

ПЕДАГОГИКА

Тихонов Владимир Федорович

канд. пед. наук, доцент

ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный

университет им. И.Н. Ульянова»

г. Чебоксары, Чувашская Республика

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА СЕРИИ ARDUINO

В ОБУЧЕНИИ ТЕХНИКЕ ПРЫЖКОВ

В ДЛИНУ С МЕСТА

***Аннотация:** в статье обосновывается идея о том, что прыжок в длину с места является зачетным упражнением в учебной программе по физической культуре, а также входит в комплекс ГТО. Однако не все студенты способны выполнить нормативы из-за низкой физической и технической подготовленности. В связи с этим актуальным является вопрос разработки недорогого электронного комплекса для создания дополнительных управляющих воздействий при обучении и тренировке техники прыжка в длину с места у студентов. В работе применялся метод акселерометрии для определения модельных показателей в прыжке в длину с места. Разработана программа для микроконтроллера серии Arduino для создания управляющих воздействий при обучении и тренировке прыжка в длину с места.*

***Ключевые слова:** прыжок в длину, Arduino, акселерометрия, программа для управляющего воздействия.*

Целью нашей работы является определение возможности применения доступного в учебном процессе электронного комплекса на основе микроконтроллера серии Arduino для создания дополнительных управляющих воздействий в обучении и тренировке техники прыжка в длину с места у студентов.

Задачи:

1. На основе микроконтроллера серии Arduino создать электронный комплекс минимальной стоимости с использованием датчика акселерометра и беспроводной передачи данных в компьютер.
2. Определить значения вертикальной, продольной и поперечной составляющих ускорения движения общего центра тяжести (ОЦТ) в прыжке в длину с места.
3. Разработать программу для микроконтроллера, в котором устанавливаются пороги ускорений по осям и подачи звукового сигнала с целью создания управляющего воздействия на технику прыжка в длину с места.

Методы исследования. Для исследования динамических показателей физических упражнений используются различные методы и приборы. Это – динамометрические площадки (регистрация вертикальной горизонтальной и продольной составляющих реакции опоры), динамометры (измерение силы), акселерометры (определение ускорения кинематических звеньев тела человека) [2; 3].

Обзор интернет-сайтов показал, что стоимость самого простого комплекса для исследования биомеханики физических упражнений составляет порядка 600–700 тысяч рублей. Как альтернативный вариант приборам таких известных фирм, как Kistler, Vernier, Neulog и др. мы выбрали распространенную микроконтроллерную плату серии Arduino [4]. Эта плата использовалась нами для связи датчика ускорения (акселерометра) с компьютером с помощью беспроводной связи Bluetooth HC-05B. В качестве датчика динамических показателей ускорения туловища испытуемого мы выбрали акселерометр ADXL 345, который позволяет программно регулировать пределы измерения ускорений: $\pm 2g$, $\pm 4g$, $\pm 6g$, $\pm 8g$ и $\pm 16g$. Для графического представления поперечных (a_x), продольных (a_y) и вертикальных (a_z) составляющих ускорения, мы выбрали свободную для некоммерческого использования программу StampPlot [5].

Одним из самых информативных показателей в прыжках является перемещение общего центра тяжести тела (ОЦТ) [2]. Поэтому в качестве точки прикрепления акселерометра мы выбрали середину поясницы, как самой близкой к

ОЦТ. Акселерометр, микроконтроллер и батарейка «Крона» в специальной коробочке закреплялись на поясе (на ремне).

В качестве испытуемых были выбраны две группы студентов. В первой группе – 8 студентов «отличников», прыгающих в длину с места более 2,50 метра. Во второй группе – 8 студентов «троечников», прыгающих в длину менее 2,30 метра. Испытания проводились в зимнем семестре в спортивном зале в течение восьми занятий.

Результаты исследования. Из литературных источников известно, что при несовершенной технике двигательных действий для человека характерны избыточные движения по второстепенным направлениям [1].

Мы обнаружили, что в прыжках в длину с места наиболее информативным показателем оказалось соотношение вертикальной составляющей (a_z) к продольной составляющей (a_y) ускорения ОЦТ в момент отрыва от поверхности. Для «отличников» характерно соотношение $a_z/a_y > 1$. Этим соотношением задается высота траектории прыжка. Перегрузка при приземлении после прыжка у «отличников» не более $3,5 \pm 0,2$ g при дальности прыжка более 2,50 м (рис. 1).

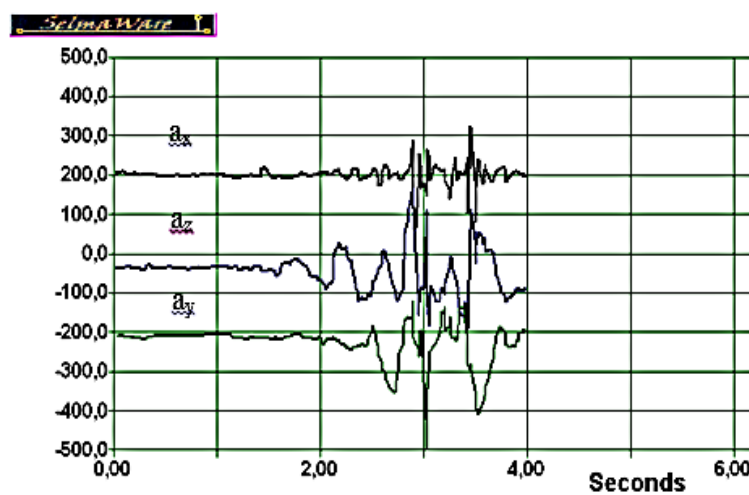


Рис. 1. Прыжок «отличника» М – ва (результат 2,50 м)

У «троечников» пиковые значения вертикальной перегрузки доходят до значений $5,0 \pm 0,5$ g при длине прыжка 2,30 м (рис. 2).

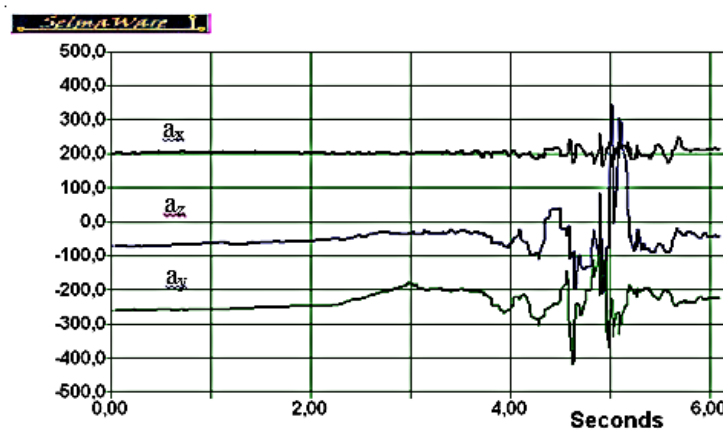


Рис. 2. Прыжок «троечника» П – ва (результат 2,30 м)

Для «троечников» характерно $a_z/a_y < 1$, при котором студент, увеличивая усилие в продольном направлении, снижает вертикальную составляющую ускорения и снижает высоту прыжка (траекторию ОЦТ). Соответственно уменьшается дальность прыжка.

Практическое применение. С целью создания управляющего воздействия в прыжках в длину с целью ограничения вертикальной составляющей ускорения ОЦТ была разработана программа – скетч (sketch) для микроконтроллера Arduino. Данная программа является свободной для всех пользователей.

```
#include <Wire.h>

#define DEVICE1 (0x53) //ADXL345 device address

#define TO_READ (6) //num of bytes we are going to read each time (two bytes
for each axis)

byte buff[TO_READ] ; //6 bytes buffer for saving data read from the device
char str [512]; //string buffer to transform data before sending it to the serial port
int Speaker=7;

void setup()
{
  pinMode (Speaker, OUTPUT);
  Wire.begin (); // join i2c bus (address optional for master)
  Serial.begin (9600); // start serial for output
  //Turning on the ADXL345
```

```

writeTo (DEVICE1, 0x2D, 0);
writeTo (DEVICE1, 0x31, 0x02);
writeTo (DEVICE1, 0x2D, 16);
writeTo (DEVICE1, 0x2D, 8);
}
void loop()
{
int regAddress = 0x32; //first axis-acceleration-data register on the ADXL345
int x, y, z;
readFrom(DEVICE1, regAddress, TO_READ, buff); //read the acceleration data
from the ADXL345

//each axis reading comes in 10 bit resolution, ie 2 bytes. Least Significat Byte
first!!

//thus we are coverting both bytes in to one int
x = (((int)buff[1]) << 8) | buff[0];
x=x+200;
y = (((int)buff[3])<< 8) | buff[2];
y=(y+100) * -1;
z = (((int)buff[5]) << 8) | buff[4];
z=z-200;
if (y > 240)
{
tone(Speaker, 550, 200);// Здесь подается звуковой сигнал при превышении
значения y > 240 (y=240 на графике программы StampPlot соответствует  $a_z = 3.5$ 
g)
}

//we send the x y z values as a string to the serial port
//sprintf(str, «%d %d %d», x, y, z);
Serial.print(x, DEC);
Serial.print(«,»);

```

```
Serial.print(y, DEC);
Serial.print(«,»);
Serial.println(z, DEC);
//It appears that delay is needed in order not to clog the port
delay(2);
}
//----- Functions
//Writes val to address register on device
void writeTo(int device, byte address, byte val) {
Wire.beginTransmission(device); //start transmission to device
Wire.write(address); // send register address
Wire.write(val); // send value to write
Wire.endTransmission(); //end transmission
}
//reads num bytes starting from address register on device in to buff array
void readFrom(int device, byte address, int num, byte buff[]) {
Wire.beginTransmission(device); //start transmission to device
Wire.write(address); //nds address to read from
Wire.endTransmission(); //end transmission
Wire.beginTransmission(device); //start transmission to device
Wire.requestFrom(device, num); // request 6 bytes from device
int i = 0;
while(Wire.available()) //device may send less than requested (abnormal)
{
buff[i] = Wire.read(); // receive a byte
i++;
}
Wire.endTransmission(); //end transmission
}
```

В данной программе выставляется необходимое пороговое значение вертикальной составляющей перегрузки. Превышение значения установленного порога (например, 3,5 g) при приземлении после прыжка вызывает звуковой сигнал. Студент может выдерживать такой режим отталкивания и приземления после прыжка, при котором не будет звуковых сигналов. В данной программе можно установить любые пороги значений поперечных (a_x), продольных (a_y) и вертикальных (a_z) составляющих ускорения для срабатывания звукового сигнала о превышении заданного уровня всех составляющих ускорения ОЦТ.

Выводы:

1. Стоимость измерительного комплекса на основе микроконтроллера серии Arduino, акселерометра ADXL 345, Bluetooth HC-05B и источника звука BUZZER составил порядка 2500 рублей.

2. У слабо подготовленных студентов, по сравнению с «отличниками», наблюдается недостаточное значение при отталкивании и избыточные значения при приземлении вертикальной составляющей ускорения ОЦТ (a_z).

3. Нами определены следующие показатели вертикальной составляющей ускорения ОЦТ в прыжке в длину с места отношение $a_z/a_y > 1$ характерно для «отличников» и $a_z/a_y < 1$ – для «троечников». Перегрузка 3,5 g является оптимальным уровнем вертикальной составляющей ускорения ОЦТ при приземлении.

4. Разработанная программа для микроконтроллера позволяет создавать управляющие воздействия, с помощью которых оптимизируется вертикальная составляющая ускорения в прыжке в длину с места.

Список литературы

1. Бернштейн Н.А. Биомеханика и физиология движений: избр. психол. тр. / Н.А. Бернштейн. – 2-е изд. – М., Воронеж: МПСИ, МОДЭК, 2004. – 687 с.
2. Донской Д.Д. Биомеханика: Учеб. для ин-тов физ. культ. / Д.Д. Донской, В.М. Зациорский. – М.: Физкультура и спорт, 1979. – 264 с.
3. Фарфель В.С. Управление движениями в спорте / В.С. Фарфель. – 2-е изд., стереотип. – М.: Советский спорт, 2011. – 202 с.

4. Arduino [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.arduino.cc/> (дата обращения: 20.09.2015).

5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://stampplot-pro.software.informer.com/download/> (дата обращения: 20.09.2015).