

Группа Р3112

К работе допущен

Студент Берелехис Светлана Михайловна

Работа выполнена

Преподаватель

Отчет принят

## Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе № 1.02

### 1. Цель работы

1. Экспериментальная проверка равноускоренности движения тележки по наклонной плоскости.
2. Определение величины ускорения свободного падения  $g$ .

### 2. Задачи, решаемые при выполнении работы

1. Получение экспериментальных данных
2. Расчет значений и их погрешностей
3. Построение графика

### 3. Объект исследования

Ускорение тележки, скользящей по наклонной поверхности под действием силы тяжести при пренебрежимо малой силе трения

### 4. Метод экспериментального исследования

### 5. Рабочие формулы и исходные данные

$$v_x(t) = v_{0x} + a_x t$$

$$x(t) = x_0 + v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$$

$$x_2 - x_1 = \frac{a}{2} (t_2^2 - t_1^2)$$

$$a = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

### 6. Измерительные приборы

Наименование	Предел измерения	Цена деления	Класс точности	$\Delta_{\text{и}}$
Линейка на рельсе	1,3 м	1 см/деление	-	5 мм
Линейка на угольнике	500 мм	1 мм/деление	-	0,5 мм
ПКЦ-3 в режиме секундомера	100 с	0,1 с	-	0,1 с

### 7. Описание установки

По рельсам почти с помощью насоса почти полностью убирают силу трения, наклоняют рельсы и ставят тележку (начальная скорость тележки 0). Тележка скользит по рельсам.

## 8. Результаты прямых измерений и их обработки

Таблица 2

x, m	x', m	h <sub>0</sub> , mm	h' <sub>0</sub> , mm
0,22 ± 0,005	1,00 ± 0,005	225,0 ± 0,5	225,5 ± 0,5

Таблица 3

№	Измеряемые величины				Рассчитываемые величины	
	x <sub>1</sub> , м	x <sub>2</sub> , м	t <sub>1</sub> , с	t <sub>2</sub> , с	x <sub>2</sub> - x <sub>1</sub> , м	$\frac{t_2^2 - t_1^2}{2}, c^2$
1	0,15±0,005	0,40±0,005	1,9±0,1	3,3±0,1	0,25±0,007	3,6±0,6
2	0,15±0,005	0,50±0,005	1,8±0,1	3,6±0,1	0,35±0,007	4,9±0,6
3	0,15±0,005	0,70±0,005	1,8±0,1	4,2±0,1	0,55±0,007	7,2±0,7
4	0,15±0,005	0,90±0,005	1,9±0,1	4,8±0,1	0,75±0,007	9,7±0,8
5	0,15±0,005	1,10±0,005	2,0±0,1	5,5±0,1	0,95±0,007	13,1±0,9

Таблица 4

N <sub>пл</sub>	h, мм	h', мм	№	t <sub>1</sub> , с	t <sub>2</sub> , с
1	283,5	275	1	1,9	5,3
			2	1,8	5,2
			3	1,9	5,3
			4	1,3	4,7
			5	1,4	4,9
2	207,0 (293)	274,3	1	1,3	3,6
			2	1,2	3,4
			3	1,3	3,5
			4	1,4	3,7
			5	1,5	3,7
3	198,0 (302)	274,5	1	1,0	2,9
			2	1,1	3,0
			3	1,1	2,9
			4	1,1	2,9
			5	1,2	3,0
4	189,5 (310,5)	222,5 (277,5)	1	1,0	2,7
			2	0,9	2,5
			3	0,9	2,5
			4	0,9	2,5
			5	1,0	2,6
5	180,5 (319,5)	222,5 (277,5)	1	0,8	2,2
			2	0,8	2,2
			3	0,8	2,2
			4	0,8	2,2
			5	0,9	2,3

# 9. Расчет результатов косвенных изменений

Задание 1.

$$a = \frac{\sum Z_i Y_i}{\sum Z_i^2} = 0,074$$

Задание 2.

N (пластин)	$\sin \alpha$	$\langle t_1 \rangle \pm \Delta t_1, \text{ c}$	$\langle t_2 \rangle \pm \Delta t_2, \text{ c}$	$\langle a \rangle \pm \Delta a, \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
1	0,010256	$1,64 \pm 0,1$	$5,08 \pm 0,1$	$0,0685 \pm 0,006$
2	0,023077	$1,32 \pm 0,1$	$3,58 \pm 0,1$	$0,14 \pm 0,02$
3	0,034615	$1,10 \pm 0,1$	$2,94 \pm 0,1$	$0,21 \pm 0,03$
4	0,041667	$0,94 \pm 0,1$	$2,56 \pm 0,1$	$0,28 \pm 0,05$
5	0,053205	$0,82 \pm 0,1$	$2,22 \pm 0,1$	$0,37 \pm 0,07$

$$B = g = \frac{\sum_{i=1}^N a_i \sin a_i - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N a_i \sum_{i=1}^N \sin a_i}{\sum_{i=1}^N \sin a_i^2 - \frac{1}{N} (\sum_{i=1}^N \sin a_i)^2} = 8,6$$

$$A = \frac{1}{N} \left( \sum_{i=1}^N a_i - B \sum_{i=1}^N \sin a_i \right)$$

# 10. Расчет погрешностей измерений

Задание 1.

$$\Delta_a = 2\sigma_a = 0,002$$

$$\varepsilon_a = \frac{\Delta_a}{a} 100\% = 3,3\%$$

$$\sigma_a = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (Y_i - aZ_i)^2}{(N-1) \sum_{i=1}^N Z_i^2}} = 0,001$$

Задание 2.

$d_i$
-0,0076
-0,0158
-0,0352
0,0630
-0,0046

$$D = \sum_{i=1}^N \sin a_i^2 - \frac{1}{N} \left( \sum_{i=1}^N \sin a_i \right)^2 = 0,00066$$

$$\sigma_g = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N d_i^2}{(N-2)D}} = 1,7$$

$$\Delta g = 2\sigma_g = 3,4$$

$$\varepsilon_g = \frac{\Delta_g}{g} 100\% = 39\%$$

## 11. Графики

График 1 (по заданию 1) Расстояние, пройденное тележкой от разности квадратов времени, деленных на 2.

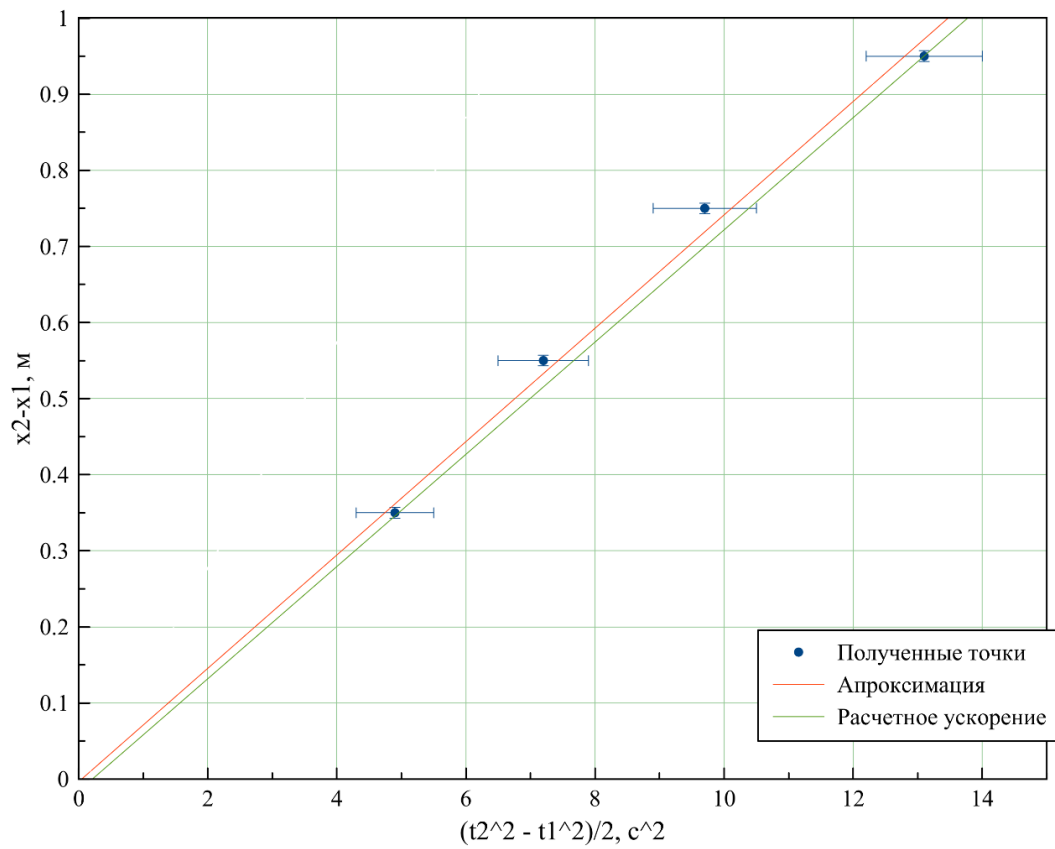
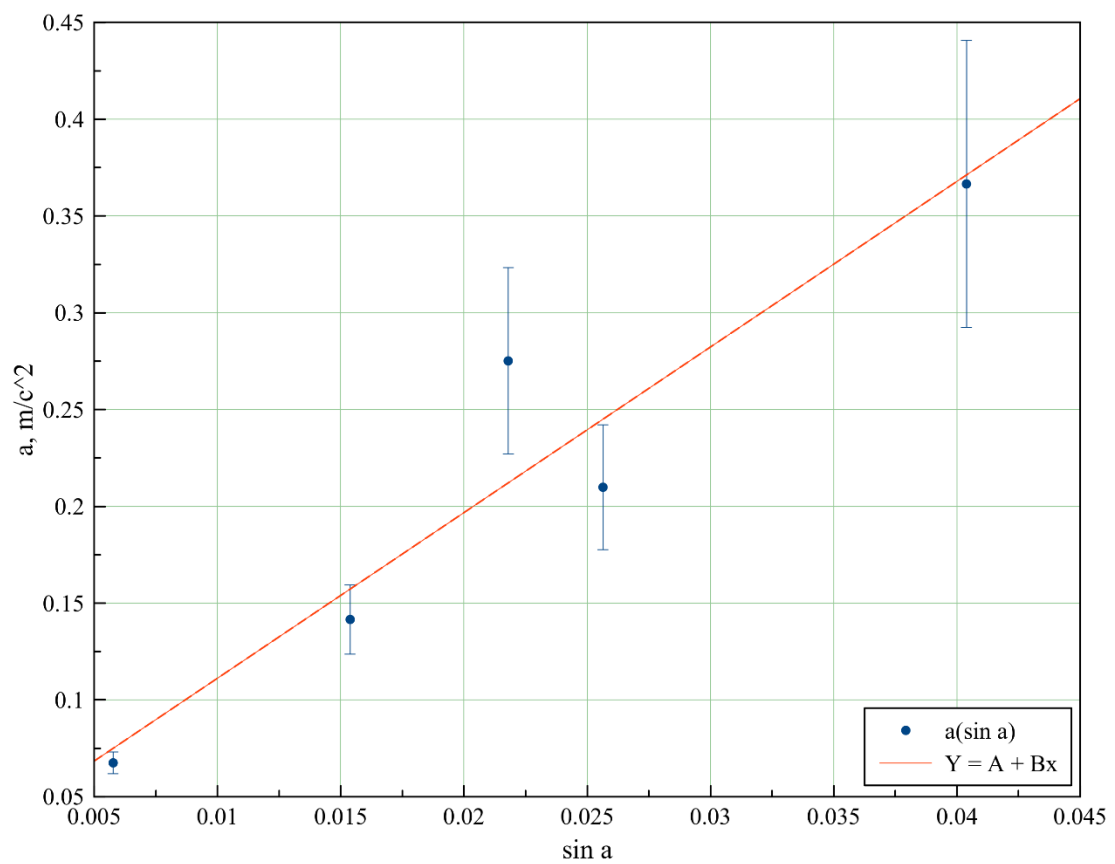


График 2 (задание 2). Зависимость ускорения от угла наклона рельсы



## 12. Окончательные результаты

Задание 1.

$$a = 0,074$$

$$\Delta_a = 0,002$$

$$\varepsilon_a = 3,3\%$$

Задание 2.

$$g_{\text{эксп}} = (8,6 \pm 3,4) \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\Delta g = 3,4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\varepsilon_g = 39\%$$

## 13. Выводы и анализ результатов работы

Задание 1.  $a = (0,74 \pm 0,02) \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$  Движение тележки равноускоренное. Потому что график – прямая, проходящая через 0.

Задание 2.  $g_{\text{эксп}} = (8,6 \pm 3,4) \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ .  $g$  в Санкт-Петербурге ( $g_{\text{табл}}$ )=9,8.  $|g_{\text{эксп}} - g_{\text{табл}}| = 1,2 < \Delta g$ .

Полученное значение  $g$  отличается от табличного в пределах погрешности. Однако мне кажется, что погрешность 39% - это очень много.