

Метрологія, стандартизація та підтвердження відповідності ЕА

Лабораторна робота №3

Об'єднання результатів багаторазових вимірювань

Завдання

1. Вимірювалась частота коливань при підходах знизу та зверху до заданого значення. Результати цих вимірювань наведено у таблиці 2.1.

2. Перевірити можливість об'єднання цих результатів багаторазових вимірювань при значенні довірчої імовірності 0,95. Обчислення математичних очікувань та середніх квадратичних відхилень вибірок – методом інтервальних рядів (мінімальна кількість інтервалів – п'ять, максимальна – десять).

Якщо вимірювання проводять при зміні деяких зовнішніх умов (температури, вологості, тощо) або з якимось розірванням у часі, за який певний невідомий впливний фактор може змінитися, потрібна перевірка: чи можна об'єднувати результати цих багаторазових вимірювань. При об'єднанні результатів вимірювань зменшується випадкова похибка. *Проте, об'єднувати результати таких вимірювань можна лише у тому випадку, якщо точності вимірювань цих серій рівні, та якщо рівні середні значення двох генеральних сукупностей, тобто обидва критерії (критерій Фішера і критерій Ст'юдента) дали позитивну відповідь.*

Практично ця перевірка виглядає так:

1. Порівнюють точність вимірювань за критерієм Фішера.

Для цього обчислюють відношення **більшої дисперсії** σ_1^2 до **меншої** σ_2^2 і отримують $F_{\text{практ}}$:

$$F_{\text{практ}} = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2},$$

та кількість ступенів свободи чисельника k_1 та знаменника k_2 :

$$k_1 = n_1 - 1;$$

$$k_2 = n_2 - 1.'$$

Потім за таблицями точок розподілу Фішера, виходячи зі значень k_1 та k_2 і довірчої імовірності p знаходимо значення $F_{\text{табл}}$ на перетині відповідних стовпчика та рядка.

Якщо $F_{\text{практ}} \leq F_{\text{табл}}$, то точності вимірювань рівні, якщо ж $F_{\text{практ}} > F_{\text{табл}}$, то вимірювання проводились з різною точністю і об'єднувати їх не можна.

Табличні значення $F_{\text{табл}}$ наведено у методичних вказівках до лабораторних робіт, таблиця Д.4.

2. Порівнюють математичні очікування за допомогою таблиць Ст'юдента.

Для цього обчислюють $T_{\text{практ}}$:

$$T_{\text{практ}} = \frac{|\tilde{A}_1 - \tilde{A}_2|}{\sqrt{(n_1 - 1)\sigma_1^2 + (n_2 - 1)\sigma_2^2}} \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}},$$

та кількість ступенів свободи:

$$k = n_1 + n_2 - 2,$$

де \tilde{A}_1 , \tilde{A}_2 – математичні очікування, які відповідають більшій та меншій дисперсіям відповідних рядів; σ_1 , σ_2 – СКВ цих рядів; n_1 , n_2 – обсяги вибірок цих рядів.

Потім за таблицями критичних точок розподілу Ст'юдента для двосторонньої критичної області та заданої довірчої імовірності знаходять значення $t_{табл}$.

Якщо $T_{пратк} < t_{табл}$, то об'єднувати результати вимірювань можна, якщо ж $T_{пратк} > t_{табл}$, то об'єднувати результати не можна.

Табличні значення $t_{табл}$ наведено у методичних вказівках до лабораторних робіт, таблиця Д.3, варіант під назвою «двостороння критична область».

Таблиця 3.1

Варіант	Значення варіант
Варіант 1	
Вибірка 1	5,02; 4,69; 4,92; 4,77; 4,55; 4,81; 4,79; 4,83; 4,83; 4,51; 5,17; 5,22; 4,87; 4,72; 4,95; 4,80
Вибірка 2	4,96; 4,98; 5,01; 4,87; 4,85; 4,87; 4,88; 4,93; 5,12; 4,92; 4,99; 5,17; 4,86; 5,00; 4,94; 4,79
Варіант 2	
Вибірка 1	3,03; 2,82; 3,09; 2,67; 2,93; 3,42; 3,06; 2,85; 3,12; 2,96; 3,14; 2,95; 3,18; 3,13; 3,03; 2,96
Вибірка 2	3,95; 3,97; 4,03; 4,07; 4,28; 4,34; 4,12; 3,77; 4,06; 3,90; 3,82; 4,12; 4,08; 3,97; 3,94; 3,85
Варіант 3	
Вибірка 1	7,47; 6,97; 7,07; 6,67; 6,91; 6,68; 6,98; 6,78; 6,89; 6,85; 6,97; 7,16; 7,26; 7,07; 6,91; 7,03
Вибірка 2	6,84; 6,88; 7,17; 7,01; 6,62; 7,38; 7,14; 6,68; 6,92; 7,04; 6,84; 6,98; 7,07; 7,21; 6,71; 6,79
Варіант 4	
Вибірка 1	5,05; 5,07; 5,11; 4,87; 5,28; 5,20; 4,51; 4,77; 4,93; 4,58; 5,32; 5,05; 5,13; 4,77; 5,04; 5,35
Вибірка 2	4,67; 4,53; 5,19; 4,88; 4,88; 5,03; 4,87; 4,83; 5,27;

	4,75; 4,92; 5,15; 4,76; 5,00; 5,19; 5,05
Варіант 5	
Вибірка 1	6,07; 5,58; 6,29; 6,48; 5,57; 5,54; 5,98; 6,02; 5,75; 5,83; 5,99; 5,62; 6,22; 6,02; 6,05; 6,48
Вибірка 2	5,98; 6,02; 6,01; 6,07; 5,98; 5,87; 5,93; 6,00; 6,26; 6,08; 6,01; 6,06; 6,09; 6,34; 6,05; 6,28
Варіант 6	
Вибірка 1	8,46; 7,84; 8,05; 8,15; 8,23; 7,99; 8,12 7,67; 8,01; 7,86; 7,68; 8,21; 8,27; 8,04; 7,79; 8,45
Вибірка 2	8,06; 7,92; 8,30; 7,85; 8,01; 7,83; 7,96; 8,25; 8,03; 8,00; 7,79; 7,67; 8,08; 8,11; 8,07; 7,58
Варіант 7	
Вибірка 1	0,77; 1,06; 1,07; 0,94; 0,95; 1,20; 0,85; 0,96; 1,16; 1,07; 1,35; 0,99; 0,99; 0,91; 0,87; 1,21
Вибірка 2	1,03; 0,97; 1,18; 1,50; 1,09; 0,97; 1,01; 0,84; 0,54; 1,13; 0,88; 1,10; 1,01; 0,87; 1,06; 1,19
Варіант 8	
Вибірка 1	10,04; 10,04; 9,73; 10,34; 10,32; 9,32; 9,45; 10,10; 9,77; 9,68; 10,70; 9,76; 9,68; 10,08; 9,81; 9,70
Вибірка 2	10,13; 9,72; 9,97; 9,77; 9,43; 10,05; 9,82; 10,24; 9,94; 10,24; 10,22; 10,44; 9,86; 9,76; 10,20; 9,92
Варіант 9	
Вибірка 1	14,90; 15,34; 14,95; 14,80; 14,97; 15,35; 15,32; 14,78; 15,02; 15,05; 15,47; 15,06; 15,41; 14,98; 14,94; 15,30;
Вибірка 2	15,00; 15,10; 14,76; 15,11; 15,15; 14,99; 14,99; 15,05; 14,90; 14,99; 15,12; 14,95; 14,83; 15,22; 15,06; 15,17
Варіант 10	
Вибірка 1	17,04; 16,90; 17,03; 17,20; 17,07; 17,19; 16,86; 17,18; 16,94; 16,91; 17,28; 16,86; 16,94; 17,01; 17,04; 17,04

Вибірка 2	16,76; 16,95; 16,62; 16,62; 16,98; 16,93; 16,69; 17,17; 16,91; 17,19; 17,76; 17,14; 17,29; 16,83; 17,23; 16,86
Варіант 11	
Вибірка 1	16,50; 15,71; 16,26; 15,73; 15,87; 16,27; 16,05; 16,17; 15,81; 16,42; 15,99; 16,59; 15,84; 15,64; 15,86; 16,09
Вибірка 2	16,08; 16,52; 15,83; 16,08; 16,42; 15,74; 15,70; 15,61; 15,74; 15,99; 15,44; 15,52; 15,59; 15,94; 16,32; 15,99
Варіант 12	
Вибірка 1	19,03; 19,21; 18,72; 18,47; 19,06; 19,04; 19,69; 18,99; 19,00; 18,86; 19,32; 19,03; 19,45; 19,12; 19,28; 18,97
Вибірка 2	18,92; 19,34; 19,11; 18,88; 18,77; 19,02; 19,01; 18,74; 19,13; 19,01; 19,25; 18,96; 19,10; 18,88; 19,00; 19,23
Варіант 13	
Вибірка 1	17,99; 17,71; 17,97; 18,02; 18,06; 18,17; 17,78; 17,77; 18,38; 18,51; 18,17; 17,89; 18,11; 18,04; 17,61; 18,01
Вибірка 2	17,73; 18,48; 18,10; 17,92; 17,87; 17,72; 18,34; 18,26; 18,12; 18,12; 18,34; 18,30; 18,39; 17,74; 17,83; 18,32
Варіант 14	
Вибірка 1	19,87; 20,43; 20,03; 20,00; 20,15; 20,29; 19,73; 19,64; 20,19; 20,08; 19,54; 20,25; 19,84; 20,13; 20,31; 20,25
Вибірка 2	19,97; 19,84; 19,84; 19,80; 19,88; 19,58; 20,08; 20,11; 19,96; 19,84; 20,00; 19,89; 19,94; 20,11; 20,12; 19,76
Варіант 15	

Вибірка 1	18,98; 18,92; 18,93; 19,02; 19,21; 19,09; 19,24; 19,22; 19,04; 18,91; 18,87; 19,09; 19,18; 19,08; 19,11; 18,86
Вибірка 2	18,77; 19,02; 19,17; 19,19; 19,06; 19,51; 19,39; 18,79; 19,35; 19,14; 19,51; 19,16; 19,01; 19,12; 19,55; 19,01
Варіант 16	
Вибірка 1	20,40; 21,17; 21,08; 20,85; 21,16; 21,10; 21,15; 20,63; 20,83; 20,83; 20,74; 20,97; 21,18; 21,31; 21,23; 21,02
Вибірка 2	21,37; 20,66; 21,25; 21,38; 20,95; 21,23; 20,51; 21,28; 20,42; 20,49; 20,79; 20,97; 21,67; 21,27; 20,95; 21,30
Варіант 17	
Вибірка 1	21,47; 22,42; 21,83; 21,70; 21,87; 22,05; 21,61; 22,02; 22,14; 21,99; 21,98; 21,53; 21,77; 21,63; 22,03; 21,89
Вибірка 2	22,13; 22,34; 21,72; 21,89; 22,18; 21,98; 22,27; 21,83; 21,91; 21,60; 21,77; 22,27; 22,07; 21,89; 22,07; 21,86
Варіант 18	
Вибірка 1	24,02; 24,36; 23,91; 23,93; 24,09; 24,11; 23,90; 24,14; 23,84; 23,97; 24,26; 24,21; 24,34; 24,14; 24,18; 23,85;
Вибірка 2	24,11; 24,01; 24,13; 24,26; 23,92; 23,87; 24,35; 23,92; 23,65; 24,07; 23,84; 23,96; 23,89; 23,96; 24,12; 24,09
Варіант 19	
Вибірка 1	25,81; 26,06; 26,01; 25,84; 25,99; 25,72; 26,11; 26,04; 26,11; 26,20; 25,89; 25,92; 25,98; 26,12; 26,18; 26,07
Вибірка 2	25,60; 25,83; 26,16; 25,99; 25,98; 25,96; 26,29;

	26,23; 25,97; 26,12; 26,35; 25,95; 25,35; 26,24; 25,31; 26,04
Варіант 20	
Вибірка 1	27,97; 27,97; 28,07; 27,75; 28,11; 28,12; 27,81; 28,01; 27,92; 28,19; 28,03; 28,17; 27,67; 28,05; 27,73; 28,05
Вибірка 2	27,96; 28,08; 27,77; 27,88; 28,11; 28,06; 27,84; 28,10; 28,34; 28,11; 28,11; 27,96; 28,26; 27,90; 28,23; 28,05
Варіант 21	
Вибірка 1	30,04; 30,00; 30,09; 29,64; 29,88; 29,95; 30,16; 30,06; 30,27; 29,80; 30,05; 29,96; 29,70; 30,04; 30,20; 29,91
Вибірка 2	29,91; 30,07; 30,47; 30,20; 30,17; 30,06; 29,82; 29,80; 29,71; 29,76; 30,18; 29,99; 30,06; 29,91; 29,83; 29,97
Варіант 22	
Вибірка 1	31,93; 31,66; 32,03; 31,88; 32,22; 32,09; 31,78; 31,77; 32,12; 31,67; 32,01; 31,86; 32,42; 31,98; 32,21; 31,88
Вибірка 2	32,67; 32,22; 32,09; 31,88; 31,94; 32,04; 31,76; 31,73; 31,88; 32,35; 32,28; 32,23; 32,01; 32,21; 32,37; 32,10
Варіант 23	
Вибірка 1	33,97; 33,79; 34,20; 33,94; 34,09; 34,02; 33,94; 34,17; 34,30; 33,65; 34,09; 33,79; 33,91; 34,09; 34,43; 34,08
Вибірка 2	33,95; 34,03; 34,17; 34,29; 33,86; 33,81; 34,12; 34,03; 33,70; 33,64; 33,96; 34,25; 34,04; 34,05; 34,12; 34,12
Варіант 24	
Вибірка 1	35,87; 36,17; 36,12; 36,05; 36,02; 36,39; 36,14;

	36,07; 35,91; 36,10; 35,95; 35,53; 35,87; 36,03; 36,00; 35,79
Вибірка 2	36,02; 36,02; 35,86; 35,78; 36,18; 36,11; 36,02; 36,03; 35,95; 36,06; 36,20; 35,98; 36,30; 35,97; 36,18; 35,62
Варіант 25	
Вибірка 1	38,13; 37,62; 38,15; 38,10; 37,99; 38,07; 38,04; 37,80; 37,81; 38,16; 38,17; 38,16; 38,27; 38,00; 37,83; 37,97
Вибірка 2	37,92; 38,33; 37,63; 38,41; 37,92; 38,26; 38,08; 38,07; 37,94; 37,63; 38,04; 38,19; 37,86; 37,81; 37,93; 38,03
Варіант 26	
Вибірка 1	40,52; 40,17; 40,04; 40,06; 40,57; 40,11; 40,04; 39,75; 40,34; 40,27; 40,09; 40,34; 40,33; 39,33; 40,27; 40,02
Вибірка 2	39,70; 39,83; 39,84; 40,19; 39,87; 40,05; 40,26; 40,07; 39,91; 39,91; 39,88; 39,90; 40,07; 40,01; 39,80; 40,24
Варіант 27	
Вибірка 1	41,86; 42,19; 42,00; 41,99; 42,04; 41,97; 42,02; 41,99; 41,99; 42,21; 42,05; 41,71; 42,24; 41,99; 42,24; 41,89
Вибірка 2	42,19; 41,69; 41,51; 42,25; 41,96; 42,25; 41,80; 42,08; 41,93; 42,02; 42,19; 42,03; 41,66; 41,84; 42,45; 41,96
Варіант 28	
Вибірка 1	43,40; 43,67; 43,61; 44,40; 44,04; 44,19; 43,77; 43,98; 43,89; 43,72; 43,61; 43,86; 44,07; 44,19; 43,85; 43,56
Вибірка 2	44,02; 44,11; 44,32; 43,84; 44,07; 43,92; 44,13; 43,77; 44,08; 43,87 43,96; 44,07; 44,24; 43,97;

	44,07; 44,10
Варіант 29	
Вибірка 1	45,87; 45,79; 46,06; 45,79; 45,82; 46,23; 46,32; 46,34; 45,90; 45,79; 46,20; 45,78; 46,03; 46,17; 46,07; 45,80
Вибірка 2	46,54; 46,26; 45,90; 45,87; 46,01; 45,89; 46,29; 45,79; 46,16; 45,51; 45,93; 46,40; 45,89; 45,95; 45,90; 45,66
Варіант 30	
Вибірка 1	47,93; 48,42; 48,11; 48,01; 48,03; 47,87; 48,07; 47,92; 48,04; 48,82; 47,87; 47,82; 48,22; 47,88; 47,91; 47,38;
Вибірка 2	48,16; 48,15; 47,99; 48,16; 48,29; 47,91; 47,97; 47,85; 47,94; 47,89; 47,87; 48,21; 48,14; 47,87; 47,99; 48,19
Варіант 31	
Вибірка 1	50,04; 50,00; 50,09; 49,64; 49,88; 49,95; 50,16; 50,06; 50,27; 49,80; 50,05; 49,96; 49,70; 50,04; 50,20; 49,91
Вибірка 2	49,91; 50,07; 50,47; 50,20; 50,17; 50,06; 49,82; 49,80; 49,71; 49,76; 50,18; 49,99; 50,06; 49,91; 49,83; 49,97
Варіант 32	
Вибірка 1	80,52; 80,17; 80,04; 80,06; 80,57; 80,11; 80,04; 79,75; 80,34; 80,27; 80,09; 80,34; 80,33; 79,33; 80,27; 80,02
Вибірка 2	79,70; 79,83; 79,84; 80,19; 79,87; 80,05; 80,26; 80,07; 79,91; 79,91; 79,88; 79,90; 80,07; 80,01; 79,80; 80,24
Варіант 33	
Вибірка 1	67,97; 67,97; 68,07; 67,75; 68,11; 68,12; 67,81; 68,01; 67,92; 68,19; 68,03; 68,17; 67,67; 68,05;

	67,73; 68,05
Вибірка 2	67,96; 68,08; 67,77; 67,88; 68,11; 68,06; 67,84; 68,10; 68,34; 68,11; 68,11; 67,96; 68,26; 67,90; 68,23; 68,05
Варіант 34	
Вибірка 1	98,98; 98,92; 98,93; 99,02; 99,21; 99,09; 99,24; 99,22; 99,04; 98,91; 98,87; 99,09; 99,18; 99,08; 19,11; 18,86
Вибірка 2	98,77; 99,02; 99,17; 99,19; 99,06; 99,51; 99,39; 98,79; 99,35; 99,14; 99,51; 99,16; 99,01; 99,12; 99,55; 99,01
Варіант 35	
Вибірка 1	30,04; 30,04; 29,73; 30,34; 30,32; 30,32; 30,45; 30,10; 29,77; 29,68; 29,70; 29,76; 29,68; 30,08; 29,81; 29,70
Вибірка 2	30,13; 29,72; 29,97; 29,77; 29,43; 30,05; 29,82; 30,24; 29,94; 30,24; 30,22; 30,44; 29,86; 29,76; 30,20; 29,92