

## МЕТРОЛОГІЧНА ПРОСТЕЖНІСТЬ РЕЗУЛЬТАТІВ АНАЛІЗУВАННЯ

*Щоб результати можна було порівнювати, потрібна метрологічна простежність.*

У цьому інформаційному листку ми пояснюємо поняття метрологічної простежності та показуємо, як лабораторія може продемонструвати простежність своїх результатів.



### Простежність у XIX столітті

Якось селянка купила 1 кг борошна в місцевій крамниці. Наступного дня вона прийшла знову, тепер уже щоб продати 1 кг масла крамареві. Той поскаржився, що масла не 1 кг, а на 50 г менше.

– Дивина та й годі! – каже селянка. – Щоб усе точно було, я зважила масло отим кілограмом борошна, що ти мені продав учора.

### Простежність сьогодні

Простежність (англ. traceability) – це можливість простежити, наприклад, родовід людини або походження продукту. Слово може походити від латинського «tractus» – витягнутий або дієслова «trahere» – тягти.

"Простежність" може стосуватися документів (наприклад, методики відбирання проб), лабораторії, виконавця або методу. Але в цьому інформаційному листку, як і в ISO/IEC 17025, ідеться про простежність результатів вимірень. Тобто про те, що ці результати повинні бути простежні до застосованих метрологічних<sup>1</sup> основ для порівняння. Щоб бути точними, ми вживаємо термін **метрологічна простежність**. У чинному на сьогодні виданні словника VIM<sup>2</sup> подано таке визначення **метрологічної простежності**:

*властивість результату вимірення, яка полягає в тому, що цей результат можна пов'язати з основою для порівняння через задокументований неперервний ланцюг калібрувань, кожне з яких робить внесок у невпевність виміру<sup>2</sup>.*

<sup>1</sup>Метрологія – наука про вимірювання.

<sup>2</sup>International Vocabulary of Metrology – Basic and General Concepts and Associated Terms (VIM 3<sup>rd</sup> edition) JCGM 200:2012, [www.bipm.org](http://www.bipm.org)

### Основи для порівняння

В ідеалі основами для порівняння мали би бути значення величин, які відтворюють національні та міжнародні еталони і які виражено в одиницях SI. Простежність реалізують через ланцюги **калібрувань** – ланцюги простежності. Для температури та багатьох інших фізичних величин, таких як маса й час, простежність установити легко.

Окрім того, у хімії робочими еталонами є речовини з визначеною чистотою, розчини чистих речовин та матричні референтні матеріали (стандартні зразки).



*Аналітик, якому не відома простежність значень об'єму, часу, маси, концентрації калібрувального розчину та температури.*

### Приклад температури – простежність до одиниць SI

Температуру проби можна простежити через ланцюг калібрувань до **основи для порівняння** – відтвореної і вираженої в одиниці SI температури 0 °C.



## Приклад – Ртуть у тунці

Виміряна масова частка ртуті в пробі тунця становить  $(4,03 \pm 0,11)$  мг·кг<sup>-1</sup>. Результат подано як вміст загальної Hg на одиницю маси сухої речовини (визначеної на окремій порції проби, 105 °С, 12 год), а непевність виміру наведено з довірчим рівнем 95 % (коефіцієнт охоплення  $k=2$ ). У цьому випадку вміст ртуті визначали за допомогою аналізатора ртуті (методом атомної спектроскопії холодної пари) після мікрохвильової мінералізації проби.

Проби зважували на вагах, сертифікат калібрування яких пов'язує виміряну масу з одиницею маси SI – кілограмом.

Кислотний мінералізат розводили в мірній колбі, виробник якої документально підтверджує простежність об'єму колби до національного еталона.

Калібрувальну криву побудували, застосувавши СРМ (сертифікований референтний матеріал) – еталон вмісту ртуті, у сертифікаті якого подано значення величини  $(0,998 \pm 0,005)$  мг·дм<sup>-3</sup> ( $k=2$ ) та зазначено простежність до чистої ртуті.

Методику валідували за допомогою відповідного матричного СРМ із масовою часткою загальної ртуті  $(1,97 \pm 0,04)$  мг·кг<sup>-1</sup> ( $k=2$ ). Мета валідації – перевірити, чи правильно працює методика.



Аналітик, якому відома простежність значень об'єму, часу, маси, концентрації, калібрувального розчину та температури.

Ілюстрації Douglas Hasbun

## Як лабораторія може продемонструвати метрологічну простежність?

Щоб лабораторія могла продемонструвати простежність отриманого значення вмісту ртуті, вона повинна мати:

1. щодо концентрації розчину Hg – сертифікат на розчин СРМ;
2. щодо маси проби – сертифікат калібрування ваг;
3. щодо об'єму мірної колби – сертифікат калібрування від виробника;
4. щодо температури висушування – калібрування печі за температурою;
5. щодо умов мінералізації – калібрування, наприклад, вимірювачів температури;
6. щодо часу просушування – звичайний годинник або таймер.

На пункт 1 треба звернути особливу увагу, щоб забезпечити якість та простежність калібрувального еталона.

Простежності за пунктами 2, 3 та 6 легко досягти за прийнятної непевності, застосовуючи покупне обладнання.

Пункти 4 та 5 потребують додаткової уваги з боку лабораторії.

Застосовувати матричний СРМ під час валідації методики дуже важливо, але він не є частиною ланцюга простежності, оскільки його не застосовують для калібрування. Якщо ж за цим СРМ визначають поправку на ступінь вилучення, він має бути частиною ланцюга простежності.

## Якість вимірювання

- Валідація методики підтверджує, що методика (сукупність умов), застосована в конкретній лабораторії в певний час, придатна для конкретного завдання і всі вагомні чинники впливу було встановлено.
- Калібрування критично важливого обладнання є кінцевою ланкою ланцюгів метрологічної простежності.
- Непевність виміру оцінюють через дані валідації методики та простежність.
- Контроль якості (внутрішній і зовнішній) гарантує, що якість результатів вимірень (включно з непевністю) буде така сама, як під час валідації.

## Висновок

Простежність результату вимірень – це метрологічна простежність, визначена у VIM. Вона пов'язує результат з одиницями SI або іншими узгодженими еталонами/основами для порівняння.

Простежність необхідна для порівнянності результатів, і її вимагає ISO/IEC 17025.

Простежності легко досягти, якщо дотримуватися принципів належної лабораторної практики.

## Додаткові матеріали для читання

1. Eurachem/CITAC Guide on Traceability [www.eurachem.com](http://www.eurachem.com)
2. Meeting the Traceability Requirements of ISO17025, 3<sup>rd</sup> Ed, V. Barwick, S. Wood (Eds), 2005, LGC [www.lgcgroup.com/nml](http://www.lgcgroup.com/nml)