


ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»

**ЯКІСТЬ, МЕТРОЛОГІЯ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ
ТА СЕРТИФІКАЦІЯ**

**методичні вказівки
до виконання лабораторних робіт**

Запоріжжя 2024



УДК 006.9 (072)
Я44

Рекомендовано Науково-методичною радою
ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ
ПОЛІТЕХНІКА»
(протокол № 1 від 27.09.2024 р.)

Укладач

Пашинський В.В., док. техн. наук, доцент

Я44 Якість, метрологія, стандартизація та сертифікація : методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт / уклад. В. В. Пашинський. Запоріжжя : ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2024.

У методичних рекомендаціях наведено тематику лабораторних робіт, теоретичні відомості, методичні пояснення щодо порядку та приклади їх виконання, вимоги до оформлення звітів, питання для самоперевірки тощо.

УДК 006.9(072)



ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ЗМІСТ..... | 3 |
| ВСТУП..... | 4 |
| Лабораторна робота №1..... | 5 |
| Завдання | 5 |
| Теоретична частина | 5 |
| ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ | 8 |
| Контрольні запитання..... | 8 |
| перелік РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ | 9 |
| Лабораторна робота №2..... | 10 |
| Завдання | 10 |
| Теоретична частина | 10 |
| ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ | 12 |
| Контрольні запитання..... | 12 |
| ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ | 12 |
| Додаток А | 14 |
| ПРИКЛАД ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА | 14 |



ВСТУП

Лабораторний практикум дисципліни містить дві лабораторні роботи, які виконуються під час офлайн сесії.

Основою кожної роботи є устаткування, методики дослідження, нормативна документація, які використовуються в практичній роботі лабораторій підприємства

Для кожної роботи наведені завдання, теоретична частина, в якій описані основна інформація (теоретичні основи процесів, що вивчаються, методики досліджень та ін.), детально описані вимоги до виконання роботи. Наведено контрольні питання для самоперевірки знань студентів.

Рекомендовано для студентів ОПП за спеціальностями 136 «Металургія чорних металів», першого (бакаларського) рівня освіти.



ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

Аналіз стабільності технологічного процесу з використанням карт Шухарта

Мета роботи: Здобути практичні навички використання методів статистичного контролю для оцінки стабільності технологічного процесу

ЗАВДАННЯ

Після ознайомлення з матеріалом теоретичної частини цієї лабораторної роботи, а також з джерелами [1 - 4], з переліку рекомендованої літератури, виконати наступні завдання.

Завдання 1. Побудова карти Шухарта для послідовності даних згідно варіанту роботи.

Пояснення: на цьому етапі необхідно вирішити, який тип карти Шухарта буде побудовано. Результатом має бути сформована карта, що використовується для подальшого аналізу.

Завдання 2. Аналіз стабільності процесу з використанням карти Шухарта

Пояснення: На цьому етапі необхідно виявити всі особливості зміни контрольованої величини та надати висновки про стабільність процесу .

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Використання карт Шухарта для аналізу стабільності технологічного процесу. Карта Шухарта— це один із основних інструментів статистичного контролю якості, який використовується для моніторингу та оцінки стабільності технологічного процесу. Вона допомагає виявити випадкові та систематичні відхилення, що можуть впливати на якість продукції.

Основні етапи використання карт Шухарта

1. Визначення параметра контролю. Обирається характеристика процесу (наприклад, розмір деталі, вага, вологість, температура), яка підлягає моніторингу.

2. Формування вибірки даних. Вимірювання проводяться через певні проміжки часу, щоб відстежити динаміку змін. Дані групуються у вибірки фіксованого розміру.

3. Обчислення статистичних параметрів, а саме:

- Середнє значення вибірки (\bar{X})
- Розмах (R) або стандартне відхилення (σ)
- Контрольні межі (верхня UCL та нижня LCL)
- Центральна лінія (CL) – середнє значення процесу



4. Побудова контрольної карти. Нанесення отриманих точок на графік, де вісь X — це час або номер вибірки, а вісь Y — значення контролюваного параметра.

5. Аналіз карти. Визначаються закономірності змін процесу:

- Якщо всі точки знаходяться в межах контрольних границь і не спостерігається системних трендів, процес вважається стабільним.
- Якщо є виходи за межі або нестандартні закономірності (наприклад, послідовні зростання чи падіння значень), то це може свідчити про зміни в процесі, які потребують втручання.

6. Прийняття рішень. Якщо процес нестабільний, необхідно виявити та усунути причини варіацій, які можуть включати зношування обладнання, зміни в сировині або людський фактор та ін. Більш детально можливі причини нестабільності викладені в таблиці 1.1.

Типи карт Шухарта. Використовують декілька типів карт Шухарта, а саме:

- Карта \bar{X} -R – для контролю середнього значення та розмаху у вибірках (використовується для малих вибірок).
- Карта \bar{X} -S – контроль середнього значення та стандартного відхилення (для великих вибірок).
- p-карта – контроль частки дефектних одиниць у партії.
- c-карта – контроль кількості дефектів у певному об'ємі продукції.

Якщо карта Шухарта будується для одиничних значень, тобто кожний вимір є унікальним, то можливість побудови -карти відсутня, так як ми не маємо інформації по розмах. У цьому випадку або використовують тільки X карту (individuals) , або в якості характеристики R використовують значення відхилення поточного виміру від попереднього.(moving range)

Загальний вигляд \bar{X} -R карти Шухарта приведено на рис. 1.1.

Переваги використання карт Шухарта

- Виявлення нестабільності процесу на ранніх етапах.
- Допомога в запобіганні дефектам продукції.
- Зменшення виробничих втрат і підвищення ефективності виробництва.

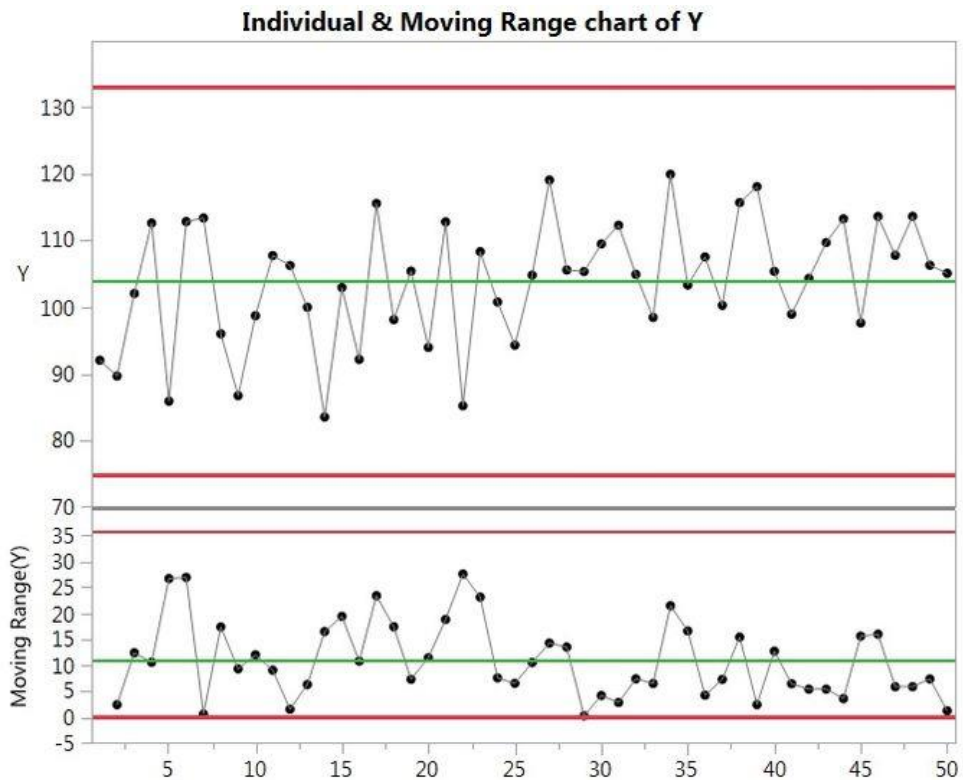


Рисунок 1.1 - Загальний вигляд \bar{X} -R карти Шухарта для випадка індивідуальних вимірів

Процес вважається нестабільним, якщо виконується хоча б одне з таких правил (таблиця 1.1):

Таблиця 1.1 - Основні ознаки нестабільності процесу нв карті Шухарта

| Елемент карти Шухарта | Опис елемента | Можлива причина |
|--|--|--|
| Точка за межами контрольних кордонів. | Будь-яка точка вище UCL або нижче LCL | Це говорить про можливу систематичну зміну процесу. |
| Кілька точок близько до границь | Дві з трьох послідовних точок на одній стороні від CL ближче до межі $\pm 2\sigma$ | |
| Велика кількість точок відхиляються від середнього | Чотири з п'яти послідовних точок ближче до кордону $\pm 1\sigma$ | Почалися неконтрольовані зміни в процесі |
| Точки зміщуються в одному напрямі | Шість або більше послідовних точок йдуть в одному напрямку (зростають або зменшуються) | Це може свідчити про тренд або систематичну зміну в процесі. |
| Зміщення точок по одну сторону CL | Наявність 8 (або 9) послідовних точок з одного боку від CL | Говорить про зсув середнього значення процесу. |

| | | |
|--|---|---|
| | 14 послідовних точок чергуються вгору-вниз | Може вказувати на занадто часті коригування процесу (необґрунтовані втручання). |
| Точки послідовно коливаються вгору-вниз з великим розмахом | 15 послідовних точок знаходяться у зоні $\pm 1\sigma$ від CL | Можливий недолік мінливості в процесі, який може бути спричинений помилкою вимірів або навмисним регулюванням |
| | Вісім послідовних точок поза зоною $\pm 1\sigma$ від CL, але не виходять за UCL/LCL | Говорить про надмірну мінливість процесу. |


ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Порядок проведення роботи

1. Вибрати набір експериментальних даних згідно варіанту в файлі «Дані для виконання роботи» в Moodle
2. Визначити величини «Контрольні межі (верхня UCL та нижня LCL)» згідно варіанту та розрахувати значення «Центральна лінія (CL) – середнє значення процесу», а також визначити значення σ для процесу
3. Побудувати \bar{X} -R карту Шухарта для випадка індивідуальних вимірів. Для цього можна використовувати Excel-твблицю «Приклад розрахунка» в Moodle
4. Виконати аналіз отриманих даних і зробити висновок щодо стабільності процесу з використанням даних таблиці 1.1.
5. Внести побудовану карту та результати її аналізу в звіт по роботі

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що таке карта Шухарта і для чого вона використовується?
2. Які основні типи контрольних карт Шухарта існують і для яких даних вони застосовуються?
3. Які правила інтерпретації контрольних карт Шухарта вказують на можливі відхилення в процесі?
4. Що таке контрольні межі на карті Шухарта, як вони обчислюються і яка їхня роль?
5. Які основні причини виходу точок за контрольні межі і як це впливає на процес?



6. Як відрізнити випадкові коливання процесу від систематичних змін за допомогою карт Шухарта?

ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Статистичні методи контролю якості : навчальний посібник для студентів спеціальності 073 «Менеджмент», 015 «Професійна освіта (економіка)» / уклад. Є. Є. Завгородня. Старобільськ : Альма-матер, 2017. 74 с.

2. Захожай В. Б., Чорний А. Ю. Статистичне забезпечення управління якістю : навчальний посібник. Київ : Центр навчальної літератури, 2005. 340 с.

3. ДСТУ ISO 7870-2:2016 Статистичний контроль. Карти контрольні. Частина 2. Карти Шухарта (ISO 7870-2:2013, IDT). [На заміну ДСТУ ISO 8258-2001 ; чинний від 2016-09-01]. Вид. офіц. Київ, 2016.

4. ДСТУ ISO 10017:2023 (ISO 10017:2021, IDT). Управління якістю. Настанови щодо застосування статистичних методів відповідно до ISO 9001:2015. [На заміну ДСТУ ISO/TR 10017:2005 ; чинний від 2024-08-01]. Вид. офіц. Київ, 2023.



ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

Оцінка загальної невизначеності виміру при проведенні випробувань на розтягування

Мета роботи: Здобути практичні навички розрахунку загальної невизначеності виміру

ЗАВДАННЯ

Після ознайомлення з матеріалом теоретичної частини цієї лабораторної роботи, а також з джерелами [1- 3], з переліку рекомендованої літератури, виконати наступні завдання.

Завдання 1. Знайти невизначеність виміру

Пояснення: Невизначеність потрібно оцінити при визначені межі текучості, межі міцності, відносного подовження та відносного звуження згідно стандарту ДСТУ ISO 6892-1:2019 (ISO 6892-1:2016, IDT)

Завдання 2. Зробити висновок про придатність методики в конкретних умовах

Пояснення: Висновок робиться на основі порівняння отриманих значень невизначеності з характеристиками випробувального устаткування, вказаними в їх паспорти

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Невизначеність результатів вимірювання відповідно до ISO/IEC Guide 98-3 (GUM:1995) — це параметр, пов'язаний з результатом вимірювання, який характеризує розсіювання значень, що можуть бути обґрунтовано приписані вимірюваній величині.

Основні аспекти невизначеності згідно з ISO/IEC 98-3: Джерела невизначеності – можуть включати випадкові помилки, систематичні похибки, нестабільність умов вимірювання тощо.

Оцінка невизначеності – базується на статистичному аналізі експериментальних даних та експертних оцінках можливих джерел похибок.

Існують наступні типи невизначеності:

Тип А – оцінюється статистичними методами на основі серії вимірювань.

Тип В – оцінюється на основі іншої інформації (сертифікати калібрування, технічні специфікації, експертні оцінки).

Сумарна (комбінована) стандартна невизначеність – обчислюється шляхом комбінування всіх окремих внесків невизначеності.



Розширена невизначеність – отримується шляхом множення стандартної невизначеності на коефіцієнт охоплення (k), що забезпечує заданий рівень довіри (наприклад, 95% або 99%).

Таким чином, невизначеність вимірювання вказує на межі, в яких з певною ймовірністю знаходиться істинне значення вимірюваної величини.

Згідно стандарту ДСТУ ISO 6892-1:2019 (ISO 6892-1:2016, IDT) рекомендовано використовувати наступні формули для оцінки невизначеності виміру типів А та В

Середньоквадратичну невизначеність і деякі параметри можна оцінити двома способами. Невизначеність типу А — оцінювання повторними вимірами

$$U = \frac{S}{\sqrt{n}}, \quad (2.1)$$

де: S — середньоквадратичний відхил результатів вимірювання;
 n — число вимірів, на основі яких була розрахована величина S .

Невизначеність типу В — оцінювання використанням іншого джерела, наприклад, сертифікату калібрування або допусків. У цьому разі можливе виникнення дійсного значення в будь-якому місці в межах заданого інтервалу, тому розподіл можна вважати прямокутним або рівномірним. Середньоквадратичну невизначеність можна визначити за формулою:

$$U = \frac{a}{\sqrt{3}}, \quad (2.2)$$

де a — половина ширини інтервалу, у якому перебуває дана величина.

Часто оцінка величини y містить вимір інших величин, тобто кінцеве значення розраховується на основі декількох вимірів, які самі мають невизначеність. В такому випадку, сумарна оцінка невизначеності величини y має враховувати внесок невизначеностей усіх таких вимірів, і вона є сумарною невизначеністю. якщо оцінка містить просте додавання або віднімання результатів серії вимірювань x_1, x_2, \dots, x_n , то сумарну невизначеність визначають за формулою

$$u(y) = \sqrt{(u(x_1))^2 + (u(x_2))^2 + \dots + (u(x_n))^2}, \quad (2.3)$$

де $u(x_1)$ - невизначеність параметра x_1 тощо.

Щодо випробувань на розтягнення, то невизначеність характеристик матеріалу залежить від різних базових вимірювань. згідно стандарту ДСТУ ISO 6892-1:2019 (ISO 6892-1:2016, IDT), перелк впливаючих фвкторів вказано в таблиці К1

Таблиця К.1 — Внесок у невизначеність окремих чинників у результати випробування

| Параметр | Результати випробування | | | | | |
|----------------------|-------------------------|----------|-------|-------|-----|-----|
| | R_{eH} | R_{eL} | R_m | R_p | A | Z |
| Напруження | X | X | X | X | — | — |
| Деформація | — | — | — | X | X | — |
| Розрахункова довжина | — | — | — | X | X | — |
| S_0 | X | X | X | X | — | X |
| S_u | — | — | — | — | — | X |

X — вносить вклад;
— не вносить вкладу

Згідно з ISO/IEC 98-3 [4] загальну розширену невизначеність можна отримати множенням сумарних середньоквадратичних невизначеностей на функцію покриття k . Для рівня довірчої ймовірності 95 % $k = 2$.

ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

1. Вибрати набір експериментальних даних згідно варіанту в файлі «Дані для виконання роботи» в Moodle
2. Визначити складові U для кожного конкретного вимірювання, використовуючи формули (2.1) – (2.3) та дані таблиці К1
3. Виконати аналіз отриманих даних і зробити висновок щодо загальної невизначеності виміру для кожного з показників.
4. Внести отримані результати і висновок у звіт по роботі.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що таке невизначеність вимірювання та чому вона є важливою у метрології?
2. Які основні види невизначеності розглядаються у GUM:1995? Опишіть їх особливості.
3. Який підхід використовується у GUM:1995 для оцінювання невизначеності вимірювань?



4. Як визначається комбінована стандартна невизначеність та які фактори на неї впливають?
5. Що таке коефіцієнт охоплення (coverage factor) та як він використовується для визначення розширеної невизначеності?
6. Які основні етапи процедури оцінювання невизначеності згідно з GUM:1995?

ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Холяк В. В., Владимирський І. А., Жабинська О. О. Фізичні властивості та методи дослідження матеріалів : навчальний посібник. Київ : Центр учбової літератури, 2017. 156 с.
2. Холяк В. В., Владимирський І. А. Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів : підручник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 270 с.
3. ДСТУ ISO 6892-1:2019 (ISO 6892-1:2016, IDT). Металеві матеріали. Випробування на розтяг. Частина 1. Метод випробування за кімнатної температури. [На заміну ДСТУ EN 10002-1:2006 ; чинний від 2020-07-01]. Вид. офіц. Київ, 2019.



ПРИКЛАД ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА

**ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
Кафедра матеріалознавства та прикладної механіки**

**Звіт
з лабораторної роботи №_
<Назва лабораторної роботи>**

з навчальної дисципліни

**«ЯКІСТЬ, МЕТРОЛОГІЯ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ
ТА СЕРТИФІКАЦІЯ»**

Здобувача групи 136Х-ХХ-1м
Прізвище Ім'я По батькові

Керівник:

ПІБ

Запоріжжя, 202_



Навчально-методичне видання

Пашинський Володимир Вікторович

**ЯКІСТЬ, МЕТРОЛОГІЯ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ
ТА СЕРТИФІКАЦІЯ**
методичні вказівки до виконання лабораторних робіт

Самостійне електронне мережеве видання

Публікується в авторській редакції