

## **Лабораторная работа №3**

### **Исследование равнопеременного движения.**

#### **Цели работы**

- Изучить движение падающего и отскакивающего от пола баскетбольного мяча с помощью датчика расстояния.
- Построить по данным, полученным с помощью КПК, график зависимости координаты тела от времени.
- Определить ускорение свободного падения баскетбольного мяча.

#### **Теоретическое введение**

В лабораторной работе мы будем изучать наиболее часто встречающийся вид движения с постоянным ускорением, которое называется свободным падением. Это движение опытным путем первый изучал великий итальянский ученый Галилео Галилей (1564-1642).

Наблюдая падение различных тел (пушечное ядро, мушкетная пуля) со знаменитой наклонной Пизанской башни, Галилей доказал, что Земной шар всем телам сообщает одинаковое ускорение. Это ускорение называют *ускорением свободного падения*. Это ускорение направлено всегда вертикально вниз и равно на широте Москвы  $g=9.82 \text{ м/с}^2$

При падении тел в воздухе на их движение влияет сопротивление воздуха, поэтому ускорение тел может отличаться от  $g$ . Но когда движутся достаточно массивные тела с небольшими скоростями (баскетбольный мяч, камень и т.п.), сопротивление воздуха влияет на их движение незначительно. Для легких тел типа пушинки сопротивление воздуха существенно и при малых скоростях.

Движение с постоянным ускорением описывается кинематическими уравнениями движения. Проекция кинематического уравнения на ось  $Y$  имеет вид

$$Y(t)=y_0+v_{0y}t+a_y t^2/2 \quad (1)$$

, где  $y$ - координата тела по оси  $Y$  в данный момент времени,  $y_0$ -начальная координата тела по оси  $Y$ ,  $v_{0y}$  – проекция начальной скорости тела на ось  $y$ ,  $a_y$ - проекция ускорения на ось  $y$ . При равнопеременном движении график зависимости координаты от времени представляет собой параболу. Если знак проекции ускорения на выбранную ось положительный, то ветви параболы направлены вверх. В случае, если проекция ускорения имеет отрицательный знак, то ветви параболы направлены вниз.

Так как датчик расстояния направлен вниз на прыгающий мяч, то воображаемая ось направлена также как ускорение свободного падения, поэтому ветви параболы полученного графика будут направлены вверх.

Примерный график показан на рис.1.

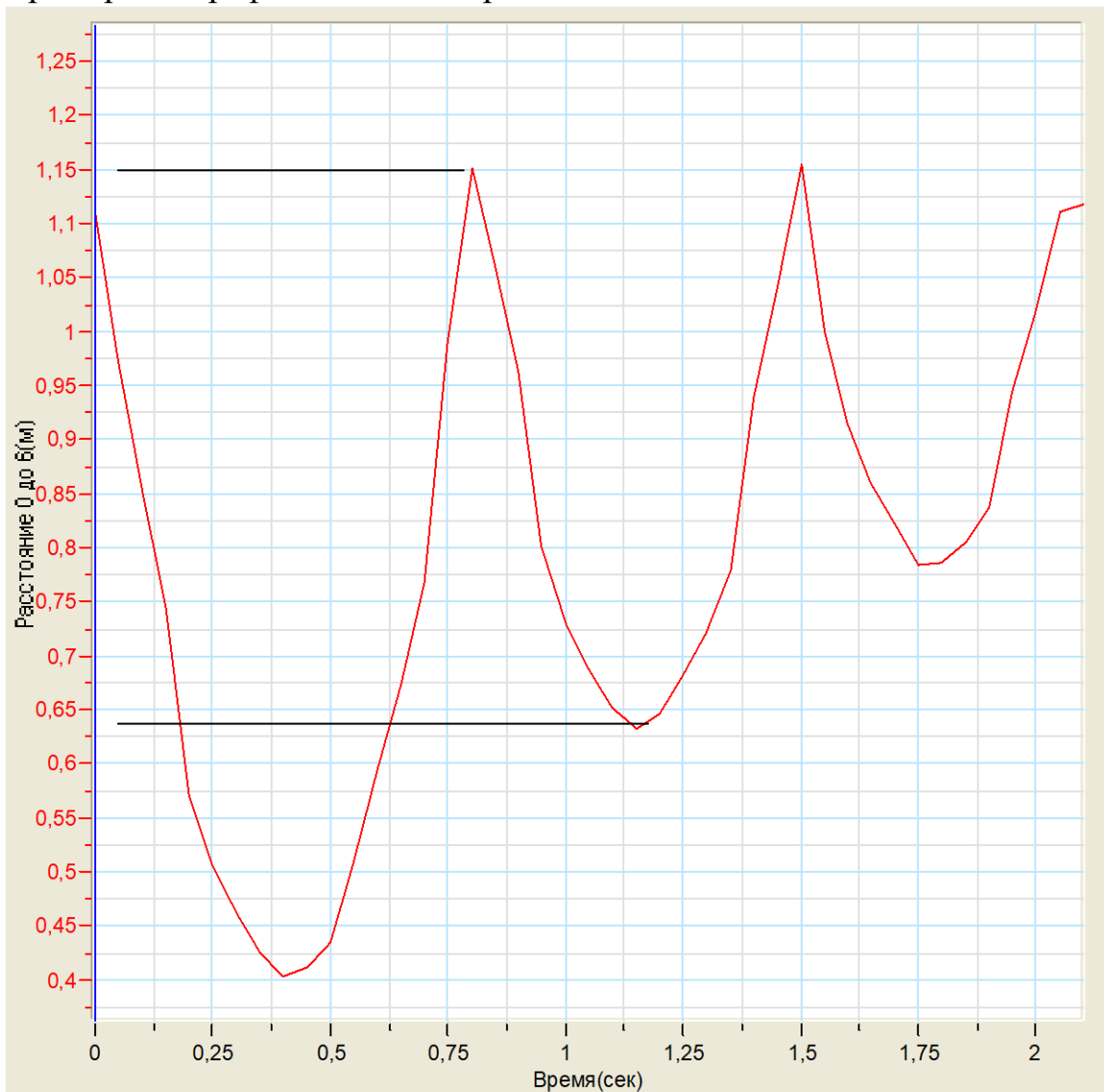
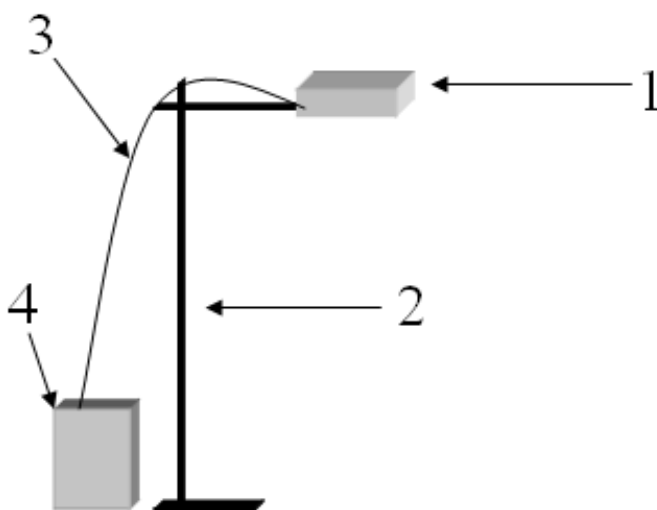


Рис.1



Способ расчета  $g$  заключается в использовании кинематического уравнения движения при падении тела с высоты  $H$  без начальной скорости. В момент падения мяча на пол, будет выполняться кинематическое уравнение вида:

$$H = gt^2/2. \quad (2)$$

Так как на построенном (с помощью данных эксперимента) графике можно установить  $H = Y_{max} - Y_{min}$

Рис.2

время отражается в таблице данных, то можно посчитать ускорение свободного падения с помощью приведенной формулы (2).  
Выше приведен рисунок 2 со схемой установки, на фотографии внизу лабораторная установка в классе.



### ***Оборудование***

- Датчик расстояния ЦЛ «Архимед» (1)
- Штатив (2)
- Интерфейсный кабель (3)
- Регистратор Nova (4)
- Баскетбольный мяч (5)

В ходе эксперимента баскетбольный мяч свободно падает ( без начальной скорости) с высоты 1.5 м от пола. Для определения положения тела используется датчик расстояния. Датчик расстояния посылает ультразвуковой импульс, который отражается от поверхности тела, после чего происходит регистрация отраженного сигнала. Расстояние от датчика до

тела рассчитывается путем измерения интервала времени, необходимого для прохождения импульса к телу и обратно и такой расчет происходит программно в датчике расстояния

Внимание! Датчик расстояния должен находиться в начале свободного падения мяча на расстоянии не менее 40см от него.

**Порядок выполнения работы:**

1. Отпустите мяч свободно падать на пол и проведите эксперимент, в ходе которого мяч ударится о пол минимум три раза.

**Обработка результатов измерений:**

1. Занесите в таблицу 1 координаты тела и время, прошедшее с начала движения до первого соударения с полом (10 точек). Максимальная и минимальная координата мяча при отскоке обязательно должны находиться в таблице 1

Таблица 1. Координата тела и время движения.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t_i, c$										
$Y_i, m$										

2. На миллиметровой бумаге или бумаге в клеточку размером 10 на 14см нанесите оси координат: по горизонтали- время (t), по вертикали – координата Y, обозначьте единицы измерения;

- выберите масштабы – так, чтобы
  - 1) можно было нанести все экспериментальные точки;
  - 2) рационально использовать площадь листа;
  - 3) у каждого сантиметрового деления стояли цифры из рекомендуемых наборов: 0,1,2,3... или 0,2,4,6... или 0, 5, 10, 15...
- на подготовленное поле нанесите все полученные экспериментальные точки;
- от руки проведите линию графика так, чтобы она прошла через экспериментальные точки или чтобы по обе стороны линии оказалось примерно одинаковое число точек. ( Убедитесь, что полученный график- парабола)

3. Занесите по результатам опыта « мяч1» в таблицу №2 максимальные и минимальные координаты мяча при каждом отскоке, а также время начала падения и удара о пол для трех отскоков соответственно.

Таблица №2. Максимальные и минимальные координаты и время  $T_0$  начала падения и  $T_k$  удара об пол для всех трех отскоков.

№ отскока	Y <sub>max</sub> , м	Y <sub>min</sub> , м	T <sub>0</sub> , с	T <sub>к</sub> , с	g, м/с <sup>2</sup>

$\Delta y = Y_{max} - Y_{min}$ , в данном случае  $\Delta y = H$

2. Посчитайте по формуле (2) ускорения свободного падения для всех трех случаев и занесите в таблицу №2.

Посчитайте среднее значение ускорения свободного падения.

$g_{cp} =$

10. Оцените погрешность измерения ускорения.

$$g = 2\Delta y / t^2$$

то относительная погрешность  $\varepsilon_g = \varepsilon_{\Delta y} + 2\varepsilon_t$

Так как вы производили 25 измерений в секунду, то можно принять относительную погрешность измерения времени  $\varepsilon_t = 4\%$ . Согласно паспорту датчика расстояния можно взять погрешность  $\varepsilon_{\Delta y} = 5\%$ .

Зная относительную погрешность  $\varepsilon_{\Delta y} = 0.05$ , рассчитайте относительную и абсолютную погрешность измерения  $g$ .

11. Сделайте вывод и запишите результаты работы в стандартном виде.

$$g = g_{cp} + \Delta g \text{ ( м/с}^2\text{ )}.$$