## Лабораторна робота 3

**Обробка результатів непрямих вимірювань фізичних величин**

Основне завдання непрямих вимірювань - знайти бажане значення, яке є функцією одного або декількох аргументів: U = F (A, B, C ...). Зазвичай тип функції відомий, і значення A, B, C ... вимірюються безпосередньо в експерименті. Виходячи з результатів цих вимірювань, необхідно отримати оцінку значення U та визначити точність цієї оцінки. Абсолютну помилку непрямих вимірювань можна знайти двома способами:

1. Для повторних непрямих вимірювань абсолютна помилка вимірювання виявляється за методом Стьюдента.

2. Величина абсолютної помилки для непрямих вимірювань, встановлених функціональною залежністю виду: <u> = f (<a>, <b>, <c> ...) обчислюється формулою:



Значення абсолютних помилок ΔA, ΔВ, ΔC ... обчислюються в результаті прямих вимірювань.

Приватні похідні повинні приймати всі змінні.

Ми записуємо формули для обчислення абсолютної похибки непрямих вимірювань для не багато конкретних випадків.

1. Функція u - це добуток з кількох степеневих функцій: 

Абсолютна помилка функції U буде у формулі:



1. 1. Функція U - сума декількох функцій: U=A+B.

.

Абсолютна помилка функції U буде у формулі:



Якщо функціональна залежність має кілька операцій різних замовлень, то, вводячи нові позначення, вона може бути зведена до функціональної залежності, в якій будуть лише операції одного порядку. І абсолютну похибку такої функціональної залежності можна знайти співвідношенням (18).

Приклад № 1. Існує функціональна залежність типу: а=cb2+z3. Він має операції різних порядків - множення та додавання. Вводячи нові позначення, ми надаємо функціональну залежність (а=cb2+z3) До такого типу, в якому будуть лише операції з доповнення. Для цього введіть наступні позначення: x=cb2 y=z3 , тоді отримаємо: а= x+y. Для неї ми знайдемо абсолютну помилку відповідно до неї за формулою: (Δa=(Δx2+Δy2)0. 5

Ми замінимо значення абсолютних помилок у ньому:

и отримаємо:





Приклад № 2. Прискорення вільного падіння, обчислене за допомогою математичного маятника, встановлюється формулою:



Введемо позначення А=*l1-l2*, B=T 2, C=T 2, D=B-C, тоді

1 2



Обчислена формула прийме форму:



Абсолютна помилка цієї функціональної залежності обчислюється формулою:



де (ΔА)2=(Δl1)2+(Δl2)2 (ΔD)2=(ΔB)2+(ΔC)2 ΔC=2T2ΔT2 ΔB=2TΔT.

Замінивши їх, ми нарешті отримуємо:



Для полегшення розрахунків рекомендується використовувати таблицю 3.

Таблиця 3

Формули для обчислення похибки функцій

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Функція | Абсолютна похибка | Відносна похибка |
| 1 | Xk | k<x>k-1Δx | kΔx/<x> |
| 2 | X1/k | Δx/(k<x>k-1/k) | Δx/k<x> |
| 3 | lnx | Δx/<x> | Δx/(<x>ln<x>) |
| 4 | ekx | kek<x>Δx | {kΔx} |
| 5 | lgx | 0.4343Δx/<x> | 0.4343Δx/<x>lg<x> |
| 6 | akx | k lnaak<x>Δx | k lna Δx |
| 7 | x/(1+x) | Δx/(1+<x>)2 | kΔx/((<x>(1+x)) |
| 8 | 1/xk | kΔx/<x>k-1 | kΔx/<x> |
| 9 | sin kx | k cos k<x> Δx | k ctg k<x>Δx |
| 10 | sos kx | k sin k<x> Δx | k tg k<x>Δx |
| 11 | tg kx | kΔx/cos2k<x> | 2kΔx/sin 2k<x> |
| 12 | ctg kx | kΔx/sin2k<x> | 2kΔx/sin 2k<x> |

**Варіанти завдань**

1. Функціональна залежність типу: а=cb2+d3.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Номер варіанту | Середньоквадратичне значення похибки c | Середньоквадратичне значення похибки b | Середньоквадратичне значення похибки d |
| 1 | 0,5 | 0,1 | 0,7 |
| 2 | 0,7 | 0,2 | 0,8 |
| 3 | 0,9 | 0,3 | 0,7 |
| 4 | 1,5 | 0,35 | 0,8 |
| 5 | 1,8 | 0,1 | 0,7 |
| 6 | 2,0 | 0,2 | 0,8 |
| 7 | 0,5 | 0,3 | 0,7 |
| 8 | 0,7 | 0,35 | 0,8 |
| 9 | 0,9 | 0,1 | 0,7 |
| 10 | 1,5 | 0,2 | 0,8 |
| 11 | 1,8 | 0,3 | 0,7 |
| 12 | 2,0 | 0,35 | 0,8 |
| 13 | 0,5 | 0,1 | 0,7 |
| 14 | 0,7 | 0,2 | 0,8 |
| 15 | 0,9 | 0,3 | 0,7 |
| 16 | 1,5 | 0,35 | 0,8 |
| 17 | 1,8 | 0,1 | 0,7 |
| 18 | 2,0 | 0,2 | 0,8 |
| 19 | 0,5 | 0,3 | 0,7 |
| 20 | 0,7 | 0,35 | 0,8 |

1. Розрахувати абсолютну похибку.
2. Провести моделювання та визначити абсолютну та відносну похибку величини a.
3. Побудувати графіки.
4. Зробити висновки.