Лабораторная работа №1 11101

Определение периода колебаний маятника.

Цель: на примере измерений периода колебания освоить методы обработки экспериментальных данных и оценки случайной погрешности измерения в различных типичных ситуациях.

Используемые приборы: секундомер, маятник.

Маятник №1

i	x_i	$x_i-\bar{x}$	$(x_i-\bar{x})^2$	i	x_i	$x_i-\bar{x}$	$(x_i-\bar{x})^2$
1	1,63	0,03	0,009	26	1,55	-0,05	0,0025
2	1,62	0,02	0,004	27	1,55	-0,05	0,0025
3	1,60	0	0	28	1,51	-0,09	0,0081
4	1,54	-0,06	0,0036	29	1,51	-0,09	0,0081
5	1,68	0,08	0,0064	30	1,49	-0,11	0,0121
6	1,69	0,09	0,0081	31	1,65	0,05	0,0025
7	1,48	-0,12	0,0144	32	1,57	-0,03	0,0009
8	1,63	0,03	0,0009	33	1,66	0,06	0,0036
9	1,69	0,09	0,0081	34	1,61	0,01	0,0001
10	1,56	-0,04	0,0016	35	1,55	-0,05	0,0025
11	1,53	-0,07	0,0049	36	1,50	-0,1	0,01
12	1,64	0,04	0,0016	37	1,70	0,1	0,01
13	1,72	0,12	0,0144	38	1,72	0,12	0,0144
14	1,51	-0,09	0,0081	39	1,63	0,03	0,0009
15	1,56	-0,04	0,0016	40	1,61	0,01	0,0001
16	1,56	-0,04	0,0016	41	1,62	0,02	0,0004
17	1,70	0,1	0,01	42	1,63	0,03	0,0009
18	1,67	0,07	0,0049	43	1,57	-0,03	0,0009
19	1,47	-0,13	0,0169	44	1,44	-0,16	0,0256
20	1,69	0,09	0,0081	45	1,54	-0,06	0,0036
21	1,53	-0,07	0,0049	46	1,78	0,18	0,0324
22	1,71	0,11	0,0121	47	1,61	0,01	0,0001
23	1,54	-0,06	0,0036	48	1,64	0,04	0,0016
24	1,60	0	0	49	1,49	-0,11	0,0121
25	1,69	0,09	0,0081	50	1,63	0,03	0,0009

$\bar{x} = 1,6$

$\sum_{i=1}^{50}(x_i-\bar{x})^2 = 0,298$

Маятник №2

i	x_i	$x_i-\bar{x}$	$(x_i-\bar{x})^2$
1	1,66	0,08	0,0064
2	1,61	0,03	0,0009
3	1,55	-0,03	0,0009
4	1,50	-0,08	0,0064

$\bar{x}=1,58$ $\sum_{i=1}^{4}(x_i-\bar{x})=0,0146$

Маятник №3

i	x_i	$x_i-\bar{x}$	$(x_i-\bar{x})^2$
1	1,61	—	—

Маятник №4

i	x_i	$x_i-\bar{x}$	$(x_i-\bar{x})^2$
1	1,54	-0,06	0,0036
2	1,68	0,08	0,0064
3	1,69	0,09	0,0081
4	1,48	-0,12	0,0144
5	1,63	0,03	0,0009
6	1,69	0,09	0,0081
7	1,56	-0,04	0,0016
8	1,53	-0,07	0,0049
9	1,64	0,04	0,0016
10	1,72	0,12	0,0144
11	1,51	-0,09	0,0081
12	1,56	-0,04	0,0016

$\bar{x}=1,6$ $\sum_{i=1}^{12}(x_i-\bar{x})^2=0,0737$

Задание 5

$$\sigma=\sqrt{\frac{(x_1-\bar{x})^2+(x_2-\bar{x})^2\ldots+(x_n-\bar{x})^2}{n-1}}$$ – средняя квадратичная погрешность

$$\sigma_{50}=\sqrt{\frac{0,298}{49}}=0,07$$

80% результатов попало в заштрих. область.

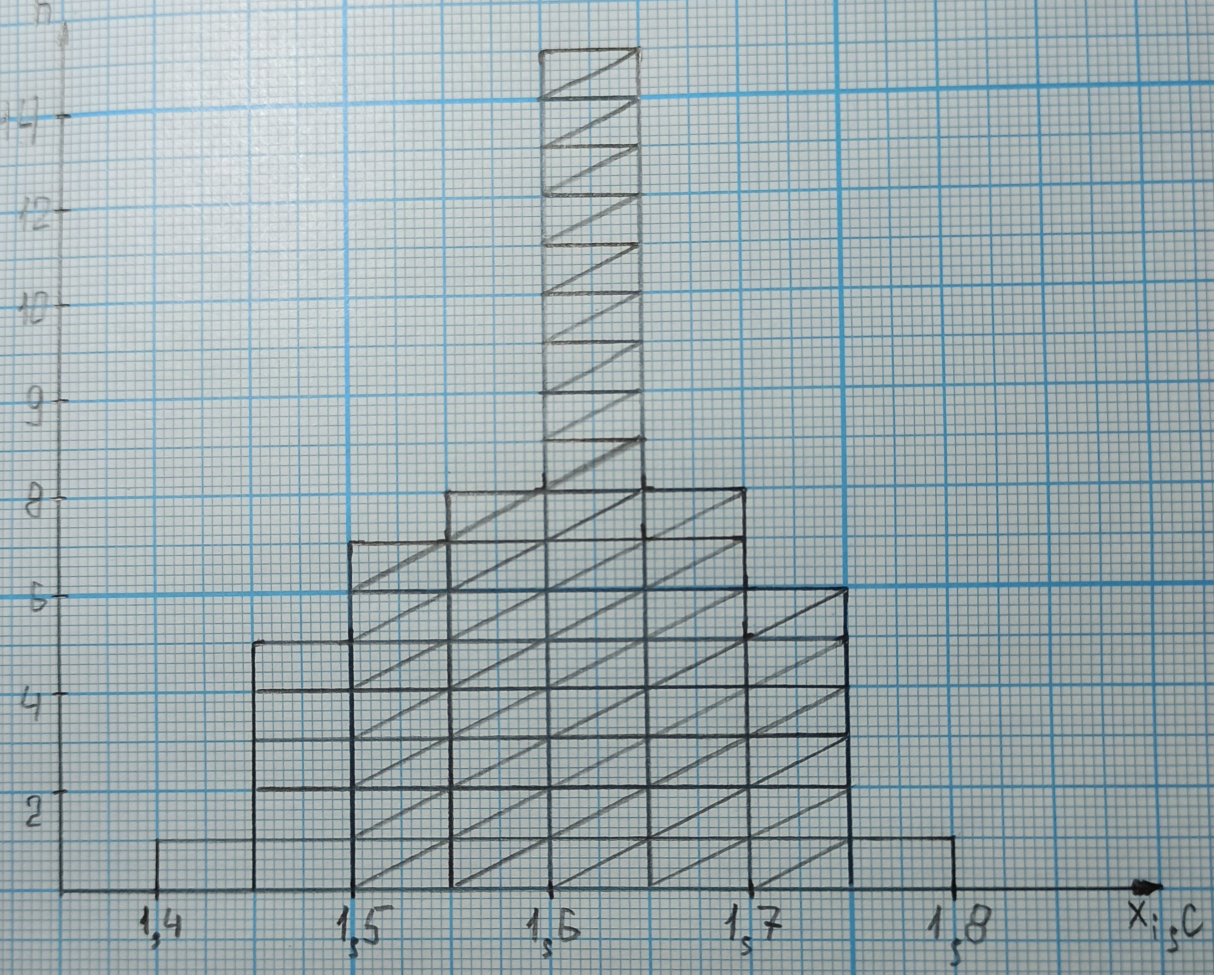
$$\sigma_{\bar{x}_{50}}=\frac{\sigma}{\sqrt{n}}=\frac{0,07}{\sqrt{50}}=0,01$$ – средняя квадратичная погрешность среднего значения.

Для доверительной вероятности $P=0,95$; $K=2$

$\Delta\bar{x}_{50}=K\sigma_{\bar{x}}=2\cdot0,01=0,02$ – полуширина доверительного интервала. $X_{50}=1,6\pm0,02$; для $P=0,95$

$$\varepsilon=\frac{\Delta\bar{x}}{\bar{x}}\cdot100\%$$ – относительная погрешность

$$\varepsilon=\frac{\Delta\bar{x}}{\bar{x}}\cdot100\%=1,25\%$$


n
14
12
10
9
8
6
4
2
1,4
1,5
1,6
1,7
1,8
x_i, c

Задание В

n	Результат измерения периода для $\sigma=0{,}07$	P	лист
4	$x=1{,}58\pm0{,}07$; для $P=0{,}95$	0,95	№2
1	$x=1{,}61\pm0{,}14$; для $P=0{,}95$	0,95	№3

$$\sigma_4=\sqrt{\frac{0{,}0146}{3}}=0{,}07=\sigma_{50}$$

$$\Delta\bar{x}_4=k\sigma_4=\frac{k\sigma_4}{\sqrt{n}}=\sigma_4=0{,}07$$

$$\Delta x_1=k\sigma=2\cdot0{,}07=0{,}14$$

Задание Г

① для $n=4$

$$\Delta\bar{x}=t_{p.f.}\cdot\sqrt{\frac{\sum_{i=0}^{n}(x_i-\bar{x})^2}{n(n-1)}}$$ – полуширина довер. интервала

$$t_{p.f.}=3{,}18$$

$$\Delta\bar{x}=3{,}18\sqrt{\frac{0{,}0146}{4\cdot3}}=0{,}11$$

② для $n=12$

$k=2$

$$\Delta\bar{x}_{12.1}=2\sqrt{\frac{0{,}0737}{12\cdot11}}=0{,}05$$

$k=1$

$$\Delta\bar{x}_{12.2}=\sqrt{\frac{0{,}0737}{12\cdot11}}=0{,}02$$

Число измерений	n	Результаты измерений периода маятника	P	Маятник
Малое	4	$x = 1,58 \pm 0,11$ для $P = 0,95$	0,95	№3
Большое	12	$x = 1,6 \pm 0,05$; для $P = 0,95$	0,95	№4
		$x = 1,6 \pm 0,02$; для $P = 0,68$	0,68	

Задание 2

. Чем больше будет кол-во измерений (n), тем меньше будет погрешность измерений.

. В случае, когда мы вычисляли погрешность с известной нам σ, погрешность измерений была намного меньше, чем во 2 случае.

Контрольные Вопросы:

1. Абсолютная погрешность – разность между измеренными и истинными значениями физической величины. $\delta x = x_{изм} - x$

Относительная погрешность – отношение абсолютной погрешности к измеряемой величине $\varepsilon = \frac{\delta x}{x}$

Систематическая погрешность — составляющая погрешности измерения, остается постоянной или закономерно изменяется.

Случайная погрешность — составляющая погрешности измерения, изменяющаяся случайным образом.

2. Средняя квадратичная погрешность — характеризует точности результата.

Доверительный интервал — интервал, в котором с заданной вероятностью P находится истинное значение измеряемой величины

Доверительная вероятность — соответствующая вероятность P

3. Св-ва нормального распределения:

1) нормальная кривая имеет колоколообразную форму

2) Нормальное распределение определяется 2 параметрами: значением среднего и значением отклонения.

4. Случайная погрешность среднего значения

$\sigma_x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ n - кол-во измерений

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

5 Если ф-я z - ф-я 1ой переменной, то погрешность косвенных измерений:

$$\Delta z = f(x_{изм} + \Delta x) - f(x_{изм})$$

Если Δx мала, то $\Delta z = \frac{df}{dx}\Delta x$

Если z - ф-я суммы/разности 2 величин: $z = x \pm y$, тогда:

$$\Delta z \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2}$$

$\Delta x, \Delta y$ - средн квадр. погрешности.

Общая погрешность косвенного измерения:

$$\Delta z = \sqrt{\left(\frac{df}{dx}\Delta x\right)^2 + \left(\frac{df}{dy}\Delta y\right)^2 + \ldots}$$

$\frac{df}{dx}$ - произв. по перем x и т.д.

$\Delta x, \Delta y, \ldots$ - средн. квадр. погрешн.