



# Проектная деятельность школьников

*Лекция - консультация*

**Утемесов Равиль Муратович,**  
доцент кафедры ОиЭФ ИЦТЭФ АлтГУ



# Разработка и создание установки для стабилометрических исследований

*Пример выполнения проекта*

**Утемесов Равиль Муратович,**  
доцент кафедры ОиЭФ ИЦТЭФ АлтГУ

## Цели и задачи

**Цель:** *(что хотите сделать)*

Разработка и создание установки для стабилметрических исследований

**Задачи:** *(подцели или шаги по достижению цели)*

- Провести обзор литературы по тематике работы
- Изучить принципы проектирования стабилметрических платформ
- Подобрать необходимые компоненты для будущего прибора
- Разработать уникальную прошивку на основе микроконтроллера AT328
- Произвести сбор компонентов и настройку оборудования
- Произвести пробные измерения

## **Актуальность**

**(научная новизна, практическая значимость)**  
*(зачем это делать)*

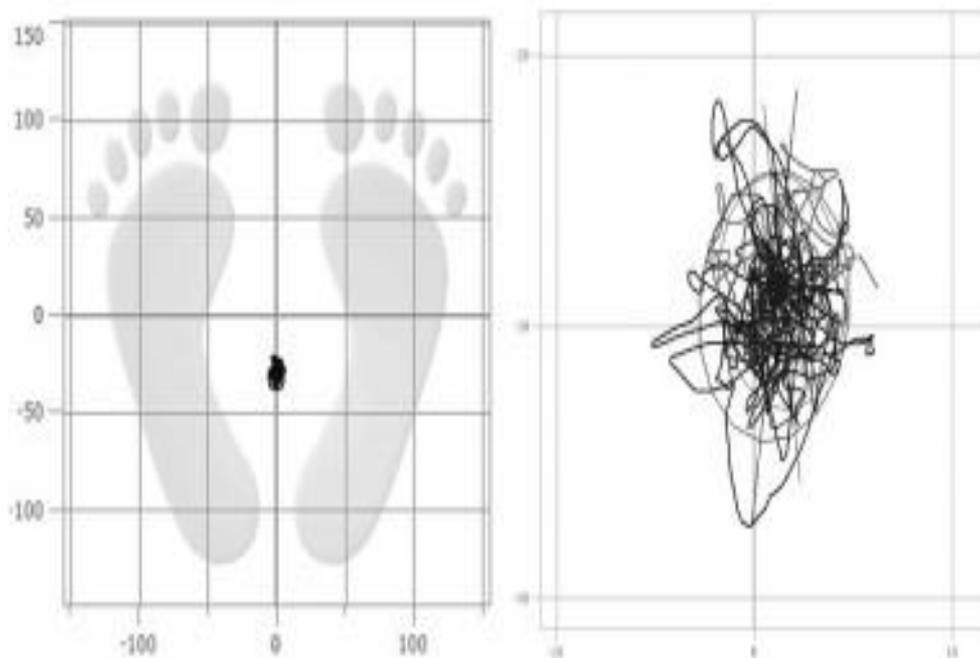
Медицинский физик – принципиально важная для развития российской медицины специальность. Требования к профессии предполагают сочетание физико-математического образования и медицинской подготовки высокого уровня. Важнейшей составляющей этой подготовки медицинских физиков является создание современного физического практикума, ориентированного на изучение физических основ различных медицинских методов. Кроме этого, изучение устройства и принципа действия медицинских установок при выполнении лабораторных работ обеспечивает формирование системы практических умений по использованию современных технологий для решения широкого спектра задач в области эксплуатации и проектирования медицинского оборудования и аппаратуры.

Таким образом, разработка и создание лабораторной установки для стабилметрических исследований, безусловно, является актуальной.

# Стабилометрия

*(что уже сделано до Вас, обзор литературы)*

**Стабилометрия** — способ количественного исследования характеристик управления позой у человека, на основе измерения координат центра тяжести в плоскости опоры, осуществляемый с помощью стабиллоплатформы.

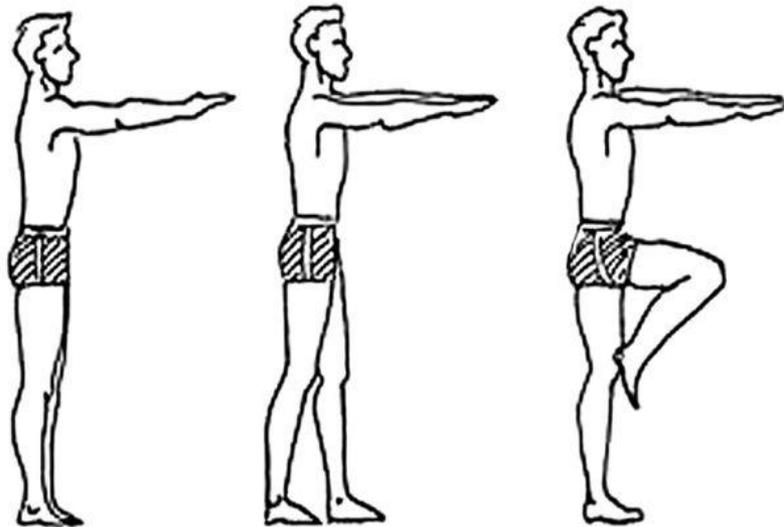


*Рис.1 – Пример статокинезиограммы*

## Проба Ромберга

*(что уже сделано до Вас, обзор литературы)*

Пациенту предлагается встать вертикально, плотно прижать стопы друг к другу, при этом вытянуть руки вперед и в сторону при закрытых глазах. При этом врач должен произвести визуальную оценку положения тела пациента и его способность поддерживать тело в таком состоянии.

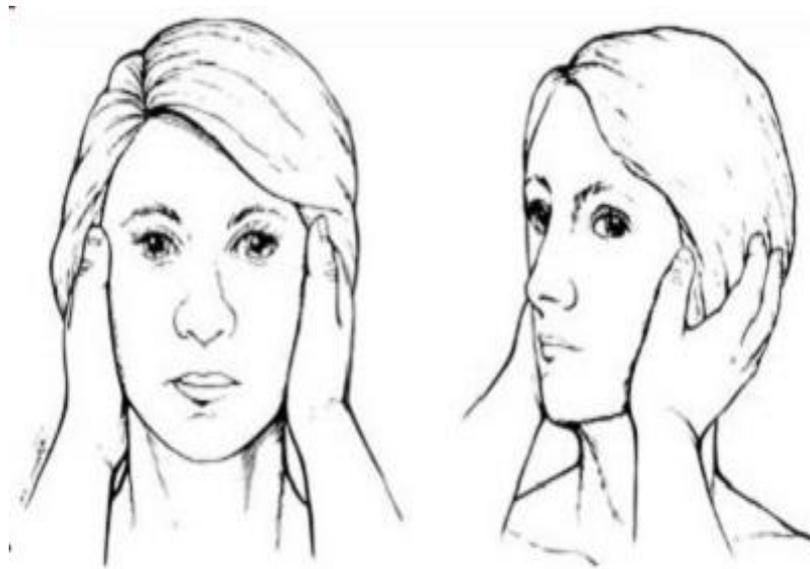


*Рисунок 2 – Проба Ромберга*

## **Проба с поворотом головы**

*(что уже сделано до Вас, обзор литературы)*

Пациента просят сфокусировать свой взгляд на переносице врача, который стоит перед ним. Далее врач берётся двумя руками за голову пациента и быстро поворачивает его голову, то в одну, то в другую сторону, на угол от пятнадцати до двадцати градусов. При повороте головы глаза пациента должны остаться смотреть на переносицу.



*Рисунок 3 – Проба Хальмаги*

## Стабилоплатформы

*(что уже сделано до Вас, обзор литературы)*

Существуют несколько видов вычисления давления которое действует на угол платформы, посредством разных систем управлений таких как:

- гидравлические

Состоят из нескольких гидравлических приводов в которые залита специальная жидкость для приведения его в действие

- пневмотические

Состоят из параллельного манипулятора, приводимого в движение шестью линейными актуаторами.

- электромеханические

Состоят из фиксированных к платформе силоизмерительных датчиков, которые являются также элементами опоры.

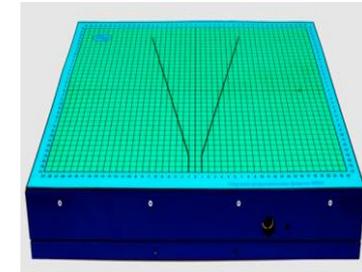


Рис 4 – МБН Стабило



Рис 5 - Платформа Стюарта



Рис 6 - Платформа ST-150<sub>8</sub>

# Разработка и характеристики прибора (что сделали Вы, что при этом использовали)

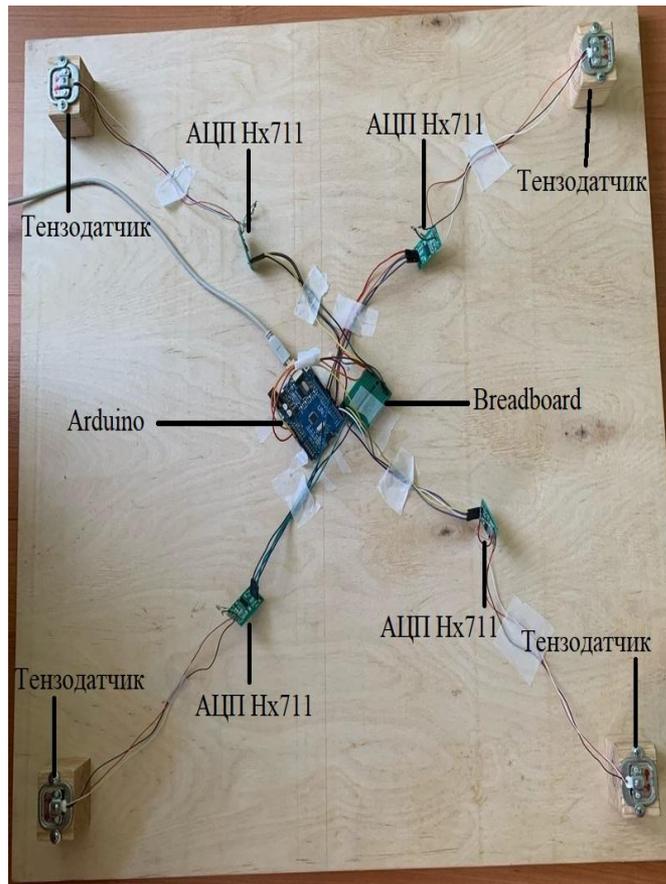


Рис 7 – Стабилометрическая установка, вид снизу

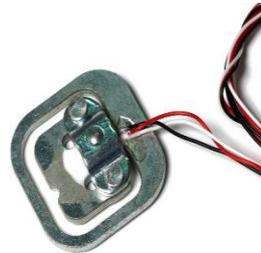


Рис 8 – Тензодатчик

## Характеристики тензодатчика 50кг:

- Напряжение питания: 5В;
- Диапазон рабочих температур: -10...+50 градусов Цельсия;
- Максимальный измеряемый вес: 50 кг;
- Комплексная ошибка: 0,2 %;
- Размеры устройства: 34 мм \* 34 мм;



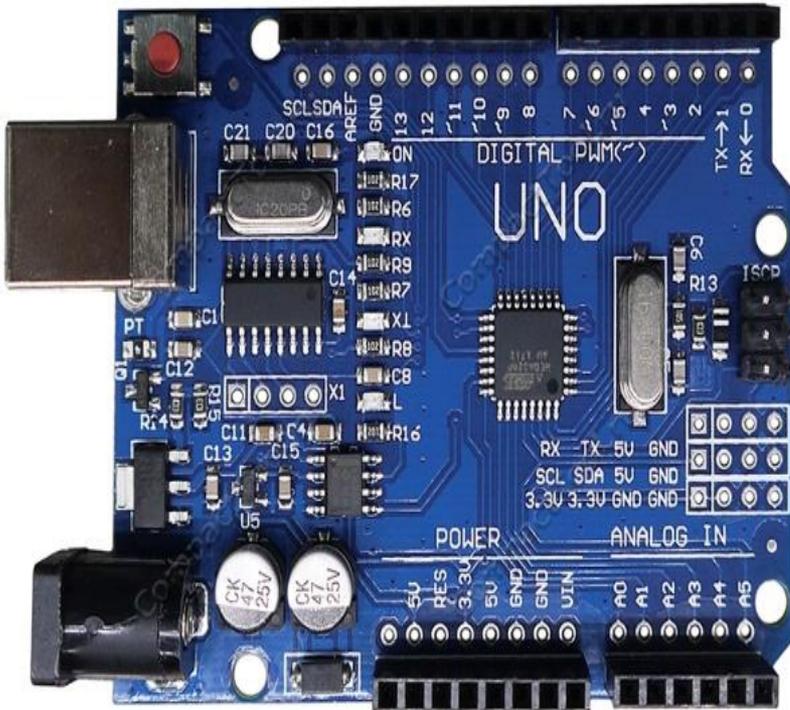
Рис 9 - Стабилометрическая установка, вид сверху

## Характеристики платформы:

- Фанера 70x70x2см
- Ножки 5x3x4 см

# Разработка и характеристики прибора

*(что сделали Вы, что при этом использовали)*



## Характеристики Arduino Uno R3 :

- Входное напряжение (рекомендуемое): 7-12 В.
- Цифровые порты ввода/вывода: 14 портов.
- Аналоговые порты ввода: 6 портов.
- ОЗУ (SRAM): 2 Кб, ПЗУ (EEPROM): 1 Кб.
- Тактовая частота: 16 МГц.
- Поддержка USB интерфейса и питания.
- 69 мм x 53 мм

*Рис 10 - Arduino Uno R3*

# Разработка и характеристики прибора

*(что сделали Вы, что при этом использовали)*

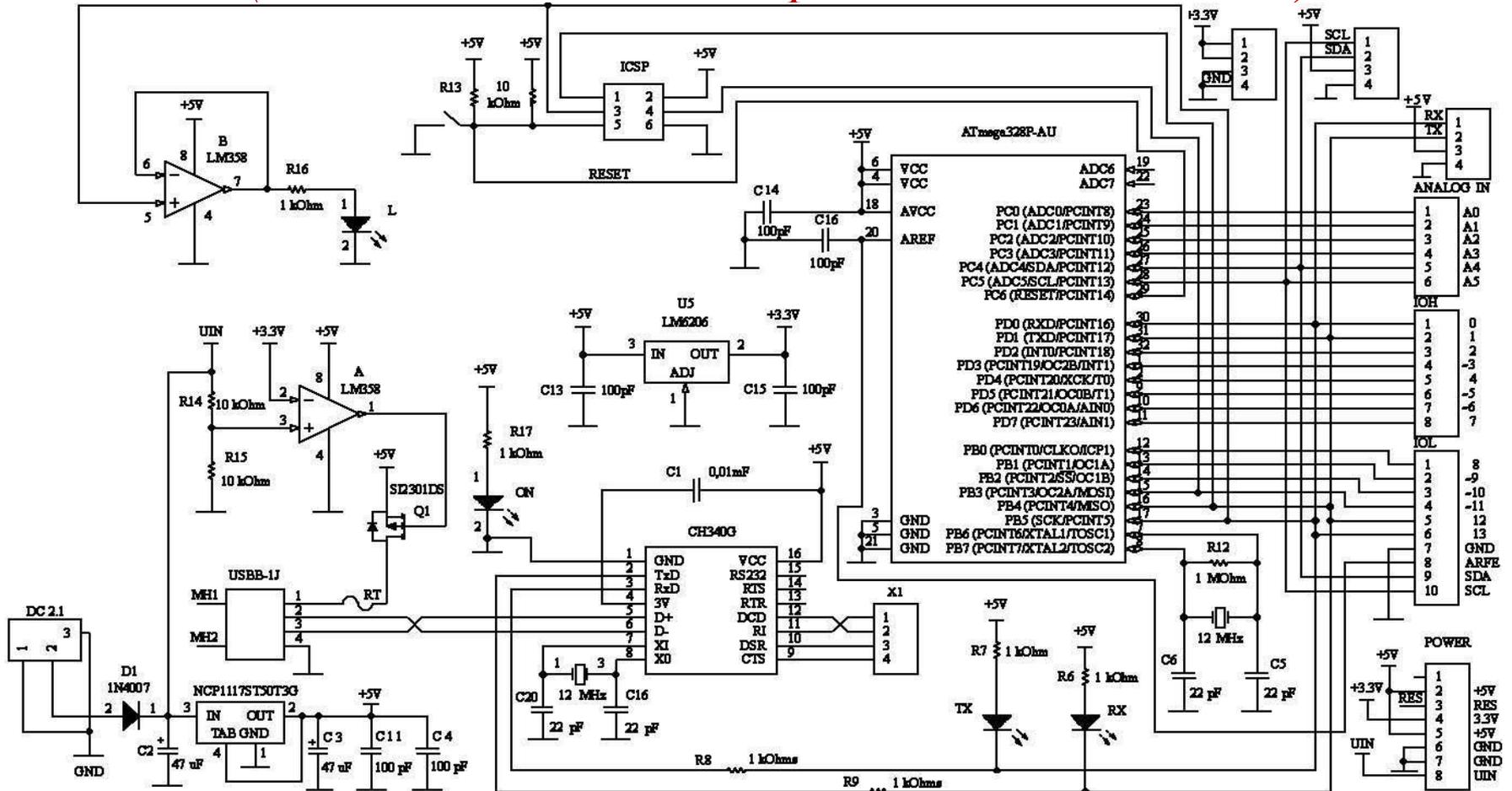
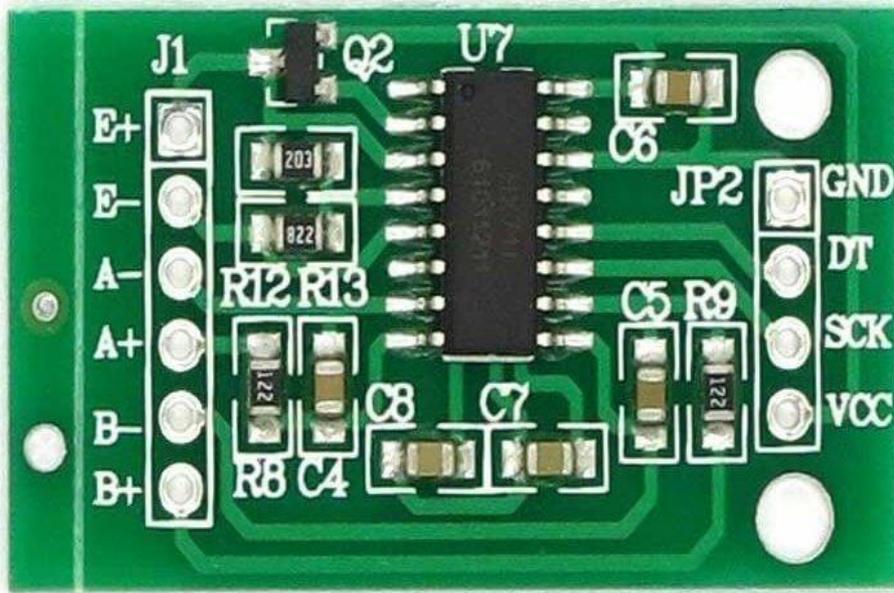


Рис 11 – Электросхема Arduino Uno R3

## Разработка и характеристики прибора (что сделали Вы, что при этом использовали)



### Характеристики АЦП Нх711:

- Рабочее напряжение – 5 В
- Каналов для подключения тензодатчиков – 2
- Коэффициент усиления – 32, 64, 128
- Разрядность АЦП – 24 бит
- Частота измерений – 80 Гц
- Рабочая температура – -40 – 85 °С
- Размеры: 38x21x10 мм

Рис 12 – АЦП Нх711

## Разработка и характеристики прибора (что сделали Вы, что при этом использовали)

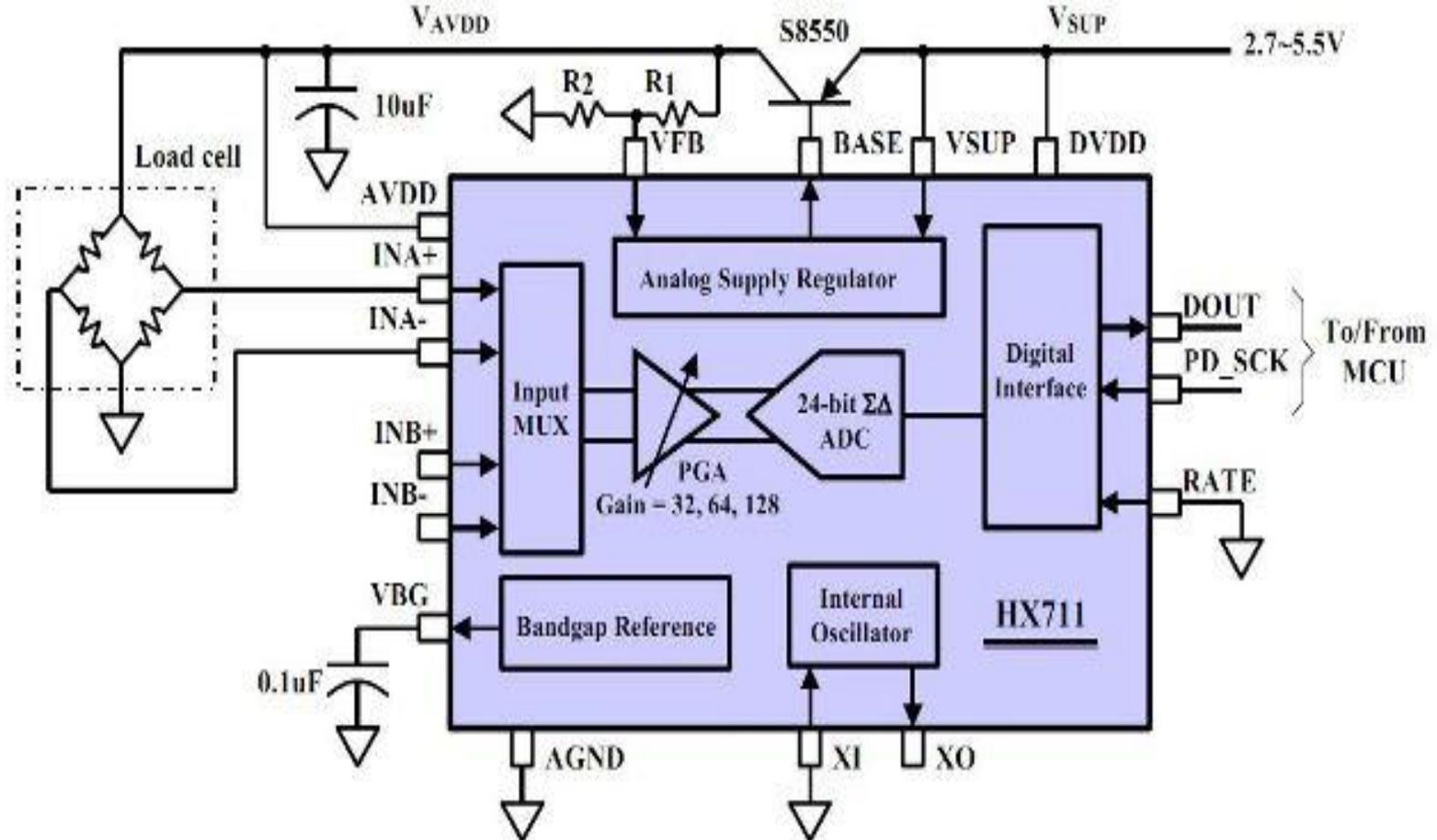


Рис 13 – Электросхема АЦП Hx711

## Разработка прибора

*(что сделали Вы, что при этом использовали)*

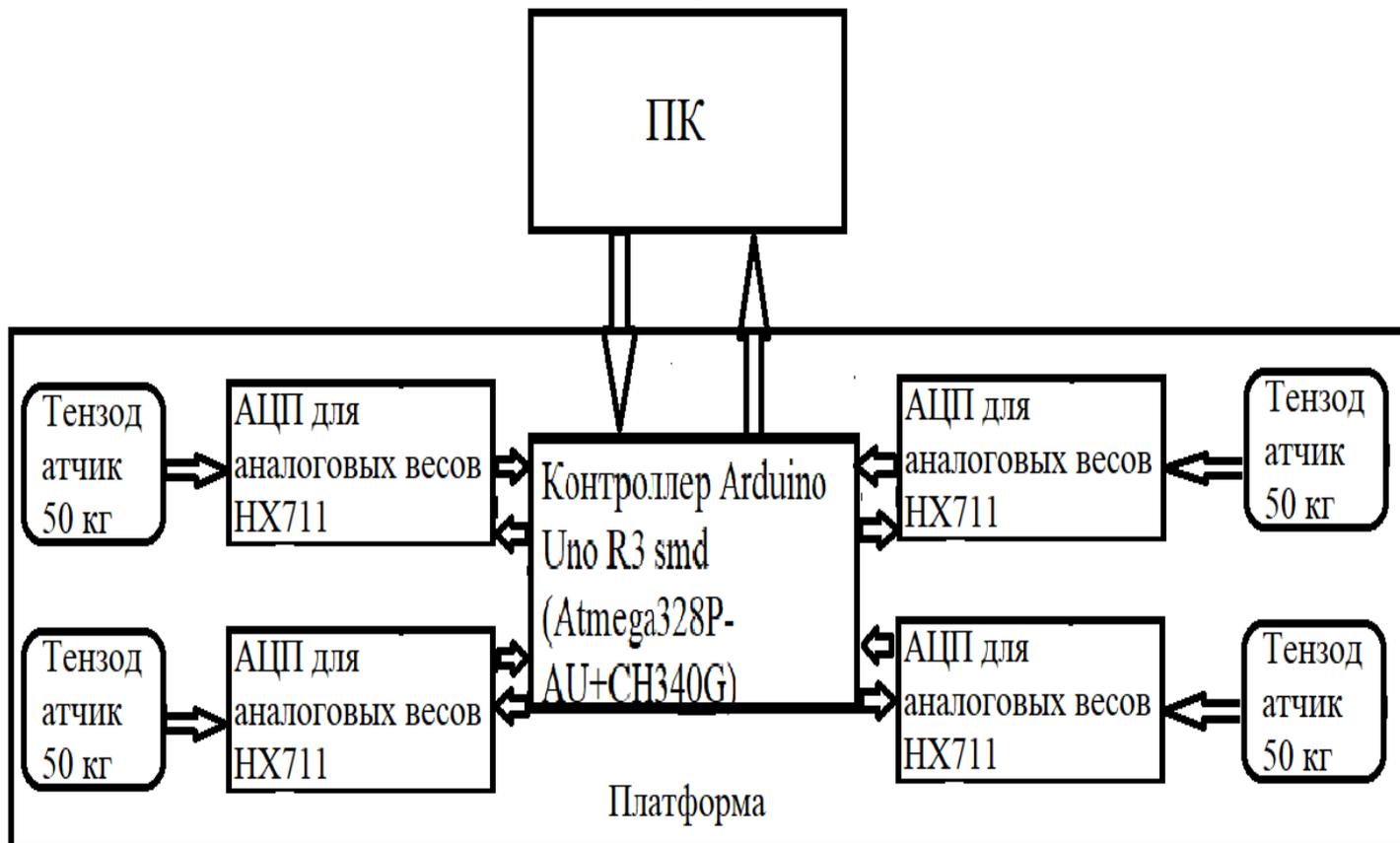


Рис 14 – Структурная схема устройства

## Разработка прибора

*(что сделали Вы, что при этом использовали)*

Величина тока в мосте Уитстона определяется величиной разности сопротивлений: чем больше разница, тем больше протекает ток; и если разность сопротивлений изменяется, то изменяется и величина электрического потока. Схема моста Уитстона имеет два плеча сопротивления, каждое из которых содержит два резистора. Третья ветвь цепи - это соединение между двумя параллельными ветвями. Эта третья ветвь называется мостом.

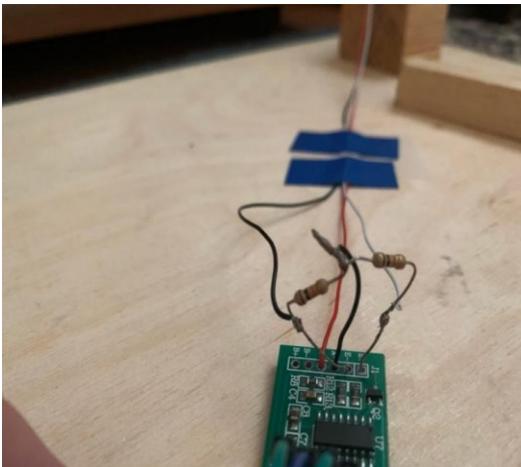


Рис 15 – Модуль АЦП  
соединенный с тензодатчиком

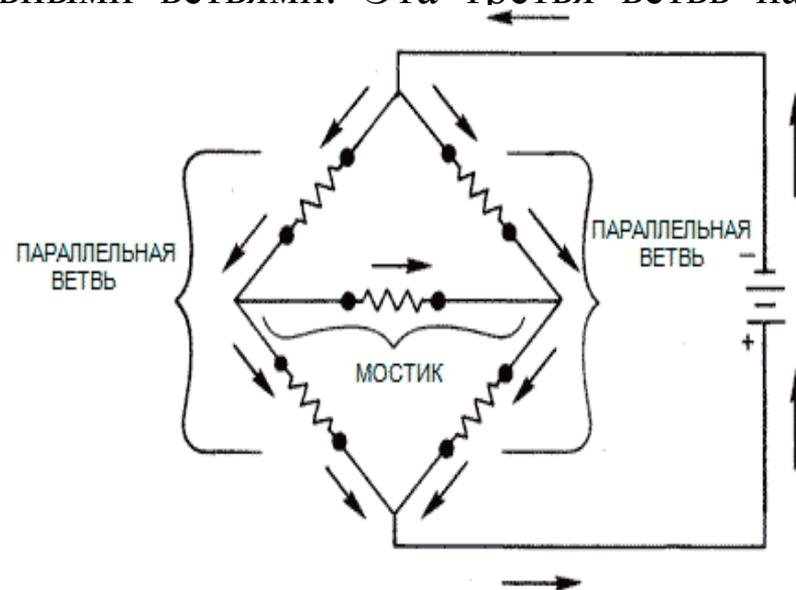


Рис 16 – Принципиальная  
схема моста Уитстона

## Основной исполняемый код (что сделали Вы, что при этом использовали)

```
vesi-gotovo | Arduino 1.8.12
Файл Правка Скетч Инструменты Помощь

vesi-gotovo $
#include <NXP711.h> //подключение библиотеки
const int sizearr = 4; // задаём количество элементов массива
NXP711 arr[sizearr] {NXP711(3, 2, -2.16, 64), NXP711(5, 4, -3.16, 64),NXP711(7, 6, -2.16, 64), NXP711(9, 8, -2.16, 64)}; // объявление массива |
void SetValue(bool IsReset) //функция для вывода данных элементов массива
{
  for(int i = 0; i < sizearr; i++) //цикл для вывода данных элементов массива
  {
    if(IsReset) //обнуление в void setup
      arr[i].tare(); // обнуление элементов массива
    else
    {
      int j=i+1; //присваивание датчику номеру
      Serial.print(j); //вывод номера датчика в монитор порта
      Serial.print(" one reading:\t"); //вывод надписи
      Serial.println(arr[i].get_units(), 1); //вывод первого значения с каждого датчика
    }
  }
}
void setup() // функция которая запускается при первом запуске программы
{
  Serial.begin(38400); //задает скорость передачи данных в бит/с
  Serial.println("LABEL,Timer,1 tenzo,2 tenzo,3 tenzo,4 tenzo"); // вывод названий колонок в Excel
  SetValue(true); //вызов функции для обнуления веса
}
void loop() //функция которая будет выполняться всё время пока запущена программа
{
  Serial.println( (String) "DATA,TIMER," + arr[0].get_units() + "," + arr[1].get_units() + "," + arr[2].get_units() + "," + arr[3].get_units()); //вывод значений в Excel
  delay(1000); // задержка
}

Arduino Uno на COM3
21:57
02.06.2020
```

Рис 17 – Среда разработки Arduino IDE

# Интерфейс вспомогательной программы (что сделали Вы, что при этом использовали)

- 1) Используемый вход для USB
- 2) Скорость передачи данных в бит/с
- 3) Подключение к монитору порта
- 4) Остановка считывания из монитора порта
- 5) Статус считывания
- 6) Используется для установки кода и установления значения какого вам нужно
- 7) Возможность повторять переподключение уже найденным значениям
- 8) Сброс таймера
- 9) Отчистить столбцы
- 10) Дебугер
- 11) Имя файла для отправки

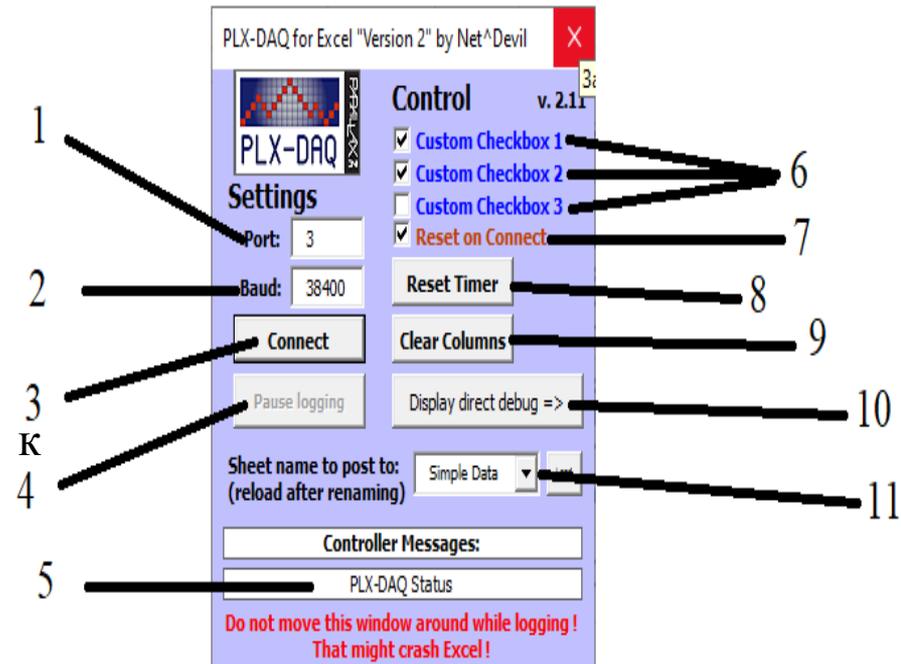
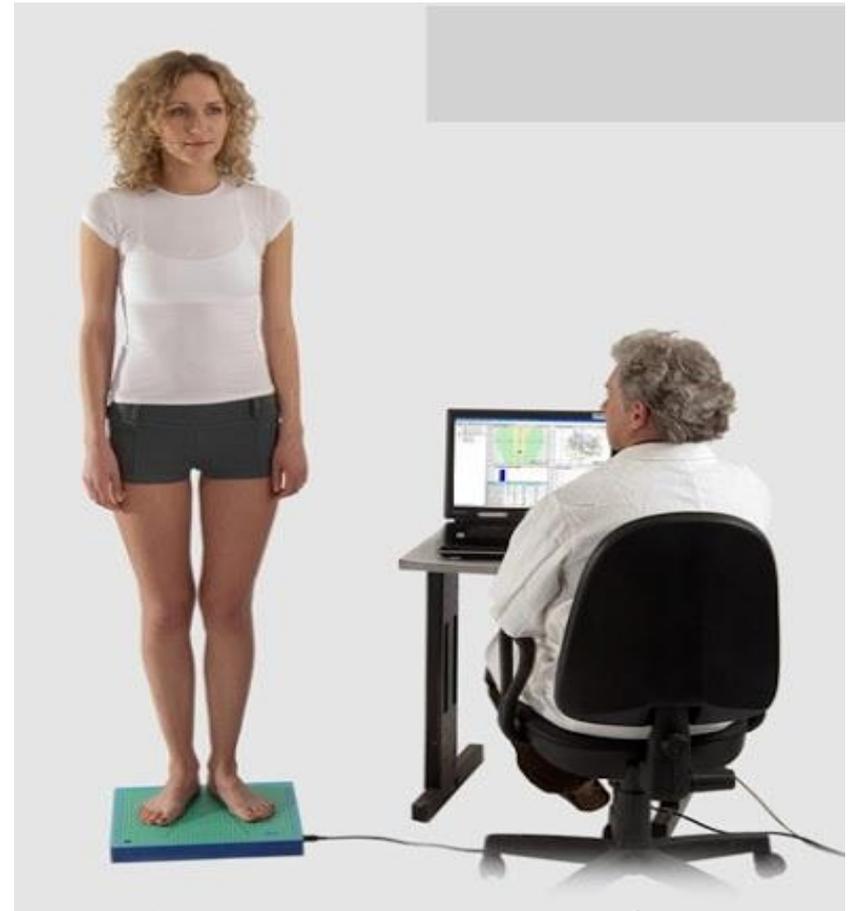


Рис 18 – Макрос PLX-DAQ v2

## Методика эксперимента (что сделали Вы, что при этом использовали)

- 1) Подключаем Arduino к ПК
- 2) Запускаем приложение Arduino IDE
- 3) Загружаем скетч
- 4) Запускаем монитор порта
- 5) Пациент встаёт на платформу
- 6) Получаем значения с датчиков
- 7) Строим статокнезиограмму



*Рис 19 – Пациент на стабилометрической платформе*

# Определение центра давления на стабилоплатформе

*(что сделали Вы, что при этом использовали)*

Центр давления - это проекция центра тяжести человека на плоскость стабилометрической платформы.

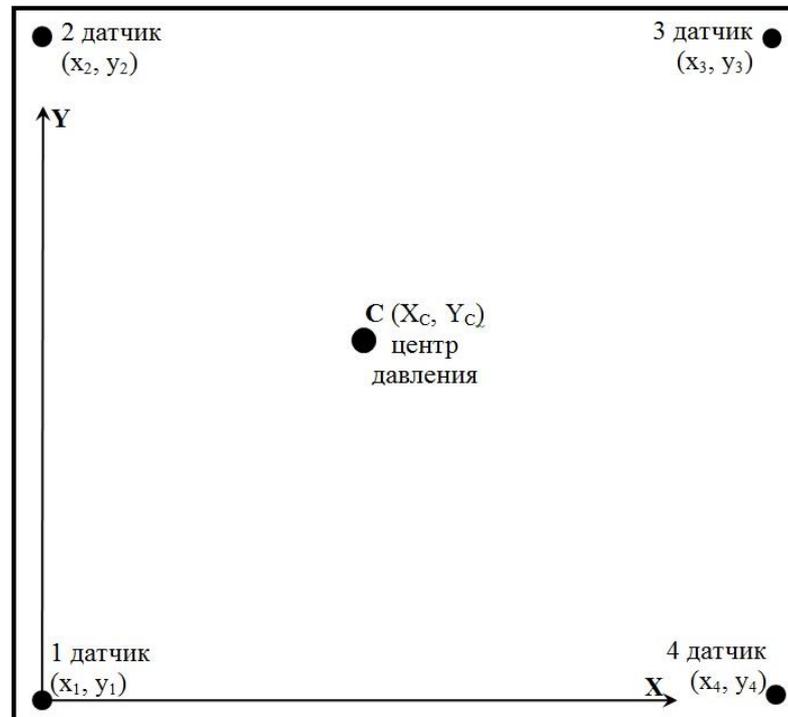


Рис 20 – Физическая модель стабилоплатформы

# Данные эксперимента

*(что сделали Вы, что при этом использовали)*

$$G = P_1 + P_2 + P_3 + P_4$$

Пациент №1      Таблица 1 - Полученные данные

Timer, с	1 tenzo, гр	2 tenzo, гр	3 tenzo, гр	4 tenzo, гр	G, гр	X	Y
11,436	20854,4	12335,6	18651,6	18579,6	70421,2	30,136	25,082
12,438	20241,2	12358,4	19324,4	18611,6	70535,6	30,656	25,603
13,442	21212,4	12468	18720	18276,8	70677,2	29,837	25,153
14,443	20577,2	12470,8	18758	18779,6	70585,6	30,313	25,218
15,446	20877,6	12554,8	18500	18699,6	70632	30,020	25,061

$$X_i = \frac{P_3 \cdot x_3 + P_4 \cdot x_4}{G}$$

Пациент №2      Таблица 2 – Полученные данные

Timer, с	1 tenzo, гр	2 tenzo, гр	3 tenzo, гр	4 tenzo, гр	G, гр	X	Y
10,438	25852,78	23282,28	24756,94	18336,57	92228,57	26,633	29,690
11,438	25066,2	23246,52	23285,65	17487,5	89085,87	26,088	29,773
12,445	25694,91	24138,61	22207,41	19267,13	91308,06	25,891	28,932
13,445	25311,57	24101,9	22500	17814,35	89727,82	25,610	29,604
14,445	25986,57	23925,32	22574,07	17552,31	90038,27	25,403	29,437

$$Y_i = \frac{P_2 \cdot y_2 + P_3 \cdot y_3}{G}$$

G-вес пациента

Пациент №3      Таблица 3 – Полученные данные

Timer, с	1 tenzo, гр	2 tenzo, гр	3 tenzo, гр	4 tenzo, гр	G, гр	X	Y
15,453	22077,78	18202,21	21787,04	22621,29	84688,32	29,889	26,915
16,453	22223,15	18657,28	21183,79	22725,92	84790,14	29,518	26,783
17,453	22118,98	18145,89	21391,2	22160,65	83816,72	29,618	26,887
18,461	22062,04	18165,19	21288,89	22318,98	83835,1	29,649	26,825
19,461	23288,89	18169,94	20849,54	22004,17	84312,54	28,972	26,379

$P_{1,..,4}$  – вес полученный с одного тензодатчика

$x_{1,..,4}, y_{1,..,4}$  – расстояние между датчиками

$X_i, Y_i$  – данные полученные на осях

# Статокинезиограммы

*(что сделали Вы, что при этом использовали)*

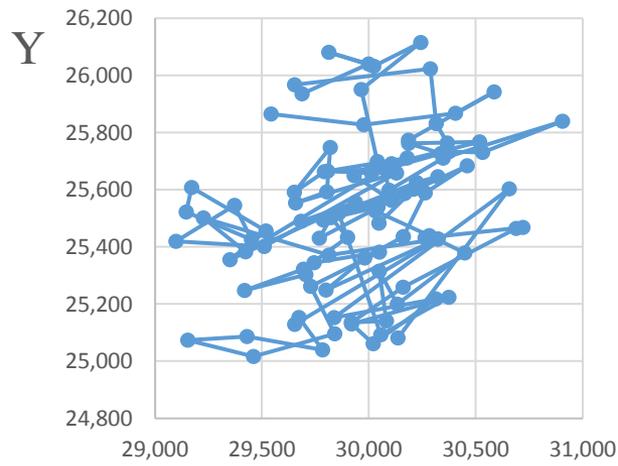


График 1 –  
Статокинезиограмма  
пациент №1

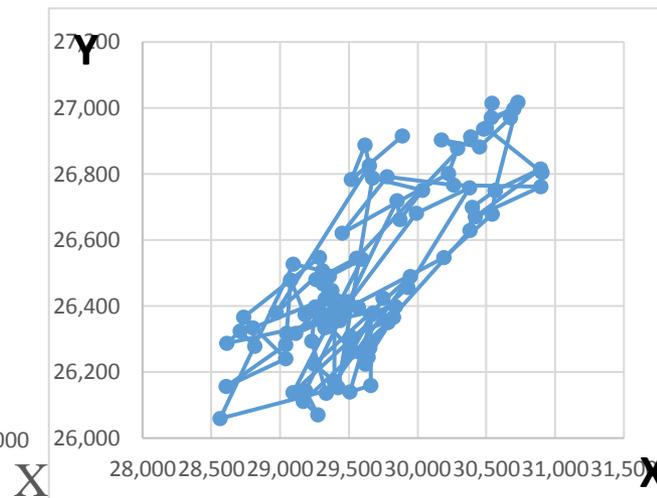


График 3 –  
Статокинезиограмма  
пациент №3

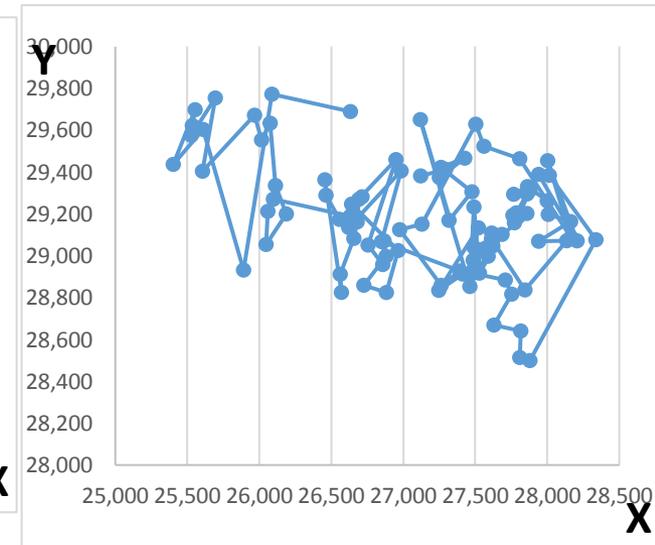


График 2 –  
Статокинезиограмма  
пациент №2

## Вывод

*(что сделано. Должен соответствовать целям и задачам)*

- Проведен анализ литературы по тематике работы.
- Разработана и создана установка для стабилметрических измерений.
- Разработана методика проведения эксперимента.
- Проведены пробные измерения, показавшие работоспособность созданной установки.
- Полученный результат схож с медицинской энциклопедической нормой.
- Проведены измерения трёх пациентов, на основе результатов измерений были построены статокинезиограммы. Исходя из их отклонения от центра тяжести, все значения пациентов находятся в пределах нормы (0-35%)

## Список литературы

1. <http://arduino.ru/>
2. <http://mypractic.ru/>
3. <https://arduinomaster.ru/>
4. <https://tixer.ru/>
5. <https://3d-diy.ru/>

## Список литературы

- Гроховский С.С., Кубряк О.В. Метрологическое обеспечение стабилметрических исследований // Медицинская техника. 2014. №4. - С. 22-24.
- 2. Мураенко А.А. Мониторинг состояния человека на основе анализа биодинамических данных, полученных со стабилметрической платформы // Математика и ее приложения: фундаментальные проблемы науки и техники: сборник трудов всероссийской конференции. Барнаул, 24-26 ноября, 2015. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2015. – С. 284-287.
- 3. Соммер У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freeduino. – СПб: БХВ–Петербург, 2012. – 156 с.
- 4. Шишов О.В. Проектирование аналого-цифровых контрольно-управляющих микропроцессорных систем. – Саранск: Типография «Красный Октябрь», 2001. – 116 с.
- 5. Тензодатчик: принцип работы, устройство, типы, схемы подключения. URL: <https://www.asutpp.ru/tenzodatchik.html>. Дата обращения: 24.05.2020.
- 6. Скворцов, Д. В. Стабилметрическое исследование: краткое руководство. – М.: Маска, 2010. – 176 с.
- 7. Кручинин П.А. Механические модели в стабилметрии // Российский журнал биомеханики. 2014. Т. 18, № 2: - С. 184-193.



# ИНСТИТУТ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ЭЛЕКТРОНИКИ И ФИЗИКИ

Алтайский государственный университет

Via scientiarum

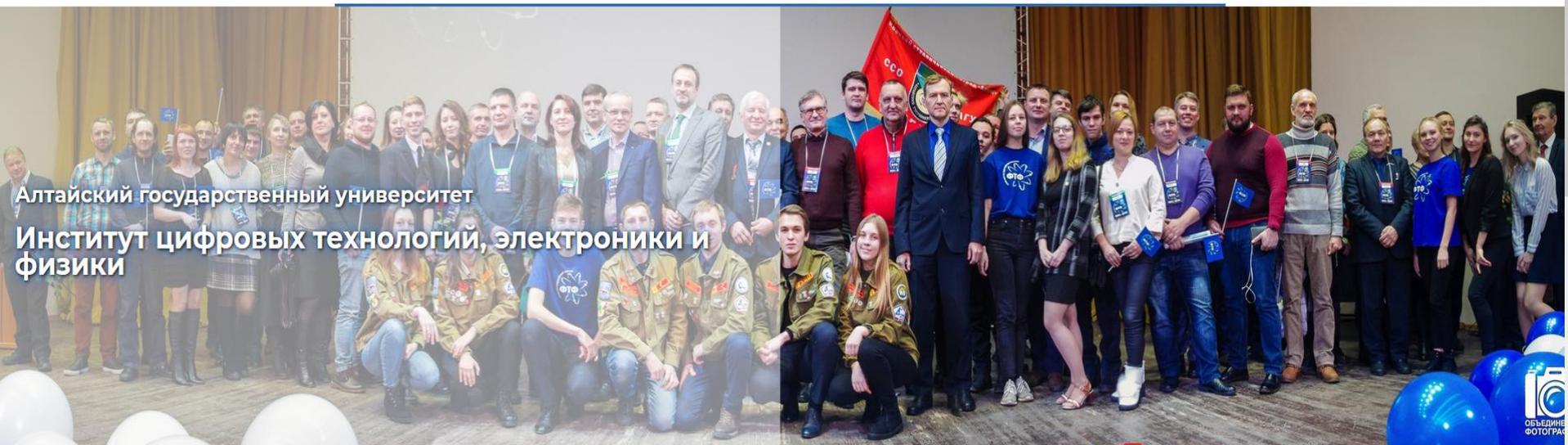
## http://phys.asu.ru/



ИЦТЭФ

ОБ ИНСТИТУТЕ АБИТУРИЕНТАМ СТУДЕНТАМ НАУКА ПАРТНЕРЫ ДПО

Поиск...



[Дистанционное обучение](#)

[Контакты](#)

[Документы](#)

[Задать вопрос?](#)

[Школьникам](#)

## НОВОСТИ





***Благодарю  
за внимание!***

***Желаю успешного выполнения  
проектов!***

**Утемесов Равиль Муратович**  
доцент кафедры ОиЭФ ИЦТЭФ АлтГУ  
+7-960-944-65-45

**[utemesov.ravil@phys.asu.ru](mailto:utemesov.ravil@phys.asu.ru)**