

Группа Р3115 К работе допущен _____
Студент Девяткин А.Ю. Работа выполнена _____
Преподаватель Каретников Н.А. Отчет принят _____

Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе № 1.02

«Изучение скольжения тележки по наклонной плоскости»

1. Цель работы:

- I) Экспериментальная проверка равноускоренности движения тележки по наклонной плоскости.
- II) Определение величины ускорения свободного падения g .

2. Задачи, решаемые при выполнении работы:

- Получение необходимых экспериментальных данных;
- Вычисление ускорения свободного падения на основании этих данных;
- Сравнение полученных данных с ожидаемыми.

3. Объект исследования: Тележка на наклонной плоскости.

4. Метод экспериментального исследования: Наблюдение, расчёт, эксперимент.

5. Рабочие формулы и исходные данные:

Таблица 3

№	Измеренные величины				Рассчитанные величины	
	x_1 , м	x_2 , м	t_1 , с	t_2 , с	$Y = x_2 - x_1$, м	$Z = (t_2^2 - t_1^2)/2$, с ²
1	0,15	0,4	1,2	2,4	0,25	2,16
2	0,15	0,5	1,2	2,7	0,35	2,925
3	0,15	0,7	1,2	3,2	0,55	4,4
4	0,15	0,9	1,2	3,8	0,75	6,5
5	0,15	1,1	1,1	4,1	0,95	7,8

$$a = \frac{\sum_{i=1}^N Z_i Y_i}{\sum_{i=1}^N Z_i^2}; \text{ - ускорение тележки в первом эксперименте}$$

$$\sigma_a = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (Y_i - a Z_i)^2}{(N - 1) \sum_{i=1}^N Z_i^2}}, \text{ - Среднеквадратичное отклонение}$$

$$\Delta_a = 2\sigma_a, \text{ - абсолютная погрешность при } \alpha = 0,90$$

Таблица 4

N пластин	h, мм	h', мм	№	t1, с	t2, с
1	158	164	1	1	4
			2	0,9	3,9
			3	1	4
			4	1,1	4,1
			5	1,1	4,1
2	149	164	1	0,8	3
			2	0,8	2,9
			3	0,8	3
			4	0,8	2,9
			5	0,8	2,9
3	140	163	1	0,7	2,5
			2	0,7	2,5
			3	0,7	2,5
			4	0,7	2,5
			5	0,7	2,5
4	130	163	1	0,6	2,1
			2	0,6	2,1
			3	0,6	2,2
			4	0,6	2,1
			5	0,6	2,1
5	121	162	1	0,6	1,9
			2	0,6	1,9
			3	0,6	1,9
			4	0,6	1,9
			5	0,6	1,9

$$\sin \alpha = \frac{(h_0 - h) - (h'_0 - h')}{x' - x} \quad \langle a \rangle = \frac{2(x_2 - x_1)}{\langle t_2 \rangle^2 - \langle t_1 \rangle^2}$$

Для каждой серии экспериментов:

1) ср. ускорение

2) синус угла наклона к рельсу

3) погрешность ускорения

$$\Delta a = \langle a \rangle \cdot \sqrt{\frac{(\Delta x_{n2})^2 + (\Delta x_{n1})^2}{(x_2 - x_1)^2} + 4 \cdot \frac{(\langle t_1 \rangle \Delta t_1)^2 + (\langle t_2 \rangle \Delta t_2)^2}{(\langle t_2 \rangle^2 - \langle t_1 \rangle^2)^2}}$$

$$B \equiv g = \frac{\sum_{i=1}^N a_i \sin \alpha_i - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N a_i \sum_{i=1}^N \sin \alpha_i}{\sum_{i=1}^N \sin \alpha_i^2 - \frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^N \sin \alpha_i \right)^2}; \quad \text{Рассчитанное значение } g$$

$$A = \frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^N a_i - B \sum_{i=1}^N \sin \alpha_i \right) \quad \text{Коэффициент } A \text{ для второго графика}$$

$$\sigma_g = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N d_i^2}{D(N-2)}} \quad \text{СКО для ускорения свободного падения}$$

$$\Delta g = 2\sigma_g \quad \text{Абсолютная погрешность при } \alpha = 0.90$$

g(табл) = 9.81908 м/с² (значение g для Санкт – Петербурга)

6. Измерительные приборы.

№ п/п	Наименование	Тип прибора	Используемый диапазон	Погрешность прибора
1	Линейка на рельсе	Линейка	0 – 120 см	5 мм
2	Линейка на угольнике	Линейка	0 – 40 см	0,5 мм
3	ПКЦ-3 в режиме секундомера	Часы	0 – 60 с.	0,1 с

9. Расчет результатов косвенных измерений (таблицы, примеры расчетов):

Таблица №5

№ пластины	$\sin a$	$\langle t_1 \rangle \pm dt_1, \text{с}$	$\langle t_2 \rangle \pm dt_2, \text{с}$	$\langle a \rangle \pm da, \text{м/с}^2$
1	0,0114	1,02 \pm 0,0069	4,02 \pm 0,0078	0,1032 \pm 0,0010
2	0,0230	0,8 \pm 0	2,94 \pm 0,0045	0,1949 \pm 0,0018
3	0,0333	0,7 \pm 0	2,5 \pm 0	0,2708 \pm 0,0024
4	0,0461	0,6 \pm 0	2,12 \pm 0,0037	0,3773 \pm 0,0174
5	0,0564	0,6 \pm 0	1,9 \pm 0	0,48 \pm 0,0043

10. Расчет погрешностей измерений (для прямых и косвенных измерений):

Для всех прямых измерений времени: $t = t_x \pm 0,1 \text{ с}$

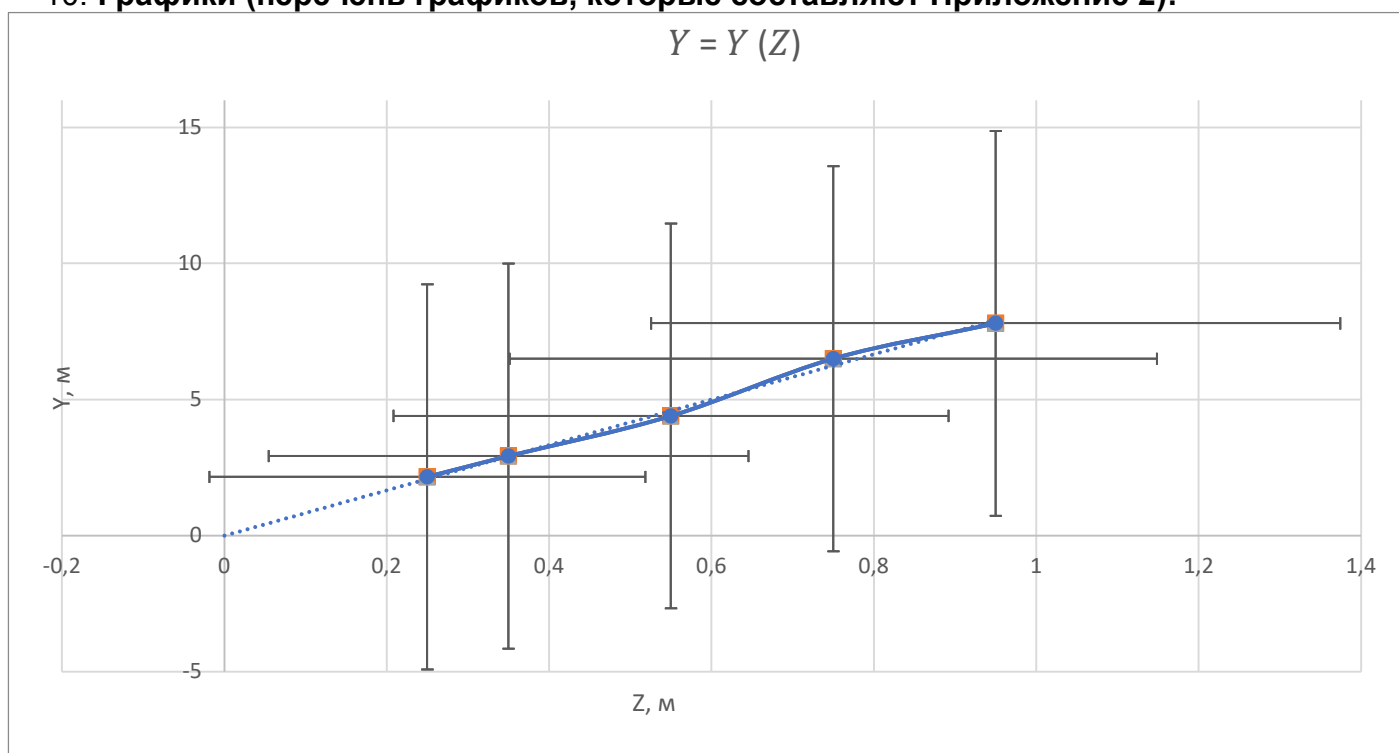
Для всех прямых измерений высоты: $h = h_x \pm 0,5 \text{ мм}$

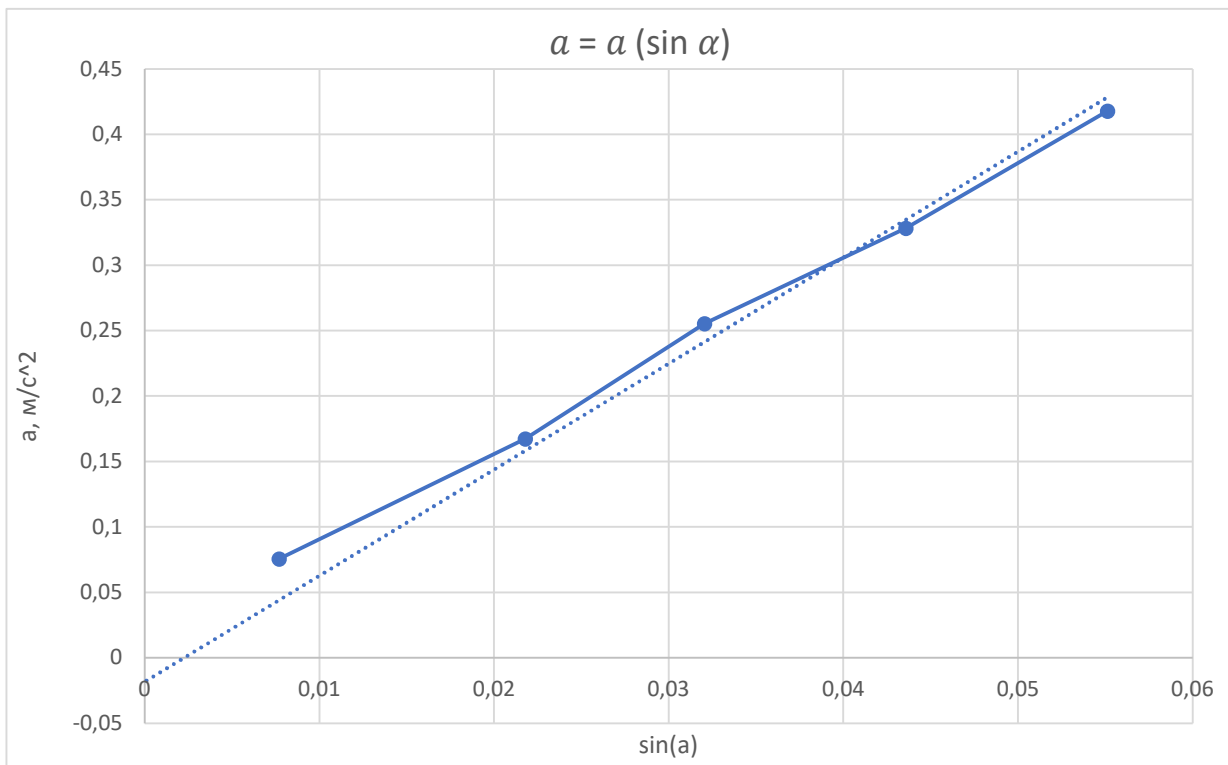
Для всех прямых измерений длины: $x = x_x \pm 5 \text{ мм}$

$dY = 4,714 \text{ мм}$

dt1	dt2	da	dZ, с^2
0,006935	0,007775	0,001033	0,268328
0	0,00454	0,001883	0,295466
0	0	0,002455	0,34176
0	0	0,003421	0,398497
0	0	0,004351	0,4245

10. Графики (перечень графиков, которые составляют Приложение 2):





11. Окончательные результаты:

$$a = (0,189 \pm 0,087); \varepsilon_a = 46,31 \% \quad a = 0,9$$

$$g = (8,294 \pm 0,509); \varepsilon_g = 6,14 \% \quad a = 0,9$$

12. Выводы и анализ результатов работы:

Вывод: так как график зависимости Y от Z близок к прямой, мы можем однозначно сказать, что движение, которое описывает данный график является равноускоренным. График несколько отличается от прямой ввиду малого кол-ва измерений и наличия некоторых допущений.

Разница между табличным значением и экспериментальным значением g $|g_{\text{эксп}} - g_{\text{табл}}|$ равна $1,524 \text{ м/с}^2$, а абсолютная погрешность $\Delta g = 0,509 \text{ м/с}^2$. Таким образом результаты измерений соответствуют, насколько это возможно, соответствуют действительному значению ускорения свободного падения, хотя и отличаются т. к. были приняты некоторые условия, описанные в работе.