

Изучение скатывания шара с помощью ПЭВМ

Майер Р.В.

Глазовский государственный педагогический институт, Глазов

Экспериментальная установка для изучения скатывания по наклонной плоскости состоит из шарика 1 и двух металлических наклонных направляющих 2 длиной 1,2 м, подключенных к LPT—порту ПЭВМ (11 и 25 выходы) (рис.1.1). На одной направляющей лежит полоска бумаги 3, на которую ставят шарик перед запуском. При качении направляющие замыкаются, и компьютер определяет время скатывания. Чтобы исключить влияние дребезга контакта, используют конденсатор С емкостью 2 мкФ и резистор R сопротивлением 430 ом; кроме того в программе за одно прохождение цикла производится не один, а несколько опросов LPT—порта.

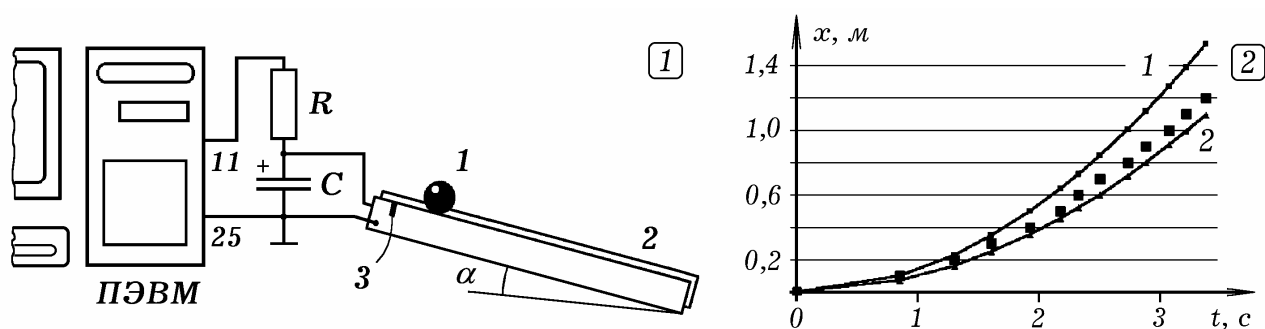


Рис. 1. Экспериментальная установка и получающиеся графики.

Параметры используемого компьютера: Intel Celeron, 366 МГц, операционная система Windows 98 SE. Программа для измерения времени замыкания направляющих написана на языке Pascal, ее текст приведен ниже:

```
uses crt; var time,x1,x2,x3,x4,x5,x6,x7,x8,t : integer;
BEGIN clrscr; writeln('Ожидание'); time:=10;
  Repeat until (KeyPressed)or(port[889]=255);
  Repeat  x1:=port[889]; delay(time); x2:=port[889]; delay(time);
          x3:=port[889]; delay(time); x4:=port[889]; delay(time);
          x5:=port[889]; delay(time); x6:=port[889]; delay(time);
          x7:=port[889]; delay(time); x8:=port[889];
  if (x1 <> 127)or(x2 <> 127)or(x3 <> 127)or(x4 <> 127)or(x5 <> 127)or(x6 <> 127)or
```

```
(x7<>127)or(x8<>127) then begin t:=t+1; writeln('Время замыкания t=', t); end;
until KeyPressed; ReadKey;
END.
```

Запускают программу, на полоску бумаги устанавливают шар, затем его отпускают. Время замыкания направляющих выводится на экран в условных единицах времени. Чтобы перевести результат в секунды, необходимо отградуировать получившийся электронный секундомер с помощью механического секундомера.

По закону сохранения энергии:

$$mgx \sin \alpha = \frac{mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + \frac{2}{5}mR^2 \frac{\omega^2}{2} = mv^2(0,5 + 0,2) = 0,7mv^2,$$

где $I = 0,4mR^2$ — момент инерции шара, $\omega = v/R$ — его угловая скорость, $x \sin \alpha = h$ — высота точки запуска шара, x — его начальная координата. Потенциальная энергия переходит в кинетическую энергию движения центра масс и кинетическую энергию вращения шара. При этом ускорение центра масс шара $a_1 = g \sin \alpha / 1,4$. Если шар не вращается, а скользит без трения, то вся потенциальная энергия переходит в кинетическую энергию поступательного движения. Ускорение шара при скольжении больше: $a_2 = g \sin \alpha$.

На рис. 1.2 представлены две теоретические кривые, соответствующие скольжению (график 1) и скатыванию (график 2) шарика, а также проставлены экспериментальные точки, полученные в результате измерений. В данном случае угол равен $1,6^0$, ускорение скатывания шарика $0,19 \text{ м/с}^2$, а ускорение скольжения $0,27 \text{ м/с}^2$. За счет вращения время скатывания шара больше времени скольжения. Рассмотренный эксперимент может быть использован на лабораторных занятиях по физике.

1. Web-сайт: <http://maier-rv.glazov.net> (электронный ресурс).