**Практично-лабораторна робота №1**

**Багаторазові (багатократні) прямі вимірювання**

**Точкові та інтервальні оцінки дійсного значення ФВ**

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ

1. Визначити оцінку дійсного значення – точкову оцінку математичного очікування як середнє арифметичне значення (САЗ), яке буде прийняте за результат багатократного вимірювання:

 (1)

2. Розрахувати значення випадкових відхилень результатів окремих спостережень *Ri* від САЗ і записати їх в таблицю:

. (2)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *і* | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| vі |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| (vі)2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

3. Визначити остаточну випадкову похибку як

4. Визначити точкову оцінку середнього квадратичного відхилення (СКВ) результатів спостережень:

**  (3)

5. Перевірити вибірку на наявність грубих помилок (промахів) при вимірюваннях за критеріями «3-х сігм» і Смірнова. Якщо у вибірці буде знайдено промахи, їх треба вилучити із вибірки і оцінки (за формулами 1-4) перерахувати.

5.1. Критерій «3-х сігм» застосовують для виявлення грубих помилок з вірогідністю 0,9973 (або 99,73%), однак, легко можна здійснити помилку 2-го роду: прийняти промах за правильний результат. Також цей критерій застосовують при відсутності табульованих інших критеріїв. Наприклад Граббса, Смірнова та ін.

Згідно цього критерію необхідно порівняти випадкове відхилення, яке є найбільшим за модулем з потроєним значенням СКВ результатів спостережень. Якщо *|viмах| > 3·S(Ri)*, то результат спостереження, який характеризується цим відхиленням, є промахом.

5.2. За критерієм Смірнова необхідно також визначити найбільше за значенням випадкове відхилення, узяте по модулю, і розділити на значення СКВ, а потім порівняти з допустимим значенням , яке потрібно обрати із таблиці статистики Смірнова у відповідності до завданої довірчої вірогідності *Рдов* та числа спостережень *n* (див. таблицю 2):

 (4)

Якщо виявлено промах за критерієм Смірнова, то рекомендовано перевірити найближчі до нього значення.

6. Обрахувати точкову оцінку СКВ результату вимірювання:

. (5)

7. Визначити довірчі межі *ε* випадкової похибки результату вимірювання:

(6)

- коефіцієнт, який обирають з таблиці статистики Стьюдента за значенням довірчої вірогідності *Рдов*  та числа ступенів свободи *k = n – 1* (див. таблицю 3).

8. Записати результат вимірювання у вигляді:

(Точкова та інтервальна оцінки повинні бути округлені з однаковою кількістю значущих цифр; починати округлення з інтервальної оцінки).

Як визначити коефіцієнт за таблицями статистик Смірнова та Стьюдента:

1) визначити *n* або *k:* ***k = n – 1*** (1-й стовпчик таблиць), 2) визначити *Pдов* (значення задано в таблиці 1), 3) на перетині строки та стовпця визначити коефіцієнт.

Для варіантів, в яких Pдов = 80%, тільки при перевірці на наявність промахів обирати коефіцієнт з Pдов = 90%. Для варіантів, в яких Pдов = 98%, тільки при перевірці на наявність промахів обирати коефіцієнт з Pдов = 99%.

Pдов + q = 1 (або 100%, якщо Pдов і q завдані у %).

Таблиця 2 – Статистика Смірнова

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *n* | *q = 0,10 (Pдов = 0,90)* | *q = 0,05 (Pдов = 0,95)* | *q = 0,01 (Pдов = 0,99)* |
| 3 | 1,15 | 1,15 | 1,15 |
| 4 | 1,42 | 1.46 | 1.49 |
| 5 | 1,60 | 1,67 | 1,75 |
| 6 | 1,73 | 1,82 | 1,94 |
| 7 | 1,83 | 1,94 | 2,10 |
| 8 | 1,91 | 2,03 | 2,22 |
| 9 | 1,98 | 2,11 | 2,32 |
| 10 | 2,03 | 2,18 | 2,41 |
| 11 | 2,09 | 2,23 | 2,48 |
| 12 | 2,13 | 2,29 | 2,55 |
| 13 | 2,17 | 2,33 | 2,61 |
| 14 | 2,21 | 2,37 | 2,66 |
| 15 | 2,25 | 2,41 | 2,70 |
| 16 | 2,28 | 2,44 | 2,75 |
| 17 | 2,31 | 2,48 | 2,78 |
| 18 | 2,34 | 2,50 | 2,82 |
| 19 | 2,36 | 2,53 | 2,85 |
| 20 | 2,38 | 2,56 | 2,88 |
| 21 | 2,41 | 2,58 | 2,91 |
| 22 | 2,43 | 2,60 | 2,94 |
| 23 | 2,45 | 2,62 | 2,96 |
| 24 | 2,47 | 2,64 | 2,99 |
| 25 | 2,49 | 2,66 | 3,01 |
| 30 | 2,70 | 2,93 | 3,40 |
| 40 | 2,79 | 3,02 | 3,48 |
| 50 | 2,86 | 3,08 | 3,54 |

Таблиця 3 – Статистика розподілення Стьюдента

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***k\Pдов*** | ***0.80*** | ***0.90*** | ***0.95*** | ***0.98*** | ***0.99*** | ***0.995*** | ***0.999*** |
| *1* | 3.08 | 6.31 | 12.71 | 31.82 | 63.66 | 127.32 | 636.62 |
| *2* | 1.89 | 2.92 | 4.30 | 6.93 | 9.53 | 14.09 | 31.60 |
| *3* | 1.64 | 2.35 | 3.18 | 4.54 | 5.84 | 7.45 | 12.94 |
| *4* | 1.53 | 2.13 | 2.78 | 3.75 | 4.60 | 5.60 | 8.61 |
| *5* | 1.48 | 2.02 | 2.57 | 3.37 | 4.03 | 4.77 | 6.86 |
| *6* | 1.44 | 1.94 | 2.45 | 3.14 | 3.71 | 4.32 | 5.96 |
| *7* | 1.42 | 1.90 | 2.37 | 3.00 | 3.50 | 4.03 | 5.41 |
| *8* | 1.40 | 1.86 | 2.31 | 2.90 | 3.36 | 3.83 | 5.04 |
| *9* | 1.38 | 1.83 | 2.26 | 2.82 | 3.25 | 3.69 | 4.78 |
| *10* | 1.37 | 1.81 | 2.23 | 2.76 | 3.17 | 3.58 | 4.59 |
| *11* | 1.36 | 1.80 | 2.20 | 2.72 | 3.11 | 3.50 | 4.44 |
| *12* | 1.36 | 1.78 | 2.18 | 2.68 | 3.06 | 3.43 | 4.32 |
| *13* | 1.35 | 1.77 | 2.16 | 2.65 | 3.01 | 3.37 | 4.22 |
| *14* | 1.34 | 1.76 | 2.15 | 2.62 | 2.98 | 3.33 | 4.14 |
| *15* | 1.34 | 1.75 | 2.13 | 2.60 | 2.95 | 3.29 | 4.07 |
| *16* | 1.34 | 1.75 | 2.12 | 2.58 | 2.92 | 3.25 | 4.02 |
| *17* | 1.33 | 1.74 | *2.*11 | 2.57 | 2.90 | 3.22 | 3.97 |
| *18* | 1.33 | 1.73 | 2.10 | 2.55 | 2.88 | 3.20 | 3.92 |
| *19* | 1.33 | 1.73 | 2.09 | 2.54 | 2.86 | 3.17 | 3.88 |
| *20* | 1.33 | 1.73 | 2.09 | 2.53 | 2.85 | 3.15 | 3.85 |
| *21* | 1.32 | 1.72 | 2.08 | 2.52 | 2.83 | 3.14 | 3.82 |
| *22* | 1.32 | 1.72 | 2.07 | 2.51 | 2.82 | 3.12 | 3.79 |
| *23* | 1.32 | 1.71 | 2.07 | 2.50 | 2.81 | 3.10 | 3.77 |
| *24* | 1.32 | 1.71 | 2.06 | 2.49 | 2.80 | 3.09 | 3.75 |
| *25* | 1.32 | 1.71 | 2.06 | 2.48 | 2.79 | 3.08 | 3.73 |
| *26* | 1.32 | 1.71 | 2.06 | 2.48 | 2.78 | 3.07 | 3.71 |
| *27* | 1.31 | 1.70 | 2.05 | 2.47 | 2.77 | 3.06 | 3.69 |
| *28* | 1.31 | 1.70 | 2.04 | 2.46 | 2.76 | 3.05 | 3.67 |
| *29* | 1.31 | 1.70 | 2.04 | 2.46 | 2.76 | 3.04 | 3.66 |
| *30* | 1.31 | 1.70 | 2.04 | 2.46 | 2.75 | 3.03 | 3.65 |
| *40* | 1.30 | 1.68 | 2.02 | 2.42 | 2.70 | 2.97 | 3.55 |
| *60* | 1.30 | 1.67 | 2.00 | 2.39 | 2.66 | 2.91 | 3.46 |
| *90* | 1.29 | 1.66 | 1.98 | 2.36 | 2.62 | 2.86 | 3.37 |
| *120* | 1.28 | 1.64 | 1.96 | 2.33 | 2.58 | 2.81 | 3.29 |

***k = n – 1*** – число ступенів свободи

**Задачі для самостійної роботи**

**Гр. 310, 311,312**

**Задача.** Отримано оцінки дійсного значення у вигляді САЗ (середнього арифметичного) та СКВ (середнє квадратичне відхилення) маси гири за результатами 16 вимірювань.  та 

Оцінити межі довірчого інтервалу з вірогідністю 0,90 і 0,98.

**Гр. 318**

**Задача**. За результатами 12 вимірювань ємності конденсатора обраховані оцінки САЗ та СКВ результату вимірювання, значення яких дорівнює:  та .

Оцінити межі довірчого інтервалу з вірогідністю 0,80 і 0,95. Округлити результати, враховуючи, що номінальне значення ємності 3,12 мкФ.

**Гр. 319**

**Задача.** За результатами 15 спостережень було визначено довірчий інтервал результату вимірювання тиску с довірчою вірогідністю 0,80: 

Визначити межі довірчого інтервалу з Рдов = 0,90 і Рдов = 0,99.

**Задача для студентів всіх груп**

**Задача.** Визначити точкову та інтервальну (симметричні межі довірчого інтервалу) оцінки результату вимірювання температури (t, °С), отриманої за допомогою термо-електричного термометра, за такими результатами: 22,15; 22,40; 22,37; 22,32; 22,33; 22,18; 22,18; 22,20. Вважаємо, що термо-ЕРС (термо-електрорушійна сила) є випадковою величиною, її значення розподілені за усіченим нормальним законом (розподілення Стьюдента), а рівень значимості прийняти 10% (**гр.310, 311, 312**), 5% (гр.**318**), 1% (гр.**319**).