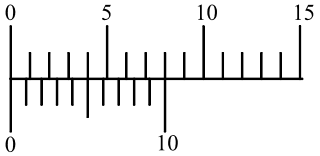
Розділ 1
ТЕХНІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ

ПРИКЛАДИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ

Задача 1. За допомогою штангенциркуля встановити наступні розміри. Вказані розміри показати в зошиті графічно, зобразивши штангу та ноніус.

Приклад 1. **Розмір – 0,00 мм**

Основна шкала

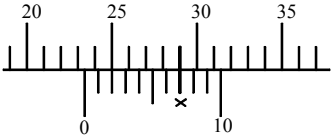


Шкала ноніуса

Відлік: 0 мм

Приклад 2. **Розмір – 23,7 мм**

Основна шкала

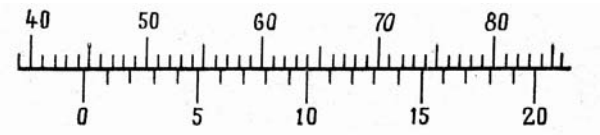


Шкала ноніуса

Відлік: 23 + 0,1 × 7 = 23,7 мм

Приклад 3. **Розмір – 44,5 мм**

Основна шкала



Шкала ноніуса

Відлік: 44 + 10 × 0,05 = 44,5 мм

Варіанти

А

Варіант	Величина розміру, мм	**Варіант**	Величина розміру, мм	**Варіант**	Величина розміру, мм
1	2,05	**11**	0,30	**21**	2,00
2	0,04	**12**	60,40	**22**	2,05
3	7,25	**13**	0,50	**23**	3,4
4	0,08	**14**	0,60	**24**	3,9
5	0,10	**15**	1,00	**25**	4,1
6	10,20	**16**	110,1	**26**	130,05
7	30,45	**17**	1,4	**27**	65,00
8	40,50	**18**	20,8	**28**	37,95
9	37,35	**19**	1,82	**29**	55,8
10	0,20	**20**	1,08	**30**	112,65

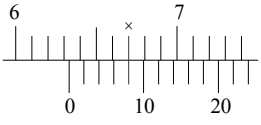
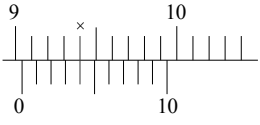
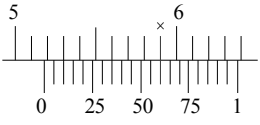
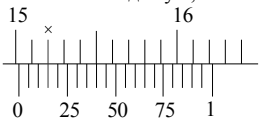
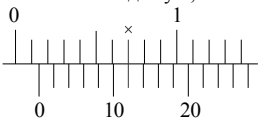
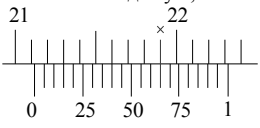
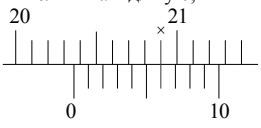
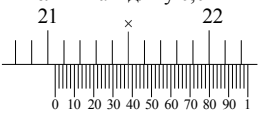
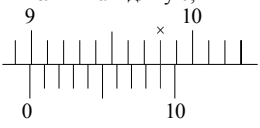
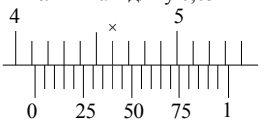
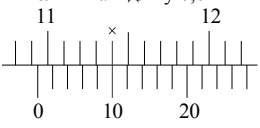
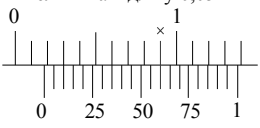
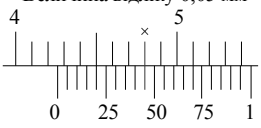
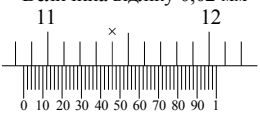
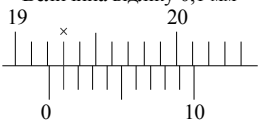
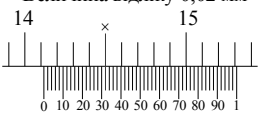
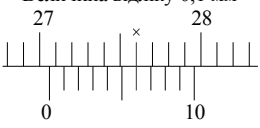
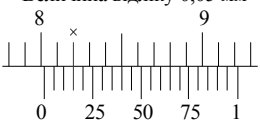
В

Варіант	Величина розміру, мм	**Варіант**	Величина розміру, мм	**Варіант**	Величина розміру, мм
1	4,7	**6**	10,1	**11**	25,3
2	5,1	**7**	10,9	**12**	38,7
3	5,5	**8**	11,7	**13**	45,5
4	5,9	**9**	12,4	**14**	49,7
5	6,4	**10**	19,1	**15**	30,05

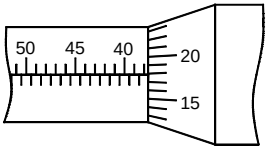
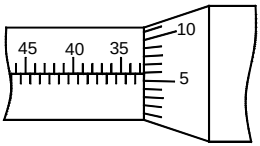
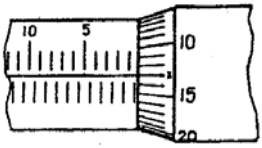
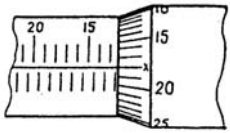
Задача 2. Виконати відлік показань за шкалами вимірювальних інструментів:

1) штангенциркуля (табл. 1.1);
2) мікрометричного глибиноміра (табл. 1.2);
3) кутоміра (табл. 1.3);
4) гладкого мікрометра (табл. 1.4).

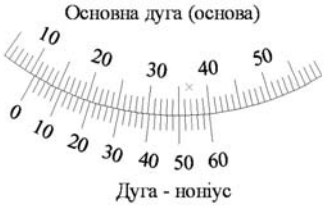
Таблиця 1.1

Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3
Величина відліку 0,02 мм 	Величина відліку 0,1 мм 	Величина відліку 0,05 мм 
Варіант 4	**Варіант 5**	**Варіант 6**
Величина відліку 0,05 мм 	Величина відліку 0,02 мм 	Величина відліку 0,05 мм 
Варіант 7	**Варіант 8**	**Варіант 9**
Величина відліку 0,1 мм 	Величина відліку 0,02 мм 	Величина відліку 0,1 мм 
Варіант 10	**Варіант 11**	**Варіант 12**
Величина відліку 0,05 мм 	Величина відліку 0,02 мм 	Величина відліку 0,05 мм 
Варіант 13	**Варіант 14**	**Варіант 15**
Величина відліку 0,05 мм 	Величина відліку 0,02 мм 	Величина відліку 0,1 мм 
Варіант 16	**Варіант 17**	**Варіант 18**
Величина відліку 0,02 мм 	Величина відліку 0,1 мм 	Величина відліку 0,05 мм 

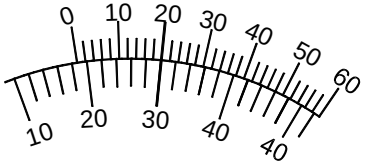
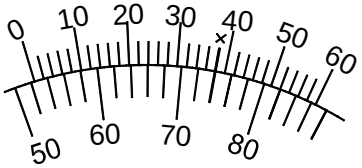
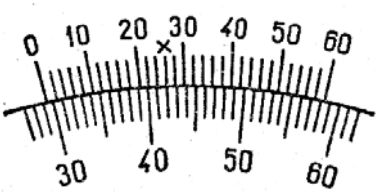
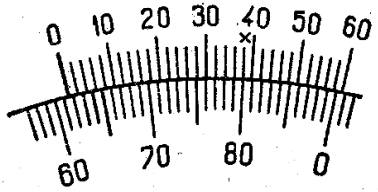
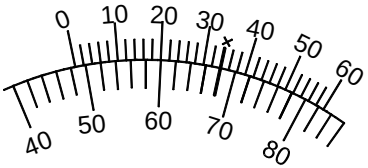
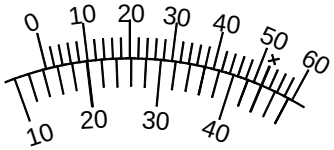
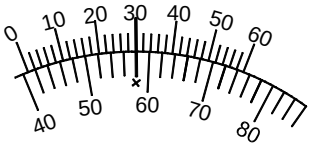
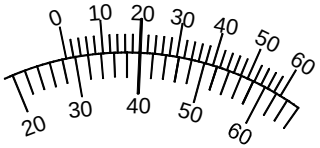
Таблиця 1.2

Варіант 1	**Варіант 2**
	
Варіант 3	**Варіант 4**
	

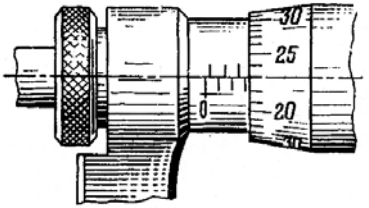
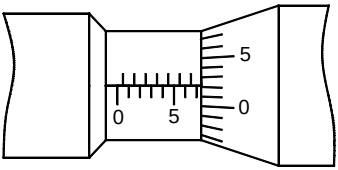
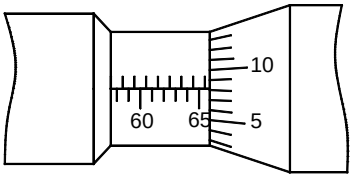
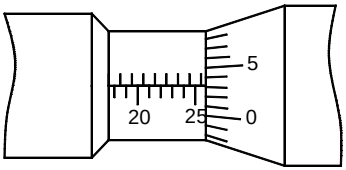
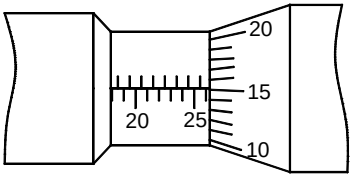
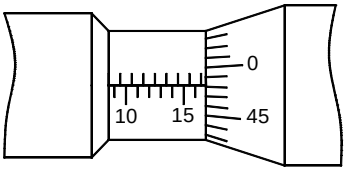
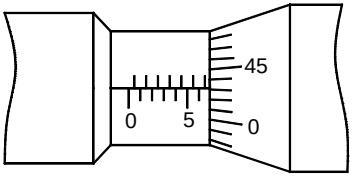
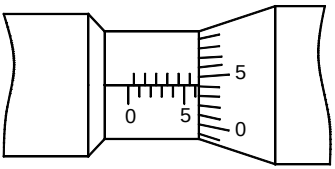
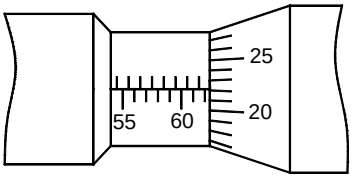
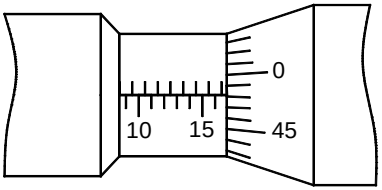
Таблиця 1.3

Варіант 1	Варіант 2
	
Варіант 3	**Варіант 4**

Варіант 5	Варіант 6
Варіант 7	**Варіант 8**
Варіант 9	**Варіант 10**

Кутомір УН	
Внутрішні кути	
Варіант 11	**Варіант 12**
Дуга – ноніус  Основа **Від 0° до 50°**	Дуга – ноніус  Основа **Від 50° до 90°**
Варіант 13	**Варіант 14**
Дуга – ноніус  Основа **Від 180° до 130°**	Дуга – ноніус  Основа **Від 130° до 90°**
Варіант 15	**Варіант 16**
Дуга – ноніус  Основа **Від 180° до 130°**	Дуга – ноніус  Основа **Від 90° до 40°**
Варіант 17	**Варіант 18**
Дуга – ноніус  Основа **Від 180° до 130°**	Дуга – ноніус  Основа **Від 90° до 40°**

Таблиця 1.4

Варіант 1	**Варіант 2**
	
Варіант 3	**Варіант 4**
	
Варіант 5	**Варіант 6**
	
Варіант 7	**Варіант 8**
	
Варіант 9	**Варіант 10**
	

Задача 3. За допомогою штангенциркуля встановити наступні розміри:

Варіанти									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2,05 4,7	10,20 5,1	0,30 4,1	1,2 5,5	2,0 10,1	0,04 25,3	30,45 1,0	0,40 5,1	1,4 10,9	2,05 38,7
Варіанти									
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
7,25 0,10	40,50 0,20	0,50 5,5	1,8 11,7	3,4 49,7	0,08 45,5	37,35 1,08	0,60 12,4	1,82 30,06	3,9 19,1
Варіанти									
21	22	23	24	25	262	7	28	29	30
107,25 10,10	99,50 0,25	70,50 35,15	1,8 4,75	103,4 49,7	77,08 65,5	57,35 61,08	0,70 112,45	91,62 50,06	8,9 69,4

Задача 4. Визначити величину розміру деталі:

Завдання	**Варіанти**									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
На **стеблі** мікрометра відкрита поділка,	0,5	1	1,5	5	6,5	12,5	15	20,5	22	24,5
а з подовжньою межею на стеблі збігається поділка **барабану**	2-ге	5-те	9-те	15-те	18-те	20-те	35-те	38-ме	41-ше	43-тє
Розмір деталі										

Завдання	**Варіанти**									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
На **стеблі** мікрометра відкрита поділка, а з подовжньою межею на стеблі збігається поділка **барабану**	100,5	17	1,5	45	96,5	12,5	65	120,5	22,5	74,5
	2-ге	15-те	19-те	45-те	18-те	23-тє	33-тє	28-ме	11-те	13-те
Розмір деталі										

Завдання	**Варіанти**									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
На **стеблі** мікрометра відкрита поділка, а з подовжньою межею на стеблі збігається поділка **барабану**	101	171,5	11,5	35	16,5	12	31	125	2,5	49,5
	2-ге	15-те	9-те	35-те	13-те	13-те	27-ме	28-ме	41-ше	3-тє
Розмір деталі										

Задача 5. За допомогою мікрометра встановити наступні розміри в мм:

Завдання	**Варіанти**									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Розміри деталей	0,06	10,20	0,30	1,73	12,12	0,04	30,45	9,40	1,42	2,05
	8, 34	5,10	4,11	5,50	10,51	25,37	51,07	5,01	10,95	38,76

Завдання	**Варіанти**									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Розміри деталей	27,55 7,10	40,50 5,22	7,56 5,37	1,89 41,70	3,53 49,74	8,08 45,45	37,35 31,58	8,60 12,41	1,82 30,56	3,90 19,11

Задача 6. За допомогою кутоміра встановити наступні величини кутів:

Завдання	**Варіанти**									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Величини кутів	35°12′	132°32′	15°52′	23°28′	115°8′	5°44′	96°6′	17°18′	164°2′	40°22′

Завдання	**Варіанти**									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Величини кутів	5°12′	55°42′	145°38′	100°4′	7°2′	44°26′	4°44′	123°10′	30°20′	147°8′

Задача 7. Скласти блок з кінцевих мір довжини 4-го розряду для настройки вимірювального приладу та визначити дійсний розмір блоку за допомогою атестата.

Умови: вимірюється методом зрівняння мірою гладкий калібр-пробка 20,005 мм.

Розв'язання: при складанні блоку кінцевих мір довжини слід прагнути до мінімальної кількості мір, які складають блок.

Звичайно, для зменшення погрішності блоку число мір у ньому обирають не більше чотирьох. Перша міра підбирається так, щоб отримати останню цифру заданого розміру, тому обираємо міру з розміром 1,005 *мм*.

Віднімаємо від розміру 20,005 розмір 1,005, отримуємо залишок – 19 *мм*. Далі вибираємо найменшу кількість мір, які дають у сумі розмір 19 *мм*; це міри розмірами 9 і 10 *мм*.

Таким чином, блок складатиметься із трьох мір розмірами:

1,005 + 9 + 10 = 20,005 *мм*, що дорівнює заданому розміру.

За атестатом (табл. 1.5) знаходимо відхилення мір від номінального розміру і підсумовуємо їх алгебраїчно: – 0,7 – 1,2 + 0,3 = – 1,6 *мкм*. Ця величина є відхиленням від номінального розміру блоку.

Визначаємо дійсний розмір блоку: 20,005 – 0,0016 = 20,0034 *мм*.

Варіанти задачі

Скласти блок кінцевих мір довжини 4-го розряду за заданими розмірами та визначити дійсні розміри блоку за атестатом (див. табл. 1.5).

Варіанти	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Розмір блоку, *мм*	45,425	87,26	122,075	25,76	73,87
Варіанти	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Розмір блоку, *мм*	58,65	12,875	92,99	156,55	62,425
Варіанти	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
Розмір блоку, *мм*	34,895	79,32	93,475	65,425	58,32
Варіанти	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
Розмір блоку, *мм*	8,44	9,78	16,67	39,795	66,885
Варіанти	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**
Розмір блоку, *мм*	77,77	55,555	98,765	56,78	86,865

Задача 8. Визначити найбільшу та найбільш імовірну погрішність розміру блоку кінцевих мір довжини.

Умови: блок розміром 75,415 *мм* складений із кінцевих мір 1,005; 1,41; 3; 70 *мм*. Клас точності мір – 3-й.

Розв'язання: залежно від номінальної довжини мір (1,005; 1,41; 3 і 70 *мм*) для 3-го класу точності за табл. 1.6 знаходимо допустимі відхилення мір Δ, які відповідно дорівнюють: $\Delta_1 = \pm 0{,}8$ *мм*, $\Delta_2 = \pm 0{,}8$ *мм*, $\Delta_3 = \pm 0{,}8$ *мм*, $\Delta_4 = \pm 2$ *мкм*.

Найбільша погрішність розміру блоку:

$$\Delta_{\text{найб.}} = \pm(|\Delta_1| + |\Delta_2| + \ldots + |\Delta_n|) = \pm(0{,}8 + 0{,}8 + 0{,}8 + 2) = \pm 4{,}4 \text{ мкм}.$$

$$\Delta_{\lim\Sigma} = \pm\sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2} =$$

$$= \pm\sqrt{0{,}8^2 + 0{,}8^2 + 0{,}8^2 + 2^2} \approx \pm 2{,}4 \text{ мкм}.$$

Таблиця 1.5

Атестат на набір плоскопаралельних мір довжини 4-го розряду

Завод-виробник	Заводський номер	Кількість штук у наборі	Перевірено за набором		На приладі
	8723	87	№	розряд	Інтер-ферометр ІКПВ
			29	3	

Результати періодичної перевірки

Номінальний розмір, мм	Відхилення від номіналу, мкм	Номінальний розмір, мм	Відхилення від номіналу, мкм	Номінальний розмір, мм	Відхилення від номіналу, мкм	Номінальний розмір, мм	Відхилення від номіналу, мкм
1,005	– 0,7	1,22	– 0,5	1,44	+ 0,2	6,5	+ 0,5
1,01	– 0,4	1,23	– 0,4	1,45	+ 0,2	7,0	– 1,1
1,02	– 0,7	1,24	– 0,5	1,46	– 0,4	7,5	– 0,3
1,03	– 0,5	1,25	– 1,4	1,47	+ 0,3	8,0	– 0,4
1,04	– 0,1	1,26	– 0,2	1,48	– 1,2	8,5	– 0,6
1,05	– 0,9	1,27	– 0,3	1,49	– 1,3	9,0	– 1,2
1,06	0,5	1,28	– 0,4	0,5	– 0,6	9,5	– 0,2
1,07	+0,2	1,29	– 0,4	1,0	– 0,5	10	+ 0,3
1,08	– 0,1	1,30	– 0,6	1,5	+ 0,1	20	– 0,5
1,09	– 0,3	1,31	– 0,4	1,6	– 0,1	30	– 0,6
1,10	– 0,8	1,32	– 0,4	1,7	– 1,0	40	– 1,2
1,11	+ 0,2	1,33	– 0,7	1,8	– 0,2	50	+ 0,4
1,12	1,1	1,34	+ 0,7	1,9	+ 0,1	60	– 0,3
1,13	– 0,1	1,35	– 0,6	2,0	– 0,7	70	– 1,2
1,14	– 0,4	1,36	– 0,3	2,5	+ 0,3	80	– 1,5
1,15	+ 0,42	1,37	+ 0,3	3,0	– 0,8	90	+ 1,6
1,16	+ 0,7	1,38	– 0,8	3,5	– 0,3	100	
1,17	– 0,4	1,39	– 0,9	4,0	– 0,2	1 (а)	+ 0,1
1,18	– 0,3	1,40	– 0,3	4,5	+ 0,1	1 (н)	– 0,3
1,19	+ 0,6	1,41	– 0,20	5,0	– 0,2	1,5 (г)	+ 0,2
1,20	– 0,4	1,42	– 0,1	5,5	+ 0,2	1,5 (с)	– 0,6
1,21	+ 1,3	1,43	– 0,2	6,0	– 0,5		– 0,8

Таблиця 1.6

Відхилення довжини кінцевих мір залежно від класів (ГОСТ 9038–73)

Номінальні значення довжини кінцевих мір, *мм*	Допустимі відхилення, *мкм*, для класів точності					
	0	1	2	3	4	5
До 10	0,1	0,2	0,4	0,8	2,0	4
Понад 10 до 25	0,14	0,3	0,6	1,2	2,5	5
» 25 » 50	0,2	0,4	0,8	1,6	3,0	6
» 50 » 75	0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	8
» 75 » 100	0,30	0,6	1,2	2,5	5,0	10
» 100 » 150	0,4	0,8	1,6	3,0	6,0	10

Варіанти

Завдання. Скласти блок кінцевих мір довжини за заданим розміром та визначити найбільшу погрішність розміру блоку залежно від класу точності мір.

Варіанти	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Розмір блоку, *мм*	80,515	92,34	115,005	147,54	63,505
Клас точності мір	1	4	2	3	4
Варіанти	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Розмір блоку, *мм*	23,75	8,325	50,51	35,98	145,25
Клас точності мір	3	2	1	3	4
Варіанти	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
Розмір блоку, *мм*	8,44	9,78	16,67	39,795	66,885
Клас точності мір	1	2	3	1	4
Варіанти	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
Розмір блоку, *мм*	58,65	12,875	92,99	62,425	156,55
Клас точності мір	3	2	1	3	4

Задача 9. Визначити радіальне биття за вказаними показаннями індикатора.

Варіанти

Номер вимірювання	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Перше показання	– 2	+ 4	+ 1	+ 6	+10	+ 8	0	+ 1	+ 4	+ 5
Друге показання	+ 5	– 5	– 1	+ 8	+10	– 1	+ 6	– 7	– 1	0

Номер вимірювання	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
Перше показання	– 2	+ 10	– 1	+ 5	+ 7	+ 3	– 2	+ 3	+ 1	+ 6
Друге показання	+ 6	– 5	+ 7	+ 6	+ 9	– 2	+ 6	– 5	– 4	– 2

Номер вимірювання	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
Перше показання	– 7	+ 8	+ 5	+ 7	+10	+ 6	0	+ 3	+ 5	+ 7
Друге показання	+ 5	– 6	– 3	+ 10	– 4	– 1	+ 8	– 8	– 2	0

Задача 10. Визначити відхилення вала від циліндричності, якщо при вимірюванні вала через кожні 10 *мм* на довжині 100 *мм* (рис. 1.1) отримано наступні значення:

Варіант 1

Номер вимірювання	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Показання індикатора, *мкм:*										
першого	0	+ 3	+ 8	+ 12	+ 4	– 6	+ 6	+ 1	0	– 3
другого	0	+ 2	– 4	– 8	– 6	+ 4	+ 8	+ 10	+ 12	+ 4

Варіант 2

Номер вимірювання	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Показання індикатора, *мкм:*										
першого	0	+ 5	+ 7	+ 8	+ 9	– 10	+ 2	+ 3	0	– 5
другого	+ 3	+ 3	– 5	– 7	– 4	+ 6	+ 5	+ 9	+ 10	+ 4

Варіант 3

Номер вимірювання	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Показання індикатора, *мкм:*										
першого	+ 1	+ 7	+ 9	+ 5	+ 10	– 12	+ 12	+ 11	– 1	– 6
другого	+ 4	+ 2	– 4	– 7	– 5	+ 7	+ 7	+ 9	+ 8	+ 3

Варіант 4

Номер вимірювання	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Показання індикатора, *мкм:*										
першого	+ 2	+ 7	+ 9	– 5	– 10	– 13	+ 11	+ 13	– 7	+ 6
другого	+ 8	+ 5	– 4	– 7	– 5	+ 9	+ 7	+ 8	+ 10	– 3

Варіант 5

Номер вимірювання	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Показання індикатора, *мкм:*										
першого	0	+ 5	+ 6	+ 3	+ 7	– 11	+ 10	+ 11	– 1	0
другого	+ 4	+ 4	– 5	– 6	– 3	+ 9	0	+ 9	+ 8	+ 3

Варіант 6

Номер вимірювання	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Показання індикатора, *мкм:*										
першого	0	+ 5	+ 6	+ 1	0	– 11	+ 7	+ 13	– 2	0
другого	+ 5	0	– 3	– 5	– 2	+ 7	0	+ 8	+ 4	+ 6

Варіант 7

Номер вимірювання	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Показання індикатора, *мкм:*										
першого	0	+ 3	+ 2	+ 3	0	– 9	+ 5	+ 11	– 2	0
другого	+ 7	0	– 3	– 4	– 3	+ 6	0	+ 7	+ 5	+ 2

Варіант 8

Номер вимірювання	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Показання індикатора, *мкм:*										
першого	0	+ 1	+ 4	+ 2	0	– 10	+ 4	+ 12	– 2	0
другого	+ 4	0	– 3	– 7	– 5	+ 7	0	+ 6	+ 3	+ 5

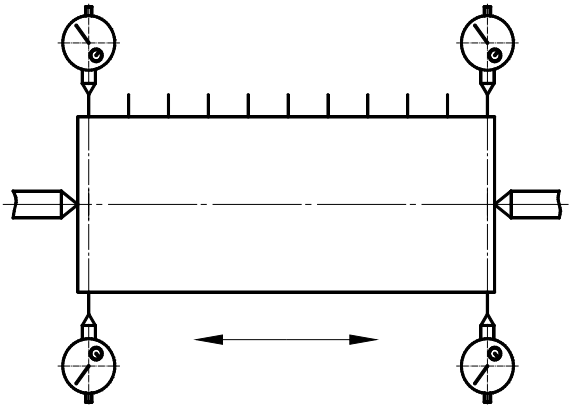


Рис. 1.1