

Практична робота 7_8

ОСНОВИ ПРОВЕДЕННЯ АПРОКСИМАЦІЇ ЛІНІЙНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ ТА ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ СУМІСНИХ ВИМІРЮВАНЬ

Мета роботи: Ознайомиться з основами проведення апроксимації лінійних залежностей та обробкою результатів сумісних вимірювань.

Виконання роботи

Обчислюю оцінку дійсного значення фізичної величини (середньоарифметичне значення, середньгеометричне значення та медіану результатів вимірювань).

Спочатку рахую середнє арифметичне значення вибірки:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

Потім шукаю середньгеометричне значення вибірки:

$$g = \sqrt[n]{a_1 a_2 \dots a_n}$$

Після цього шукаю медіану результату вимірювань. Медіана даної вибірки 5000,3 бо вибірка має парне число значень і її медіана дорівнює півсумі двох її середніх значень:

$$M_e = \frac{4999.3 + 5001.4}{2} = 5000.3$$

	A	B	C	D
1	5006,0	Середнє арифметичне	Середнє геометричне	Медіана
2	5000,6	4776,5	4460,1	4999,7
3	4998,6			
4	4997,1			
5	5014,5			
6	5004,8			
7	5003,2			
8	5003,8			
9	4999,9			
10	5001,4			
11	4999,3			
12	506,4			
13	4990,1			
14	4998,1			
15	4994,6			
16	5005,4			
17	4998,0			
18	5010,7			
19	4997,3			
20	4999,5			

Рисунок 1 – Оцінка дійсного значення

					МММТ.420.006.007-ЗП7_8					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Краснопольский Г.А			Методи обробки результатів вимірювання			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Воронова Т.С.							1	
								Державний Університет «Житомирська Політехніка» МТ-1		
Н. Контр.										
Затверд.										

Обчислюю оцінку випадкової похибки проведених вимірювань (дисперсію та середньоквадратичне значення отриманих результатів вимірювань відносно оцінки фізичної величини).

Для обрахунку дисперсії використовую формулу:

$$\sigma = \sum \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n}$$

Для обчислення середньоквадратичне значення отриманих результатів вимірювань використовую формулу:

$$S = \sqrt{\sum \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

	A	B	C	D	E	F
1	5006,0	Середнє арифметичне	Середнє геометричне	Медіана	Дисперсія	СКВ
2	5000,6	4776,5	4460,1	4999,7	1010193,5	1005,1
3	4998,6					
4	4997,1					
5	5014,5					
6	5004,8					
7	5003,2					
8	5003,8					
9	4999,9					
10	5001,4					
11	4999,3					
12	506,4					
13	4990,1					
14	4998,1					
15	4994,6					
16	5005,4					
17	4998,0					
18	5010,7					
19	4997,3					
20	4999,5					

Рисунок 2 – Оцінка випадкової похибки проведених вимірювань

Перевіряю результати вимірювань на наявність грубих помилок за трьома критеріями: критерій Ірвина, критерій Романовського, критерій 3 сігма.

За критерієм Ірвіна визначаю коефіцієнт λ для отриманих експериментальних даних за формулою:

$$\lambda = \frac{(x_{n-1} - x_n)}{S},$$

Де S – середнє квадратичне відхилення, обчислене по всіх значеннях вибірки. Знаходжу значення коефіцієнтів λ . Потім порівнюю їх із значеннями $\lambda_q = 1.3$, що відповідає довідниковому значенню для числа вимірювань 20.

Якщо $\lambda > \lambda_q$, то нульова гіпотеза не підтверджується, тобто результат помилковий, і він має бути виключеним при подальшій обробці результатів спостережень.

	A	B	C	D
1	5006,0	Середнє арифметичне	Кр. Ірвіна	
2	5000,6	4776,5	0,005	Норма
3	4998,6	Середнє геометричне	0,002	Норма
4	4997,1	4460,1	0,001	Норма
5	5014,5	Медіана	0,017	Норма
6	5004,8	4999,7	0,010	Норма
7	5003,2	Дисперсія	0,002	Норма
8	5003,8	1010193,5	0,001	Норма
9	4999,9	СКВ	0,004	Норма
10	5001,4	1005,1	0,001	Норма
11	4999,3		0,002	Норма
12	506,4		4,470	Помилка
13	4990,1		4,461	Помилка
14	4998,1		0,008	Норма
15	4994,6		0,003	Норма
16	5005,4		0,011	Норма
17	4998,0		0,007	Норма
18	5010,7		0,013	Норма
19	4997,3		0,013	Норма
20	4999,5		0,002	Норма

Рисунок 3 – Значення коефіцієнтів λ

За критерієм Ірвіна, мають бути виключені такі результати: $x_{12} = 506.4$, $x_{13} = 4990.1$

За критерієм Романовського, конкуруюча гіпотеза про наявність грубих похибок в підозрілих результатах підтверджується, якщо виконується нерівність:

$$|x_{in} - \bar{x}| \geq t_p S$$

Де t_p – квантиль розподілу Стюдента при заданій довірчій ймовірності з числом мір свободи:

$$k = n - k_n$$

Де k_n – число «підозрілих» результатів спостережень.

Точкові оцінки розподілу $\bar{x}$ і СКВ результатів спостережень обчислюються без урахування k_n «підозрілих» результатів спостережень ($x_{12} = 506.4$, $x_{13} = 4990.1$).

					МММТ.420.006.007-3П7_8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Знаходжу $\bar{x}$ і СКВ без урахування «підозрілих» результатів спостереження, також знаходжу $|x_{in} - \bar{x}|$.

Вибираю табличне значення квантиля розподілу Стюдента $t_{0,95}$ для $k=20-2=18$:

$$t_{0,95} = 2,101$$

$$t_{0,95}S = 2.101 * 5.1 = 10.7$$

	A	B	C	D
1	5006,0	Середнє арифметичне		
2	5000,6	5001,8		
3	4998,6	СКВ		
4	4997,1	5,1		
5	5014,5			
6	5004,8			
7	5003,2			
8	5003,8			
9	4999,9			
10	5001,4			
11	4999,3			
12	506,4			
13	4990,1			
14	4998,1			
15	4994,6			
16	5005,4			
17	4998,0			
18	5010,7			
19	4997,3			
20	4999,5			

Рисунок 4 – Знаходження середнього арифметичного і СКВ без врахування підозрілих значень

	A	B	C	D	E
1	5006,0	Середнє арифметичне		4,18	Норма
2	5000,6	5001,8		1,22	Норма
3	4998,6	СКВ		3,22	Норма
4	4997,1	5,1		4,72	Норма
5	5014,5			12,68	Помилка
6	5004,8			2,98	Норма
7	5003,2			1,38	Норма
8	5003,8			1,98	Норма
9	4999,9			1,92	Норма
10	5001,4			0,42	Норма
11	4999,3			2,52	Норма
12	506,4			4495,42	Помилка
13	4990,1			11,72	Помилка
14	4998,1			3,72	Норма
15	4994,6			7,22	Норма
16	5005,4			3,58	Норма
17	4998,0			3,82	Норма
18	5010,7			8,88	Норма
19	4997,3			4,52	Норма
20	4999,5			2,32	Норма

Рисунок 5 – Різниця між досліджуваними значеннями та $\bar{x}$

Згідно критерія Романовського, значення $x_5 = 5014.5$, $x_{12} = 506.4$, $x_{13} = 4990.1$ є помилковими.

					МММТ.420.006.007-3П7_8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В критерії «3σ» для вибірки (виключаючи підозрілі результати), обчислюється $\bar{x}$ і СКВ результату спостережень.

Результат, який задовольняє умові $|\bar{x} - x_{in}| \geq 3S$, вважається за той, що має грубу похибку і вилучається, а раніше обчислені характеристики розподілу уточнюються.

Знаходжу значення $|\bar{x} - x_{in}|$

	A	B	C	D	E
1	5006,0	Середнє арифметичне		229,535	Норма
2	5000,6	4776,5		224,135	Норма
3	4998,6	СКВ		222,135	Норма
4	4997,1	1005,1		220,635	Норма
5	5014,5	3S		238,035	Норма
6	5004,8	3015,2515		228,335	Норма
7	5003,2			226,735	Норма
8	5003,8			227,335	Норма
9	4999,9			223,435	Норма
10	5001,4			224,935	Норма
11	4999,3			222,835	Норма
12	506,4			4270,065	Помилка
13	4990,1			213,635	Норма
14	4998,1			221,635	Норма
15	4994,6			218,135	Норма
16	5005,4			228,935	Норма
17	4998,0			221,535	Норма
18	5010,7			234,235	Норма
19	4997,3			220,835	Норма
20	4999,5			223,035	Норма

Рисунок 6 – Значення $|\bar{x} - x_{in}|$

Згідно критерію «3σ», є результату, який задовольняє умову $|\bar{x} - x_{in}| \geq 3S$, тобто результат з грубою похибкою $x_{12} = 506.4$.

Висновок: за результатами використаних критеріїв Ірвіна, Романовського та «3σ» $x_{12} = 506.4$ найчастіше виявляється результатом з грубою похибкою, тому це результат точно можна вважати помилковим.