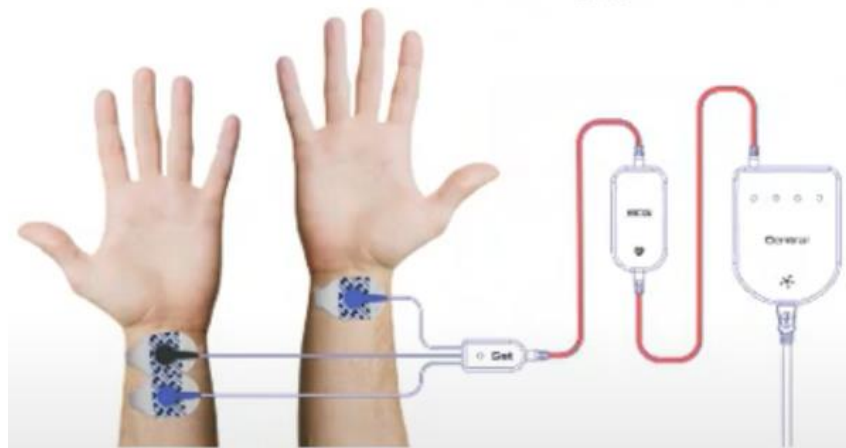
# Модуль оптической фотоплетизмограммы (пульс)

## ✓ Листинг кода для визуализации сигнала

```
1 // подключение библиотеки
2 #include <iarduino_SensorPulse.h>
3 // создание экземпляра объекта
4 // подключение к контакту A0
5 iarduino_SensorPulse Pulse(A0);
6
7 void setup() {
8   // запуск последовательного порта
9   Serial.begin(9600);
10  // запуск датчика пульса
11  Pulse.begin();
12 }
13
14 void loop() {
15   // если датчик подключен к пальцу
16   if(Pulse.check(ISP_VALID)==ISP_CONNECTED){
17     // печать аналогового сигнала
18     Serial.print(Pulse.check(ISP_ANALOG));
19     Serial.print(" ");
20     // печать значения пульса
21     Serial.print(Pulse.check(ISP_PULSE));
22     Serial.println();
23   }
24   else
25     Serial.println("error");
26
27 }
```

# Сенсор электрокардиограммы (ЭКГ)

- ✓ **Датчик ЭКГ** измеряет электросигналы сердца
- ✓ Датчик делает 2 измерения : темп сердца (биение в минуту) и напряжение (в мВ в сек.). Эти измерения записываются и показываются через компьютер или регистр данных, соединенный к датчику. Измерения темпа сердца и напряжения по умолчанию производятся со скоростью 200 выборок в секунду. Вы можете уменьшить степень выборки до 50 выборок в сек.; однако для лучших результатов, используйте скорость выборки по умолчанию.



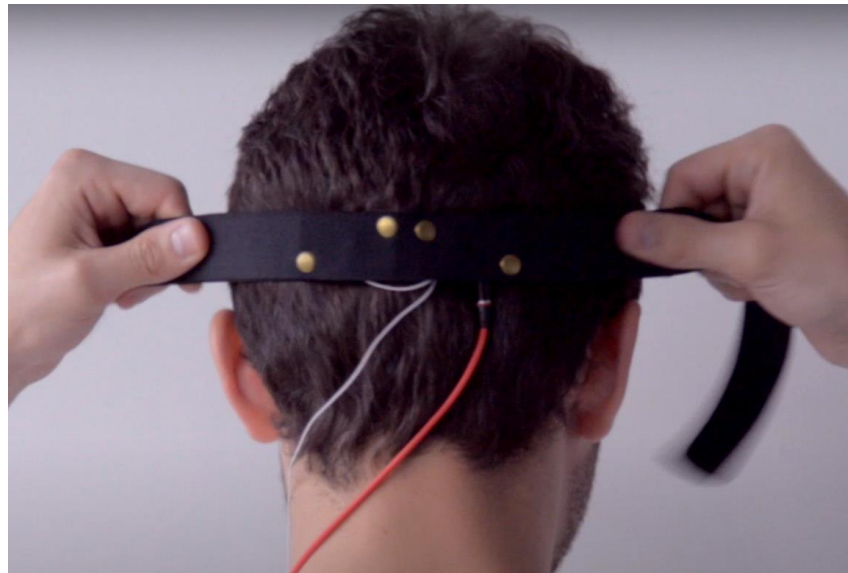
# Сенсор электрокардиограммы (ЭКГ)

## ✓ Листинг кода для визуализации сигнала

```
1 // выход Ардуино A0
2 int PulseSensorPurplePin = 0;
3 // светодиод на плате
4 int LED13 = 13;
5 int Signal;
6 // значение для данных сенсора, после которого подаётся сигнал
7 int Threshold = 550;
8 // зуммер
9 const byte dynPin = 2;
10
11 void setup() {
12   pinMode(LED13, OUTPUT);
13   Serial.begin(9600);
14   pinMode( dynPin, OUTPUT );
15 }
16
17 void loop(){
18   // чтение данных с сенсора
19   Signal = analogRead(PulseSensorPurplePin);
20   Serial.println(Signal);
21   if (Signal > Threshold){
22     // если значение выше "550", то сигнал на светодиод
23     digitalWrite(LED13, HIGH);
24     // если значение выше "550", то включение зуммера
25     digitalWrite(dynPin, HIGH );
26   } else {
27     digitalWrite(LED13, LOW);
28     digitalWrite(dynPin, LOW );
29   }
30   delay(10);
31 }
```

# Сенсор электроэнцефалограммы (ЭЭГ)

- ✓ Для регистрации **датчиком ЭЭГ** нужно некоторое количество электродов на голове, установленных в определенных точках, а также референциальный электрод(ы) и электрод заземления.
- ✓ Референтные электроды, классически, располагаются на мочках ушей, обозначаются Ref (R), но могут быть установлены и в другом месте, например на сосцевидных отростках за ушами, по средней линии, между Fz и Cz электродами (электроды, расположенные по средней линии, обозначаются индексом — «z», от «zero», т. е. Нулевой). Электроды, которые расположены в левом полушарии, принято обозначать нечетными цифрами, а в правом полушарии — четными. Обязательно наличие электрода заземления, который может располагаться в любом месте на голове (чаще всего устанавливают между Fp1 и Fp2 электродами на лбу, в точке Fpz).





# Сенсор электроэнцефалограммы (ЭЭГ)

✓ Листинг кода для  
визуализации сигнала

```
1 #include <TimerOne.h>
2
3 void sendData() {
4     Serial.write("A0");
5     Serial.write(map(analogRead(A0), 0, 1023, 0, 255));
6 }
7
8 void setup() {
9     Serial.begin(115200);
10
11     Timer1.initialize(3000);
12     Timer1.attachInterrupt(sendData);
13 }
14
15 void loop() {
16
17 }
```

# Возможные лабораторные работы с применением этого набора.

- ✓ ЭКГ и физическая нагрузка.
- ✓ Определение средней скорости распространения пульсовой волны.
- ✓ Влияние дыхания на нерегулярность сердечного ритма,
- ✓ Измерение АД методом Короткова.
- ✓ ЭМГ и сила сокращения мышц.
- ✓ Изучение усталости мышц с помощью ЭМГ.
- ✓ Исследование альфа- и бета-ритмов ЭЭГ.
- ✓ Влияние музыки на ритмы ЭЭГ.
- ✓ Кожно-гальваническая реакция и АНС.
- ✓ Определение частоты дыхания и физическая нагрузка.
- ✓ Взаимосвязь различных систем организма человека.

# Спасибо за внимание!

[www.ifmo.ru](http://www.ifmo.ru)

IT'sMO<sup>re</sup> than a  
UNIVERSITY