ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 0-1:

Обработка результатов физического эксперимента на примере определения ускорения свободного падения с помощью математического маятника.

Студент____группа _______________

Допуск________________________________Выполнение____________________Защита________________

***Цель работы*:** получение и закрепление навыков обработки результатов прямых, косвенных и совместных измерений.

Приборы и материалы: математический маятник, измерительная линейка, секундомер.

Упражнение 1. *Порядок обработки прямых измерений. Определение периода колебаний математического маятника.*

Таблица 1

$N_{изм}$	1	2	3	4	5	$\sum$
T_i						
$T_i - \langle T \rangle$						
$\left(T_i - \langle T \rangle\right)^2$						

1. $< T > = \dfrac{T_1 + T_2 + \ldots + T_5}{5} =$

2. $T_1 - \langle T \rangle =$

   $\left(T_1 - \langle T \rangle\right)^2 =$

3. $$S^2_{<T>} = \frac{(T_1 - <T>)^2 + (T_2 - <T>)^2 + \ldots + (T_5 - <T>)^2}{5 \cdot 4}$$

$S^2_{\langle T \rangle} =$

4. $S_{<T>} = \sqrt{S^2_{<T>}} =$

5. Ответ запишем в виде: $T = <T> \pm t_{p,k} S_{<T>}$,

где для вероятности $p = 0.95$ и числа степеней свободы $k = n - 1$, значение параметра Стьюдента $t_{p,k} = 2.8$

$T =$

Упражнение 2. ***Обработка результатов косвенных измерений. Определение ускорения свободного падения***

1. Запишите в табл. 2 пять значений периода колебаний маятника из упражнения 1.

Таблица 2

$N_{изм}$	T_i	$S_{<T>}$	l	$S_{<l>}$	$\langle g \rangle$	S_g
1						
2						
3						
4						
5						
$\sum$						

2. $< g >= \dfrac{4\pi^2 l}{< T^2 >} =$

3. $$S_g^2 = \left(\frac{4\pi^2}{\langle T \rangle^2}\right)^2 S_l^2 + \left(\frac{-8\pi^2 l}{\langle T \rangle^3}\right)^2 S_T^2 + \left(\frac{8\pi\ l}{\langle T \rangle^2}\right)^2 S_\pi^2 .$$

В качестве погрешности в определении длины нити математического маятника S_l возьмём квадрат приборной погрешности ***(в качестве приборной погрешности принимается величина, равная половине цены деления шкалы прибора).***

S_l =

В качестве погрешности числа π S_π возьмём табличную погрешность ***(в качестве табличной погрешности принимается величина, равная половине единицы последнего разряда округлённой табличной величины).***

$S_\pi =$

$S_g^2 =$

$$S_T^2 = \frac{\sum \left(T_i - \langle T \rangle \right)^2}{n-1} =$$

где n – число измерений.

4. $S_g = \sqrt{S_g^2} =$

5. Ответ запишем в виде: $g =< g > \pm S_g$

$g =$

Упражнение 3. ***Порядок обработки совместных измерений. Определение ускорения свободного падения***

Период колебаний математического маятника вычисляется по формуле $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g}}$.

Воспользуемся методом обработки совместных измерений для зависимости $y = A \cdot x$.

Для этого введем следующие обозначения: $y = T$; $x = \sqrt{l}$; $A = \dfrac{2 \cdot \pi}{\sqrt{g}}$.

Таблица 3

1	2	3	4	5	6	7	8
	l_i	T_i	x_i	y_i	$x_i y_i$	x_i^2	$(y_i - Ax_i)^2$
1							
2							
3							
4							
5							
$\sum$							

1. $x_1 y_1 =$

2. $x_1^2 =$

3. $A = \dfrac{\sum_{i=1}^{n} x_i y_i}{\sum_{i=1}^{n} x_i^2} =$

4. $y_1 - Ax_1 =$

5. $(y_1 - Ax_1)^2 =$

6. Вычислим дисперсию параметра А : $S_A^2 = \dfrac{1}{\sum_{i=1}^{n} x_i^2} \cdot \dfrac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - Ax_i)^2}{n-1}$.

$S_A^2 =$

7. $\langle g \rangle = \dfrac{4\pi^2}{A^2} =$

8. Определим среднеквадратичное отклонение среднего значения ускорения свободного падения

$$S_g^2 = \left(\frac{8\pi}{A^2}\right)^2 S_\pi^2 + \left(-\frac{8\pi^2}{A^3}\right)^2 S_A^2 .$$

$S_g^2 =$

9. Результат запишем в виде: $g = \langle g \rangle \pm S_g$.

$g =$

10. Построим график зависимости $y = Ax$ (в качестве x возьмём $\boldsymbol{T}$, в качестве y возьмём $\sqrt{\boldsymbol{l}}$, то есть $T = A\sqrt{l}$) (*график постройте согласно правилам построения графиков*)

11. Для проверки соответствия зависимости $y = A\cdot x$ экспериментальным данным определим критерий

Фишера $$F = \frac{S_{ад}^2}{S_{оп}^2},$$

где $S_{оп}^2 = \dfrac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \langle y \rangle)^2}{n-1}$ - дисперсия опыта (n - *число прямых измерений величины* $y_i = T_i$. *Значения* T_i *возьмём из первого упражнения* (n = 5)),

$S_{ад}^2 = \dfrac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - Ax_i)^2}{n-m}$ - дисперсия адекватности, (n - *число измерений (*n *= 5), а* m - *число коэффициентов в уравнении* $y = A\cdot x$, (m = 1)).

$S_{оп}^2 =$

$S_{ад}^2 =$

$F =$

12. Проверим двухстороннее неравенство $\dfrac{1}{F_{табл}^{(d-1),(n-m)}} \le \dfrac{S_{ад}^2}{S_{оп}^2} \le F_{табл}^{(n-m),(d-1)}$, где $F_{табл}^{(n-m),(d-1)} = 6.59$

(*В том случае, когда* $S_{ад}^2 \ge S_{оп}^2$, *достаточно производить одностороннюю оценку, т.е.* $\dfrac{S_{ад}^2}{S_{оп}^2} \le F_{табл}^{(n-m),(d-1)}$).

$\dfrac{S_{ад}^2}{S_{оп}^2} =$

(*Если окажется, что* $\dfrac{S_{ад}^2}{S_{оп}^2} \le 6.59$ *, то с вероятностью, равной 95 %, можно утверждать, что наше предположение о линейной зависимости между величинами* $y = T$ *и* $x = \sqrt{l}$ *действительно описывается зависимостью* $y = Ax$).

13. Вывод: